



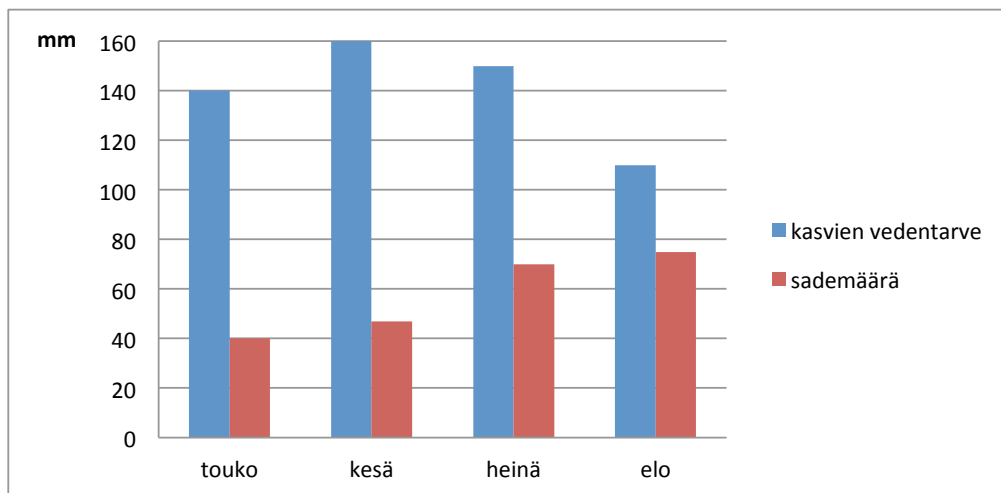
Sadetuksen käyttö viljanviljelyn ja vesiensuojelun kehittämisessä

VÄHÄINEN SADANTA VILJOJEN KASVUKAUDEN AIKANA JA KUIVUUSJAKSOT VÄHENTÄVÄT PALJON SATOTASOA SUOMESSA VARSINKIN ETELÄ- JA LÄNSI-SUOMESSA. NÄIN KASVUSTOLLE ANNETTUJA RAVINTEITA JÄÄ KÄYTTÄMÄTTÄ JA NE AIHEUTTAVAT KUORMITUSTA VESISTÖIHIN. VILJOJEN SADETTUS VOI OLLA TALOUDELLISESTI KANNATTAVAA. KUN KUIVUUS-HAITTOJEN EHKÄISEMISELLÄ SAADAAN TURVATTUA SATOTASOT PAREMMIKSI JA RAVINTEITA SIDOTTUA TEHOKKAASTI KASVUSTOON.

Viljakasvien veden tarve ja luontainen vedensaanti

Kasvien kasvun perusedellytyksenä on riittävä veden saanti. Sadanta Etelä- ja Lounais-Suomessa touko-heinäkuussa on noin 170 mm, kun vastaavasti viljakasvien vedentarve kas-

vukaudella on n. 450 mm. Tyypillisesti sadanta on suhteessa vähintään touko-kesäkuussa (kuva 1), joka on sadon muodostumisen kannalta tärkeää aikaa.



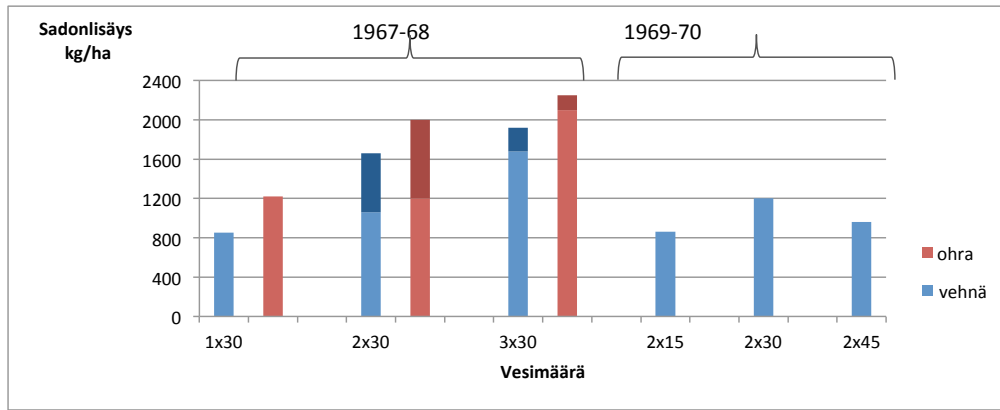
Kuva 1. Täystiheän viljakasvuston vedentarve ja sademäärä Etelä-Suomessa. (Pohjautuu: Hyytiäinen & Hiltunen 1992)

Vähäiset sateet jakautuvat vielä epätasaisesti ja Etelä- ja Länsi-Suomessa on yleensä keski-määrin kuukauden mittainen jakso kasvukaudella, jolloin käytännössä ei sada lainkaan. Kasvien kasvu hidastuu, kun puolet maaperän kasveille käyttökelpoisesta vedestä on käytetty. Vanha sanonta ”Sataa laariin” kuvastaa hyvin sateiden merkitystä viljelyssä.

