

Opinnäytetyö (AMK)

Kone- ja tuotantotekniikka

Tuotantotekniikka

2011

Heidi Mäkinen

KASVIHUONEEN KASTELUN AUTOMATISOINTI



TURUN AMMATTIKORKEAKOULU
TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

Turun ammattikorkeakoulu

Kone- ja tuotantotekniikka | Tuotantotekniikka

2011 | 35+8

Ohjaaja

Teppo Mattsson

Heidi Mäkinen

KASVIHUONEEN KASTELUN AUTOMATISOINTI

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia erilaisia tapoja automatisoida kasvihuoneen toimintoja, jotta viljelijän työ helpottuisi mahdollisimman paljon. Esimerkkinä työssä käytin Kotipellon puutarhaa Nousiaisissa. Ajatuksena oli perehtyä erityisesti kasvihuoneiden kastelu- ja kylvöjärjestelmiin.

Työssä on vertailtu eri toimittajien kastelulaitteita ja pohdittu niiden sopivuutta Kotipellon puutarhalle. Erityisen tutkimuksen kohteena ovat kastelunsäätimet ja niiden ominaisuuksien sopivuus kasvihuoneeseen. Oy DGT-Volmatic Ab ja Avagro Oy ovat kastelulaitteiden automatisointiin erikoistuneita toimittajia, joiden kastelunsäätimiä tutkin. Molemmilta toimittajilta löytyi varteenotettava vaihtoehto tähän tarkoitukseen.

Kaikki tiedot kastelulaitteista ovat hyödyllisiä Kotipellon puutarhalle. Ei ole kuitenkaan varmaa, että kastelunsäätimiä otettaisiin ainakaan heti konkreettisesti käytäntöön. Tarkoituksena oli tutkia vaihtoehtoisia ratkaisuja yritykselle. Kotipellon puutarha saa tutkia kerätyn aineiston ja miettiä, ovatko ne heidän tulevaisuuden investointeja.

ASIASANAT:

kasvihuone, puutarha, kastelujärjestelmät, kylvöjärjestelmät, automatisointi

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT
TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Mechanical engineering | Production engineering

June 2011 | 35+8

Instructor

Teppo Mattsson

Heidi Mäkinen

AUTOMATIZATION OF THE WATERING SYSTEMS IN THE GREENHOUSE

The goal of this thesis was to study different ways to automatize the functions of a greenhouse. This would help farmers remarkably in their work. The bases of this study was a garden in Nousiainen called Kotipelto. The purpose was to study on especially watering systems and planting systems. Also, the purpose was to figure out whether it would be possible at sensible costs.

Information of the thesis was searched from the library and after that more information from the Internet and straight from the suppliers of the automation systems.

The suggestions given in this thesis are the future goals of Kotipelto garden. All parts of this study are useful to the company in future when they are going to invest on automatization of the greenhouse.

KEYWORDS:

greenhouse, garden, watering system, planting system, automation

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO	6
2 KASVIHUONETUOTANTO SUOMESSA	7
3 KASVIN KASVUTEKIJÄT	9
3.1 Valo kasvutekijänä	10
3.1.1 Säteilyn määrän ja laadun mittaaminen	10
3.1.2 Kasvin valontarve	11
3.1.3 Kasvin muotoutuminen ja kasvurytmit	11
3.1.4 Päivänpituuden vaikutus kasvitapahtumiin	12
3.1.5 Haitallinen säteilyenergia	12
3.1.6 Verhojen käyttö	13
3.2 Lämpötila kasvutekijänä	13
3.2.1 Optimilämpötila	14
3.2.2 Kasvunsäätö lämpötilan avulla	14
3.3 Vesi kasvutekijänä	14
3.3.1 Haihdutus	15
3.3.2 Ilman vesihöyry	15
4 KASTELULAITTEET	16
4.1 Tippu- ja tihkukastelumenetelmä	16
4.2 Sumutuslaitteet	18
4.3 Sadetuskastelu	18
5 KASTELULAITTEIDEN TOIMITTAJAT	20
5.1 Oy DGT-Volmatic Ab	20
5.1.1 HSV10- ja HS-venttiilit	20
5.1.2 Suuttimet ja sprinklerit	21
5.1.3 Kasteluautomaatit	22
5.2 Siemu Oy	24
5.3 Avagro Oy	25
5.4 Säätoautomaatiikka	26
6 KASTELULAITTEIDEN ELINKAARITEHOKKUUS	27
6.1 Ecodesign-direktiivi	27
6.2 Kotipellon puutarhassa huomioitavat asiat	28
7 PÄÄTELMÄT KASTELULAITTEISTA	29
8 KYLVÖJÄRJESTELMÄT	31

8.1 Kylvöjärjestelmien esittelyä	31
9 PÄÄTELMÄT KYLVÖLAITTEISTA	33
10 YHTEENVETO	34
LÄHTEET	35

LIITTEET

Liite 1. Schetelig-tekniikan luettelo tärkeimmistä kasteluun tarvittavista tarvikkeista (Schetelig 2011).

