

Toteuttajat: Turun ammattikorkeakoulu Oy (koordinaattori),
Suomen ympäristökeskus (SYKE), Luonnonvarakeskus (LUKE),
ProAgria Länsi-Suomi, Pyhäjärvi-instituutti,
Sokerijuurikkaan tutkimuskeskus, Turun kaupunki

Toteutusaika 1.8.2019-31.12.2021



**Ympäristöministeriö, Vesiensuojelun
tehostamisohjelma**

Rakennekalkki maatalouden vesiensuojelukeinona

-hankkeen loppuraportti



TIIVISTELMÄ

10.1.2022

Ympäristöministeriö, Vesiensuojelun tehostamisohjelma

Rakennekalkki maatalouden vesiensuojelukeinona - hankkeen loppuraportti

Hankkeessa tutkittiin rakennekalkin vaikutuksia vesistökuormitukseen laboratorio- ja kenttäkoeolosuhteissa sekä laajemmalla valuma-alueen pilottikokeella Eurajoen Vähäjoella.

Eurajoella sijaitsevalla Vähäjoen valuma-alueella (28 km²) tutkittiin rakennekalkituksen vaikutuksia kolmella yhtenäisellä peltovaluma-alueella. Eurajoen pilottialueet käsittävät 184 ha rakennekalkittua peltoalaa.

Turun Paattisille perustettujen koekenttien rakennekalkitus toteutettiin syyskuun lopulla 2020. Koekentillä seurattiin rakennekalkituksen vaikutusta sala- ja pintavalumavesien laatuun.

Paimiossa Sokerijuurikkaan tutkimuskeskuksessa tutkittiin rakennekalkin vaikutusta peltojen vesistökuormitukseen, maan rakenteeseen ja viljelykasvien satoihin. Paimion koekentillä tutkimuksessa on mukana kaksi erillistä koelohkoa, joille rakennekalkki levitettiin jo syksyllä 2019.

Rakennekalkitusmäärät perustuivat Luonnonvarakeskuksessa vuonna 2019 käynnistettyihin laboratoriokokeisiin, joissa selvitettiin rakennekalkin annostelua ja savesprosentin vaikutusta annosteluun. Kaikissa kohteissa käytettiin Nordkalkin rakennekalkkia.

Lisäksi hankkeessa jatkettiin ojavesien vedenlaadun sekä vedenpinnankorkeuden seuranta Kangasalla Pakkalanjärven valuma-alueella, jossa peltoja rakennekalkittiin RAKAVA-hankkeessa vuosina 2018 ja 2019.

Hankkeessa kerättiin näyttöä rakennekalkituksen toiminnasta niin valuma-aluepilotoinnin, kuin koekenttä- ja laboratoriotutkimuksin.

Kipsi, kuitu ja rakennekalkki -opas viljelijöille toteutettiin yhteistyössä KIPSI- ja KUITU-hankkeiden kanssa. Oppaan tavoitteena on kertoa maanparannusaineista ja niiden vaikutuksista, kannustaa menetelmien käyttöön sekä auttaa viljelijää valitsemaan omilla peltolohkolle soveltuva maanparannusaine. Oppaan tueksi valmistui neljä videota, joista rakennekalkitusta esitellään kahdella videolla. Materiaalit julkaistiin valtakunnallisessa webinaarissa 8.12.2021 ja ne on vapaasti saatavilla sivulla: <https://proagria.fi/kipsikuiturakennekalkki>

Hankkeen tulokset osoittavat, että rakennekalkituksella voidaan vähentää valumavesien kiintoaine- ja fosforikuormitusta. Rakennekalkitus vähensi partikkelimaisen fosforin pitoisuuksia niin Eurajoen valuma-aluekokeen ojavesissä kuin Turun koekenttien salaojavesissä ja pintavalunnassa. Lisäksi rakennekalkituksella havaittiin positiivisia satovaikutuksia muun muassa sokerijuurikkaalla.

Lyhytkestoisen hankkeen perusteella ei voida arvioida rakennekalkituksen pitkäaikaisvaikutuksia, vaan rakennekalkikkäsittelyn monivuotisten vaikutusten ja vesiensuojelutehon keston selvittäminen vaatii usean vuoden kestävästä seuranta.

Sisältö

1 Hankkeen tausta ja tavoitteet	6
2 Hankkeen toteutus	8
2.1 Kuvaus toteutuksesta	Virhe. Kirjanmerkkiä ei ole määritetty.
2.1.1 Päävaluma-alue	8
2.1.2 Koekentät Turussa ja Paimiossa	9
2.1.3 Maan rakenteeseen, mikrobiologiaan ja maan hiileen liittyvät laboratoriotutkimukset	10
2.1.4 Pakkalanjärven valuma-alueen rakennekalkkikohteet	11
2.2 Toteutuksen aikana esiin nousseet ongelmat ja mahdolliset riskit	11
3 Hankkeen tulokset	13
3.1 Tavoitteet	Virhe. Kirjanmerkkiä ei ole määritetty.
3.2 Tavoitteiden toteutuminen	13
3.2.1 Viljelijäopas	Virhe. Kirjanmerkkiä ei ole määritetty.
3.2.2 Rakennekalkin annoskoon määrittely sekä optimaaliseen levitysajankohtaan liittyvät laboratoriotutkimukset	14
3.2.3 Rakennekalkin vaikutukset kiintoaineen, ravinteiden ja hiilen huuhtoumiin	15
3.2.4 Rakennekalkituksen vaikutuksen kesto	18
3.2.5 Rakennekalkin vaikutukset maan mikrobiologiaan ja happamuuteen	18
3.2.6 Viljavuusanalyysit ja peltomaan rakennekalkitus	19
3.2.7 Rakennekalkin vaikutukset maan hiileen	20
3.2.8 Rakennekalkin vaikutukset satotasoon ja viljelyyn	21
3.2.9 Rakennekalkin peltolevityksen malliskenaariot	22
3.3 Päätulokset	27
3.4 Viestinnän toteutuminen ja toimenpiteet	27
3.5 Hankkeiden yhteistyö ja verkostoituminen	30
3.6 Tulosten analysointi ja johtopäätökset	31

4 Hankkeen vaikuttavuus ja vaikutukset	32
5 Hankkeen kokonaiskustannukset ja rahoitus	33
6 Johtopäätökset (sis. esiin nousseet jatkohankkeita koskevat ideat ja tarpeet)	34

Liite. Kipsi, kuitu ja rakennekalkki -opas viljelijöille. ProAgrian hankejulkaisut 10. 2021.

1 Hankkeen tausta ja tavoitteet

Vesienhoidon tavoitteena on estää hyvässä ja erinomaisessa tilassa olevien pinta- ja pohjavesien tilan heikkeneminen, saavuttaa vähintään hyvä pintavesien ekologinen ja kemiallinen tila viimeistään vuoteen 2027 mennessä. Merenhoitosuunnitelman 2016–2021 mukaan oli merenhoidon hyvän tilan tavoitteet saavutettava vuoteen 2020 mennessä. Nykyisin toteutettavien maatalouden vesiensuojelun toimenpiteiden on todettu olevan riittämättömiä vesien ja meren hyvän tilan tavoitteiden saavuttamiseksi.

Ympäristöministeriö on käynnistänyt vesiensuojelun tehostamisohjelman 2019–2023, jonka tavoitteina ovat Itämeren ja sisävesien tilan parantamiseen tähtäävien toimien tehostaminen ja toimenpiteiden laaja käyttöönotto. Ohjelman yhtenä tavoitteena on tehostaa maatalouden vesiensuojelua edistämällä innovatiivisten vesiensuojelumenetelmien: kipsin, rakennekalkin ja kuitulietteiden laaja-alaista käyttöä sekä kehittämällä vesiensuojelun valuma-aluekohtaisia toimintamalleja. Samalla tuetaan seuraavan EU-rahoituskauden CAP-suunnitelman valmistelua.

Ympäristöministeriö käynnisti vuonna 2019 tutkimus- ja kehityshankkeiden kilpailutuksen koskien rakennekalkin ja kuitulietteiden käyttöä maatalouden vesiensuojelukeinona. Tähän raporttiin on tiivistetty *Rakennekalkki maatalouden vesiensuojelukeinona* –hankkeen toteutus, tärkeimmät tulokset sekä arvioi hankkeen vaikuttavuudesta.

Hankkeen tavoitteet

Hankkeen päätavoitteena oli tuottaa tietoa rakennekalkin käytöstä maataloudessa vesiensuojelukeinona Suomen oloissa sekä laatia viljelijöille selkeä käytännön ohjeistus rakennekalkituksen toteuttamiseen erilaisilla savimailla. Tavoitteena oli selvittää rakennekalkin osalta:

vaikutukset kokonais- ja liukoisen typen ja fosforin huuhtoumaan

vaikutukset maaperän hiileen ja eroosioon

vaikutuksia maaperän biologiaan tai happamuuteen

paras rakennekalkin ainesosien seossuhde, optimaaliset käyttömäärät ja levityksen parhaat ajankohdat viljelytekniikan ja vesiensuojeluvaikeuksien kannalta

Tämän tavoittamiseksi hanke jakautui osatehtäviin, joissa tavoitteena oli:

- selvittää rakennekalkin peltokäytön vaikutukset kokonais- ja liukoisen typen ja fosforin, sekä liukoisen orgaanisen hiilen huuhtoumaan ja eroosioon peltovaltaisilla valuma-alueilla, yhteensä kolmella käsittelyalueella
- selvittää rakennekalkin vaikutukset maaperän biologiaan ja happamuuteen sekä maan rakenteeseen koekentillä
- selvittää eri maalajeille soveltuva optimaalinen rakennekalkkiannos ja reaktiivisen kalkin osuus laboratorikokeissa
- tutkia kolmen eri rakennekalkkiannostuksen vaikutusta kenttäolosuhteissa maan rakenteeseen ja satotasoon koelohkoilla

Tulosten perusteella tavoitteena oli laatia käytännön viljelijäopas rakennekalkituksesta. Lisäksi tavoitteena oli viestiä tuloksista monipuolisesti ja vuorovaikutteisesti koko hankkeen ajan viestintäsuunnitelman mukaisesti.

Lisäksi Suomen kattavalla VEMALA vesistö- ja ravinnekuormitusmallilla oli tavoitteena toteuttaa alueellisia ja kansallisia kuormitusvähennysskenaarioita. Tavoitteena oli laskea potentiaalinen rakennekalkituksella saavutettava Itämeren ravinnekuormituksen vähenemä Suomesta, jos rakennekalkitusta toteutettaisiin menetelmään soveltuvilla pelloilla laajemmin. Valuma-alueita saatavaa tietoa oli myös tarkoitus soveltaa VEMALA-mallinnuksessa.

Hanke edistyi pääosin suunnitellussa aikataulussa ja hankkeelle asetetut tavoitteet saavutettiin. Hankkeen toteutus ja tulokset ovat kuvattu pääpiirteissään luvuissa 2 ja 3.

2 Hankkeen toteutus

Hankkeessa tutkittiin rakennekalkin vaikutuksia monipuolisesti laboratorio- ja kenttäkoeolosuhteissa sekä laajemmalla valuma-alueen pilottikokeella Eurajoen Vähäjoella, jossa oli tavoitteena levittää rakennekalkkia 169 hehtaarin peltoalueelle. Rakennekalkin levitystavoite ylitettiin, sillä Vähäjoen valuma-alueella rakennekalkittiin yhteensä 184 hehtaaria peltoa.

2.1 Hanke toteutettiin asiantuntijaorganisaatioiden yhteistyössä siten, että jokaiselle hankkeen osatehtävälle oli nimetty vastuuorganisaatio.

2.2 Päävaluma-alue

Eurajoella sijaitsevalla Vähäjoen valuma-alueella (28 km²) tutkimuskohteena oli kolme valuma-aluetta. Alueista kahdelle levitettiin rakennekalkkia ja kolmas toimi vertailualueena. Pilottialue 1:n pinta-ala on 110 ha, josta lähes 90 % prosenttia on peltoa. Pilottialue 2:n pinta-ala on 267 ha, josta peltoa noin 34 %. Vertailualueen 95 ha:n laajuisesta valuma-alueesta peltoa on lähes 95 %. Yhteensä Eurajoella kalkittavaa peltoa oli 184 ha, josta 154 ha rajautui pilottivaluma-alueille. Valuma-alueiden rajalla sijaitsevat lohkot kalkittiin pääasiassa kokonaisuudessa, vaikka osa peltojen valumavesistä valuikin muualle. Tutkimuksessa seurattiin ojavesien kiintoaine- ja ravinnepitoisuuksia sekä virtaamaa, jotta rakennekalkituksen vaikutusta vesiin voitiin arvioida. Lisäksi analysoitiin maanäytteitä. Rakennekalkitusta edeltäneet maanäytteet kerättiin syksyllä 2019 (vertailualueelta keväällä 2020) ja analyysituloksia käytettiin apuna rakennekalkituksen suunnittelussa.