Ilmastonmuutoksen myötä kesän alkukauden kuivuus on arvioitu vielä lisääntyvän, joten kuivuus-ongelmia on odotettavissa lisää tulevaisuudessa. Alkukevään aikana maaperässä on lumen sulamisvaiheen jäljiltä tyypillisesti runsaasti kosteutta.

Sadetuksen vaikutus satoon ja ravinteiden hyödyntämiseen

Sadetuksen vaikutusta viljakasvien satoon Suomessa on tutkittu viime vuosikymmeninä vähän. Espoon Pakankylän tutkimuksissa on 1960-luvun lopussa tehty sadetuskokeiluja vehnällä ja ohralla. Yhdellä 30 mm sadetuksella vehnän sadonlisäys on ollut sen aikaisilla lajikkeilla 900 kg ja ohralla 1200 kg/ha ja kahdella sadetuskerralla vastaavasti n. 1600 kg ja 2000 kg ha (kuva 2). Kokeet on tehty savipitoisilla pelloilla. Ohra on tuolloin hyötynyt sadetuksesta enemmän kuin vehnä.

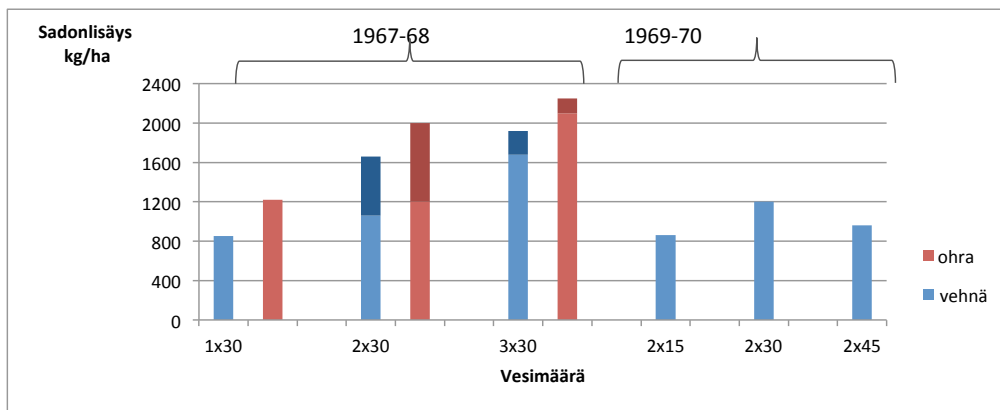


Kuva 2: Sadetun vesimäärän vaikutus jyväsatoon Espoon kokeissa. (Pohjautuu: Kara 1972)

Aikaisella kasvukaudella annettu sadetus vaikuttaa eniten sadonlisäykseen (kuva 3). Jos kasvukauden alun kuivuus heikentää oraiden kehitystä niin silloin oraskastelu kevyellä sadetuksella parantaa tilannetta.

Sadetuskoekilua on tehty 1980-luvulla poikkeuksellisen määrisä olosuhteissa 1980-luvulla, jolloin hyötyvaikutukset

ovat olleet pienempiä. Sadetusta koskevissa kirjoituksissa 2000-luvulla on kirjattu Lounais-Suomesta muutamilla tiloilla sadetuksen käyttöä ja sadonlisäys siellä viljoilla oli noin 1600 kg/ha. Perniössä kevätvehnällä orastumisvaiheen jälkeen tehdyllä sadetuksella sadonlisäykseksi on tilatarkastelussa arvioitu 1,5–2,5 t/ha 2010-luvulla.



Kuva 3. Sadetusajankohdan vaikutus kevätvehnän satoon. Koevuodet 1966, 1971–1973. (Pohjautuu: Hyytiäinen & Hiltunen 1992)

Viljakasvien sadetuksen kannattavuus

Viljakasvien sadetuksesta yleinen käsitys on, ettei se ole kannattavaa. Sadetuksessa suurimmat kustannustekijät ovat hankittavan kaluston hinta, työpanoksesta ja käytettävästä energiasta syntyvät kustannukset. Laaja-alaisemmassa viljakasvien kastelussa täytyy lähtökohtaisesti sadetuksessa olla samanlaisesti suhteellisen suuri ala, jotta kohtalaisen lyhyessä ajassa saadaan isompia pinta-aloja kastelluksi. Sadetuksessa on myös huomioitava, että sadetettava vesimäärä (mm/h) ei ole liian suuri, jotta vältetään maan pinnan liettymiseltä ja pintaeroosiolta.

