

**RIKKAKASVIEN KUUMAVESIKÄSITTELYN KANNATTAVUUS
MANSIKKAVILJELMÄLLÄ**



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Lepaa, puutarhatalous

kevät, 2020

Mirva Lehtonen

Puutarhatalous

Lepaa

Tekijä	Mirva Lehtonen	Vuosi 2020
Työn nimi	Rikkakasvien kuumavesikäsitteilyn kannattavuus mansikkaviljelmällä	
Työn ohjaaja	Pasi Käkelä	

TIIVISTELMÄ

Integroidun kasvinsuojelun periaatteiden mukaisesti kemiallinen kasvinsuojelu on viljelyssä viimeinen keino. Vuonna 2014 voimaan tullut EU-direktiivi velvoitti kaikki viljelijät noudattamaan integroidun kasvinsuojelun periaatteita. Mansikan integroidussa viljelyssä suositellaan penkeissä käytettäväksi mustaa muovia ja penkkien väleissä nurmea. Muovi estää rikkojen kasvun mansikkakasvustoissa ja nurmi hoidetaan leikkaamalla. Muovin reunojen hoitaminen ja rönsyjen poisto ovat työläisiä tehtäviä, joita tehdään monesti joko käsikäyttöisellä trimmerillä tai kemiallisella torjunta-aineella. Kemiallisten torjunta-aineiden käyttöä perustellaan niiden pitkällä vaikutusajalla ja pienillä levityskustannuksilla.

Konevel Oy on kehittänyt kuumavesilaitteistoa, jolla rikkoja voidaan torjua ilman torjunta-aineita. Laitteesta saatava vesi on n. 100-asteista, mikä aiheuttaa tuhoa kasvien solurakenteissa. Yritys halusi selvittää, miten kustannukset eroavat kuumavesikäsitteilyn ja muiden torjuntakeinojen välillä. Kahden tilan rikkakasvien torjunnasta johtuvat kustannukset selvitettiin ja niitä verrattiin kuumalla vedellä tehtävään torjuntaan. Tilojen koko ja torjuntamenetelmät erosivat toisistaan merkittävästi. Pienemmällä tilalla kustannukset kasvaisivat kuumavesikäsitteilyn käytöstä ja suuremmalla tilalla olisi mahdollista saada hieman säästöä. Tarvittava vesimäärä on melko suuri ja toisella tilalla vesi ei kuivina kausina riittäisi kasteluun ja kuumavesikäsitteilyyn.

Avainsanat kuumavesikäsitteily, rikkakasvit, EcoWeedKiller

Sivut 33 sivua, joista liitteitä 5 sivua

Degree Programme in Horticulture
HAMK Lepaa

Author	Mirva Lehtonen	Year 2020
Subject	Profitability of hot water weed control in strawberry cultivation	
Supervisor	Pasi Käkelä	

ABSTRACT

According to the principles of integrated pest management the use of chemical pesticides in cultivation should be the last resort. The EU directive, which came into force in 2014, obliged all farmers to comply with the principles of integrated pest management. For integrated strawberry cultivation it is recommended to use black plastic in benches and grass between the benches. The plastic prevents the growth of weeds in the strawberry beds and the grass can be mowed. Trimming the edges of the plastic and removing runners are laborious tasks that are often done with either a manual trimmer or a chemical pesticide. The use of chemical pesticides is justified by their long-lasting effect and low application costs.

Konevel Oy has been developing a hot water weed control device which makes weed control without chemical pesticides possible. The water from the device is about 100 degrees Celsius, which causes damage to plant cellular structures. The company wanted to find out how the costs differ between hot water treatment and other weed control methods. The costs of weed control on two farms were found out and compared to the costs of hot water control. The size of the farms and the control methods differed significantly. On a smaller farm, the costs would increase from the use of hot water treatment, and on a larger farm, it would be possible to achieve some savings. The amount of water required is quite large and the other farm would not have enough water for irrigation and hot water treatment during dry seasons.

Keywords hot water weed control, weeds, EcoWeedKiller

Pages 33 pages including appendices 5 pages

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	4
2	MANSIKAN VILJELY AVOMAALLA	5
2.1	Kasvupaikan, maalajin ja sijainnin valinta.....	5
2.2	Maan kasvukunto.....	6
2.3	Viljelykierto	6
2.4	Muovikateviljely	7
2.5	Avoviljely	7
2.6	Kasvitaudit.....	8
2.7	Tuhoeläimet	10
2.8	Rikkakasvit.....	11
3	RIKKAKASVIEN TORJUNTA TILOILLA	13
3.1	Kuumavesikäsitteily.....	13
3.2	Tila 1	13
3.2.1	Rikkakasvien torjunnan kustannukset.....	14
3.2.2	Kuumavesikäsitteily	15
3.3	Tila 2	19
3.3.1	Rikkakasvien torjunnan kustannukset.....	19
3.3.2	Kuumavesikäsitteily	21
4	YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET	25
	LÄHTEET.....	27

Liitteet

Liite 1	Tilan 1 rikkakasvien torjunta
Liite 2	Tilan 2 rikkakasvien torjunta
Liite 3	Konevel Oy sähköllä ja öljyllä lämmittämisen laskenta, ajonopeuslaskuri
Liite 4	Tilan 1 kuumavesikäsitteilyn kokonaiskustannukset
Liite 5	Tilan 2 kuumavesikäsitteilyn kokonaiskustannukset

1 JOHDANTO

Mansikkaa viljellään Suomessa Ahvenanmaalta Lappiin asti. Suurimmat viljelyalat ovat Pohjois-Savossa, Varsinais-Suomessa, Hämeessä ja Etelä-Savossa. Mansikkaa viljeleviä tiloja vuonna 2018 oli 1 113 kpl, viljelyalaa oli 4 155 ha ja satoa tuli 3690 kg/ha. Yhteensä mansikkaa tuotettiin vuonna 2018 n. 15 miljoonaa kiloa. (Luonnonvarakeskus 2019)

Mansikkaviljelykset ovat monivuotisia ja perustamisvuoden jälkeen myös rikkakasvilajisto koostuu enimmäkseen monivuotisista kasveista. Tavallisin pelloilla havaitaan juolavehnää (*Elymus repens*), peltovalvattia (*Sonchus arvensis*), pelto-ohdaketta (*Cirsium arvense*) sekä nokkosta (*Urtica dioica*) ja voikukkaa (*Taraxacum officinale*). Rikkakasvien torjunta aloitetaan jo esikasvin tai kesannon aikana, jotta mansikan taimet saisivat hyvän alun kasvuun ilman kilpailua ravinteista ja valosta. Taimiriveissä voidaan käyttää katteena muovia tai orgaanisia katemateriaaleja, jotka estävät rikkokasvien kasvun. Integroidussa viljelyssä suositellaan käytettäväksi muovikatetta. Riviväleihin voidaan kylvää matalakasvuinen nurmi, joka pidetään lyhyenä leikkaamalla. Ilman katetta viljeltäessä on vaarana, että siemenrikkakasvit taimettuvat runsaina ja mansikan kasvu estyy. Sen vuoksi herbisidien käyttö on tarpeen. Integroidussa viljelyssä herbisidien käyttö on sallittu vain viljeltäessä ilman katetta eli avoviljelyssä. (Ruuttunen, 2012, s. 339–340)

Työn tilaajana on Ab Konevel Oy, joka on yhteistyössä Hämeen ammattikorkeakoulun, Savonia ammattikorkeakoulun ja Lassila & Tikanojan kanssa suunnitellut ja toteuttanut EcoWeedKiller -laitteen rikkakasvien torjuntaan. Laitteen tehoaineena on kuuma vesi, joka aiheuttaa tuhoa kasvin solurakenteessa. Vesi tehoaa myös rikkoihin, joiden kasvupiste on maanpinnan tasolla tai sen alla. (EcoWeedKiller, n.d.)

Tutkimuskysymyksenä on: millä tavalla rikkakasvien torjunta kuumalla vedellä eroaa taloudellisesti perinteisistä mansikan viljelyssä käytössä olevista keinoista? Työssä on mukana kaksi marjatilaa. Tiloilla on käytössä erilaisia torjuntamenetelmiä, joiden kustannukset pyritään selvittämään. Tiedot perustuvat tilojen antamiin tietoihin. Kuumavesijärjestelmän kustannuksia tiloilla lasketaan Konevel Oy:n antamien tietojen perusteella. Näin voitaisiin vertailla kustannuksia esimerkiksi leikkaamisen, trimmeröinnin, herbisidien ja kuuman veden käytön välillä.

2 MANSIKAN VIJELY AVOMAALLA

Mansikat (*Fragaria*) kuuluvat ruusukasvien (*Rosaceae*) heimoon. Puutarhamansikka (*Fragaria x ananassa* Duch.) on risteymä *F. virginiana* x *F. chiloensis*, joka on maailmalla yleisesti viljelty laji. (Matala, 2006, s. 14) Puutarhamansikkaa esiintyy laajalti ympäri Suomea, se leviää luonnonvaraisena, mutta on täysin viljelyperäinen (Suomen lajitietokeskus, n.d.).

Suomessa vallitsevat olosuhteet sopivan hyvin mansikan viljelyyn. Atlantilta tulevat lämpimät merivirrat ja talven lumipeite varmistavat mansikan menestymisen. Lumipeite suojaa talvella mansikkaa ja sen kukka-aiheita pakkasvaurioilta. Eteläisemmässä Suomessa lumettomat talvet saattavat haitata mansikan talvehtimistä. Myös pitkät hellejaksot sadonkorjuun aikaan pilaannuttavat marjoja. (Matala, 2006, s. 57–60)

Kasvukausi on lyhyempi Suomessa verrattuna eteläisempiin Euroopan maihin. Se on kuitenkin riittävä sadon saamiseksi, vaikkakin satotasot ovat pienempiä. Mansikkalajikkeilta vaaditaan sopeutumista lyhyeen kauteen ja pitkän päivän olosuhteisiin. Satoa uhkaavat myös hallajaksot, jotka voivat pahimmillaan pienentää satoa tai ainakin myöhästyttää sen valmistumista. (Matala, 2006, 57–61)

2.1 Kasvupaikan, maalajin ja sijainnin valinta

Mansikan viljelyyn soveltuvat hieman viettävät rinteet sekä tasaiset pellot, joissa veden läpäisy on riittävää. Alavia maita tulisi välttää hallan riskin vuoksi. Järvien läheisyys vähentää hallan esiintymistä ja valitun kasvulohkon ympärillä olisi hyvä olla suojaavana kasvustona jonkin verran puustoa. Kasvuolosuhteita voidaan muokata ennen viljelyn aloittamista. Joskus tarpeen voivat olla esimerkiksi ympäröivän puuston harvennus, pellon ojitus ja tasoittaminen. (Matala, 2006, s. 148–149)

Sopivia viljelysmaita mansikalle ovat hikevät maat, joissa veden kapillaarinen nousu on voimakasta. Kuivalla kaudellakin kasveilla on saatavilla vettä maan syvemmistä kerroksista. Esimerkiksi multavat moreeni- ja hietamaat soveltuvat hyvin. Jäykät savimaat ja karkeat hiekat eivät sovellu mansikan viljelyyn. Mansikka on hyvin olosuhteisiin sopeutuva kasvi, joka on melko vaatimaton ravinteiden tarpeen suhteen. Sen vuoksi viljelykierrossa ennen mansikkaa ei tulisi olla voimakkaasti lannoitettavia kasveja ja varsinkin karjanlannan käyttäminen aiheuttaa mansikassa liian rehevää kasvua. (Matala, 2006, s. 149)

Matalan mukaan (2006, s. 150) viljeltävän lohkon sijaintia mietittäessä tulisi ottaa huomioon vesipisteiden paikka. Mansikka saattaa tarvita kastelua

ja hallasadetusta nopeallakin aikataululla. Teiden läheisyydestä voi seurata pölyntymistä sekä liikenteen päästöjen leviämistä marjoihin.