Kalkitusten käytännön järjestelyt aloitettiin keväällä 2020. Kunkin viljelijän kanssa käytiin läpi tutkimusalueilla olevien lohkojen kalkituskelpoisuus. Sopimukset viljelijöiden kanssa tehtiin keväällä ja kesällä 2020. Kylmä kevät ja kevätiljojen jälkiversonnan viivästyttämien puintien takia levitys päävaluma-alueen pelloilla kesti lokakuun alkuun asti. Levitys ja muokkaus saatiin ajoittaisista vesisateista huolimatta tehtyä sopivan kuivissa ja lämpimissä oloissa. Kaikki syksyllä kalkittaviksi suunnitellut pellot saatiin kalkittua. Kalkitusala oli 161 ha. Levitysmäärä oli 6,5 tonnia/ha. Aktiivisen rakennekalkin osuus oli 18,6 % levitetyn massan painosta eli aktiivisen poltetun kalkin leivitysmäärä oli 1208 kg/ha. Keväällä 2021 rakennekalkittiin vielä joitakin lohkoja (23 ha), joita ei pystytty kalkitsemaan syksyllä 2020 pitkän kasvukauden vaativan satokasvin vuoksi. Rakennekalkin toimituksen kilpailutuksen voitti Hankkija Oy, jonka jättämä tarjous Nordkalkin rakennekalkista oli ainoa tarjouspyynnön mukainen.

Pilottialueiden ja vertailualueen valtaojiin rakennettiin projektin alussa vedenlaadun seuranta-asetat, joista saatiin jatkuvaa virtaamatietoa sekä seurattiin vedenlaatua jatkuvatoimisilla mittareilla. Lisäksi pilotti-valuma-alueiden ravinne- ja kiintoainepitoisuutta on seurattu vesinäyttein. Vähäjoen pilottialueilta ja vertailualueelta on haettu yhteensä 290 vesinäytettä.

Muutamia näytteitä haettiin myös Vähäjoen valuma-alueen metsäisistä osista. Pilottialue 2:n peltoalueen ympärillä on lähinnä talousmetsää, mistä näytteet haettiin. Näytteet osoittavat, että ravinnepitoisuudet ovat Vähäjoen metsäalueelta tulevissa vesissä alhaiset. Vesinäyteanalyysien tieto metsäalueen vesien laadusta osaltaan auttaa mahdollisimman luotettavaan kuormitustarkasteluun.

Jatkuvatoimisilla vedenlaatumittareilla seurattiin veden sameutta, sähkönjohtavuutta, pH:ta sekä orgaanisen hiilen määrää. Vesinäytetulosten perusteella voidaan mittaridatasta regressiokäyrien avulla kuitenkin johtaa myös monia muita parametreja kuten kiintoaine- ja ravinnepitoisuuksia. Seuranta-aineiston tuottamisesta vastasi Pyhäjärvi-instituutti ja aineiston jatkokäsittelystä Suomen ympäristökeskus.

2.2.1 Koekentät Turussa ja Paimiossa

Turussa Paattistenjoen valuma-alueella sijaitsee kaksi hankkeen koekenttää (6 ha ja 4,5 ha), joilla rakennekalkitukset toteutettiin 29.9.2020. Koekentillä seurataan rakennekalkitun ja käsittelemättömän peltoalueen valumavesien eroja mahdollisimman samankaltaisissa sää- ja maaperäolosuhteissa. Erityisenä mielenkiinnon kohteena on vaikutukset ravinne- ja kiintoainesvalumiin pintavaluntakentillä.

Turussa koekenttien rakennekalkitus saatiin toteutettua vuoden 2020 syyskuun lopulla heti puintien jälkeen. Levitysmäärä oli 6,7 tonnia/ha. Toisella hyvin tasaisella koekentällä seurataan salaojavesien vedenlaatua ja määrää. Toisella, kaltevammalla koekentällä, salaojavesien lisäksi myös pintavaluntaa.

Vuoden 2021 marraskuun loppuun mennessä Turun koekentiltä on kerätty 185 vesinäytettä ja tehty yhteensä noin 2 750 vesianalyysiä. Vesinäytteistä analysoituja parametreja olivat pH, alkaliniteetti, sähkönjohtokyky, sameus, kiintoaine, kokonaisfosfori, suodatettu kokonaisfosfori, suodatettu fosfaattifosfori, kokonaistyyppi, typen fraktiot, liuennut hiili, anionit ja kationit. Erittäin kuivan kesän 2020 tähden rakennekalkitusta edeltävien vesinäytteiden

määrä jäi suunniteltua pienemmäksi. Turun kaupungin omistamien peltojen seuranta- aineiston tuottamisesta vastasi Turun ammattikorkeakoulu.

Paimiossa Sokerijuurikkaan tutkimuskeskuksessa tutkitaan rakennekalkin vaikutusta peltojen vesistökuormitukseen, maan rakenteeseen ja viljelykasvien satoihin. Lisäksi kasvien ravinteidenottoa seurataan ravinneanalyysien ja kasvillisuus indexiä seurataan ilmakuviin avulla. Tutkimuksessa on mukana kaksi erillistä koelohkoa, joille Nordkalkin rakennekalkki levitettiin jo syksyllä 2019. Kalkitustasot olivat 0, 8 ja 12 tn/ha. Koelohkot valittiin suuren savespitoisuuden vuoksi, sillä aikaisempien tietojen perusteella savisilla mailla rakennekalkin hyödyt olisivat suurimmat. Kahden koelohkon pH tilanne on myös eriävä. Toisessa pH on hyvä ja toisessa alhainen. Näin pystytään seuraamaan pH:n muutoksen vaikutusta samalla kun tarkastellaan rakennekalkin muita vaikutuksia. Kasveina lohkoilla oli 2020 kevätvehnä ja sokerijuurikas. Vuonna 2021 kasveina oli rypsi, syysvehnä ja sokerijuurikas. Paimiossa tarkastusaja on tulvinut, joten ojaa on pitänyt perata vesinäytteiden saamiseksi.

2.2.2 Maan rakenteeseen, mikrobiologiaan ja maan hiileen liittyvät laboratoriotutkimukset

Luonnonvarakeskuksessa vuonna 2019 käynnistyneissä laboratorioskokeissa selvitettiin rakennekalkin annostelua, savesprosentin vaikutusta annosteluun sekä kosteuden vaikutusta rakennekalkin tehoon. Osakokeista on tehty yhteistyössä Suomen Kulttuurirahaston rahoittaman Samassa vedessä - hankkeen kanssa. Lyhytaikaisten vaikutusten lisäksi rakennekalkin pidempiaikaisia maaperävaikutuksia on selvitetty rakennekalkituilta viljelijöiden ja Luonnonvarakeskuksen pelloilta, joissa on kalkitseminen vertailualue. Lisäksi selvitettiin myös rakennekalkituksen vaikutusta maan mikrobistoon.

Laboratorioskokeissa mukana olleiden maiden savesprosentti vaihteli välillä 16–81. Seulottuihin ja homogenisoituihin maihin lisättiin rakennekalkkia siten, että aktiivisen CaO:n lisäys vastasi 1, 2 ja 3 tn/ha. Käytetyn rakennekalkin aktiivisen CaO:n osuus oli 27 %. Maiden kosteus säädettiin ennen rakennekalkin lisäämistä kahteen eri tasoon siten, että voitiin myös selvittää kuinka rakennekalkin lisääminen kohtuullisen märkään maahan vaikuttaa sen tehoon. Inkuboinnin jälkeen maista analysoitiin vedenkestävien murujen määrä (WSA%) sekä veteen irtoavan kolloidin aineksen määrä (sameus, NTU/g) märkäseulontamenetelmällä. Optimaalisessa kosteudessa inkuboiduista maista otettiin myös noin kilon osanäytteet, joita sadetettiin 5 mm/h intensiteetillä siten, että saatiin 100 ml valumavedettä. Valumavedestä mitattiin sameus ja liukoisen orgaanisen hiilen pitoisuus. Sadetuskokeen tulokset kertovat maan läpi suotautuvan veden

kuljettamiksi siirtyvien maapartikkelien sekä ravinteiden määrästä. Märkäseulontamenetelmällä pyritään kuvaamaan yksittäisten maamurujen kestävyyttä ja riskiä savesaineksen irtoamiselle muruista.

Rakennekalkin pidempiaikaisten vaikutusten selvittämiseksi otettiin maanäytteitä kuudella eri pellolta, joissa rakennekalkitus oli toteutettu vuosina 2013–2018. Maanäytteistä analysoitiin perusominaisuudet sekä mururakenteen kestävyys, ja näytteille tehtiin sadetuskokeet. Lisäksi lohkoilta otettiin profiilimaanäytteet 40 cm syvyyteen asti. Näytteiden avulla selvitettiin rakennekalkituksen vaikutusta orgaanisen hiilen pitoisuuksiin maaprofiilissa. Lohkoilta otetuista pintamaanäytteistä tutkittiin myös rakennekalkin vaikutuksia maan mikrobistoon. Rakennekalkin lyhytaikaisia vaikutuksia maan mikrobiaktiivisuuteen tutkittiin inkubointi- ja kasvatuskokeessa (raiheinä), jossa oli mukana neljä kationikoostumukseltaan ja lajitekoostumukseltaan erilaista maata.

2.2.3 Pakkalanjärven valuma-alueen rakennekalkkikohteet

RAKAVA-hankkeen puitteissa toteutettiin Loukkaanojan ja Hampaalanojan valuma-alueen peltojen rakennekalkitus 2018 ja 2019. Kohteessa jatkettiin ojavesien vedenlaadun seurantaa sekä vedenpinnankorkeuden seurantaa vuosina 2020–2021. Lisäksi neljästä rakennekalkitusta lohkoista ja neljästä rakennekalkitsemmattomasta lohkoista kerättiin maanäytteet joulukuussa 2020 viljavuusanalyysiin.

Pakkalanjärven kohteissa kuormitusten laskenta on osoittautunut erittäin haasteelliseksi, koska Pakkalanjärvi padottaa ajoittain pelloilta tulevia valumavesiä. Lisäksi Loukkaanojan vedenkorkeuden havaintopaikan vieressä oleva tierumpu korjattiin kesällä 2020. Rummun korkeustason mahdollinen muuttuminen on voinut vaikuttaa purkautumiskäyrään.

2.3 Toteutuksen aikana esiin nousseet ongelmat ja mahdolliset riskit

Jo hankkeen suunnitteluvaiheessa todettiin, että hankkeen lyhyt kesto muodostaa merkittävän riskin riittävän kattavan tulosaineiston keräämiselle. Lyhyestä hankeajasta johtuvaa rakennekalkin vaikutusten seurannan epävarmuutta on hankkeessa pyritty vähentämään lähestymistavalla, jossa kerätään näyttöä menetelmän toiminnasta niin valuma-aluepilotoinnin, kuin koekenttä- ja laboratoriotutkimuksin. Vaikka tälläkään toimintatavalla ei voida korvata pitkäaikaisen luonnonolosuhteissa tehtävien koejärjestelyiden ja niihin liittyvän jatkuvan seurannan tarjoamaa tulostietoa, voidaan eri tietolähteitä

yhdistämällä muodostaa kattavampi kuva rakennekalkituksen vedenlaatuvaikutuksista.

Luonnonolosuhteissa tehtävään tutkimustyöhön liittyy aina säänriski. Esimerkiksi poikkeuksellisen pitkät kuivat jaksot voivat estää edustavan vedenlaatuaineiston keräämisen tutkimuskohteilta. Myös muut mahdolliset merkittävät poikkeamat ns. normaaleista sääolosuhteista hankaloittavat menetelmän vaikuttavuuden arviointia. Myös säänriskiä vähennettiin hyödyntämällä hankkeessa erilaisia tutkimusmenetelmiä.

Vallitseva Covid-19 tilanne aiheuttaa osaltaan riskin tulostiedon levittämislle, kun live-yleisötilaisuuksia tai pellonpiennartapahtumia ei voida toteuttaa suunnitellusti. Pandemiasta johtuvat henkilöstön sairastumisriskit hankehenkilöstön ja hankkeeseen osallistuvien yhteistyötahojen keskuudessa on myös tiedostettu riski, joka saattaa aiheuttaa esim. hidasteita hankkeen toteutuksessa.