Mikäli sadetuksessa käytetään tavallisia sadettimia, joilla sadetus ympyrän halkaisija on usein n. 18 m ja kun niitä on suhteellisen paljon, niin kaluston siirtely ja asentaminen vaatii runsaasti aikaa. Sadetustykeillä, joilla sadetusympyrä on ±

60 m, kastelu-pinta-ala on moninkertainen ja siirtotyötä paljon vähemmän. Kun sadetusympyrä on 18 m niin sadettimia tarvitaan 11 kertaa enemmän kuin 60 m sadetusympyrällä. Letkuja voi saada edullisesti ja niiden paino, tilavuus ja rullaus kelalta ulos ja sisään vaatii vähemmän koneellista tekniikkaa kuin jäykemmällä ja raskaammilla muoviputkilla.

Merkittävä kustannustekijä sadetuksessa on, kuinka läheltä kasteluvesi on saatavissa. Mikäli vesi joudutaan johtamaan kauempaa, niin veden siirtoon tarvitaan runkolinjaa ja mahdollisesti erillinen siirtopumppaus, mikä nostaa kustannuksia. Siirtopumppauksessa painetaso voi olla hyvin pieni ja energiakustannus jää siten suhteellisen pieneksi. Vettä voidaan ottaa myös monitoimikosteikosta tai varastoaltaista.

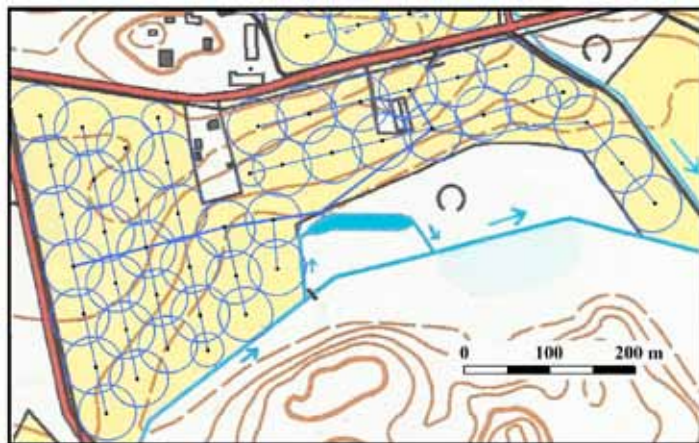
Tavanomaisen viljatilän sadetusesimerkki

Taulukossa 1 on koottuna sadetukselle laskettuja kustannustekijöitä suunnitellulle kokeilu-hankkeelle Uudellamaalla Vantaanjoen vesistöalueella olevalla tavanomaisella viljanviljely-tilalla, jossa 48 ha peltoalasta on tavoitteena pitää 25–29 ha kastelussa kokeilualueena. Pellot ovat topografialtaan mäkisiä, pääosin kuivuudelle arkoja hiesusavimaita. Viljely on painottunut keväthehnälle. Viljelymenetelmät ja lannoitusmäärät ovat olleet vuosittain samankaltaisia ja satomäärää on voimakkaasti riippuvainen kasvukauden sademäärästä. Kuivimpina kesinä satomäärä laskee tasolle noin 2000 kg/ha ja erittäin harvinaisena kesänä, jolloin sademäärä on ollut runsas ja sen jakautuma on ollut hyvä, satotaso on voinut olla lähes 5000 kg/ha.

Sadetuslinjojen yhtä toteutustapaa on esitetty kuvassa 4 kaaviollisesti. Sadetuslinjat haarautuvat vedenotto paikalta tulevasta runkolinjasta 50 m välein. Ympäripyörivien sadetuskytkien maksimi heittomatka paineella n. 4. kg/cm² on n. 34 m ja niiden välimatka kastelulinjalla on 60 m välein. Sadetusveden määrä heittomatkan ääri laidalla pienenee pinta-alaa koh-

den ja sadetus-kehät laitetaan leikkautumaan toistensa kanssa noin neljänneksen verran tasaisemman sademäärä-jakautuman saamiseksi.