2.2 Maan kasvukunto

Aloitettaessa minkä tahansa kasvin viljely on huolehdittava maan ravinnesuhteista. Viljavuusanalyysillä kartoitetaan pellon ravinnetilanne. Käyttämällä kationinvaihtokapasiteetti-laskuria (Mattila & Rajala, 2018) apuna saadaan selville maan kationinvaihtokapasiteetti (KVK) eli kuinka suuri on ravinteiden varastointikyky. Matala KVK tarkoittaa, että vaihtuvien ravinteiden varastot ovat pienet. Silloin tulisi lannoittaa ja kalkita vähän kerrallaan ja usein, koska huono ravinteiden pidätyskyky edistää ravinteiden huuhtoutumista. Tällaisessa maassa on usein myös ravinne-epäsuhtia, ja muutokset ravinteiden saatavuudessa ovat nopeita. Korkean KVK:n maat omaavat suuret vaihtuvien ravinteiden varastot. Muutokset ravinteiden saannissa ovat hitaita ja ravinnesuhteiden korjaaminen vaatii panostusta. Suosituksena on tehdä kalkitus ja lannoitus useaksi vuodeksi kerralla. Kationinvaihtokapasiteetti määräytyy maan multavuuden ja savespitoisuuden perusteella. Usein multavuuden nosto parantaa KVK:ta. (Mattila, 2019)

Tavoiteltava pH riippuu maalajista ja multavuudesta. Esimerkiksi multavilla savimailla tyydyttävän ja hyvän viljavuusluokan pH on 6–6,9 ja runsasmultaisilla karkeilla kivimailla 5,7–6,5. Näillä maalajeilla ravinteiden riittävä saanti on vaikeaa, jos multavuusluokka laskee. Optimaalinen pH parantaa useiden ravinteiden saatavuutta, vaikka niiden pitoisuutta maassa ei nosteta. Ylikalkituissa pelloissa kalsium syrjäyttää muita ravinteita aiheuttaen epätasapainoa. Tavoite on, että maassa olisi kalsiumia n. 60–80 %, magnesiumia 10–20 %, kaliumia 2–4 % ja natriumia alle 1 %. Loppuosa koostuu vedystä ja muista happamista kationeista. Ca:Mg-suhde tulisi olla tasapainossa, sillä liian korkean magnesiumin osuuden on huomattu koeoloissa lähes kaksinkertaistaneen eroosionopeuden ja aiheuttavan maan lieteytymistä. Kalkkilajin valinnassa otetaan huomioon magnesiumin osuus KVK:sta. Osuuden ollessa alle 12 % sopii kalkitukseen dolomiittikalkki. Jos osuus on yli 18 % käytetään kalsiittikalkkia tai vastaavaa vähän magnesiumia sisältävää kalkkia. Magnesiumpitoisuuden ollessa 12–18 % kalkitukseen voi valita minkä tahansa kalkin.

Jos ongelmana on liian korkea pH, voidaan maata happamoittaa rikillä tai antamalla typpilannoitus ammoniumsulfaattina. (Mattila 2019)

2.3 Viljelykierto

Viljelykierto on tärkeä osa maan kasvukunnon ylläpitoa. Viljelykierrolla on mahdollista torjua rikkakasveja, kasvitauteja ja -tuholaisia, estää maan tiivistymistä ja köyhtymistä. Vuorottelemalla kasveja samalla kasvupaikalla

pidetään yllä humuspitoisuutta ja biologista aktiivisuutta maassa. (Seppänen, Mäkelä, Yli-Halla, Helenius, Kallela, Stoddard & Teeri, 2016, s. 170)

Ennen mansikan viljelyn aloittamista suositellaan lohkolla viljeltäväksi esikasveja vähintään kolme vuotta. Mansikasta voidaan kasvattaa kolme satoa ennen kasvuston raivaamista. Hyviä esikasveja mansikalle ovat esimerkiksi kaalikasvit, lyhytaikainen nurmi, kaura, sinappi ja vihannekset. Rikkakasvien torjumiseksi voidaan viljellä alleopaattisia ominaisuuksia omaavia kasveja. Näitä ovat mm. kaalit, palkokasvit, kesäkurpitsa ja parsa. Viimeisenä vuonna ennen mansikan viljelyä olisi hyvä viljellä esikasvina kauraa tai ohraa, josta torjutaan kemiallisesti kestorikat ja kyntö tehdään myöhään. (Matala, 2006, s. 190–191)

2.4 Muovikateviljely

Muovikateviljelyssä käytetään polyeteenimuovia tai mansikkakangasta penkkien päällä estämässä rikkakasvien kasvua. Muovi läpäisee hieman kaasuja mutta ei vettä eikä ravinteita. Mansikkakangas sen sijaan läpäisee ravinteita, kaasuja ja vettä. Se mahdollistaa siis myös sadetuskastelun käytön. Mansikkakangasta käytetään hyvistä ominaisuuksistaan huolimatta huomattavasti vähemmän kuin tavallista mustaa muovia, sillä se on kevyempää. Muovin valinnassa on tärkeää sen laatu. Sen tulee kestää lämpötilojen vaihteluita sekä auringonsäteilyä. (Matala, 2006, s. 151–153)

Muovi levitetään muovinlevityskoneella. Kone muotoilee penkin, asettaa muovin ja peittää reunat maalla. Tarvittaessa koneisiin saadaan lisäosia, joilla on mahdollista merkitä taimien paikat, istuttaa taimet ja asentaa tihkukasteluletkut. (Matala, 2006, s. 153–154)

Taimimäärä yksiriviviljelyssä on noin 25 000 kpl/ha ja kaksiriviviljelyssä noin 30 000 kpl/ha. Taimimäärät jäävät pienemmäksi kuin muissa avomaaviljelyn muodoissa, sillä rönsyt poistetaan. Se auttaa kasvustoa pysymään ilmapana, tautien ja tuholaisten torjunta helpottuu. Toisaalta rönsyjen poistaminen estää kasvuston luonnollisen uusiutumisen, jolloin kasvusto vanhenee nopeammin. (Matala, 2006, s. 152–155)

Rikkakasvien kasvu estyy muovin alla, mutta reunat vaikeuttavat riviväli-leikkurin käyttöä. Muovi estää roiskeita ja marjojen likaantumista sateella eikä sadetusta tarvita, kun tihkukastelun käyttäminen on mahdollista. (Matala, 2006, s. 154–155)

2.5 Avoviljely

Avoviljely kattaa muut mansikan avomaaviljelytavat, joissa ei käytetä muovikatetta. Avoviljely on halvempaa muovikateviljelyyn verrattuna ainakin

perustamiskustannusten osalta. Taimien tarve on pienempi, koska rön-syistä saadaan taimia lisää. Istuttaminen onnistuu myös helpommin eikä tarvita muovinlevityslaitteita. Rön-syjen ansiosta kasvusto uudistuu ja viljel-lykierto voi olla hieman pidempi noin 4–5 satovuotta. Muovin poistaminen viljelyn päätyttyä voi olla työläs vaihe, jota ei avoviljelyssä ole. Sadetusta voidaan käyttää kasteluun. (Matala, 2006, s. 156–158)

Yksittäistaimien riviviljelyssä rön-syt poistetaan. Taimitiheydet ovat samat, kuin muovikateviljelyssä. Taimet istutetaan yksittäis- tai paririviin. Rikka-kasvit aiheuttavat jonkin verran ongelmia ja herbisidien käyttö on tarpeen. Orgaanisia katteita tulee käyttää rikkakasvien torjuntaan ja marjojen li-kaantumisen estämiseksi. (Matala, 2006, s. 156)

Mattoriviviljelyssä rön-sytaimet juurrutetaan emotaimien kanssa samaan penkkiin. Penkin leveys yleensä 45–60 cm. Käytävillä kasvavat rön-syt hävi-tetään tai ohjataan penkkiin juurtumaan. Istutustiheys on sama kuin yksit-täistaimien riviviljelyssä ja muovikateviljelyssä tai pienempi. Etuna on pie-nemmällä taimimäärällä saatava tiheä kasvusto, joka muodostuu rön-syjen ansiosta. Olkea tai muuta orgaanista katetta tulee käyttää likaantumisen estämiseksi. (Matala, 2006, s. 156–157)

Emotaimet istutetaan riveihin peittoviljelyssäkin. Rön-syjen annetaan kas-vaa vapaasti ja lopulta peittää koko viljelyala. Tätä viljelymuotoa käytetään useimmiten koneellisesti tehtävän sadonkorjuun yhteydessä. Rikkakasveja joudutaan torjumaan herbisideillä. Riittävän tehokas kesannointi ja kesto-rikkojen torjunta ennen viljelyn aloittamista on tarpeen. Olkikate on tässä-kin levitettävä roiskeiden ja likaantumisen estämiseksi. (Matala, 2006, s. 157)

2.6 Kasvitaudit

Avomaalla kasvatettava mansikka on altis monille kasvitaudeille. Ne voi-daan jaotella kukkia ja marjoja vioittaviin, lehtiä vioittaviin sekä tyveä ja juuristoa vioittaviin tauteihin. Tautien aiheuttajina ovat usein sienet, ho-meet ja ympäristöolot. Mansikalta on löydetty myös lukuisia virus- ja fytoplasmatauteja. Usean viruksen sekainfektio saattaa aiheuttaa suuria-kin sadonmenetyksiä, mutta yksinään esiintyvä virus on harvoin kovin hai-tallinen. (Lemmetty & Parikka, 2012, s. 331) Taudit leviävät monella ta-valla. Yleisimmin leviäminen tapahtuu taimien mukana, ympäristöstä esi-merkiksi luonnonvaraisista kasveista, ilmaitse, maasta sekä viljelyssä ja poimimisessa käytettävien työvälineiden mukana.

Harmaahometta (*Botrytis cinerea*) voidaan pitää merkittävimpänä tuhon aiheuttajana mansikan viljelyssä. Se on sieni, joka säilyy ja leviää kasvijät-teissä. Sienitartunta alkaa usein kuihtuvista terälehdistä ja etenee kukka-pohjukseen. Kosteus edesauttaa harmaahomeen leviämistä myös

raakileisiin ja marjoihin aiheuttaen marjojen pehmenemistä ja rusketumista. Tartunnan saaneiden marjojen pintaan kasvaa harmaa homepeite. Varastoitaessa harmaahome leviää ja aiheuttaa laadun ja maun heikkene- mistä. (Lemmetty & Parikka, 2012, s. 326)

Harmaahome viihtyy ja kasvaa parhaiten 20 °C:een ja yli 93 %:n ilmankos- teudessa. Alhaisemmissa kosteuksissa sieni-itiöt eivät idä ja alle 12 °C:een lämpötilassa itiöiden kypsyminen pysähtyy. Ilmankosteuden vaihtelu ja il- mavirtaukset edesauttavat itiöiden vapautumista. Vapautumiseen tarvi- taan valoa. (Matala, 2006, s. 276) Harmaahometta voidaan torjua ennak- koon pitämällä kasvusto ilmavana. Avoin kasvupaikka ja liian tiheiden kas- vustojen välttäminen edesauttavat lehtien kuivumista, jolloin kosteus py- syy maltillisempänä. Kasvijätteiden ja kuolleiden lehtien poistaminen on tärkeää ennen kasvuun lähtöä. Mikään lajike ei ole täysin homeenkestävä, mutta toiset ovat alttiimpia taudeille. Lajikevalinnalla voidaan siis mahdol- lisesti vaikuttaa taudin tarttumiseen. Mansikan kukinnan aikana on sallit- tua käyttää kemiallista torjuntaa. Mehiläisten levittämällä *Gliocladium ca- lenulatum*- sienivalmisteella biologinen torjunta on myös mahdollista. (Lemmetty & Parikka, 2012, s. 326)

Mansikan härmä (*Sphaerotheca macularis*) vioittaa marjoja, raakileita, kukkia ja lehtiä. Talven yli vihreinä pysyvät lehdet sekä silmut tarjoavat sie- nen rihmastolle talvehtimispaikan. Keväällä lämpötilan noustessa sienen kasvu alkaa, mutta pysyy hitaana alle 15 °C:een lämpötilassa. Parhaiten sieni kasvaa 20 °C:een lämpötilassa. Kuiva ja lämmin sää on otollisin här- män leviämiseksi. Kosteus edistää itämistä ja kasvien tartuttamista. Liika kosteus kuitenkin tappaa itiöt. (Matala, 2006, s. 278) Härmän tartuttamat terälehdet punertuvat ja karisevat. Tauti heikentää raakileiden kasvua ja aiheuttaa pinnan punertumisen. Marjoista saattaa tulla kitkeriä, pinnasta sitkeä ja kova. Lehtien alapinnoilla sekä marjoissa voidaan havaita valkoista jauhomaista härmäpeitettä. (Lemmetty & Parikka, 2012, s. 326) Härmää torjutaan valitsemalla lajikkeita, jotka eivät ole härmälle alttiita. Härmän- torjuntaan on myös mahdollista käyttää kemiallisia torjunta-aineita.