Riskien toteuma ja ratkaiseminen

Edellä kuvatut riskit osoittautuivat todellisiksi ja toteutuivat ainakin osittain. Hankkeen lyhyeen keston liittyvää ennalta tiedostettua riskitekijää ei voinut välttää, mutta riskin vaikutuksia pyrittiin vähentämään monipuolisin koejärjestelyin ja hyvällä hankesuunnittelulla.

Säätiloille altis rakennekalkin levittäminen saatiin toteutettua hankkeen aikana lähes suunnitellusti, eikä säänriski tältä osin toteutunut. Säänriski kuitenkin toteutui siltä osin, että pitkät kuivat kaudet eivät mahdollistaneet ympärivuotista vedenlaadun seuranta kaikkilla koekohteilla. Ratkaisuna vedenlaatu seuranta koskevaan säänriskiin oli mm. näytteenoton uudelleen aikataulutus ja vedenlaadun seurannan toteutus ajanjaksoina, joina se oli käytännössä mahdollista.

Covid-19 tilanteeseen liittyvä riski toteutui ainakin osin, sillä monet livetapahtumat ja kokoukset piti korvata etätoteutuksilla. Hankehenkilöstöön ja hankkeen toteutukseen liittyvä Covid-19-riski ei kuitenkaan toteutunut, vaan hankkeen suunnitellut toimenpiteet saatiin toteutettua pandemiasta huolimatta ajallaan.

3 Hankkeen tulokset

3.1 Viljelijäopas

Viljelijäoppaasta ”Kipsi, kuitu ja rakennekalkki -opas viljelijälle” tehtiin sekä painettu että elektroninen versio (julkaistiin 8.12.2021). Elektroninen versio suomenkielisestä oppaasta on ladattavissa osoitteesta: www.proagria.fi/kipsikuiturakennekalkki. Englannin- ja ruotsinkieliset versiot valmistuvat tammikuussa 2022 ja tulevat olemaan niin ikään saatavilla ProAgrian www-sivuilla.

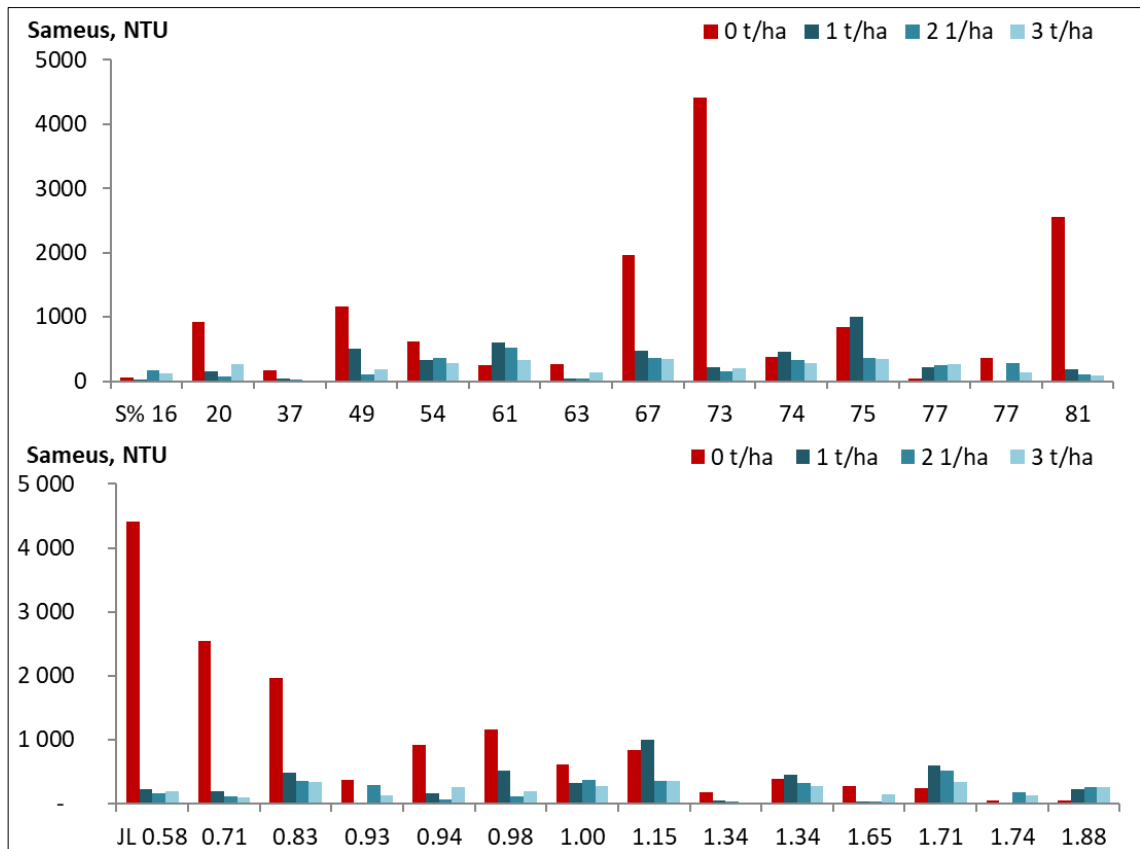
Viljelijäopas päätettiin tehdä vesiensuojelun maanparannusaineita käsittelevien hankkeiden yhteisjulkaisuna. Yhteisjulkaisun tavoitteena on kertoa maanparannusaineista ja niiden vaikutuksista, kannustaa menetelmien käyttöön sekä auttaa viljelijää valitsemaan omilla peltolohkolleen soveltuva maanparannusaine. Opas myös osaltaan vähentää puheissa ja mediassa ajoittain havaittua maanparannusaineiden keskinäistä sekoittumista.



Kuva 1. Viljelijäopas toteutettiin kolmen hankkeen yhteistyönä. Oppaasta tuli erityisen kattava, sillä siihen sisällytettiin kolme maanparannusainetta. Alun perin suunniteltiin vain rakennekalkkioppaan tekoa.

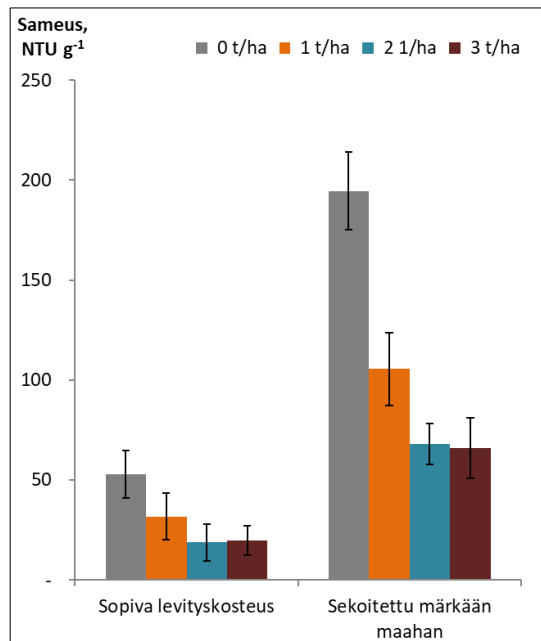
3.1.1 Rakennekalkin annoskoon määrittely sekä optimaaliseen levitysajankohtaan liittyvät laboratoriokeet

Laboratoriokeissa, joissa tutkittiin rakennekalkkilisäyksen annoskoon vaikutusta maan rakenteen kestävyteen, havaittiin, että rakennekalkki vähensi selvästi maasta sadeveteen irtoavan kiintoaineksen määrää erityisesti maissa, joiden rakenne oli lähtökohtaisesti huono. Vaikutus ei tässä aineistossa linkittynyt maan savespitoisuuteen vaan selvimmät vaikutukset rakennekalkilla saatiin mailla, joiden johtoluku oli alhainen (<1) (Kuva 2). Jo 1 tn/ha aktiivista rakennekalkkia vähensi maasta irtoavan kiintoainekuorman määrää selvästi, eikä suuremmilla lisäyksillä enää saatu merkittäviä parannuksia.



Kuva 2. Maanäytteiden läpi valuneen veden sameus sadetuskokeessa eri rakennekalkkiannoksilla käsitellyissä maissa. Maanäytteet on järjestetty kasvavan savespitoisuuden (S%) mukaan (yläkuva) ja kasvavan johtoluvun (JL) mukaan (alakuva). Laboratoriokeksen rakennekalkin lisäyktasot vastasivat 1, 2 ja 3 tonnia aktiivista (CaO/Ca(OH)₂) kalkkia hehtaarille.

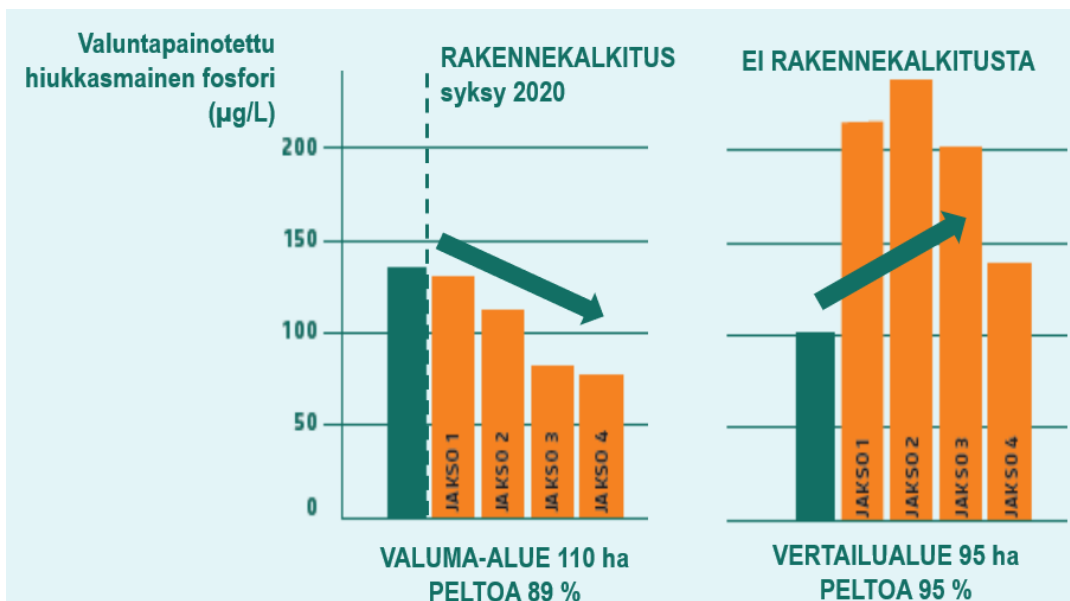
Myös suhteellisen märkään maahan lisättynä rakennekalkilla oli maan rakennetta parantava vaikutus. Rakennekalkin sekoittaminen märkään maahan on kuitenkin maan rakenteen kannalta tuhoisaa. Sekä käsittelemättömien että rakennekalkilla käsiteltyjen märkien maiden rakenne oli selvästi heikompi kuin kuivempien maiden (kuva 3).



Kuva 3. Rakennekalkin ja rakennekalkin sekoittamisen aikaisen maan kosteuden vaikutukset märkeseulonnassa maasta irtoavaan kolloidiin, sameutta (NTU) aiheuttavaan ainekseen. Laboratoriomittakaavassa toteutetun kokeen rakennekalkin lisäystrasot vastasivat 1, 2 ja 3 tonnia aktiivista (CaO/Ca(OH)₂) kalkkia hehtaarille.

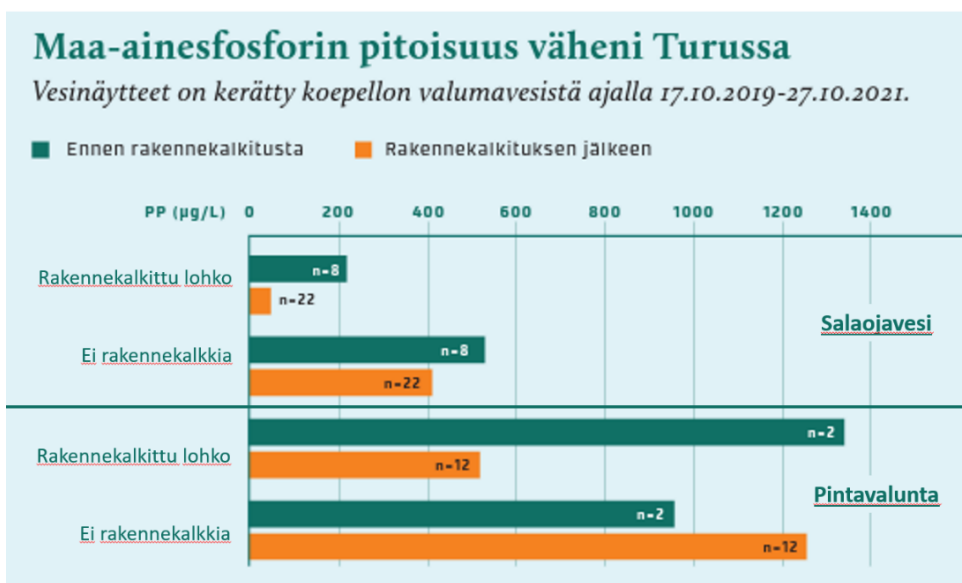
3.1.2 Rakennekalkin vaikutukset kiintoaineen, ravinteiden ja hiilen huuhtoumiin

Eurajoen kohteissa valuntapainotteinen fosforipitoisuus väheni rakennekalkituksen jälkeen kummallakin pilottivaluma-alueella. Rakennekalkilla oli nopea ja voimakas sameuden, kiintoaineen ja hiukkasmaisena fosforin huuhtoumaa vähentävä vaikutus (Kuva 4).