Sadetuslinja voi olla letkua tai putkia ja niiden purkamiseen ja kelaamiseen voi käyttää useammanlaisia tekniikkaa ja automaatiotasoa. Yhdellä, max. noin 2x180 m pituisella sadetuslinjalla käytetään yleensä 5–7 sadetustykkiä 18 mm suuttimilla ja ne liittyvät kastelulinjaan 2” putkilla.



Kuva 4. Sadetuskastelulinjojen toteutustapaa hankekokeilussa.

Taulukko 1. Sadetuksen kustannustekijöiden arviointia. Sadetusvesi otetaan monitoimikosteikosta tai vesistöstä. Kastelupinta-ala 25 ha.

	min	ka	max
Sadetusala ha/d	4	7	10
Sadetusmäärä mm/h	4	5,5	6
Sadetus aika h/asema	4	5,5	7
sadetuskertoja kesässä	1	1	2
1.sadetuksen sadonlisäysarvio	600	1500	1900
1.sadetuksen lisäsadon arvo (15 c/kg), €/ha	90	225	300
Sadetuksen työkust. 16 €/h, 1,5 h/ha	26	26	26
-sähkönkulutus €, 325 m ³ /6 bar/ha, 8,3 s/kWh (0,47 s/m ³)	1,53	1,53	1,53
Sadetuskaluston pääomakustannus, 15 v/ha, -laitteet 12 000 €, korko 5%, pa. 27 ha	41,8	41,8	41,8
Sadetuksen pääoma- työ- ja energiakust. yht., 1 kastelukerta/kesä, €/ha/v	69,3	69,3	69,3
Kastelun katetuotto, 1 kastelukerta kesässä, sadonlisäys kg/katetuotto €/ha	600/20,7	1500/156	1900/216

Sadetus aika teholla ≤6 mm/h on noin 5–6 h ja sadetuspaikkojen vaihtamiseen aikaa jää noin 2–3 h, kun sadetusalueita on 3 vuorokaudessa.. Sadetuspinta-alaksi tulee noin 5 ha/d. Sadetusjakson jälkeen voi pitää taukoa jonkin verran, jolloin maan pinta ehtii vähän kuivua ennen siirtoa.

Taulukossa 1 käytettyjen arvioiden perusteella laskettuna viljojen sadetus olisi selvästi kannattavaa. Jos kertasadetuksen avulla saavutetaan yli 1000 kg/ha sadonlisäys, niin katteeksi muodostuu yli 100 €/ha esitetyillä lähtöarvoilla, missä vehnän hintana on käytetty 150 €/tn. Laitekustannuksissa on osittain käytetty suoraan ulkomailta tilattavia tuotteita, jolloin laiteko-konaisuus saadaan yli 30 % halvemmalla. Laskelmissa oletuksena on ollut, että laitteiden jäännösarvo 15 v laskentaajan jälkeen olisi nolla, mutta käytännössä ne ei kuitenkaan ole arvottomia. Vastaavasti laitteille ei ole laskettu huolto- ja varastointikustannuksia, ja laitteiden siirrossa käytetyn trakto-

rin käyttökustannukset on sisällytetty työtuntihintaan 16 €/h. Siirron yhteydessä ajoa on keskimäärin 50–500 m.

Sadetus kustannusten laskennassa kasteltavan alueen pinta-alana on käytetty 27 ha ja tällöin kaluston pääomakustannus n. 42 €/ha/v on noin 60 % kokonaiskustannuksista. Arvioitu tarvittava aikamäärä 25 ha:n kasteluun on 5–6 d, joten samalla kalustolla voitaisiin toteuttaa 2–3 kertaisen pinta-alan kastelu ja tällöin kaluston pääomakustannus puolittuisi tai jäisi 1/3-osaan. Yhtä kalustoa voisi käyttää useammallakin tilalla. Sadetuskaluston hinta suhteessa sadetetta-vaan pinta-alaan on tärkein kustannustekijä ja sadetuksen työkustannukset toinen merkittävä kustannus ja energiakustannuksen osuus suhteellisen pieni.

Sadetuksen vesiensuojelullinen vaikutus

Viljelymenetelmät, kasvuolosuhteet ja käytettävät lannoitemäärät ovat yleensä tiloilla vuosittain samankaltaiset. Lannoitemäärä on useimmiten sellainen, että voidaan saada ainakin hyvä sato. Suurin yksittäinen muuttuja kasvutekijöissä on yleensä sademäärä. Satotason vaihtelu eri vuosina voi olla tuhansia kiloja hehtaaria kohden sateista riippuen.