Mansikan tyvimätää (*Phytophthora cactorum*) aiheuttava sieni tuhoaa eri- tyisesti mansikan taimia. Nuorimmat lehdet muuttuvat sinivihreiksi ja lo- pulta lakastuvat. Johtosolukot ja juurakon ylin osa ovat puna- tai tumman- ruskeita. Lopulta kasvi tai osa siitä lakastuu. Sairaat kasvit saattavat toipua, jolloin ne jäävät taudinkantajiksi. Terveiden taimien käyttäminen ja hyvän viljelyhygienian noudattaminen ovat hyviä torjuntakeinoja. Saastuneeseen maahan ei perusteta uusia mansikkaviljelyksiä vaan sitä puhdistetaan vuo- roviljelyllä. Tauti leviää peltolohkolta toiselle veden ja maan mukana. La- jikkeilla on eroja taudin kestävyuden suhteen. Fosetyyli-alumiinilla taimien käsittely ennen istutusta torjuu tyvimätää. Tyvimätää aiheuttava *Phytophthora cactorum* -sieni leviää maasta vesiroiskeiden mukana myös marjoihin. Tartunnan saaneet marjat muuttuvat vaaleanpunertaviksi tai - ruskeiksi. Ne ovat koostumukseltaan nahkamaisia ja haisevat käyneelle mehulle. (Lemmetty & Parikka, 2012, s. 326–327)

Juurilahoa aiheuttaa useat maassa elävät sienilajit sekä ympäristöolot. Talviaikaan tapahtuva jäätyminen ja sulaminen vaurioittavat juuria. Liika märkyys, tiiviys ja routavauriot edesauttavat juurten lahoamista. Lahottajat pääsevät juurin helposti hyönteisten ja ankeroisten aiheuttaminen vioitus-ten kautta. Juurilahosta kärsivät kasvit tuottavat pienempiä marjoja ja ovat kitukasvuisia. Se vaikuttaa myös talvehtimiseen ja veden riittävään saantiin. Viljelykierto ja kasvuston uusiminen tarpeeksi usein torjuvat juurilahoaa. Viljoja ja nurmikasveja suositellaan välikasveiksi mansikan viljelyyn. (Lemmetty & Parikka, 2012, s. 329)

2.7 Tuhoeläimet

Mansikalla esiintyviä tuhoeläimiä pyritään viljelyn alussa torjumaan hyvällä viljelyhygienialla. Uudet lohkot on hyvä perustaa mahdollisimman kauas vanhoista lohkoista. Kulkemista vanhoilta lohkoilta uusille ja kasvijätteiden kuljettamista uusien lohkojen kautta kannattaa välttää. Luonnonvaraisen kasvuston ja viljelylohkojen välissä kannattaa pitää nurmi, joka leikataan lyhyeksi. Villivadelmat tulee hävittää alueelta. Vanhat lohkot saattavat olla tuholaisten saastuttamia ja ne kannattaakin hävittää viimeisen sadonkorjuun jälkeen. Torjuntatarpeen arvioimiseksi tehdään säännöllisesti tarkkailua. Tarkkailusta saadaan tietoa tuholaistilanteesta, jota voidaan käyttää tuholaistilanteen ennakointiin ja torjunnan onnistumisen arvioimiseen ruiskutuksen jälkeen. Tuholaisilla on luontaisia petoja, joiden määrää voidaan myös arvioida tarkkailun yhteydessä. Tunnistaminen on tärkeää, jotta ruiskuttaminen tehdään tarpeen mukaan eikä petoja hävitetä turhaan. (Tuovinen, 2012, s. 332)

Mansikkapunkit (*Phytonemus pallidus*) elävät nuorissa supussa olevissa lehdissä. Ne leviävät rönsyjen avulla kasveista toisiin. Ne eivät juurikaan liiku maassa eivätkä muutenkaan kulje pitkiä matkoja. Työkoneet, taimet, poiminta sekä hoitotyöt levittävät mansikkapunkkeja uusille alueille. Mansikkapunkit aiheuttavat imennällä lehtiruotien lyhenemistä, lehtien kupristumista ja heikkoa raakileiden muodostumista. Punkeilla voi olla yhden kasvukauden aikana neljästä viiteen polvea eli lisääntyminen on tehokasta. Punkkien runsas esiintyminen kesän lopulla heikentää kukka-aiheiden kehitystä, jolloin seuraavan vuoden sato saattaa pienentyä 30–50 %. Terve ja punkiton taimimateriaali on torjunnan perusta. Hyvän viljelyhygienian noudattaminen ja lyhyt viljelykierto hillitsevät mansikkapunkin leviämistä. Torjuntakeinoina ovat myös biologinen ja kemiallinen torjunta. (Tuovinen, 2012, s. 335)

Mansikkaviljelmillä esiintyy muutamia ankeroislajeja. Juurihaava-ankeroiset (*Pratylenchus* spp.) imevät solunesteitä juurten solukoista. Juuristo vioittuu ja lopulta kuolee. Sienet pääsevät ankeroisten aiheuttaminen vaurioiden kautta juuristoon aiheuttaen lopulta juurilahoaa. Ennen mansikan viljelyä suositellaan avokesantoa. Joillain kasveilla on todettu olevan jonkin verran ankeroisia vähentäviä vaikutuksia. Näitä kasveja ovat esimerkiksi

samettikukka, kumina, tattari ja rypsi. Mansikka-ankeroinen vioittaa kukka- ja lehtiaiheita sekä kasvupisteitä. Marjat saattavat olla epämuodostuneita tai niiden kehittyminen estyy täysin. Vioitus näkyy kasveissa kasvuhäiriöinä, pienenä kokona ja lehtien käpertymisinä. Hyvä viljelyhygieniä ja terve taimimateriaali ovat tärkeimmät torjuntakeinot. (Tuovinen, s. 333)

Vattukärsäkäs (*Anthonomus rubi*) on kovakuoriainen, joka aiheuttaa suuria tuhoja vioittaen kukkanuppua. Nuput kuihtuvat, kun naaras puree kukkaperät osittain poikki muniessaan. Muninta saattaa jatkua heinäkuun alkuun saakka ja sen aikana yksi naaras voi vioittaa noin 100 nuppua. Tarkkailu aloitetaan ensimmäisten nuppujen muodostuessa. Torjuntakynnyksen ylittyessä tehdään ruiskutus, joka uusitaan tarvittaessa. (Tuovinen, s. 337)

Peltolude (*Lygus rugulipennis*) ja marjalude (*Dolycoris baccarum*) imevät kasvin nesteitä aiheuttaen raakileiden ja marjojen epämuotoisuutta ja makuhaittoja. Rivivälien hoitaminen ja rikkakasvien torjunta saattavat vähentää luteiden esiintymistä. Kemiallinen torjunta on sallittua ennen kukinnan alkua. (Tuovinen, s. 338)

2.8 Rikkakasvit

Muiden hedelmä- ja marjaviljelysten tapaan myös mansikkaviljelmillä rikkakasvusto koostuu perustamisvuoden jälkeen monivuotisista lajeista. Avokesanto tai kemiallinen kesanto ennen perustamista on tarpeen. Mansikan istuttamisen jälkeen rikkakasvien torjunta on huomattavasti vaikeampaa. (Ruuttunen, 2012, s. 339–340) Rikkakasvit kilpailevat viljeltävien kasvien kanssa vedestä ja ravinteista. Mustan muovikatteen käyttäminen mansikan viljelyssä auttaa hieman rikkakasvien torjunnassa, mutta se ei estä syväjuuristen rikkojen aiheuttamia haittoja. Viljelyn aikana kitkeminen on työlästä ja saattaa häiritä mansikan taimien kehitystä. Se myös muokkaa maata aiheuttaen uusien rikkakasvien siementen itämistä. Rikkakasvit lisäävät kasvitauti- ja tuholaisvaaraa sekä hankaloittavat sadonkorjuuta. (Matala, 2006, s. 193)

Taimipenkissä suositellaan käytettäväksi katteena joko muovia, kangasta tai orgaanisia katteita. Penkkien väleihin voidaan kylvää hidaskasvuinen nurmi ja se on suositeltavaa varsinkin rinnemailla eroosion välttämiseksi. Nurmessa myös rikkakasvit viihtyvät hieman huonommin. (Ruuttunen, 2012, s. 340) Rivivälien kasvusto pidetään lyhyenä leikkaamalla traktorin rivivälileikkurilla, ruohonleikkurilla, trimmerillä tai käyttämällä kemiallisia torjunta-aineita. Myös orgaanisia katteita voidaan käyttää riviväleissä rikkakasvien torjumiseksi (Matala, 2006, s. 259). Avoviljelyssä herbisidien käyttö on lähes välttämätöntä rikkakasvien torjumiseksi. IP-viljelyssä maa-vaikutteisten herbisidien käyttö on sallittu ainoastaan ilman muovikatetta viljeltäessä eli avoviljelyssä. (Ruuttunen, 2012, s. 340) Rönsyjen kasvu kuluttaa kukka-aiheiden kehittymiseen ja juurakon haaroittumiseen

tarvittavaa energiaa. Rönsyt suositellaan poistettavaksi satokauden jälkeen. Sen on todettu lisäävän seuraavan vuoden satoa. Muovikatetta käytettäessä rönsyt poistetaan joko kemiallisesti tai rivivälileikkurilla. Avoviljelyssä voidaan poistamiseen käyttää lautasleikkuria. (Matala, 2006, s. 260)

Juolavehnä (*Elymus repens*) on monivuotinen rikkakasvi, joka leviää siementen ja muokkauksessa katkenneiden maavarsien palojen avulla (Erkamo, 2015, s. 83). Maavarsien paloista voi kehittyä uusia kasviyksilöitä. Juolavehnän tiheet kasvustot kilpailevat viljeltävien kasvien kanssa tehokkaasti ravinteista ja vedestä. Yksi aikuinen verso tuottaa noin 50 siementä, jotka säilyvät itämiskelpoisina 5–10 vuotta. (Erkamo, 2013, s. 100) Juolavehnän torjuntaan mansikalla on useita rikkakasviaineita. Tehokkainta torjunta on 4–6 -lehtivaiheessa. Käyttöä rajoittaa pitkät varoajat. Jos perustamisvuonna ei kerätä satoa on ruiskuttaminen mahdollista kasvuston päälle. Sadonkorjuun jälkeen juolavehnä on yleensä korsiintunut, jolloin käsittely ei ole tehokas. Osaa rikkakasvien torjunta-aineista voidaan käyttää riviväleihin ennen mansikan kukintaa, jos mansikkarivit suojataan roiskeilta. (Ruuttunen, 2012, s. 341–342)