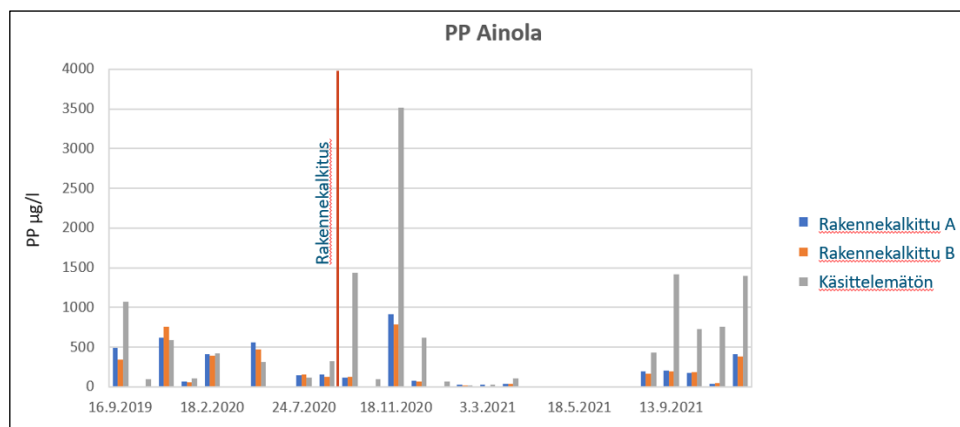
Kuva 4. Pilottikohteessa Eurajoella hiukkasmaisen fosforin pitoisuus laski valuntajaksoina rakennekalkituksen jälkeen, kun taas vertailuvaluma-alueella valuntapainotettu hiukkasmainen fosforipitoisuus samanaikaisesti nousi. Mittaus toteutettiin jatkuvatoimilla mittareilla. Kuvassa vihreällä värillä esitetty pitoisuus on mitattu valuntajaksona keväällä 2020 ennen rakennekalkitusta ja jaksot 1–4 ajalla syksy 2020-kevät 2021 rakennekalkituksen jälkeen. Jakso 4 on mittaus toukokuulta 2021, jolloin rakennekalkituksesta oli kulunut aikaa noin 8 kuukautta.

Turun koekentiltä kerätyt tulokset osoittavat rakennekalkin vähentävän erityisesti kiintoaineksen ja siihen sitoutuneen fosforin huuhtoumia (kuva 5). Sen sijaan selkeää vaikutusta typen tai hiilen huuhtoumiin ei Turun koekenttien tuloksissa ollut havaittavissa seurantajakson aikana.

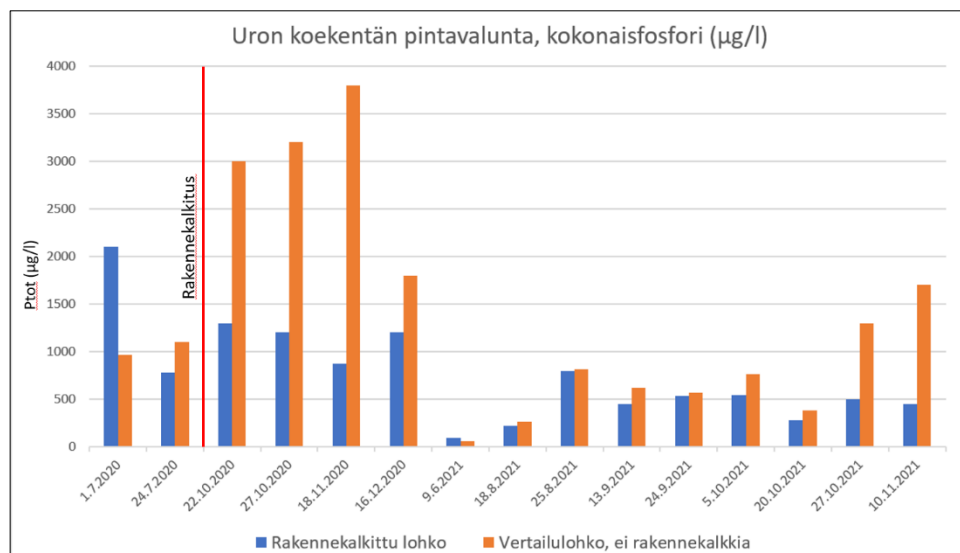


Kuva 5: Keskimääräinen maa-ainesfosforin pitoisuus Uron koekentän salaojavedessä ja pintavalunnassa koejaksolla syksystä 2019 syksyyn 2021.

Rakennekalkituksen vaikutus valumavesien fosforipitoisuuksiin oli merkittävä erityisesti valumavesien fosforipitoisuuksien ollessa suuria. Rakennekalkitus vaikutti nimenomaan kiintoainesfosforin pitoisuuksiin. Luenneen fosforin pitoisuuksiin rakennekalkikäsittelyllä ei sen sijaan ollut selkeää vaikutusta. Kuvassa 6 erottuvat hyvin syys- ja talvisateiden aikaiset valumavesien korkeat kiintoainesfosforin pitoisuudet sekä rakennekalkin vaikutus näihin kuormituspiikkeihin Ainolan koepellon salaojavesissä. Sama ilmiö on havaittavissa Uron koekentän pintavalunnan fosforipitoisuuksissa (kuva 7).



Kuva 6: Pinnanmuodoiltaan tasaisen Turun Ainolan koepellon kiintoainesfosforin pitoisuudet salaojavesissä.



Kuva 7: Rakennekalkituksen vaikutus pintavalunnan kokonaisfosforin pitoisuuksiin Turun Uron koekentällä.

3.1.3 Rakennekalkituksen vaikutuksen kesto

Rakennekalkin vaikutuksen kestoä pyrittiin selvittämään hyödyntämällä viljelijäyhteistyötä ja aikaisemmin tehtyjä rakennekalkikokeita. Maanäyteanalyysiin valittiin kuusi vuosien 2013 ja 2018 välillä tehtyä rakennekalkikokeetta, jossa samalla lohkolle sijaitti sekä rakennekalkittu ala että käsittelemätön kontrollialue. Vuosien 2013 ja 2018 välillä tehtyjen rakennekalkitusten vaikutukset maasta dispergoituvan saveksen määrään ja mururakenteen kestävytyteen eivät kuitenkaan olleet laboratorionkokeiden perusteella yksiselitteisiä. Lohkoilla, joiden kontrollialan johtoluku oli alhainen, rakennekalkki näytti vähentävän maan läpi valuneen sadetusveden sameutta, mikä viittaa pientyneeseen eroosioriskiiin. Kuitenkin niillä lohkoilla, joilla rakennekalkituksesta oli kulunut eniten aikaa, myös kontrollialan johtoluku oli korkea, eikä rakennekalkin vaikutusta näin ollen havaittu. Näiden tulosten perusteella ei siis voida tehdä johtopäätöksiä rakennekalkituksen vaikutuksen kestosta.

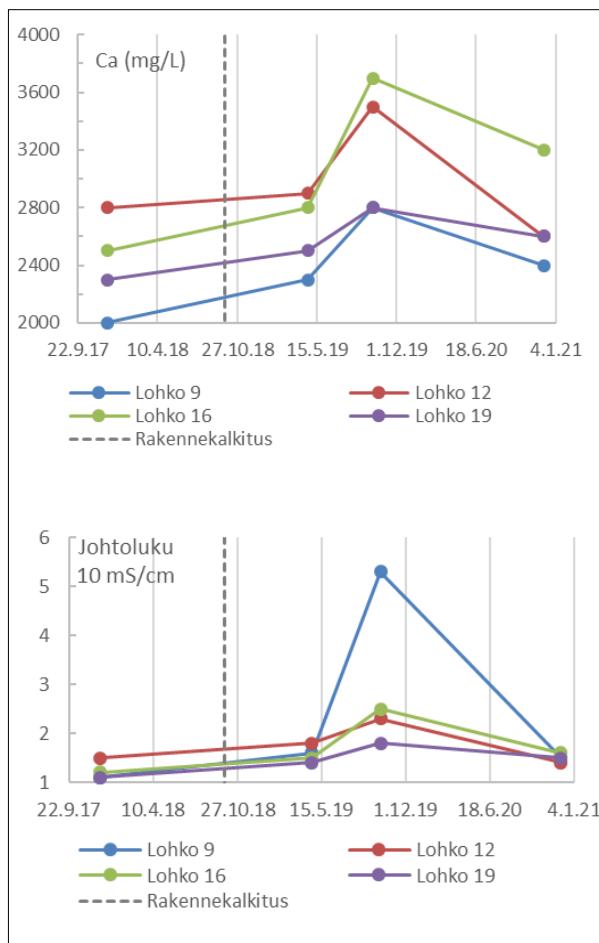
3.1.1 Rakennekalkin vaikutukset maan mikrobiologiaan ja happamuuteen

Rakennekalkin vaikutusta maan mikrobistoon tutkittiin laboratoriossa inkubointi- ja kasvatuskokeessa, sekä vuosien 2013–2018 välillä rakennekalkituilla pelloilla. Inkubointi- ja kasvatuskokeen jälkeen erot mikrobiaktiivisuudessa (hiilidioksidintuotto) käsittelemättömien ja rakennekalkittujen maiden välillä olivat pieniä. Laboratorionkokeiden perusteella rakennekalkki ei näyttäisi vaikuttavan ainakaan haitallisesti mikrobiaktiivisuuteen. Vuosien 2013 ja 2018 välillä toteutetuilla rakennekalkituksilla ei myöskään havaittu vaikutusta maan sieni- tai bakteerilajiston monimuotoisuuteen.

Laboratorionkokeissa rakennekalkki nosti nopeasti maan pH:ta ja rakennekalkittujen maiden pH oli sitä korkeampi, mitä suurempi rakennekalkkilisäys oli. Maan pH nousi rakennekalkkikäsittelyn jälkeen samoin sekä optimikosteudessa inkuboiduissa että märissä maissa. Maan kosteudella levityshetkellä ei ole merkitystä rakennekalkin happamuutta vähentävään vaikutukseen.

3.1.2 Viljavuusanalyysit ja peltomaan rakennekalkitus

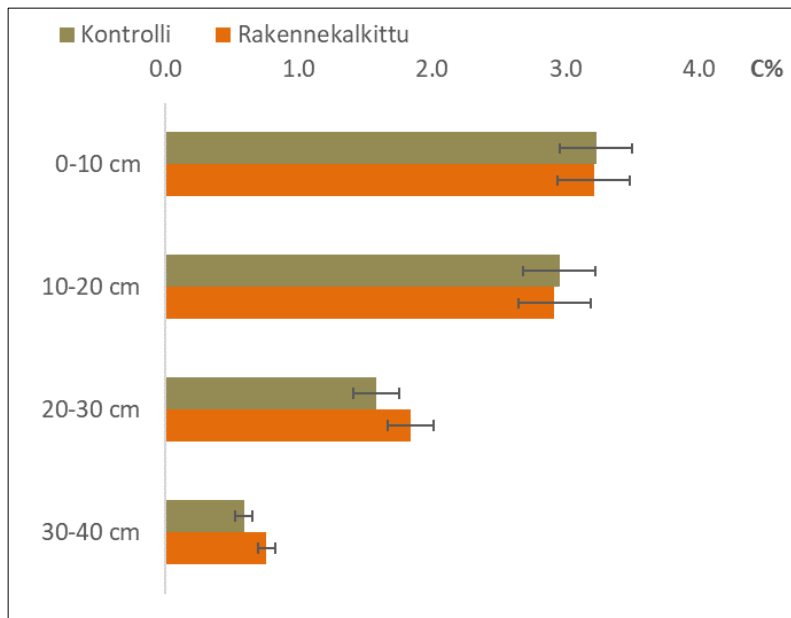
Pakkalanjärven Loukkaanojan valuma-alueella viljavuusanalyysien perusteella rakennekalkittujen lohkojen kalsiumpitoisuus ja johtoluku nousivat vuoden sisällä rakennekalkituksesta (Kuva 8). Loppuvuonna 2020 eli yli kaksi vuotta rakennekalkikäsittelyn jälkeen kyseiset arvot olivat lähteneet laskuun. Loukkaanojan valuma-alueen kaikkien peltolohkojen johtoluku oli jo ennen rakennekalkitusta verrattain korkea (ka 1.2, n = 22, 0,9–1,6).