Kuivempina aikoina maaperän kosteusvajeen aikana kasveilla lannoitteista jää merkittävä osa käyttämättä. Esim. Uudenmaan alueen maanviljelyn ravinnetaseissa viiden viimeisen tilastoidun vuoden ravinnetase tyypellä on noin 33 kg/ha. Erityisen korkeat typpiuhutumat olivat kuivan kasvukauden kesältä 2010, jolloin typpitase oli Uudellamaalla tilastollisesti yli 60 kg/ha.

Lannoitteet annetaan yleensä kevätkylvön yhteydessä sijoituslannoituksena. Sadetuksen avulla kasvit pystyvät ottamaan tehokkaammin ja tasaisesti annettuja ravinteita käyttöönsä. Erityisesti keskimääräistä kuivempien kausien kasvun turvaamisella sidotaan muutoin huuhtoutumiselle alttiiksi jäävien ravinteiden ottoa, jolloin viljankasvun edellytykset ovat monessa muussa suhteessa muutoin hyvät.

Sadetuksessa vesi voidaan ottaa luontaisesta pintavesistöstä tai esim. monitoimikosteikosta, joissa pelloilta tulevan veden osuus on yleensä suuri kokonaisvesimäärästä ja vesiensuojelulliset vaikutukset kohdistuvat siten hyvin viljelijöiden itsensä aiheuttamaan kuormitukseen.

Ravinteiden käytön ja ravinnetaseiden parantuminen sadetuksen avulla

Sadetuksessa vesimäärä viljoille voi olla n. 30 mm, jolloin sadetismäärä on n. 325 m³/ha haih-tumishäviöt huomioiden. Mikäli sadetus annetaan aikaisin kasvuston alkuvaiheessa niin määrä voi olla vähäisempi. Sadetuksen käytön mahdollisuutta on tarkasteltu seuraavissa kappaleissa, joissa on selvitysten ja laskentojen perusteella kuvattu mm. ennakoitua sadetuksen

vesiensuojelullista vaikutusta, tarvittavaa työn määrää, laitekustannuksia ja kannattavuutta satomäärien mukaan koetilalla, missä sadetusvesi otetaan monitoimikosteikosta ja sadetettava viljakasvin pinta-ala on n. 27 ha. Pelloilta tulevan valumaveden typpipitoisuutena laskelmassa on käytetty 5,1 mg/l ja fosforipitoisuutena 0,21 mg/l. Nämä arvot on otettu RaHa-hankkeen läheiseltä valumavesien seurantapaikalta.

Typen sitoutumisen osalta laskelmia on esitetty taulukossa 2 lisäsadolla 1500 kg/ha. Lähtökohdatilanteessa sadetusveden mukana pellolle siirtyy typpeä laskennallisesti n. 1,66 kg/ha. Sadetuksella lisääntyneeseen jyväsatoon sitoutuu typpeä n. 21,4 kg/tn. Tämä lisäkasvuun sitoutunut typpimäärä jäisi käyttämättä ja huuhtoutuma-alttiiksi peltoon, kun satotaso jää tavoiteltua pienemmäksi heikkojen sadeolosuhteiden vuoksi.

Taulukko 2. Typen poistuma ja sitoutuminen sadetuksen eri vaiheissa ja raakaveden otto paikassa monitoimikosteikossa.

Sadetuskerrojen määrä kpl	Sadettu vesimäärä m ³ /ha/mm	Sadetusveden arvioitu kokonaisvalumasta %	Sadetusveden sisältämä typpimäärä kg	Viljasadon lisäys sadetuksen ansiosta kg/ha	Lisäsatoon sitoutuneen typen määrä kg
1	325 /32	13	1,66	1500	32,1
2	325 /32	13	1,66	600	12,8

Fosforin osalta sadetusveden mukana siirtyy pellolle ko. tarkastelussa käytetyllä pitoisuudella 0,21 mg/l fosforia 68 g/ha. Taulukossa 3 on esitetty fosforin laskettua poistumaa lisäsadolla 1500 kg/ha ja sitoutumista sadetuksen ja sen vaikutusten eri vaiheissa. Lisääntyneessä jyväsadossa fosforia on n. 4,5 kg/tn.

Taulukko 3. Fosforin poistuma ja sitoutuminen kastelun eri vaiheissa.

Sadetuskerro ja vesimäärä m ³ /ha	Sadetusveden sisältämä P kg	Viljasadon lisäys sadetuksen ansiosta kg/ha	P-sitoutuma sadetuksen lisäämään jyväsatoon kg
1/325	0,068	1500	5,8

Teksti: Heikki Hautala

Lisätietoja:

www.ymparisto.fi/raha