Peltovalvatti (*Sonchus arvensis*) on monivuotinen rikkakasvi, joka lisääntyy siementen ja maavarren avulla. Maavarsi kasvaa muokkauskerroksessa ja katkenneista paloista kasvaa itsenäinen kasvi. Siemenet leviävät laajoille alueille lenninkarvojen avulla ja siemenet säilyvät maassa joitain vuosia. Mekaaninen ja kemiallinen torjunta tehoaa parhaiten, kun ruusukkeessa on 6–8 lehteä. (Erkamo, 2015, s. 74)

Pelto-ohdake (*Cirsium arvense*) on suurikokoinen ja muodostaa laajoja kasvustoja, jotka tukahduttavat viljelykasveja. Se leviää tehokkaasti lennihaivenien peittämien siementen avulla sekä maavarsien avulla. Kuten juolavehnä ja peltovalvattikin sen katkenneet maavarren palat tuottavat uuden kasviyksilön. Torjunta tulisi tehdä, kun ruusukkeessa on 6–8 lehteä joko kemiallisesti tai mekaanisesti. (Erkamo, 2015, s. 72)

Mansikkapelloilla esiintyy monia muokkaukselle arkoja rikkakasveja, jotka on hyvä hävittää ennen viljelyn aloittamista. Rikkakasvien siemenlevintää voidaan torjua ennakolta niittämällä läheiset alueet ennen kukintaa. Syväjuuristen rikkokojen hävittäminen mekaanisesti muokkaa maata, mikä saattaa mahdollistaa uusien siemenrikkakasvien itämisen. Tällaisia kasveja ovat esimerkiksi voikukka (*Taraxacum officinale*) ja nokkonen (*Urtica dioica*). (Matala, 2006, s. 193)

Varjostukselle arka rikkänenätti (*Rorippa sylvestris*) on vaikeasti torjuttava rikkakasvi. Se leviää juurakosta katkenneista paloista tehokkaasti. Siemen tuotanto sillä on vähäistä. Useimmiten mansikkamaille rikkänenätti leviää taimien mukana. Ennalta torjuntaan kuulukin puhtaan taimiaineksen käyttö. Valikoivia torjunta-aineita voi käyttää ainoastaan viljoille ja heinille. (Erkamo, 2015, s. 30)

3 RIKKAKASVIEN TORJUNTA TILOILLA

Tilalla 1 on rikkakasvien torjunnassa käytössä ruohonleikkuri, traktorin rivivälileikkuri sekä herbisidit. Tilalla 2 käytetään herbisidejä, traktorin rivivälileikkuria sekä trimmeriä. Tiloilla on käytössä orgaanisia- ja muovikatteita.

3.1 Kuumavesikäsitteily

Rikkakasvien kemiallisten ja mekaanisten torjuntakeinojen lisäksi on käytössä myös erilaisia fysikaalisia torjuntamenetelmiä kuten liekitys, höyrytys, kuuma ilma ja kuumavesikäsitteily. Kuumuus aiheuttaa kasveissa valkuaisaineiden denaturoitumisen eli proteiinit menettävät luonnollisen rakenteensa. Äkillinen kuumuus paisuttaa solujen sisällön ja rikkoo soluseinät, mikä johtaa kasvin kuivumiseen. Vaikutukset kasveihin riippuvat monista tekijöistä kuten lämpötilasta ja altistusajasta. (Vanhala, 1992, s. 6)

Kuumavesikäsitteilyn energiankulutukseen ja saatavaan tulokseen torjunnassa vaikuttaa rikkojen kehitysaste. Ascardin ja Hanssonin (2002, s. 307) mukaan 2-lehtivaiheessa olevien kasvien torjuntaan kuluu 1/3 siitä energiamäärästä, joka kuluu 6-lehtivaiheessa olevien kasvien käsitteilyyn. Kuumavesikäsitteilyä tehtäessä ilman lämpötilalla ei ole todettu olevan kovin suurta merkitystä torjunnan tehokkuuteen, mutta kasvien märkyys saattaa heikentää käsitteilyn tehoa. Suurin vaikutus saataisiin siis kasvien kärsiessä kuivuusstressistä. (Hansson & Mattsson, 2003)

EcoWeedKiller Pro6 Agri -laitteistolla levitetään hieman yli 100 asteista vettä mansikkapenkkien reunoille. Vesi lämmitetään varastosäiliöön, jonka tilavuus on 1850 l, lämmitys voidaan tehdä yön aikana. Traktoriin kiinnitettävän säiliön tilavuus on 600 l. Kuuma vesi levitetään käyttökohteen mukaan traktoriin kiinnitettävillä suuttimilla. Osuessaan kasviin vesi on vielä noin 100 asteista. Vesi valuu alaspäin ja suuri pisarakoko varmistaa, että vaikutus ylettyy juuriin asti. Pisarakoon lisäksi käytetty vesimäärä/käsiteltävä alue vaikuttaa torjuntatehoon. Ajonopeuden traktorilla vettä levitetäessä määrittää haluttu vesimäärä l/m². Käsitteilyn tehoa on testattu 2, 2,5 ja 3 l/m² vesimäärillä. Ensimmäisellä käsitteilykerralla valmistaja suosittelee käytettäväksi 3 l/m², seuraava käsitteily voitaisiin tehdä pienemmällä määrällä. Käsitteilykertoja saattaa riittää yksikin kasvukauden aikana.

3.2 Tila 1

Mansikkaa viljelyalasta on n. 10 ha. Mansikkaa viljellään samalla lohkolla korkeintaan viisi vuotta, jonka jälkeen kasvatetaan 2–3 vuotta muita viljelykasveja. Mansikan esikasvina on vilja, jonka aikana rikkakasveja torjutaan kemiallisesti. Katteena mansikalla on sekä olkea että muovia. Rivivälien

rikkoja torjutaan kemiallisesti ja leikkurilla.

3.2.1 Rikkakasvien torjunnan kustannukset

Taulukossa 1 on laskettuna työn kokonaiskustannukset, mitkä on saatu laskemalla yhteen työstä aiheutuvat palkkakulut, laitteiden poistot ja vuotuiset kustannukset. Työtunnit ruohonleikkurin käytöstä on saatu laskemalla leikattava ala $11,2 \text{ km/ha} \times \text{kokonaisala } 10 \text{ ha} / \text{leikkuunopeus } 3 \text{ km/h} = 37,33 \text{ h}$. Leikattavan alan on ilmoittanut yrittäjä. Ruohonleikkurilla rivivälit leikataan kerran kasvukauden aikana. Traktorin rivivälileikkuri leikkaa kahta käytävää kerralla. Leikkuuseen kuluva aika on laskettu leikattava ala $2,8 \text{ km/ha} \times \text{kokonaisala } 10 \text{ ha} / \text{ajonopeus } 6 \text{ km/h} = 4,67 \text{ h}$. Traktorin rivivälileikkuri tehdään kerran kasvukaudessa. Ruiskutusten työkustannukset on laskettu $4 \text{ h/ha} \times 10 \text{ ha} \times 22 \text{ €/h} = 880,00 \text{ €}$. Ruiskutuksen vuotuisiin kustannuksiin on laskettu mukaan torjunta-aineista johtuvat kulut, tiedot on saatu yrittäjältä. Torjunta-aineiden menekki $3 \text{ l/ha} \times 10 \text{ ha} \times 7 \text{ €/l} = 210 \text{ €}$. Konekustannusten laskennassa on arvioitu koneiden kokonaiskäyttötunteja (Taulukko 2), mikä on huomioitu vuotuisten kustannusten laskennassa. Palkkatiedot ja ajonopeudet on saatu yrittäjältä, tuntipalkoissa sivukulujen kerroin on 1,6. Poistot on laskettu jakamalla hankintahinta taloudellisella pitoajalla. Traktorin, ruiskutusvälineiden ja ruohonleikkurin tiedot ovat yrittäjän arvioita. Rivivälileikkurin hinta on haettu mansikanviljelykoneita myyvän yrityksen verkkokaupasta (Avagro Oy, n.d.).

Taulukko 1. Rikkakasvien torjunnan kokonaiskustannukset.

Työkustannukset	Työ h	€/h	€/v	Vuotuiset		Yhteensä
				kustannukset	Poistot €	
Ruohonleikkuri	37,3	14,5	541,2	250,0	250,0	1 041,2 €
Traktorin leikkuri	4,7	22,0	102,7	100,0	280,8	483,5 €
Ruiskutukset	40,0	22,0	880,0	710,0	666,7	2 256,7 €
Yhteensä	82,0		1 523,9	1 060,0	1 197,5	3 781,3 €

Taulukko 2. Koneiden tiedot ja torjunta-aineiden kustannukset.

Konekustannukset	Hankinta hinta €	Taloudel. pitoaika v	Kustannuk. €/v	Jäännös-arvo	Kokonaiskäyttötunnit/v
Ruohonleikkuri	1 000,0	4	250,0		37
Traktori	40 000,0	20	3 500,0	5 000,0	600
Rivivälileikkuri	4 275,0	16	100,0		5
Ruiskutusvälineet	4 000,0	6	500,0		40

Kemiallinen torjunta	Litra	Kustannus
Torjunta-aine	30	210 €

Yhteensä tilalla kuluu rikkakasvien torjuntaan 82 h ja 3 781,3 € vuodessa.

3.2.2 Kuumavesikäsitteily

Tilalla 1 mansikan viljelyala on 10 ha eli 100 000 m². Rivivälit ovat 1,8 m. Viljeltävä ala ja rivivälit ovat yrittäjän antamia tietoja. Penkkirivien metri-määrä on $100\,000\text{ m}^2 / 1,8\text{ m} = 55\,555,56\text{ m}$. Kuumavesikäsitteilyssä käytettävä vesimäärä l/m² riippuu halutusta tehosta. Ensimmäisellä käsitteilykerralla saattaa olla tarpeen käyttää enemmän vettä kuin seuraavilla kerroilla. Tarvittava vesimäärä koko alalle on laskettu käyttäen levitysmäärinä 3 l/m², 2,5 l/m² ja 2 l/m². Laitteen suuttimet ovat 0,25 m leveät penkin kummallakin puolella eli yhteensä 0,5 m. Tarvittava vesimäärä saatiin laskemalla $55\,555,56\text{ m} \times 0,5\text{ m} \times$ levitettävä vesimäärä l/m². Vesimäärä on muutettu litroista kuutioiksi jakamalla saatu litramäärä tuhannella.

Tarvittavan vesimäärän lisäksi taulukossa 3 on laskettu veden lämmittämisen kustannuksia. Ensimmäinen sarake on vesimäärä, toisena on lämmitykseen kuluva aika ja kolmas sarake on lämmittämisen kustannus. Lähteenä on käytetty Konevel Oy:n laskentataulukkoa, joka on tässä työssä liite 3. Veden alkulämpötiloina on käytetty 5 °C ja 50 °C. Veden lämmittämiseen tarvittava energiamäärä on laskettu kuvan 1 kaavan mukaisesti. Veden lämmitykseen kuluva aika öljylämmittimellä on laskettu kaavalla: lämmitysaika $h = (\text{tarvittava energiamäärä kWh} / \text{öjljylämmittimen teho } 93\text{ kW}) / \text{öjljylämmittimen hyötysuhde } 0,9$. Lämmityskustannus öljyllä on laskettu kaavalla: lämmityskustannus € = lämmitysaika $h \times \text{polttoöljyn hinta } 0,66\text{ €} \times \text{öjljylämmittimen kulutus } 8,5\text{ l/h}$. Öljylämmittimen tiedot perustuvat Konevel Oy:n antamiin tietoihin. Polttoöljyn alviton hinta on lämmitys- ja polttoöljyn hintalaskurista (PÖ.fi / Yläneen rakennuskeskus Oy, 2019). Veden sähköllä lämmittämisen kustannusten ja kuluvan ajan laskemisessa on käytetty 3-vaihevirtaa käyttävää lämmitintä, jonka teho 10 kW, jännite 400 V ja virran kulutus 16 A. Tiedot ovat Konevel Oy:ltä. Lämmitysaika on saatu jakamalla veden lämmittämiseen tarvittava energiamäärä lämmitin-teholla (10 kW). Veden lämmittämisen kustannus on laskettu kertomalla lämmitykseen tarvittava energiamäärä (kWh) sähkön hinnalla 0,1 €. (Taulukko 3)

Veden lämmittämiseen tarvitsema energiamäärä E saadaan kaavalla

$$E = \frac{\rho \cdot c_p \cdot V \cdot (T_2 - T_1)}{3600}$$

jossa

E = vedenlämmittämiseen tarvittava energia kWh

ρ = veden tiheys (1000 kg/m³)

c_p = veden ominaislämpökapasiteetti (4,19 kJ/kg°C)

V = veden määrä

T_2 = veden tavoite lämpötila

T_1 = veden lämpötila ennen lämmitystä

3600 on yksikkömuunnoskerroin kJ->kWh

Kuva 1. Veden lämmittämiseen tarvittavan energiamäärän laskukaava.