Kuva 8. Pakkalanjärven Loukkaanojan valuma-alueella vuonna 2018 rakennekalkittujen peltolohkojen kalsiumpitoisuus ja johtoluku viljavuusanalyysistä.

3.1.3 Rakennekalkin vaikutukset maan hiileen

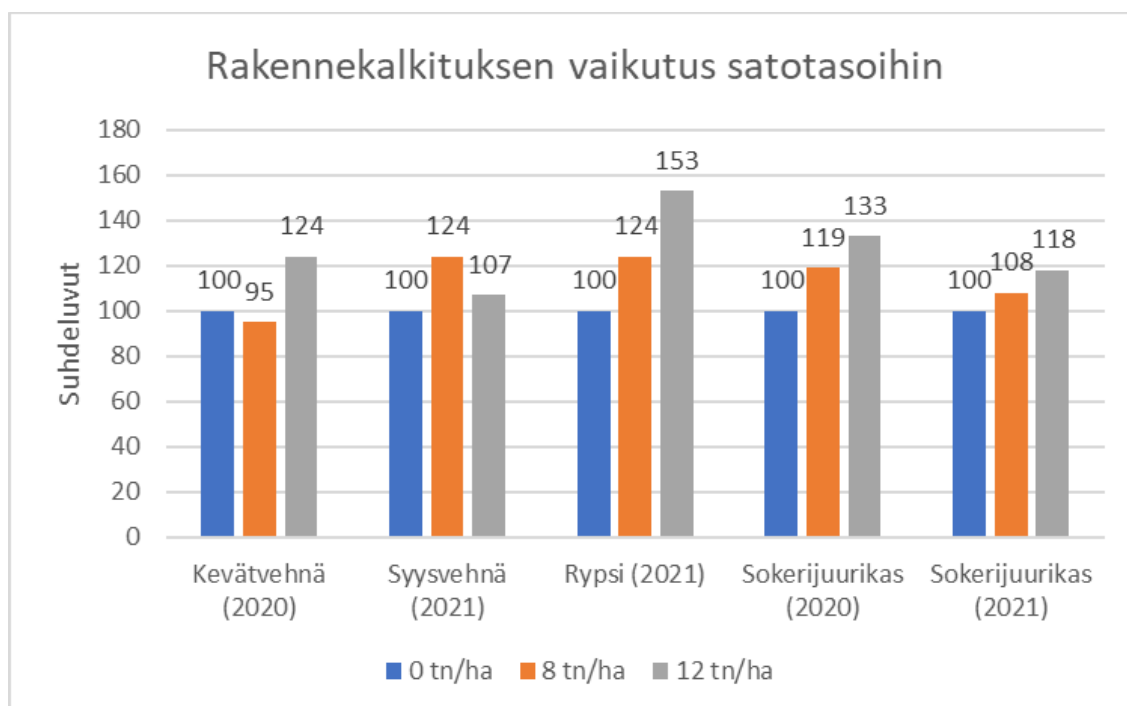
Rakennekalkki lisäsi laboratoriokokeissa maan läpi suotautuneen veden orgaanisen hiilen pitoisuutta, mikä antaa viitteitä lisääntyneestä orgaanisen hiilen huuhtoutumisriskistä. Aikaisemmissa hankkeissa rakennekalkituilta lohkoilta otetuista näytteistä (n=6) oli myös havaittavissa, että vesiuttoisen orgaanisen hiilen pitoisuus oli korkeampi rakennekalkituissa kuin kalkitseemattomissa lohkoissa. Pintamaissa ei ollut eroja orgaanisen hiilen pitoisuudessa, mutta profiilinäytteiden perusteella rakennekalkituilla alueilla peltojen hiilipitoisuus näytti olevan korkeampi syvemmällä maassa (kuva 9).



Kuva 9. Vuosien 2013 ja 2018 välillä perustettujen rakennekalkkikokeiden hiilipitoisuudet 40 cm syvyyteen asti käsittelemättömällä ja rakennekalkitulla osalla peltoa.

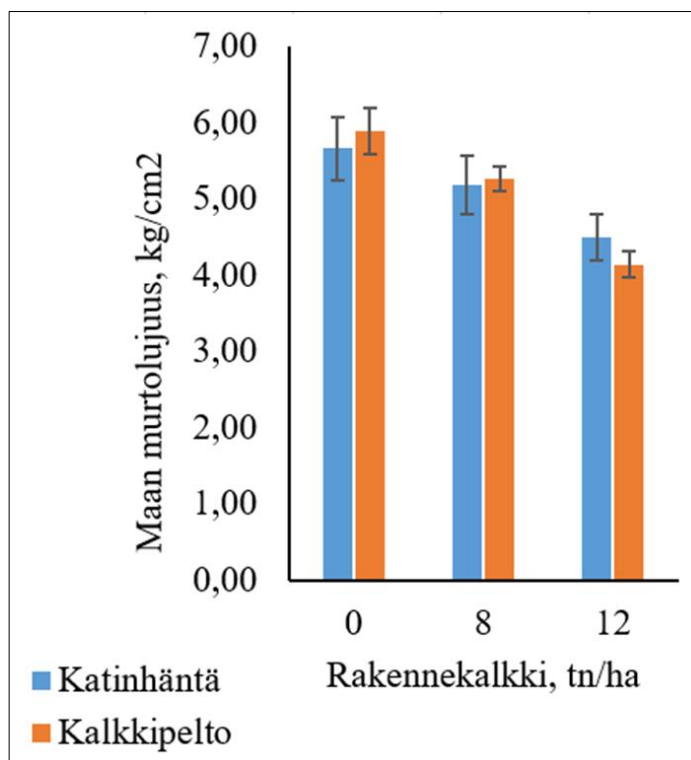
3.1.4 Rakennekalkin vaikutukset satotasoon ja viljelyyn

Paimion koekentiltä rakennekalkituksen vaikutusta eri kasvien satotasoihin seurattiin vuosina 2020–2021 (kuva 10). Rakennekalkituksella oli positiivisia vaikutuksia satotasoihin. Viljojen osalta hajonta oli suurempaa kuin muilla kasveilla. Juurikkaalla saatiin 2 vuoden tulokset, joissa molemmissa havaittiin rakennekalkituksen nostavan satotasoa.



Kuva 10. Paimion koekenttien satotasotulokset vuosilta 2020–2021. Sadot on ilmoitettu suhdelukuna, missä kontrolli (x tn/ha) saa luvun 100 ja muut koejäsenet on suhteutettu tähän koejäseneseen.

Lisäksi ruuduilta mitattiin maan leikkauslujuutta, mikä kuvastaa kuinka muokkautuvaa maa on. Kokeissa havaittiin, että maan murtolujuus väheni rakennekalkin lisäyksen mukana (kuva 11). Tämä kuvastaa, että rakennekalkituksella on mahdollisuus vaikuttaa maan muokkautuvuuteen.



Kuva 11. Maan murtolujuuden muutos rakennekalkitusmäärien suhteen. Kuvassa on 2 eri koelohkoa (Katinhätä ja Kalkkipelto)

Ruuduilta kerättiin myös kasvukauden aikana kasvustonäytteitä, joista mitattiin kasvien ravinnepitoisuuksia. Tavoitteena oli tarkkailla, löytyykö kasvien ravinteidenotossa eroja, kun rakennekalkitusmäärät muuttuvat. Suuria eroja ei koejäsenten välillä löytynyt, Muutamia huomioita voidaan kuitenkin nostaa kokeista. Kasvien mangaanipitoisuus oli alhaisempi rakennekalkitulla ruuduilla kuin kalkitsemattomalla ruudulla. Tämä johtuu siitä, että mangaanin käyttökelpoisuus laskee pH:n noustessa. Mangaanin puutosta ei kasveilla kuitenkaan esiintynyt. Toinen esimerkki ravinteiden otosta on molybdeeni. Molybdeeni toimii pH:n suhteen päinvastoin kuin mangaani. Siksi rakennekalkituilla ruuduilla kasvit olivat ottaneet molybdeeniä enemmän kuin kalkitsemattomalla ruudulla.

3.1.5 Rakennekalkin peltolevityksen malliskenaariot

Suomen ympäristökeskuksen VEMALA-mallilla arvioitiin potentiaalista rakennekalkituksella saavutettavissa oleva Itämeren ravinnekasvun vähenemä Suomesta, jos rakennekalkitusta toteutettaisiin soveltuvilla pelloilla laaja-alaisesti. Mallilla laskettiin vertailun vuoksi myös skenaario kipsikäsittelyn vaikutuksesta Itämeren fosforikuormitukseen, jos kipsiä levitetään käsittelyyn soveltuville pelloille. Lisäksi laadittiin kolmas skenaario, jossa kaikki

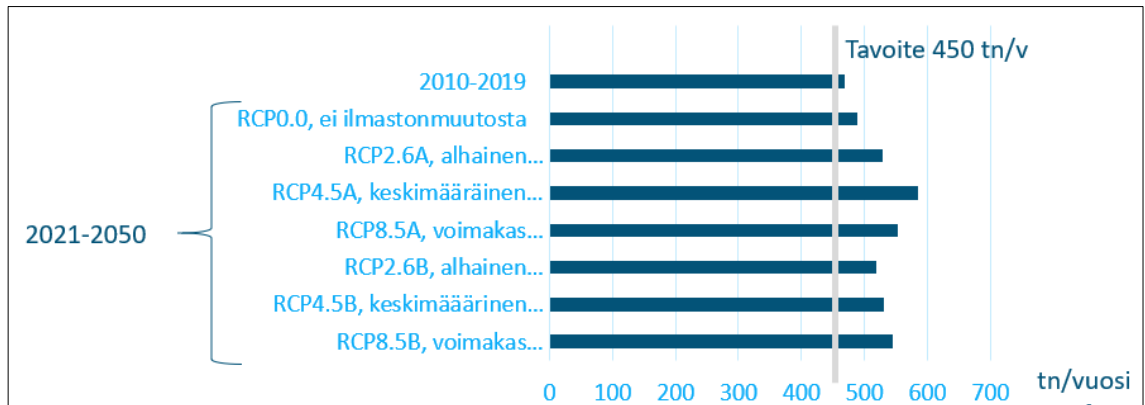
kipsikäsitteilyyn soveltuvat pellot käsiteltiin kipsillä ja loput soveltuvin osin rakennekalkilla. Fosforin kuormitusskenaariot ovat pitkänajan eli 30 vuoden keskiarvoja vuosille 2021–2050.

Tulevaisuuden ravinnekuormitusta nykyisenkaltaisilla toimenpiteillä arvioitiin eri ilmastoskenaariossa jaksolle 2021–2050 (Kuva 12). Skenaarioiden tulokset edustavat kipsi- ja rakennekalkikäsitteilyn maksimaalista potentiaalia vähentää fosforikuormitusta Itämereen. Oletuksena on, että käsitteilyt tehtäisiin kaikille käsiteltävissä oleville peltoaloille ja ne uusittaisiin aina ennen kuin vesiensuojeluteho hiipuu. Skenaarioissa käytettiin seuraavia oletuksia:

- 1) Rakennekalkikäsitteily tehdään kaikille savi- tai hiesupelloille. Oletetaan, että käsitteily vähentää hiukkasmaisen fosforin huuhtoumaa pelloilta 50 %, mutta liuenneen reaktiivisen fosforin (DRP) reduktio on 0 %
- 2) Kipsikäsitteily tehdään kaikille pelloille, joille kipsikäsitteily on mahdollinen. Oletetaan, että käsitteily vähentää hiukkasmaisen fosforin huuhtoumaa pelloilta 50 % ja DRP reduktio on 25 %
- 3) Tehdään kipsikäsitteily kuten skenaariossa kaksi ja lisäksi rakennekalkikäsitteily niille savi- ja hiesupelloille, joille kipsi ei sovellu

VEMALA-mallissa maalajitieto perustuu viljavuusanalyysien tietoihin ja niiden puuttuessa Maannostietokantaan, joka on viljavuustietoja epätarkempi. Rakennekalkkia käytetään mallissa vain, jos maalaji on savi tai hiesu.