Taulukossa 4 on laskettu kuumavesikäsitteilyn työkustannuksia. Traktoriin kiinnitettävä vesisäiliö on 600 litraa tilavuudeltaan. Ajonopeus ja traktorin säiliön tyhjentymisnopeus on saatu Konevel Oy:n ajonopeuslaskurista (Liite 3). Traktorin säiliön tyhjentymisnopeuden ollessa 50 l/min kuluu 600 litran levittämiseen 12 min, 60 l/min tyhjentymisnopeudella kuluu 10 min ja 70 l/min tyhjentymisnopeudella 8,57 min. Koko vesimäärän levittämiseen kuluvan ajan laskennassa on otettu huomioon säiliön täyttämiseen kuluvat ajat 5 minuuttia ja 10 minuuttia ja ne on lisätty ilman täyttövälejä laskettuihin säiliön tyhjennysaikoihin. Täyttöväli on siis aika, joka kuluisi traktorin säiliön täyttämiseen varastosäiliöstä ja edestakaiset matkat käsiteltävältä alueelta säiliön luokse. Työtunnit on laskettu kaavalla: kokonaisvesimäärä (83,33 l, 69,44 l, 55,56 l) / säiliön tilavuus (600 l) × tyhjennykseen kuluva aika (5 ja 10 min täyttöväleillä 13,57 - 22 min). Tulokset on muutettu tunneiksi jakamalla 60:llä. Saadut tunnit on kerrottu yrittäjän ilmoittamalla tuntipalkalla 22 €/h, jolloin tuloksena on työstä aiheutuvat kulut.

Taulukko 3. Kuumavesikäsitteilyyn tarvittava vesimäärä, veden lämmittämiseen kuluva aika ja lämmittämisen kustannukset.

Viljelyala	10 ha		
	100 000 m ²		
Riviväli	1,8 m		
Penkkirivit	55 555,56 m		
Käsittelyssä vesimäärä	3 l/m ²		
	2,5 l/m ²		
	2 l/m ²		
Suuttimen leveys 2x25 cm	0,5 m		
Tarvittava vesimäärä koko alalle			
	3 l/m ²	83,33 m ³	
	2,5 l/m ²	69,44 m ³	
	2 l/m ²	55,56 m ³	
Öljy			
Veden lämmittäminen 5 °C	aika h	hinta €	
	83,33	115,87	651,30
	69,44	96,56	542,75
	55,56	77,25	434,20
Veden lämmittäminen 50 °C			
	83,33	63,74	358,28
	69,44	53,12	298,56
	55,56	42,49	238,85
Sähkö			
Veden lämmittäminen 5 °C	aika h	hinta €	
	83,33	969,83	969,83
	69,44	808,19	808,19
	55,56	646,56	646,56
Veden lämmittäminen 50 °C			
	83,33	533,50	533,50
	69,44	444,58	444,58
	55,56	355,67	355,67

Liitteessä 4 on laskettuna kuumavesikäsitteilyn kokonaiskustannukset. Kokonaiskustannukset on saatu laskemalla lämmityskustannusten, poistojen, laitteiden vuotuisten kustannusten, veden hinnan ja työkustannusten summa. Poistot on laskettu jakamalla ostohinta taloudellisella pitoajalla. Konevel Oy:n antamien tietojen mukaan EWK Pro6 Agri-laitteiston ostohinta on 12 500,00 €, öljylämmitin 4 000,00 €, säiliö 4 500,00 €/kpl. Laitteiden taloudellinen pitoaika 15 vuotta ja vuotuiset kustannukset 500,00 €. Veden hintana on käytetty 0,00 €, koska tilalla vesi olisi otettava luonnon

vesistöstä. Kustannukset on laskettu käyttäen ainoastaan öljylämmitintä, sillä sähköllä lämmitettäessä aikaa kuluisi kohtuuttomasti.

Taulukko 4. Traktorin säiliön tyhjentämiseen kuluva aika eri täyttöväleillä sekä yhteen käsittelykertaan kuluvat työtunnit.

Traktorin säiliö	600		Täyttöväli min	
			5	10
Tyhjennys min	12,00	17,00	22,00	
	10,00	15,00	20,00	
	8,57	13,57	18,57	
Työtunnit h	Täyttöväli 5	Täyttöväli 10	Kust. € 5 min	Kust. € 10 min
3 l/m ²	39,35	50,93	865,74	1 120,37
	34,72	46,30	763,89	1 018,52
	31,42	42,99	691,14	945,77
2,5 l/m ²	32,79	42,44	721,45	933,64
	28,94	38,58	636,57	848,77
	26,18	35,82	575,95	788,14
2 l/m ²	26,23	33,95	577,16	746,91
	23,15	30,86	509,26	679,01
	20,94	28,66	460,76	630,51

Taulukossa 5 on laskettuna koko alan käsittelyyn kuluvat päivät kahdeksan tunnin työpäivillä. Taulukon laskelmat vastaisivat tiloilla tehtävää ensimmäistä käsittelyä, jossa käytetään vettä 3 l/m². Laitteessa on useita eri tehoja ja näissä laskuissa on käytetty kuuman veden syötön nopeuksina eli traktorin säiliön tyhjentymisnopeuksina 50, 60 ja 70 l/min. Eli taulukossa 4 olevia tyhjennysaikoja on käytetty myös taulukon 5 laskuissa. Kierrosten lukumäärä on laskettu muuttamalla 8 tuntia minuuteiksi ja jakamalla tulos yhden kierroksen minuuttimäärällä. Päivässä tarvittava vesimäärä on saatu kertomalla kierrosten lukumäärällä traktorin säiliön tilavuus 600 l. Käsittelyyn kuluvat päivät on laskettu jakamalla kokonaisvesimäärä yhden työpäivän vesimäärällä.

Yhden varastosäiliön tilavuus on 1850 l, jonka lämmittämiseen aikaa kuluu 2,66 h. Varastosäiliöstä saadaan täytettyä traktorin säiliö kolme kertaa. Jos yhden 600 litran säiliön tyhjentämiseen kuluisi 17 minuuttia olisi varastosäiliö tyhjennetty n. 0,87 tunnissa. Täyttövälin ollessa 22 minuuttia varastosäiliö olisi tyhjennetty n. 1,13 tunnissa. Jos säiliötä olisi kaksi, kuumaa vettä olisi käytössä 2 × 1850 l = 3 700 l, lämmitysaika olisi 2 × 2,66 h = 7,98 h. Silloin varastosäiliöistä saadaan kuusi kertaa traktorin säiliö täytettyä. 17 minuutin täyttövälillä kaksi säiliötä riittäisi 1,75 tunniksi. 22 minuutin täyttövälillä vastaavasti 2,26 tunniksi. Yhden varastosäiliön tyhjentämiseen kuluisi vähemmän aikaa kuin sen täyttämiseen.

Taulukko 5. Käsittelyyn kuluvat päivät 8 h työpäivällä, sekä päivässä tarvittava vesimäärä.

Käytetty vesimäärä 3 l/m²

8 h työpäivä

kierroksia päivässä 5 min	kierroksia päivässä 10 min	Vesimäärä l päivässä 5 min	Vesimäärä l päivässä 10 min
17 min 28,24	22 min 21,82	16 941,18	13 090,91
15 min 32,00	20 min 24,00	19 200,00	14 400,00
14 min 35,37	19 min 25,85	21 221,05	15 507,69
lämmitysaika h öljyllä 5 °C 5 min	lämmitysaika h öljyllä 5 °C 10 min	Käsittelyyn kuluvat päivät 5 min	Käsittelyyn kuluvat päivät 10 min
1. 23,56	18,20	4,92	6,37
2. 26,70	20,02	4,34	5,79
3. 29,51	21,56	3,93	5,37

3.3 Tila 2

Mansikkaa viljellään avomaalla vuosittain n. 30 hehtaarin alalla ja tunnelialaa n. 2,5 ha. Pääasiassa viljelytapana on muovikateviljely, riviväleissä vapaasti muodostuva kasvusto. Kaikissa penkeissä on tihku- sekä päältäkastelu. Samalla kasvupaikalla mansikka on perustamisvuoden ja n. kolme satovuotta. Esikasvina voi olla herne, vilja tai nurmi, jolta torjutaan kemiallisesti rikkakasvit.

Kasvukauden aikana rikkakasveja ja rönsyjä torjutaan kemiallisesti kolme kertaa. Lisäksi rivivälit leikataan traktorin rivivälileikkurilla sekä runsaasti rikkoja kasvavissa paikoissa käytetään trimmeriä.

3.3.1 Rikkakasvien torjunnan kustannukset

Taulukossa 6 on laskettuna työn kokonaiskustannukset, mitkä on saatu laskemalla yhteen työstä aiheutuvat palkkakulut, laitteiden poistot ja vuotuiset kustannukset. Työtunnit trimmerin käytöstä on saatu laskemalla leikattava ala 30 ha × leikkausaika 2 h/ha = 60 h. Leikkausajan on ilmoittanut yrittäjä. Traktorin rivivälileikkuri leikkaa kahta käytävää kerralla ja koko ala leikataan kaksi kertaa kasvukauden aikana. Leikkuuseen kuluva aika on laskettu leikattava ala 30 ha × 0,5 h/ha × 2 = 30 h. Ruiskutusten työkustannukset on laskettu 4,5 h/ha × 30 ha × 3 = 405,00 h. Ruiskutuksen vuotuisiin kustannuksiin on laskettu mukaan torjunta-aineista johtuvat kulut, tiedot on saatu yrittäjältä. Torjunta-aineiden menekki 2,5 l/ha × 30 ha × 12,2 €/l = 915,00 €. Konekustannusten laskennassa on arvioitu koneiden kokonaiskäyttötunteja (Taulukko 7), mikä on huomioitu vuotuisen kustannusten

laskennassa. Palkkatiedot ja ajonopeudet on saatu yrittäjältä. Poistot on laskettu jakamalla hankintahinta taloudellisella pitoajalla. Vuotuiset kustannukset ja taloudellinen pitoaika ovat arvioitani. Traktorin tiedoissa on käytetty tilan 1 antamia arvioita, sillä tilan yrittäjällä ei ollut tietoa kustannuksista. Rivivälileikkurin hinta on haettu mansikanviljelykoneita myyvän yrityksen verkkokaupasta (Avagro Oy, n.d.). Trimmerin hankintahinta, kustannukset ja pitoaika ovat omia arvioitani, jotka perustuvat osittain yrittäjän antamiin tietoihin. Kasvinsuojeluruiskun hankintahinta on haettu Lantmännen Agro- sivustolta (Lantmännen Agro Oy, n.d.).

Taulukko 6. Rikkakasvien torjunnan kokonaiskustannukset.