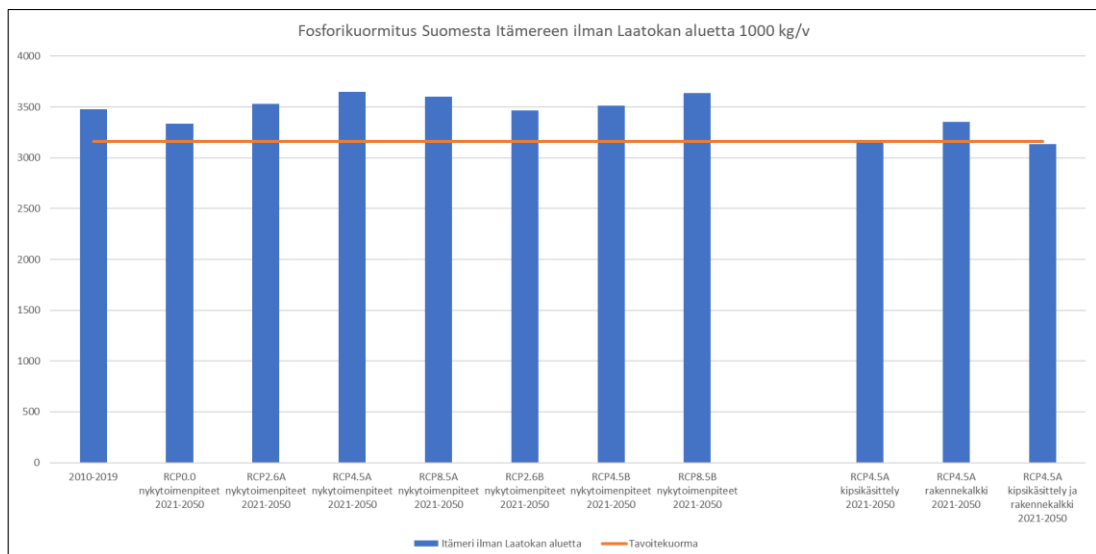
VEMALA-mallilla laskettiin aluksi skenaariot ravinnekuormitukselle nykyisenkaltaisilla toimenpiteillä eri ilmastoskenaarioilla. Nykyisenkaltaiset toimenpiteet tarkoittavat, että viljelyä jatketaan nykyisellä viljelykasvien pinta-aloilla, satotasolla, lannoitusmäärillä ja lannan käytöllä. Muiden lähteiden, kuten pistekuormituksen ja haja-asutuksen kuormitus pysyy nykytasolla. Taustahuhtouma muuttuu ilmastoskenaarion mukaisesti. Ilmastoskenaarioissa on kolme voimakkuustasoa, RCP 2.6, 4.5 ja 8.5 ja käytössä oli kahteen eri ilmastomalliyhdistelmään perustuvat skenaariot, yhteensä kuusi skenaariota. Lisäksi vertailuna oli skenaario ilman ilmastonmuutosta (RCP0.0), joka kuvaa kuormitusta referenssijakson 1986–2015 ilmastossa. Saaristomeren valuma-alueelta mereen kulkeutuvan kuormituksen mallinnettu vaihtelu eri ilmastoskenaarioiden ja nykyisenkaltaisten toimenpiteiden vallitessa on esitetty kuvassa 12.



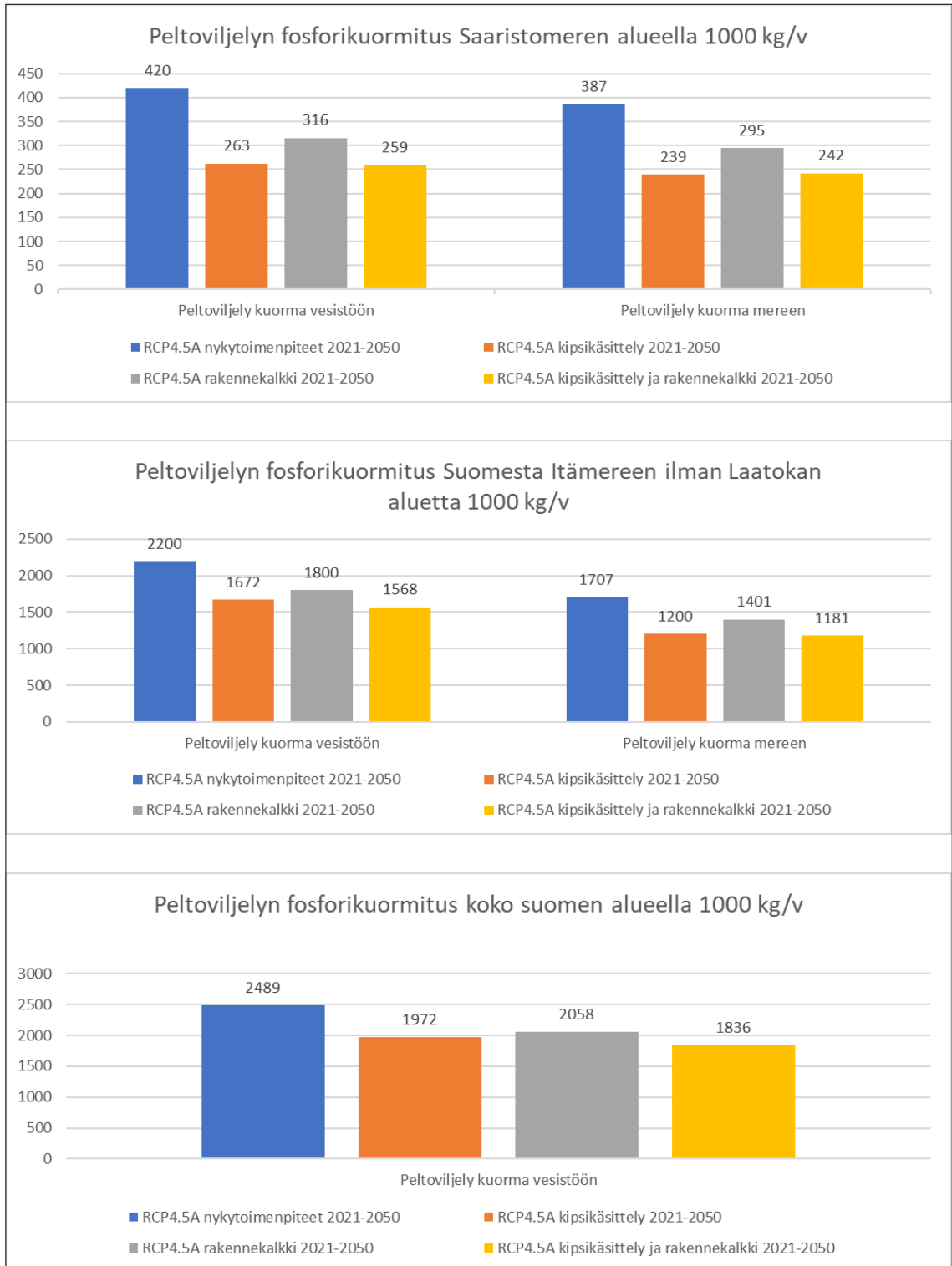
Kuva 12. Mallinnettu keskimääräinen kokonaisfosforin kuormitus Saaristomereen jaksolla 2010–2019 sekä eri ilmastoskenaarioiden (RCP) perustella laskettu kokonaisfosforin kuormitusskenaario Saaristomereen jaksolla 2021–2050 nykyisenkaltaisilla toimenpiteillä.

Kuormitusskenaariot koko Itämereen

Jos koko Suomessa soveltuvat pellot rakennekalkittaisiin olisi kokonaisfosforin kuorma Itämereen tulevaisuudessa 390 tn/vuosi pienempi kuin vastaavassa ilmastoskenaariossa (RCP 4.5A) nykytoimenpiteillä (kuva 13). Rakennekalkilla saavutettava kokonaiskuormituksen vähenemä olisi noin -11 %. Keskimääräisessä ilmastoskenaariossa rakennekalkikäsittelyllä ei kuitenkaan saavutettaisi kuormituksen tavoitetasoa, joka on 3160 tn/vuosi. Tehtäessä kipsikäsittely kaikille soveltuville pelloille olisi fosforin kuormitusvähenemä Itämereen Suomesta parempi eli 570 tn/vuosi ollen -16 % verrattuna nykytoimiin. Kuvassa 14 on esitetty erikseen peltoviljelyn kuormitusmuutokset.



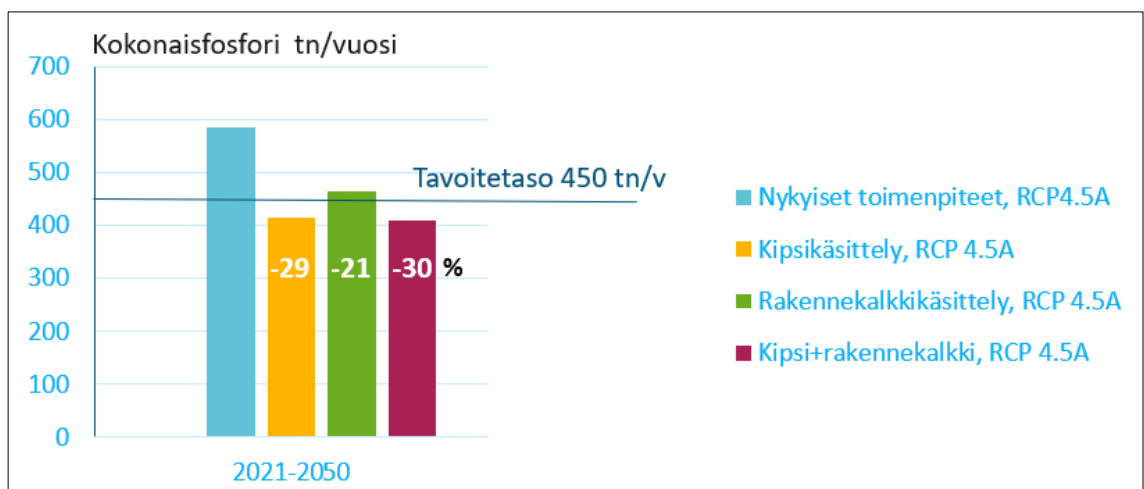
Kuva 13. VEMALAlla arvioitu fosforikuormitus Suomesta Itämereen nykytoimenpiteillä eri ilmastoskenaarioilla ja eri käsittelyillä keskimääräisellä ilmastoskenaariolla.



Kuva 14: Peltoviljelyn fosforikuormitus vesistöön ja mereen päätyvä kuorma keskimääräisellä ilmastoskenaariolla RCP 4.5 eri toimenpidevaihtoehdoilla.

Kuormituskenaariot Saaristomereen

Keskimääräisellä ilmastoskenaariolla (RCP 4.5A) tehty VEMALA-malliskenaario Saaristomeren valuma-alueen rakennekalkki- ja kipsikäsitteilyjen vaikutuksesta on kuvassa 15. Sekä rakennekalkki- että kipsikäsitteilyn fosforireduktioteho on hyvä Saaristomeren valuma-alueella, jossa on prosentuaalisesti enemmän käsiteltäväksi sopivia savipeltoja kuin koko Itämeren valuma-alueella. Kattava rakennekalkkikäsitteily Saaristomeren valuma-alueella vähentää fosforikuormaa mereen 21 % tai vaihtoehtoisesti kipsikäsitteily 29 %, jos käsitteilyt uusitaan säännöllisesti ennen kuin käsitteilyjen teho ajan myötä hiipuu.



Kuva 15. Skenaariot Saaristomereen päätyvästä keskimääräisestä fosforikuormasta nykytoimenpiteillä ja käsitteilyjen vaikutuksesta jaksolla 2021–2050 keskimääräisen ilmastoskenaarion (RCP 4.5A) toteutuessa. Lisäksi on esitetty käsitteilyjen mukainen fosforikuormitusvähenemä Saaristomereen prosentteina.

VEMALA-ICECREAM-mallin soveltaminen rakennekalkittuun kohteeseen

Hankkeessa testattiin prosessipohjaisen ICECREAM-mallin käyttöä rakennekalkin vaikutusten simulointiin. ICECREAM-mallilla voidaan simuloida aineiden kulkeutumisen dynamiikkaa peltomittakaavassa päivittäisellä aika-askeleella. Kokeilun tarkoitus oli arvioida, voiko rakennekalkin vaikutusta fosfori- ja kiintoainekuormiin sisällyttää ainemallin prosessikuvauksiin. Muodostettiin kalibroittoiminto, joka optimoi ICECREAMin fosfori- ja eroosiomallin muutamia parametrejä, mikä vähensi mallinnettujen ja mitattujen fosfori- ja kiintoainekuormien välistä virhettä. Kalibroittoiminnon tuottamat parametriarvot vietiin ICECREAMiin ja alueen ainekuormat mallinnettiin näillä. Tulokset

näyttivät, että toiminnolla on mahdollisuus karkeasti kuvata rakennekalkin vaikutusta peltoalueen ainekuormiin, vaikka toiminto vaatii vielä hienosäätöä.

3.2 Päätulokset

Tärkeimmät hankkeen tutkimustulokset ovat seuraavat:

- Rakennekalkitus vähentää selvästi pelloilta huuhtoutuvaa kiintoainesta ja fosforikuormitusta.
- Rakennekalkin aktiivisen osuuden annostus 1 t/ha on riittävä saamaan aikaan haluttuja eroosion vähentämisvaikutuksia.
- Rakennekalkituksella oli positiivisia vaikutuksia satotasoihin.
- Rakennekalkki liukenee nopeammin kuin tavallinen maatalouskalkki, sen ansiosta savipartikkelien flokkuloituminen tapahtuu nopeasti ja on voimakkaampaa kuin tavallista maatalouskalkkia käytettäessä.
- Rakennekalkilla ei todettu laboratoriokokeissa negatiivisia vaikutuksia mikrobistoon.

Hankkeen tuloksena syntyi uutta tärkeää tietoa rakennekalkituksen vesiensuojeluvaiikutuksista ja vaikutuksesta satotasoihin. Tätä tietoa on välitetty kohderyhmille muun muassa maanparannusaineiden viljelijäoppaan ja yhteisseminaarin avulla.

3.3 Viestinnän toteutuminen ja toimenpiteet

Hankkeelle tehtiin viestintäsuunnitelma, joka on ohjannut viestintätoimia. Viestintätoimet ovat toteutuneet pääosin suunnitelman mukaan. Hankkeen viestinnällinen päätulos, opas viljelijöille, päätettiin toteuttaa alkuperäisestä suunnitelmasta poiketen kolmen maanparannusainehankkeen yhteistyönä. Opas julkaistiin hankkeiden yhteisessä webinaarissa 8.12.2021 ja sen tueksi tehtiin neljä videota. Poikkeama suunnitelmaan oli myös syyskuulle 2020 suunniteltu levitysnäytös Eurajoella, jota ei pystytty pitämään hankalien sääolosuhteiden vuoksi. Tämä korvattiin tiedotteella ja Turun Paattistenjoella pidetyllä pienimuotoisella näytöksellä.

Hankkeen nettisivut löytyvät osoitteesta: <https://lansi-suomi.proagria.fi/rakennekalkki> ja niitä on päivitetty hankkeen edetessä.

Maanparannusaineiden yhteinen materiaali on koottu yhdelle nettisivulle: <https://www.proagria.fi/kipsikuiturakennekalkki>

Keskeisiä viestintätoimia ja tuotteita vuosina 2019–2021 esitetään luettelona alla. Viestintätoimille ei asetettu määrällisiä mittareita, mutta viestintäsuunnitelmaan kirjattiin keskeiset tilaisuudet, tiedotteet ja esitteiden laatiminen. Linkkejä keskeisiin materiaaleihin on hankkeen nettisivuilla <https://www.proagria.fi/sisalto/materiaalit-14070>

Esitteet

- Rakennekalkki maatalouden vesiensuojelukeinona –esite, 2/2020.
- Strukturkalk som vattenskyddsmetod inom jordbruket – broschyr, 2/2020.

Opas

- Kipsi, kuitu ja rakennekalkki –opas viljelijöille. 8.2.2021. Oppaasta tehdään käännökset ruotsiksi ja englanniksi ja ne valmistuvat tammikuussa 2022. Kaikkia versioita on tarjolla sähköisenä ja painettuna.

Tiedotteet

- Mediatiedote 24.10.2019 hankkeen käynnistyminen ja kutsu Eurajoen tiedotustilaisuuteen
- Mediatiedote Eurajoen levityksistä 16.9.2020
- Mediatiedote ja levitysnäytös Turussa 29.9.2020
- (Mediakutsu webinaariin, 1.12. lähetetty ympäristöministeriöstä)
- Mediatiedote 8.12.2021: hankkeiden tulokset ja opas

Hankkeen järjestämät tilaisuudet (suluissa osallistujamäärä)

- Media- ja sidosryhmätilaisuus Turun AMK:n tiloissa 24.10.19 (12)
- Eurajoella järjestetty aloitusseminaari ja tiedotustilaisuus viljelijöille ja medialle 19.11.2019 (35)
- Levitysnäytös medialle Eurajoella 28.8.2020 (10)
- Levitysnäytöstä viljelijöille ja sidosryhmille suunniteltiin syyskuulle 2020, mutta se jouduttiin perumaan hankalien sääolojen vuoksi
- Levitysnäytös medialle Turussa Paattistenjoella 29.9.2020 (8)
- Viljelijätilaisuus pilottialueiden viljelijöille Eurajoella 27.7.2021 (21)
- Kipsi, kuitu ja rakennekalkki – uutta tietoa ympäristöhyödyistä -webinaari 8.12.21 (336 ilmoittautunutta, 210 linjoilla striimin aikana). Webinaarista tehtiin tallenne ja se tekstitetään ruotsiksi ja englanniksi.

Videot

- Kipsi, kuitu ja rakennekalkki – uutta tietoa viljelijöille. 12.2021. (tekstitys ruotsiksi ja englanniksi)
- Maanparannusaineet: Rakennekalkki. 12.2021 (tekstitys ruotsiksi ja englanniksi)
- Voiko rakennekalkki pelastaa Saaristomeren? 11.2020
- Pyhäjärvi-instituutin video rakennekalkituksesta Eurajoella syksyllä 2020
- Sokerijuurikkaan Tutkimuskeskuksen video rakennekalkituksesta Paimiossa syksyllä 2019

Utiskirjeet

- Hankkeen aikana on lähetetty neljä uutiskirjettä
- Lisäksi uutiskirjeen saajille on lähetetty kutsuja levitysnäytöksiin ja tuloswebinaariin
- Jakelussa on noin 200 henkilöä

Artikkelit, lehtijutut ja podcastit

- Rakennekalkkikäsittelyn vaikutukset valumavesissä – lupaavia havaintoja Eurajoen pilottialueilta. Vesitalous 4/2021.
- Kaikki mitä olet aina halunnut tietää rakennekalkista. Maantasalla - podcast/Farmit ja Mediafarmi. 2021
- Water protection co-operation between a city and a university. Journal of Finnish Universities of Applied Sciences
- Ajankohtaisartikkelit hankkeen etenemisestä Juurikassarka -lehdessä 10.2020, 12.2020 ja 3.2021
- Saaristomeri terveeksi! Kuvareportaasi Turun koekentiltä. Talk Tekniikka 2020, Turun AMK.
- Hanke-esittely merenhoidon ajankohtaistoimenpiteissä. Vaikuta vesiin seurannan nettisivusto. 5.2020
- Hanke-esittely Satoa-lehdessä (ProAgrian asiakaslehti) 1.2021.

Hankkeet esittelyt muiden järjestämissä tilaisuuksissa (suluissa osallistujamäärät, osa on arvioitu)

- Sokerijuurikkaan tutkimuskeskuksen juurikkaan viljelypäivät 2020 ja 2021, yhdeksän tilaisuutta eri paikkakunnilla ja webinaareissa (795)

- Vesistökunnostusverkoston talviseminaari 2020 ja vuosiseminaari 2021 (210+40)
- Maatalouden vesiensuojelu kuivatusaluetasolla – case rakennekalkki. Hallitusti vettä pellossa webinaari 30.3.2021. (50)
- High-resolution in situ river water quality monitoring is a solution to detect impacts of nutrient load reduction methods on phosphorus and carbon leaching from catchments – a case study: structure lime application to agricultural soils. Open Bioeconomy week 2021. 27.5.2021
- Esitelmä: High-resolution stream water quality monitoring to detect effects of structure liming on suspended solids and phosphorus leaching from agricultural catchments, 4th International Workshop on High Temporal Resolution Water Quality Monitoring and Analysis. 1.6.2021.
- Rakennekalkki maatalouden vesiensuojelukeinona. Poster Maankäyttö ja vesitalouden hallinta muuttuvassa ympäristössä -webinaarissa 1.10.2021.
- Esittely Halikon maamiesseuralle 26.11.2019 (25)
- Satavesiohjelma, VS-Elykeskus, Pori 22.10.2021 (30)
- Varsinais-Suomen vesistökunnostusverkoston Maatalous ja vesiensuojelutilaisuus 20.11.2019 (10)

Viestintätoimista on tiedotettu hanketoteuttajien sometileillä sekä muissa viestintäkanavissa (esim. ProAgrian asiakasuutiskirjeet ja –lehti, Sokerijuurikkaan tutkimuskeskuksen viljelijälehti). Lisäksi sidosryhmät, kuten MTK V-S ja Satakunta ovat viestineet hankkeesta.

Media on uutisoinut hankkeen tavoitteita ja tuloksista mediatiedotteiden pohjalta, ja näkyvyyttä on saatu maakuntamedioiden lisäksi myös valtakunnallisesti esim. YLE:llä ja Maaseudun Tulevaisuudessa.

Viestinnällä on tavoitettu laajasti ja kattavasti eri kohderyhmiä. Esimerkiksi yksittäiset twiitit #rakennekalkki –tunnisteella ovat tavoittaneet satoja – tuhansia henkilöitä, jolloin kokonaisnäkyvyys nousee kymmeniin tuhansiin.

Hankkeen sisäinen viestintä on toiminut hyvin ja kaikkien hanketoteuttajien yhteisiä kokouksia on pidetty säännöllisesti. Pilottialueiden viljelijöihin on oltu aktiivisesti yhteydessä käytännön levitystöiden sujuvan toteutuksen varmistamiseksi.

3.4 Hankkeiden yhteistyö ja verkostoituminen

Rakennekalkki maatalouden vesiensuojelukeinona -hanke teki yhteistyö muiden hankkeiden kanssa niin hankkeen toteutuksen, tiedonkeruun kuin tulosviestinnän

osalta. Hankepartnereiden olemassa olevaa kattavaa yhteistyöverkostoa hyödynnettiin erityisesti hankkeen viestinnän toteutuksessa.

Turun AMK kutsui toiset vesiensuojelun tehostamisohjelmaan kuuluneet hankkeet yhteiseen palaveriin Turkuun 9.3.2020. Tämä tapaaminen oli hyödyllinen kokemusten vaihdon kannalta ja toimi alkusysäyksenä eri maanparannusaineiden yhteisen tulosviestinnän toteutukselle.

Luonnonvarakeskuksessa toteutettu inkubointi- ja kasvatuskoe on toteutettu yhteistyössä Kuitu-hankkeen sekä Save –kipsihankkeen kanssa. Inkubointi- ja kasvatuskoe tuo lisätietoa eri maanparannusaineiden vaikutuksista erityyppisissä maissa. Eri maanparannusaineiden tarkastelu rinnakkain tuo lisävaloa vaikutusmekanismeihin.

3.5 Tulosten analysointi ja johtopäätökset

Hankkeen tulokset vahvistavat, että rakennekalkitus vähentää peltojen maapartikkelien huuhtoutumisherkkyttä ja täten eroosiota vähentämällä laskee peltojen valumavesien sameutta ja kiintoaineksen sitoutuneen fosforin pitoisuuksia. Rakennekalkitus on siis toimiva vesiensuojelukeino, jolla voidaan vähentää peltoviljelyn fosfori- ja kiintoainekuormitusta. Erityisen hyvin rakennekalkituksen vaikutukset olivat havaittavissa suurimpien kuormitustapahtumien yhteydessä, kun virtaamat ja fosforipitoisuudet olivat korkeita. Niin ikään havaittiin, että heikomman rakenteen ja matalan johtokyvyn omaavilla savipelloilla rakennekalkituksella oli mahdollista saavuttaa suurempi kuormituksen vähenemä.

Hankkeessa kerättyjen tuloksien perusteella ei vielä voida arvioida menetelmän pitkäaikaisvaikutuksia. Tästä johtuen ei myöskään voida vielä arvioida menetelmän kustannustehokkuutta. Lyhytaikaisten seurantatulosten perusteella rakennekalkitus on kuitenkin suositeltava vesiensuojelutoimenpide, jonka käyttöönottoa tulisi edistää. Erityisen potentiaalinen menetelmä on niillä savipitoisilla mailla, joilla kipsin käsittely ei ole mahdollista.

Rakennekalkituksella on havaittu olevan positiivisia vaikutuksia maan viljeltävyyteen ja eri kasvien satotasoihin. Näin ollen voidaan olettaa rakennekalkituksen olevan myös maanviljelijöille kiinnostava vesiensuojelukeino.