Työkustan.	Työ h	€/h	€/v	Vuotuiset		Yhteensä €
				kustan.	Poistot	
Traktorin leik.	30,00	13,00	390,00	275,00	354,69	1 019,69
Trimmeri	60,00	13,00	780,00	500,00	133,33	1 413,33
Ruiskutukset	405,00	13,00	5 265,00	3 725,50	2 301,25	11 291,75
Yhteensä	495,00		6 435,00	4 500,50	2 789,27	13 724,77

Yhteensä tilalla kuluu 495 h ja 13 724,77 € rikkakasvien torjuntaan vuodessa.

Taulukko 7. Koneiden tiedot ja torjunta-aineiden kustannukset.

Konekustannukset	Hankinta hinta €	Taloud. pitoaika v	Kustan. €/v	Jäännös-arvo €	Kokonaiskäytötunnit/v
Kasvinsuojel.ruisku	11 200,00	10	448,00		405
Traktori	40 000,00	20	3 500,00	5 000,00	600
Rivivälileikkuri	4 275,00	16	100,00		15
Trimmeri	800,00	6	500,00		60

Kemiallinen torjunta	Litra	Kustannus
Torjunta-aine	75	915,00 €

3.3.2 Kuumavesikäsitteily

Tilalla 2 mansikan viljelyala on 30 ha eli 300 000 m². Rivivälit ovat 1,75 m. Tiedot viljelyalasta ja riviväleistä on saatu yrittäjältä. Penkkirivien metriäärä on 300 000 m² / 1,8 m = 171 428,57 m. Kuumavesikäsitteilyssä käytettävä vesimäärä l/m² riippuu halutusta tehosta. Ensimmäisellä käsitteilykerralla saattaa olla tarpeen käyttää enemmän vettä kuin seuraavilla kerralla. Tarvittava vesimäärä koko alalle on laskettu käyttäen levitysmäärinä 3 l/m², 2,5 l/m² ja 2 l/m². Laitteen suuttimet ovat 0,25 m leveät penkin kummallakin puolella eli yhteensä 0,5 m. Tarvittava vesimäärä saatiin laskemalla 171 428,57 m × 0,5 m × levitettävä vesimäärä l/m². Vesimäärä on muutettu litroista kuutioiksi jakamalla saatu litramäärä tuhannella.

Tarvittavan vesimäärän lisäksi taulukossa 8 on laskettu veden lämmittämisen kustannuksia. Ensimmäinen sarake on vesimäärä, toisena on lämmitykseen kuluva aika ja kolmas sarake on lämmittämisen kustannus. Lähteenä on käytetty Konevel Oy:n laskentataulukkoa, joka on tässä työssä liite 3. Veden alkulämpötiloina on käytetty 5 °C ja 50 °C. Veden lämmittämiseen tarvittava energiamäärä on laskettu kuvan 1 kaavan mukaisesti. Veden lämmitykseen kuluva aika öljylämmittimellä on laskettu kaavalla: lämmitysaika h = (tarvittava energiamäärä kWh / öljylämmittimen teho 93 kW) / öljylämmittimen hyötysuhde 0,9. Lämmityskustannus öljyllä on laskettu kaavalla: lämmityskustannus € = lämmitysaika h × polttoöljyn hinta 0,66 € × öljylämmittimen kulutus 8,5 l/h. Öljylämmittimen tiedot perustuvat Konevel Oy:n antamiin tietoihin. Polttoöljyn alviton hinta on lämmitys- ja polttoöljyn hintalaskurista (PÖ.fi / Yläneen rakennuskeskus Oy, 2019). Veden sähköllä lämmittämisen kustannusten ja kuluvan ajan laskemisessa on käytetty 3-vaihevirtaa käyttävää lämmitintä, jonka teho 10 kW, jännite 400 V ja virran kulutus 16 A. Tiedot ovat Konevel Oy:ltä. Lämmitysaika on saatu jakamalla veden lämmittämiseen tarvittava energiamäärä lämmittimen teholla (10 kW). Veden lämmittämisen kustannus on laskettu kertomalla lämmitykseen tarvittava energiamäärä (kWh) sähkön hinnalla 0,1 €. (Taulukko 8)

Taulukko 8. Kuumavesikäsitteilyyn tarvittava vesimäärä, veden lämmittämiseen kuluva aika ja lämmittämisen kustannukset.

Viljelyala	30 ha
	300 000 m ²
Riviväli	1,75 m
Penkkirivit	171 428,57 m

Käsittelyssä vesimäärä	3 l/m ²
	2,5 l/m ²
	2 l/m ²
Suuttimen leveys 2x25 cm	0,5 m
Tarvittava vesimäärä koko alalle	
	3 l/m ² 257,14 m ³
	2,5 l/m ² 214,29 m ³
	2 l/m ² 171,43 m ³

Öljy

Veden lämmittäminen 5 °C	aika h	hintaa €
257,14	357,54	2 009,73
214,29	297,95	1 674,78
171,43	238,36	1 339,82

Veden lämmittäminen 50 °C

257,14	196,68	1 105,54
214,29	163,90	921,29
171,43	131,12	737,03

Sähkö

Veden lämmittäminen 5 °C	aika h	hintaa €
257,14	2 992,63	2 992,63
214,29	2 493,86	2 493,86
171,43	1 995,09	1 995,09

Veden lämmittäminen 50 °C

257,14	1 646,23	1 646,23
214,29	1 371,86	1 371,86
171,43	1 097,49	1 097,49

Taulukossa 9 on laskettu kuumavesikäsitteilyyn työkustannuksia. Traktoriin kiinnitettävä vesisäiliö on 600 litraa tilavuudeltaan. Ajonopeus ja traktorin säiliön tyhjentymisnopeus on saatu Konevel Oy:n ajonopeuslaskurista (Liite 3). Traktorin säiliön tyhjentymisnopeuden ollessa 50 l/min kuluu 600 litran levittämiseen 12 min, 60 l/min tyhjentymisnopeudella kuluu 10 min ja 70 l/min tyhjentymisnopeudella 8,57 min. Koko vesimäärän levittämiseen kuluvan ajan laskennassa on otettu huomioon säiliön täyttämiseen kuluvat ajat 5 minuuttia ja 10 minuuttia ja ne on lisätty ilman täyttövälejä laskettuihin säiliön tyhjennysaikoihin. Täyttöväli on siis aika, joka kuluisi

traktorin säiliön täyttämiseen varastosäiliöstä ja edestakaiset matkat käsiteltävältä alueelta säiliön luokse. Työtunnit on laskettu kaavalla: kokonaisvesimäärä (257,14 l, 214,29 l, 171,43 l) / säiliön tilavuus (600 l) × tyhjennykseen kuluva aika (5 ja 10 min täyttöväleillä 13,57 - 22 min). Tulokset on muutettu tunneiksi jakamalla 60:llä. Saadut tunnit on kerrottu yrittäjän ilmoittamalla tuntipalkalla 13 €/h, jolloin tuloksena on työstä aiheutuvat kulut.

Taulukko 9. Traktorin säiliön tyhjentämiseen kuluva aika eri täyttöväleillä sekä yhteen käsittelykertaan kuluvat työtunnit.

Traktorin säiliö l	600 Täyttöväli min			
	5	10		
Tyhjennys min	12,00	17,00	22,00	
	10,00	15,00	20,00	
	8,57	13,57	18,57	
Työtunnit h	Täyttöväli 5	Täyttöväli 10	Kust. € 5 min	Kust. € 10 min
3 l/m ²	121,43	157,14	1 578,57	2 042,86
	107,14	142,86	1 392,86	1 857,14
	96,94	132,65	1 260,20	1 724,49
2,5 l/m ²	101,19	130,95	1 315,48	1 702,38
	89,29	119,05	1 160,71	1 547,62
	80,78	110,54	1 050,17	1 437,07
2 l/m ²	80,95	104,76	1 052,38	1 361,90
	71,43	95,24	928,57	1 238,10
	64,63	88,44	840,14	1 149,66

Liitteessä 5 on laskettuna kuumavesikäsitteilyn kokonaiskustannukset. Kokonaiskustannukset on saatu laskemalla lämmityskustannusten, poistojen, laitteiden vuotuisen kustannusten, veden hinnan ja työkustannusten summa. Poistot on laskettu jakamalla ostohinta taloudellisella pitoajalla. Konevel Oy:n antamien tietojen mukaan EWK Pro6 Agri-laitteiston ostohinta on 12 500,00 €, öljylämmitin 4 000,00 €, säiliö 4 500,00 €/kpl. Laitteiden taloudellinen pitoaika 15 vuotta ja vuotuiset kustannukset 500,00 €. Veden hintana on käytetty 0,00 €, koska tilalla vesi olisi otettava luonnon vesistöistä. Kustannukset on laskettu käyttäen ainoastaan öljylämmitintä, sillä sähköllä lämmitettäessä aikaa kuluisi kohtuuttomasti.

Taulukossa 10 on laskettuna koko alan käsittelyyn kuluvat päivät kahdeksan tunnin työpäivillä. Taulukon laskelmat vastaisivat tiloilla tehtävää ensimmäistä käsittelyä, jossa käytetään vettä 3 l/m². Laitteessa on useita eri tehoja ja näissä laskuissa on käytetty kuumen veden syötön nopeuksina eli traktorin säiliön tyhjentymisnopeuksina 50, 60 ja 70 l/min. Eli taulukossa 9 olevia tyhjennysaikoja on käytetty myös taulukon 10 laskuissa. Kierrosten lukumäärä on laskettu muuttamalla 8 tuntia minuuteiksi ja jakamalla tulos yhden kierroksen minuuttimäärällä. Päivässä tarvittava vesimäärä on saatu kertomalla kierrosten lukumäärällä traktorin säiliön tilavuus 600 l.

Käsittelyyn kuluvat päivät on laskettu jakamalla kokonaisvesimäärä yhden työpäivän vesimäärällä.

Yhden varastosäiliön tilavuus on 1850 l, jonka lämmittämiseen aikaa kuluu 2,66 h. Varastosäiliöstä saadaan täytettyä traktorin säiliö kolme kertaa. Jos yhden 600 litran säiliön tyhjentämiseen kuluisi 17 minuuttia olisi varastosäiliö tyhjennetty n. 0,87 tunnissa. Täyttövälillä ollessa 22 minuuttia varastosäiliö olisi tyhjennetty n. 1,13 tunnissa. Jos säiliötä olisi kaksi, kuumaa vettä olisi käytössä $2 \times 1850 \text{ l} = 3\,700 \text{ l}$, lämmittämiseen kuluisi $2 \times 2,66 \text{ h} = 5,32 \text{ h}$. Silloin varastosäiliöistä saadaan kuusi kertaa traktorin säiliö täytettyä. 17 minuutin täyttövälillä kaksi säiliötä riittäisi 1,75 tunniksi. 22 minuutin täyttövälillä vastaavasti 2,26 tunniksi. Kolmella säiliöllä vettä olisi $3 \times 1\,850 \text{ l} = 5\,550 \text{ l}$, lämmittämiseen kuluisi $3 \times 2,66 \text{ h} = 7,98 \text{ h}$ ja traktorin säiliö täytettäisiin yhdeksän kertaa. 17 minuutin täyttövälillä vettä riittäisi 2,62 tunniksi ja 22 minuutin täyttövälillä 3,39 tunniksi. Varastosäiliö on tyhjennetty nopeammin kuin täytetty.

Taulukko 10. Käsittelyyn kuluvat päivät 8 h työpäivällä, sekä päivässä tarvittava vesimäärä.

Käytetty vesimäärä 3 l/m²

8 h työpäivä

kierroksia päivässä 5 min	kierroksia päivässä 10 min	Vesimäärä l päivässä 5 min	Vesimäärä l päivässä 10 min
17 min 28,24	22 min 21,82	16 941,18	13 090,91
15 min 32,00	20 min 24,00	19 200,00	14 400,00
14 min 35,37	19 min 25,85	21 221,05	15 507,69
lämmitysaika h öljyllä 5 °C 5 min	lämmitysaika h öljyllä 5 °C 10 min	Käsittelyyn kuluvat päivät 5 min	Käsittelyyn kuluvat päivät 10 min
1. 23,56	18,20	15,18	19,64
2. 26,70	20,02	13,39	17,86
3. 29,51	21,56	12,12	16,58

4 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Tilalla 1 mansikkaa viljellään 10 hehtaarin alalla ja tällä hetkellä kulut rikkakasvien torjunnasta ovat 3 781,3 €. Työtunteja kuluu 82 h. Käytävien hoitamisen traktorin rivivälileikkurilla ja ruohonleikkurilla osuus työtunneista on 42 h ja kulut 1 524,70 €. Kuumavesikäsittelyn lisäksi käytävien keski-osien leikkuu saattaa olla vielä tarpeen. Jos ensimmäinen kuumavesikäsittely tehdään levittämällä vettä 3 l/m² ja säiliöitä hankitaan yksi, kustannukset ovat (veden alkulämpötila 5 °C) laitteen tehosta riippuen, 5 minuutin täyttövälillä 3 242,44 – 3 417,04 €. 10 minuutin täyttövälillä 3 497,07 – 3 671,67 €. Kahdella säiliöllä vastaavasti 5 minuutin täyttövälillä 3 542,44 – 3 717,04 € ja 10 minuutin täyttövälillä 3 797,07 – 3 971,67 €.

Tilalla 2 mansikkaa viljellään 30 hehtaarin alalla. Rikkakasvien torjuntaan kuluu 13 724,80 € ja työtunteja 495 h. Rivivälileikkuun osuus on 1 019,69 € ja 30 h. Ensimmäisen kuumavesikäsittelyn kustannus 5 minuutin täyttövälillä kahdella säiliöllä olisi 5 469,94 – 5 788,30 €. Kolmella säiliöllä 7 030,14 – 7 666,88 €. 10 minuutin täyttövälillä kahdella säiliöllä kustannus olisi 5 934,22 – 6 252,59 € ja kolmella säiliöllä 7 958,71 – 8 595,45 €.

Laitteen teho vaikuttaa ajonopeuteen, joten kustannusten ero johtuu työtuntien määrästä. Tilalla 2 työtunteja kuumavesikäsittelyyn kuluisi 5 minuutin täyttövälillä 96,94 – 121,43 h ja 10 minuutin täyttövälillä 132,65 – 157,14 h. Tilalla 1 vastaavasti 5 minuutin täyttövälillä 31,42 – 39,35 ja 10 minuutin täyttövälillä 42,99 – 50,93 h. Kuumavesikäsittelyyn kuluviin tunteihin lisätään rivivälileikkuun työtunnit. Tilan 1 kuumavesikäsittelyn ja rivivälilien leikkuun kustannuksiksi saataisiin yhdellä säiliöllä 5 minuutin täyttövälillä 1 524,70 € + 3 417,04 € = 4 941,74 €. Tilalla 2 rivivälilien leikkuun ja kuumavesikäsittelyn kustannukset 5 minuutin täyttövälillä ja kahdella säiliöllä olisivat 1 019,69 € + 5 788,30 € = 6 807,99 €.

Teoriassa 8 h työpäivällä kuumavesikäsittelyyn kuluisi tilalla 1 parhaassa tapauksessa n. 4 päivää ja tilalla 2 n. 12 päivää. Tämä toteutuisi, jos vettä riittäisi koko työpäivän ajaksi loppumatta ja täyttöväli olisi 5 minuuttia. Jos kustannukset halutaan pitää minimissä ja säiliöitä ostaa pienin mahdollinen määrä työt olisi järkevää järjestää niin, että säiliöt täytyisivät taukojen ja muiden työtehtävien välillä. Kuumavesilaitteistoa ei ole testattu tiloilla, eikä mitattua tietoa ole traktorin säiliön täyttämiseen ja edestakaiseen ajamiseen kuluva ajasta. Tällöin myös täyttövälit todennäköisesti poikkeavat laskuissa käytetyistä ajoista.

Tilalla 1 kustannukset rikkakasvien torjunnasta kasvaisivat hieman kuumavesikäsittelyn käyttöönotosta. Tilalla 2 kustannukset laskisivat merkittävästi. Tilalla 2 on kuivina kausina pulaa kasteluvedestä, jolloin kuumavesikäsittelykään ei välttämättä onnistuisi. Osalla tiloista rönsyt poistetaan sadonkorjuun jälkeen kemiallisesti tai lautasleikkurilla. Saattaisi olla tarpeen

siis toistaa kuumavesikäsitteily vielä kesän loppupuolella. Ympäristönäkökulmasta katsottuna kuuman veden käyttäminen saattaa olla parempi vaihtoehto kuin kemialliset torjunta-aineet, jotka jäävät maaperään pidemmäksi aikaa ja vaikuttavat resistenttien rikkakasvikantojen syntyyn. Kemiallisten torjunta-aineiden tehon varmistamiseksi on olosuhteisiin kiinnitettävä paljon huomiota, mikä rajaa ruiskuttamisen ajankohtaa. Kuumalla vedellä käsiteltäessä runsas kosteus saattaa olla suurin haittaava tekijä käsittelyn onnistumiselle. Tämän vuoksi esim. laitteistoja ei tarvita niin monia, kun käsittelyä ei tarvitse lähteä tekemään tiettyä ajankohtana.

Tutkimuskysymys oli: millä tavalla rikkakasvien torjunta kuumalla vedellä eroaa taloudellisesti perinteisistä mansikan viljelyssä käytössä olevista keinoista? Laskelmien perusteella tilalla 1 kustannukset pysyisivät suuruusluokaltaan ennallaan tai laskisivat, jos rivivälileikkuu voitaisiin jättää kokonaan kuumavesikäsitteilyn ansiosta. Kasvinsuojeluaineista voitaisiin luopua käytännössä kokonaan. Tilalla 2 kustannukset laskisivat merkittävästi, eri vaihtoehdoissa (37 – 60 %). Tämän lisäksi kasvinsuojeluaineiden käytöstä voitaisiin luopua. Kannattavuutta saattaisi lisätä, jos rivivälejä ei tarvitsisi leikata kuumavesikäsitteilyn lisäksi tai leikkuun voisi tehdä samalla ajokerralla. Suurilla tiloilla, joilla rikkakasvien torjuntaan kuluu paljon työtunteja käsin tehtävien töiden vuoksi, kuumavesikäsitteily saattaisi pienentää kustannuksia. Käsitteilyyn tarvittaisiin työvoimaa ja -tunteja vähemmän, kuin esimerkiksi trimmerillä leikkaamiseen.

LÄHTEET

Ascard, J. & Hansson, D. (2002). Influence of developmental stage and time of assessment on hot water weed control. *Weed research* 4/2002, s.307–316. Haettu 3.3.2020 osoitteesta

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1046/j.1365-3180.2002.00290.x>

Avagro Oy. (n.d.) Rapi. Haettu 20.3.2020 osoitteesta

<https://www.avagrostore.fi/rapi>

EcoWeedKiller. (n.d.). Torju rikkakasvit ekologisesti. Haettu 8.1.2020 osoitteesta

<https://www.ecoweedkiller.com/>

Erkamo, M., (2013). *Rikkakasviopas*. Kasvinsuojeluseura ry julkaisuja 94. 3. painos. Helsinki: Kasvinsuojeluseura ry

Erkamo, M., (2015). *Uusi rikkakasviopas pelto, puutarha ja taimistot*. Kasvinsuojeluseura ry julkaisuja 104. Helsinki: Kasvinsuojeluseura ry

Hansson, D. & Mattsson, J. E. (2003). Effect of air temperature, rain and drought on hot water weed control. *Weed research* 4/2003, 245–251. Haettu 3.3.2020 osoitteesta

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1046/j.1365-3180.2003.00339.x>

Lantmännen Agro Oy. (n.d.). Kasvinsuojeluruiskut. Haettu 15.4.2020 osoitteesta

<https://www.lantmannenagro.fi/tuotteet/maatalouskoneet/kasvinsuojeluruiskut/hardi-363-master-1000-evc5-vhy-nostolaite-kasvinsuojeluruisku/>

Lemmetty, A. & Parikka, P. (2012). Mansikka. Teoksessa P., Ahvenniemi (toim.) *Ajankohtaisia kasvinsuojeluohjeita*. Kasvinsuojeluseura ry:n julkaisuja 103. Hämeenlinna: Kasvinsuojeluseura ry, 326–327

Luonnonvarakeskus (2019). Puutarhatilastot. Haettu 7.1.2020 osoitteesta http://statdb.luke.fi/PXWeb/pxweb/fi/LUKE/LUKE_02%20Maatalous_04%20Tuotanto_20%20Puutarhatilastot/10_Marjan_hedelmanvilj_avo-maa_kokonaistuot.px/?rxid=4729587e-60e0-4b5f-ad7b-db64fb59c504

Matala, V. (2006). *Mansikan viljely*. 3. painos. Helsinki: Puutarhaliiton julkaisuja nro 340

Mattila, T., (2019). Kemiallinen viljavuus ja sen hoito. Verkkoluento on tuotettu OSMO-hankkeessa 2019, Helsingin yliopisto Ruralia-instituutti. Haettu 29.1.2020 osoitteesta
<https://luomu.fi/tietopankki/maan-kasvukunnon-hoito-kemiallinen-viljavuus-ja-sen-hoito/>

Mattila, T. & Rajala, J. (2018). Kationinvaihtokapasiteetti-laskurilla parempi hyöty viljavuustutkimuksesta. Haettu 29.1.2020 osoitteesta
<https://luomu.fi/tietopankki/kationinvaihtokapasiteetti-laskurilla-parempi-hyoty-viljavuustutkimuksesta/>

PÖ.fi / Yläneen Rakennuskeskus Oy. (2019). Vertaile ja tilaa polttoöljyä. Haettu 12.2.2020 osoitteesta
<https://xn--p-1ga.fi/>

Ruuttunen, P. (2012). Rikkakasvit. Teoksessa P., Ahvenniemi (toim.) *Ajankohtaisia kasvinsuojeluohjeita*. Kasvinsuojeluseura ry:n julkaisuja 103. Hämeenlinna: Kasvinsuojeluseura ry, 339–340

Seppänen, M., Mäkelä, P., Yli-Halla, M., Helenius, J., Kallela, M., Stoddard, F. & Teeri, T. (2016). *Peltokasvien tuotanto*. 3. painos. Helsinki: Opetushallitus

Suomen lajitietokeskus. (n.d.). Puutarhamansikka – *Fragaria ananassa*. Haettu 21.1.2020 osoitteesta
<https://laji.fi/taxon/MX.38873/occurrence>

Tuovinen, T., (2012) Tuhoeläimet. Teoksessa P., Ahvenniemi (toim.) *Ajankohtaisia kasvinsuojeluohjeita*. Kasvinsuojeluseura ry:n julkaisuja 103. Hämeenlinna: Kasvinsuojeluseura ry, 332

Tuovinen, T., (2012) Tuhoeläimet, Mansikkapunkki. Teoksessa P., Ahvenniemi (toim.) *Ajankohtaisia kasvinsuojeluohjeita*. Kasvinsuojeluseura ry:n julkaisuja 103. Hämeenlinna: Kasvinsuojeluseura ry, 335–336

Vanhala, P. (1992). Rikkakasvien fyysikaalinen ja mekaaninen torjunta kasvukauden aikana. *Maatalouden tutkimuskeskus tiedote 7/92*. Haettu 3.3.2020 osoitteesta
https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/442075/maatut7_92.pdf?sequence=1