4 Hankkeen vaikuttavuus ja vaikutukset

Lyhytaikaisena ja toiminta-alueeltaan rajattuna tutkimushankkeena ei hankkeessa toteutetuilla rakennekalkituksilla voida olettaa saavutettavan merkittäviä vedenlaatuvaikutuksia kookkaammissa vesistöissä. Pilottialueiden pinta-, salaoja- ja ojavesiin menetelmällä on sen sijaan ollut huomattavia vaikutuksia.

Hankkeen merkitys *vesien- ja merenhoidon edistäjänä* tulee näkyviin hankeviestinnän ja uuden tutkimustiedon kannustamana tapahtuvan rakennekalkituksen käytön lisääntymisen myötä vasta hankkeen päättymisen jälkeen. Nyt toteutettu viljelijäopas tarjoaa hyvän työkalun maanparannusaineiden käyttöönoton tukemiseen. Opas ja maatalouden neuvojille välitetty uusi tutkimustieto ovat omiaan edistämään kiintoaine- ja fosforikuormituksen vähentämistä maatalousalueilla ja täten tarjoaa tärkeän työkalun sisävesien ja rannikon merialueiden rehevöitymisen hallintaan.

Hanke on *synnyttänyt ja vahvistanut yhteistyötä toimijoiden ja hankkeiden välillä*. Hanke on muun muassa lisännyt keskustelua ja tiedonvaihtoa eri vesiensuojelun ja maatalouden toimijoiden kesken. Erityisen aktiivista yhteistyötä on tehty Kipsi-, Kuitu- ja Rakennekalkki -hankkeiden kesken.

Rakennekalkilla *saavutettava alueellinen ja valtakunnallinen vesiensuojeluhuöty* on vahvasti riippuvainen rakennekalkituksen käyttöönoton laajuudesta ja oikeasta kohdentamisesta. Menetelmällä saavutettavissa olevasta maksimihyödystä on esitetty arvioita kohdassa 3.2.9 *Rakennekalkin peltolevityksen malliskenaariot*. Nykyinen hanke tarjoaa ohjeistusta menetelmän oikeaoppiseen toteutukseen ja kohdentamiseen, mutta rakennekalkin laajemman käyttöönoton kannalta on ratkaisevaa, miten tulevaisuudessa tullaan rakennekalkituksen käyttöönottoa tukemaan ja millaisia hyötyjä viljelijä voi rakennekalkin käytöllä saavuttaa.

Rakennekalkituksella voidaan saavuttaa vesiensuojeluhuötyjä koko Suomessa, mutta suurin vesiensuojeluhuöty on saavutettavissa kuormittavilla savimailla. Erityisesti Saaristomeren savivaltaisella valuma-alueella voidaan olettaa saavutettavan merkittävää vesiensuojeluhuötyä, mikäli rakennekalkin käyttö alueella yleistyy.

5 Hankkeen kokonaiskustannukset ja rahoitus

Hanke valittiin ympäristöministeriön tarjouskilpailussa tutkimus- ja kehittämishankkeeksi, jonka päätavoitteena oli tuottaa tietoa rakennekalkin käytöstä maataloudessa vesiensuojelukeinona Suomen oloissa sekä laatia viljelijöille selkeä käytännön ohjeistus rakennekalkituksen toteuttamiseen erilaisilla savimailla sekä tutkia, kehittää ja edistää rakennekalkin käyttöä vesiensuojelukeinona.

Palvelun enimmäishinta oli 891 901 euroa (0 % alv), joka sisälsi 81 082 euron suuruisen varauman ennakoimattomiin kustannuksiin ja erikseen sovittaviin lisätöihin. Ennakoimattomiin kuluihin käytettiin yhteensä 67 238 euroa. Sillä toteutettiin päävaluma-alueen ja koekenttien tarkemmat maalaji-analyysit, varmistettiin jatkuvatoiminen seuranta ja tarvittavan laajuiset ja luotettavat näytteenotot myös koekentillä ja Pakkalanjärven alueella. Lisäksi varaumaa käytettiin Kipsi – ja kuituhankkeiden kanssa yhteisen loppuseminaarin ja viljelijäoppaan toteuttamiseen.

Sopimuksen mukaan Rakennekalkin materiaalikustannukset laskutettiin erikseen toteutuneiden kustannusten mukaan. Arviohinta oli 98 000 euroa (0 % alv). Toteutuneet kustannukset olivat yhteensä 80 687,50 euroa. Ne sisälsivät rakennekalkki materiaalin, rahdin ja muokkauksen maahan sekä päävaluma-alueella Eurajoella että Turun ja Paimion koekentillä.

6 Johtopäätökset (sis. esiin nousseet jatkohankkeita koskevat ideat ja tarpeet)

Rakennekalkki maatalouden vesiensuojelukeinona -hankkeen (2019–2021) tulokset vahvistavat, että rakennekalkituksella voidaan vähentää merkittävästi savimaiden viljelystä aiheutuvaa vesistöjen kiintoaine- ja fosforikuormitusta. Lyhyestä tutkimusjaksosta johtuen rakennekalkituksen pitkäaikaisia vesiensuojeluvaikutuksia ei kuitenkaan voida arvioida. Vesiensuojeluvaikutusten lisäksi rakennekalkituksella vaikuttaisi myös olevan positiivisia vaikutuksia satotasoihin.

Hankkeessa on tehty mittava panostus toteuttamalla peltojen rakennekalkitusta valuma-alueilla (Eurajoella 2 valuma-alueella), peltolohkoilla (Turussa Ainola ja Uro) sekä koealoilla (Paimio). Kohteiden seurantaan esitetään jatkorahoitusta, jotta pystytään todentamaan rakennekalkikäsittelyjen monivuotiset vaikutukset vesistöhuhtoumiin vaihtelevissa sääolosuhteissa. Myös rakennekalkituksen satovaikutuksia tulisi edelleen jatkaa. Seuranta olisi hyvä jatkaa niin pitkään, että rakennekalkin eri vaikutusten koko elinkaari saadaan luotettavasti arvioitua.

Vesiensuojelun tehostamisohjelman seurantaan varten pyydämme täyttämään myös seuraavan taulukon (koko hankkeen ajalta)

Seurattava muuttuja	Mittari	Toteuma	Lisätietoja
Rakennekalkkia levitetty (toteutunut/tavoite)	Hehtaaria <i>Kuinka monta hehtaaria rakennekalkkia on levitetty? Kuinka monta hehtaaria oli tavoitteena? Eritellään raportoinnissa toisistaan.</i>	Eurajoen valuma-aluepilointi 184,66 ha / 169 ha Turun koekentät 5,8 ha / Paimio 9 ha	Levitysmäärät toteutuivat suunnitelman mukaan kaikilla pilottikohteilla.
Viljelijää osallistunut neuvontaan/koulutukseen	Lkm. <i>Kuinka monta viljelijää on osallistunut neuvontaan/koulutukseen?</i>	960 viljelijää PJI/Eurajoki 27.7.2021: 18 viljelijää Aloitusseminaari:15 PA esittelyt 11.2019: 30 SjT:n juurikkaan viljelypäivät: 795 Loppuwebinaari: 100 (arvio)	Hankkeen järjestämiin koulutustilaisuuksien lisäksi hanketoteuttajien asiakaskirjeiden ja somekanavien kautta on tavoitettu tuhansia viljelijöitä, joille on jaettu mm. loppuwebinaarin linkkiä, tallenteen katsojia ei ole arvioitu lukuihin.
Viljelijää osallistunut rakennekalkin levitykseen	Lkm. <i>Kuinka monta viljelijää on osallistunut rakennekalkin levitykseen?</i>	PJI/Eurajoki 20	Turun ja Paimion kohteissa levitys tehtiin urakoitsijan toimesta.
Rakennekalkin tutkimushankkeen toteutuminen	Sanallinen kuvaus <i>Kuvataan sanallisesti, onko hanke toteutunut suunnitellusti ja saavuttanut asetetut tavoitteet?</i>	Hanke on toteutunut pääpiirteissään suunnitelman mukaisesti ja hankkeelle asetetut päätavoitteet saavutettiin hyvin. Joitakin pienimuotoiset poikkeamat suunnitelmasta jouduttiin tekemään esim. Covid-19 tilanteen ja poikkeavien säiden	

Liite 1

		tähden. Nämä muutokset eivät kuitenkaan vaikuttaneet tavoitteiden toteutumiseen.	
Tutkimustiedon lisääntyminen	Sanallinen kuvaus <i>Kuvataan sanallisesti, miten rakennekalkin tutkimustieto on lisääntynyt</i>	Hanke tuotti uutta tutkimustietoa mm.: <ul style="list-style-type: none"> • rakennekalkituksen vaikutuksesta peltoviljelyn vesistökuormitukseen • satovaikutuksesta • optimaalisesta annostelusta • soveltuvuudesta erilaisille maille • vaikutuksista maan rakenteeseen • vaikutuksista maaperän mikrobistoon 	
Rakennekalkin käytön turvaaminen tulevaisuudessa	Sanallinen kuvaus <i>Kuvataan sanallisesti, kuinka hanke on edistänyt rakennekalkin käytön turvaamista tulevaisuudessa</i>	Hankkeen tuottama uusi tietoja, laadukkaat viestintämateriaalit ja toimet sekä lisääntynyt menetelmän tunnettavuus ovat edistäneet ja edistävät Rakennekalkituksen käyttöä tulevaisuudessa.	
Viestintä			
Tilaisuudet	Lkm. <i>Kuinka monta tilaisuutta on järjestetty sekä kuinka moneen muiden järjestämään tilaisuuteen on osallistuttu (ml. mediatilaisuudet)?</i>	Hanke on järjestänyt 6 (/4) tilaisuutta. Hanke on osallistunut 17 muiden järjestämään tilaisuuteen esittelemällä hanketta.	Viestintätilaisuuksien lisäksi ovat hankepartnerit kertoneet hankkeesta erilaisissa muissa työtehtäviinsä sisältyvissä tilaisuuksissa ja tilanteissa.
Tilaisuuksiin osallistuminen	Osallistujien lkm. <i>Kuinka paljon osallistujia tilaisuuksiin osallistui?</i>	Hankkeen järjestämiin tilaisuuksiin osallistui 296 henkilöä.	
Tilaisuuksien palaute	Avoin palaute <i>Minkälaista palautetta tilaisuudesta saatiin?</i>	Palautetta kerättiin erityisesti tuloswebinaarista, jonka saama palaute oli pelkästään positiivista. Palautekyselyyn	

	<i>Sanallinen kuvaus palautteista.</i>	vastasi 72 henkilöä, mikä oli 21 % ilmoittautuneista. 42 % vastanneista antoi parhaan arvosanan ja 55 % toiseksi parhaimman. Tilaisuus ei saanut yhtään huonoa arvostelua. Vastauksissa korostui asiantuntevat esitykset, mielenkiintoinen paneelikeskustelu ja hyvin toimineet järjestelyt. Hankkeen käynnistyessä pidettiin aloituswebinaari, jonka yhteydessä kerättiin myös palautetta paperilomakkeilla. Palautetta saatiin niukasti, hankkeen tavoitteisiin ja tuloksiin suhtauduttiin silloin odottavalla mielenkiinnolla.	
Viestintätuotteiden määrä	Lkm. <i>Kuinka monta viestintätuotetta valmistui? Viestintätuotteita ovat esimerkiksi tiedotteet/uutiset, blogit, videot, esitteet, podcastit, verkkosivut yms. Viestintätuotteet eritellään raportoinnissa.</i>	Yhteensä 25 viestintätuotetta. Verkkosivustot: 4 (ProAgria 2, SYKE 1, Turun AMK 1) Opas: 3 (/1) Esite: 2 Tiedotteet: 4 Videot: 5 Podcastit: 1 Hankkeen uutiskirjeet: 4 Muut uutiset: 2	Tiedotteiden, oppaan, videoiden ja uutiskirjeiden pohjalta on tehty somenostoja hanketoteuttajien kanavissa. Media on julkaissut 15–20 uutista tiedotteiden pohjalta.
Asiantuntija-artikkelien määrä	Lkm. <i>Kuinka monta asiantuntija-artikkelia valmistui?</i>	Varsinaisia artikkeleja 6 kpl. Rakennekalkkikäsittelyn vaikutukset valumavesissä – lupaavia havaintoja Eurajoen pilottilueilta. Vesitalous 4/2021. Kaikki mitä olet aina halunnut tietää rakennekalkista. Maantasalla - podcast/Farmit ja Mediafarmi. 2021 Water protection co-operation between a city and a university. Journal of Finnish Universities of Applied Sciences Ajankohtaisartikkelit hankkeen etenemisestä Juurikassarka -lehdessä 10.2020 ja 12.2020. Saaristomeri terveeksi! Kuvareportaasi Turun koekentiltä. Talk Tekniikka 2020, Turun AMK.	