TILA 1 RIKKAKASVIEN TORJUNTA

Työkustannukset	Työ h	€/h	€/v	Vuotuiset		Yhteensä	
				kustannukset	Poistot €		
Ruohonleikkuri	37,3	14,5	541,2	250,0	250,0	1 041,2	€
Traktorin leikkuri	4,7	22,0	102,7	100,0	280,8	483,5	€
Ruiskutukset	40,0	22,0	880,0	710,0	666,7	2 256,7	€
Yhteensä	82,0		1 523,9	1 060,0	1 197,5	3 781,3	€

Konekustannukset	Hankinta hinta €	Taloudel. pitoaika v	Kustannuk. €/v	Jäännös-arvo €	Kokonaiskäyt-tötunnit/v
Ruohonleikkuri	1 000,00	4	250,00		37,33
Traktori	40 000,00	20	3 500,00	5 000,00	600,00
Rivivälileikkuri	4 275,00	16	100,00		4,67
Ruiskutusvälineet	4 000,00	6	500,00		40,00
Kemiallinen torjunta	Litra	Kustannus €			
Torjunta-aine	30,00	210,00			

Mansikkaa 10 ha Riviväli 1,8 m

Ruohonleikkuri		Traktori rivivälileikkaus	
Leikkausnopeus	3 km/h	Leikkausnopeus	6 km/h
Leikattava ala	11,2 km/ha	Leikattava ala	2,8 km/ha
Hinta	9,06 €/h	Hinta	13,75 €/h
	1,6 sivukulujen kerroin		1,6 sivukulujen kerroin
	14,50 €/h		22 €/h

Kustannukset	1 000,00 €/käyttöaika	Rivivälileikkurin arvo leikkuri	3 420,00 €
Käyttöaika	4 v	nostolaite	855,00 €
	250,00 €/vuosi		

Käyttöaika
Ollut käytössä 6 vuotta 16 v
arvio, että vielä
10 vuotta lisää

Ruiskutus	
Kuluva aika	4 h/ha
Hinta	22 €/h

Torjunta-aine	7 €(alviton)/l
Menekki	3 l/ha
kustannus/10 ha	210 €

TILA 2 RIKKAKASVIEN TORJUNTA

Työkustan.	Työ h	€/h	€/v	Vuotuiset		Yhteensä €
				kustan.	Poistot	
Traktorin leik.	30,00	13,00	390,00	275,00	354,69	1 019,69
Trimmeri	60,00	13,00	780,00	500,00	133,33	1 413,33
Ruiskutukset	405,00	13,00	5 265,00	3 725,50	2 301,25	11 291,75
Yhteensä	495,00		6 435,00	4 500,50	2 789,27	13 724,77

Konekustannukset	Hankinta hinta €	Taloud. pitoaika v	Kustannukset €/v	Jäännös- arvo €	Kokonaiskäyt- tötunnit/v
Kasvinsuojel.ruisku	13 747,7	10	549,9		405
Traktori	40 000,0	20	3500,0	5 000,0	600
Rivivälileikkuri	4 275,0	16	100,0		15
Trimmeri	800,0	6	500,0		60

Kemiallinen torjunta	Litra	Kustannus
Torjunta-aine	75	915,00 €

Mansikkaa 30 ha Riviväli 1,75 m

Rivivälileikkuri		Trimmeri	
Leikkausaika	0,5 h/ha	Leikkausaika	2 h/ha
Leikkaukerrat	2 krt/kausi	Hinta	13 €/h
Hinta	13 €/h		
Ruiskutus		Rivivälileikkurin	
Kuluva aika	4,5 h/ha	arvo	leikkuri 3 420,00 €
Hinta	13 €/h		nostolaite 855,00 €
Levityskerrat	3 krt/kausi		4 275,00 €
Torjunta-aine	12,2 €(alviton)/l		
Menekki	2,5 l/ha		
Kustannus/30 ha	915 €		

Liite 3

KONEVEL OY SÄHKÖLLÄ JA ÖLJYLLÄ LÄMMITTÄMISEN LASKENTA, AJONOPEUSLASKURI

Suoralla sähköllä lämmitys								
Veden alkulämpötila (°C)	Veden määrä (l)	Tarvittava energian määrä (kWh)	Lämmitysaika (h)		Lämmityskustannus (€)	Lämmityskustannus / m ² (€ / m ²)		
			1 -vaihe (230V, 16A)	3-vaihe(400V, 16A)		2 l/m ²	2,5 l / m ²	3 l/m ²
5	600	69,8	23,3	7,0	6,98 €	0,023 €	0,029 €	0,035 €
5	800	93,1	31,0	9,3	9,31 €	0,023 €	0,029 €	0,035 €
5	1000	116,4	38,8	11,6	11,64 €	0,023 €	0,029 €	0,035 €
5	1500	174,6	58,2	17,5	17,46 €	0,023 €	0,029 €	0,035 €
5	2000	232,8	77,6	23,3	23,28 €	0,023 €	0,029 €	0,035 €
5	3000	349,2	116,4	34,9	34,92 €	0,023 €	0,029 €	0,035 €
5	5000	581,9	194,0	58,2	58,19 €	0,023 €	0,029 €	0,035 €
50	600	38,4	12,8	3,8	3,84 €	0,013 €	0,016 €	0,019 €
50	800	51,2	17,1	5,1	5,12 €	0,013 €	0,016 €	0,019 €
50	1000	64,0	21,3	6,4	6,40 €	0,013 €	0,016 €	0,019 €
50	1500	96,0	32,0	9,6	9,60 €	0,013 €	0,016 €	0,019 €
50	2000	128,0	42,7	12,8	12,80 €	0,013 €	0,016 €	0,019 €
50	3000	192,0	64,0	19,2	19,20 €	0,013 €	0,016 €	0,019 €
50	5000	320,1	106,7	32,0	32,01 €	0,013 €	0,016 €	0,019 €

Öljylämmitys (93 kW)

Polttoöljyn hinta 1,2 €
Pannun kulutus 8,5 l/h
Hyötysuhde 0,9

Veden alkulämpötila (°C)	Veden määrä (l)	Tarvittava energian määrä (kWh)	Lämmitysaika (h)	Lämmityskustannus (€)	Lämmityskustannus / m ² (€ / m ²)		
					2 l/m ²	2,5 l / m ²	3 l/m ²
5	600	69,8	0,86	8,79 €	0,029 €	0,037 €	0,044 €
5	800	93,1	1,15	11,73 €	0,029 €	0,037 €	0,044 €
5	1000	116,4	1,44	14,66 €	0,029 €	0,037 €	0,044 €
5	1500	174,6	2,16	21,98 €	0,029 €	0,037 €	0,044 €
5	2000	232,8	2,87	29,31 €	0,029 €	0,037 €	0,044 €
5	3000	349,2	4,31	43,97 €	0,029 €	0,037 €	0,044 €
5	5000	581,9	7,18	73,28 €	0,029 €	0,037 €	0,044 €
50	600	38,4	0,47	4,84 €	0,016 €	0,020 €	0,024 €
50	800	51,2	0,63	6,45 €	0,016 €	0,020 €	0,024 €
50	1000	64,0	0,79	8,06 €	0,016 €	0,020 €	0,024 €
50	1500	96,0	1,19	12,09 €	0,016 €	0,020 €	0,024 €
50	2000	128,0	1,58	16,12 €	0,016 €	0,020 €	0,024 €
50	3000	192,0	2,37	24,18 €	0,016 €	0,020 €	0,024 €
50	5000	320,1	3,95	40,31 €	0,016 €	0,020 €	0,024 €

Ajonopeuslaskuri	Tuotto (l/min)	Haluttu vesimäärä (l/m ²)	Suuttimen leveys (cm)	Ajonopeus (m/s)	Ajonopeus (km/h)	Suuttimen leveys (cm)	Ajonopeus (cm)	Ajonopeus (km/h)
30	2	25	25	1,0	3,6	50	0,5	1,8
30	2,5	25	25	0,8	2,9	50	0,4	1,4
30	3	25	25	0,7	2,4	50	0,3	1,2
40	2	25	25	1,3	4,8	50	0,7	2,4
40	2,5	25	25	1,1	3,8	50	0,5	1,9
40	3	25	25	0,9	3,2	50	0,4	1,6
50	2	25	25	1,7	6,0	50	0,8	3,0
50	2,5	25	25	1,3	4,8	50	0,7	2,4
50	3	25	25	1,1	4,0	50	0,6	2,0
60	2	25	25	2,0	7,2	50	1,0	3,6
60	2,5	25	25	1,6	5,8	50	0,8	2,9
60	3	25	25	1,3	4,8	50	0,7	2,4
70	2	25	25	2,3	8,4	50	1,2	4,2
70	2,5	25	25	1,9	6,7	50	0,9	3,4
70	3	25	25	1,6	5,6	50	0,8	2,8
80	2	25	25	2,7	9,6	50	1,3	4,8
80	2,5	25	25	2,1	7,7	50	1,1	3,8
80	3	25	25	1,8	6,4	50	0,9	3,2

TILA 1 KUUMAVESIKÄSITTELYN KOKONAISKUSTANNUKSET

				laitteiden			lämmityskustannus 50 °C, öljy	lämmityskustannus 15 °C, öljy	1 säiliö Yhteensä (15 °C)	1 säiliö Yhteensä (50 °C)	2 säiliötä Yhteensä (15 °C)	2 säiliötä Yhteensä (50 °C)
	Työkustannukset											
Kust. € 5 min	Kuuman veden tuotto 5l	3l/m ²	865,74	500,00	1400,00	1700,00	651,30	358,28	3417,04	3124,02	3717,04	3424,02
		2,5l/m ²	721,45	500,00	1400,00	1700,00	542,75	298,56	3164,20	2920,02	3464,20	3220,02
		2l/m ²	577,16	500,00	1400,00	1700,00	434,20	238,85	2911,36	2716,01	3211,36	3016,01
	Kuuman veden tuotto 6l	3l/m ²	763,89	500,00	1400,00	1700,00	651,30	358,28	3315,19	3022,17	3615,19	3322,17
		2,5l/m ²	636,57	500,00	1400,00	1700,00	542,75	298,56	3079,33	2835,14	3379,33	3135,14
		2l/m ²	509,26	500,00	1400,00	1700,00	434,20	238,85	2843,46	2648,11	3143,46	2948,11
	Kuuman veden tuotto 7l	3l/m ²	691,14	500,00	1400,00	1700,00	651,30	358,28	3242,44	2949,42	3542,44	3249,42
		2,5l/m ²	575,95	500,00	1400,00	1700,00	542,75	298,56	3018,70	2774,51	3318,70	3074,51
		2l/m ²	460,76	500,00	1400,00	1700,00	434,20	238,85	2794,96	2599,61	3094,96	2899,61
Kust. € 10 min	Kuuman veden tuotto 5l	3l/m ²	1120,37	500,00	1400,00	1700,00	651,30	358,28	3671,67	3378,65	3971,67	3678,65
		2,5l/m ²	933,64	500,00	1400,00	1700,00	542,75	298,56	3376,39	3132,21	3676,39	3432,21
		2l/m ²	746,91	500,00	1400,00	1700,00	434,20	238,85	3081,12	2885,77	3381,12	3185,77
	Kuuman veden tuotto 6l	3l/m ²	1018,52	500,00	1400,00	1700,00	651,30	358,28	3569,82	3276,80	3869,82	3576,80
		2,5l/m ²	848,77	500,00	1400,00	1700,00	542,75	298,56	3291,52	3047,33	3591,52	3347,33
		2l/m ²	679,01	500,00	1400,00	1700,00	434,20	238,85	3013,21	2817,86	3313,21	3117,86
	Kuuman veden tuotto 7l	3l/m ²	945,77	500,00	1400,00	1700,00	651,30	358,28	3497,07	3204,04	3797,07	3504,04
		2,5l/m ²	788,14	500,00	1400,00	1700,00	542,75	298,56	3230,89	2986,70	3530,89	3286,70
		2l/m ²	630,51	500,00	1400,00	1700,00	434,20	238,85	2964,71	2769,36	3264,71	3069,36