KUVAT

Kuva 1. Kasvihuone (Porin laatuteräs Oy 2003).	8
Kuva 2. Tippukastelujärjestelmä (Schetelig Oy 2011).	18
Kuva 3. VA900 kastelusäädin (Oy DGT-Volmatic Ab 2011).	22
Kuva 4. VA60-8 kastelusäädin (Oy DGT-Volmatic Ab 2011).	23
Kuva 5. 1-kiskoinen rata (Siemu Oy 2009).	24
Kuva 6. AC-9S 8059-kastelunohjain(Avagro Oy 2011).	25
Kuva 7. Täyttölaite (Siemu Oy 2009).	32
Kuva 8. Ruukunpudottaja (Siemu Oy 2009).	32

TAULUKOT

Taulukko 1. Kasvutekijöiden käyttö kasvun säätelyssä (Jaakkonen & Vuollet 2003).

9

Taulukko 2. Säteilyn eri mittaamistapoja ja menetelmien käyttökelpoisuus Jaakkonen & Vuollet (2003).

11

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tarkoituksena on tutkia ammattimaisessa käytössä olevan kasvihuoneen automatisointimahdollisuuksia. Esimerkkinä on Kotipellon puutarha Nousiaisissa. Olen ollut kesätöissä Kotipellon puutarhan kasvihuoneessa ja silloin kiinnostuin kasvihuoneiden automatisoinnista. Kotipellon puutarha koostuu kolmesta kasvihuoneesta. Yritys on pieni perheyriutus, kuten suuri osa Suomen kasvihuoneyrityksistä. Kotipellon puutarha viljeli ennen kasvihuonekurkkuja. Kesä 2010 oli heille ensimmäinen kesä, kun he alkoivat viljellä erikoissalaatteja. Viljelykohteen muutos aiheutti ensimmäisenä kesänä joitain ongelmia, koska kurkun ja erikoissalaattien kasvattaminen eroavat toisistaan.

Tarkoituksena on tutkia eri mahdollisuuksia automatisoida kasvihuonetta. Mielenkiinnon kohteina ovat erityisesti kasvihuoneiden kastelu- ja kylvöjärjestelmät. Työssä aion hakea tietoa eri laitteiden toimittajista ja vertailla niitä keskenään. Opinnäytetyön aiheen kannalta on tärkeää aluksi tutkia kasvin kasvutekijöitä, jotta selviäisi, mitkä asiat ovat etusijalla. Kasvutekijöitä on esitelty työni alussa. Kotipellon puutarha on pieni perheyriutus, joten on todennäköistä, että he eivät aio toteuttaa kaikkia tutkimuksen kohteina olevia automatisointijärjestelmiä. Työn pohjalta he saavat tietoa eri mahdollisuuksista, ja voivat toteuttaa niitä mahdollisesti tulevaisuudessa.

2 KASVIHUONETUOTANTO SUOMESSA

Suomessa on 4,3 miljoonaa neliometriä ammattimaiseen viljelyyn käytettäviä lämmitettäviä kasvihuoneita. Kuvassa 1 näkyy Porin Laatuteräs Oy:n rakentama kasvihuone. Kasvihuonetuotannon tukkuhintainen arvo oli vuonna 2007 225 miljoonaa euroa. Noin 1400 yrityksessä on kasvihuonetuotanto päätuotantosuuntana. Tyypillistä suomalaista kasvihuoneyritystä hoitaa yrittäjän oma perhe. Kasvihuoneyritys on yleensä noin 3000 neliometrinen suuruinen. Suurimmat yritykset työllistävät kymmeniä, jopa lähes sataa henkilöä. Suurissakin yrityksissä on yleensä yrityksen taustalla yksi tai useampia yrittäjäperheitä, jotka osallistuvat työhön. (Kauppapuutarhaliitto ry 2011.)

Suomessa oli vuonna 2008 yhteensä 1825 kasvihuoneyritystä. Näistä 739 viljeli yksinomaan koristekasveja, ja 966 pelkästään vihanneksia. Reilussa sadassa yrityksessä tuotettiin kumpiakin. Kasvihuonevihannesten viljelypinta-ala oli 274 hehtaaria, mikä oli kaksi prosenttia enemmän kuin 2007. Yritysten määrä putosi samalla 54:llä, joten keskipinta-ala on kasvanut. Vuodesta 1998 kasvihuonevihanneksia tuottavien yritysten määrä on laskenut 571:llä ja tuotantopinta-ala 11 hehtaarilla. Tästä huolimatta tuotantomäärät ovat kasvaneet. (Kauppapuutarhaliitto Ry 2008.)

Kasvihuonevihanneksia tuotetaan eniten Suomen länsiosissa. Pohjanmaan osuus vuoden 2008 kasvihuonevihannestalasta oli 43 prosenttia eli 111 hehtaaria. Pohjanmaan TE-keskuksen alue vastasi lähes 60 prosentista kasvihuonevihannesten kokonaistuotantoa, sillä siellä tuotettiin lähes 45 miljoonaa kiloa vihanneksia. Varsinais-Suomen TE-keskuksen alueella oli 29 prosenttia kasvihuonevihannesten kokonaisalasta eli 73 hehtaaria. Ruukkuvihanneksia tuotetaan eniten Varsinais-Suomessa ja Etelä-Savossa. (Kauppapuutarhaliitto Ry 2008.)

Merkittäväntä kasvihuonetuotannon kehityksessä on viime vuosina ollut kasvukauden pidentyminen. Lisävalolla kyetään jatkamaan satokautta ja parannetaan tuotteiden laatua. Monissa yrityksissä ruukkuvihannesten, kurkun,

leikko- ja ruukkukukkien tuotanto on ympärivuotista. Valituksen käyttö tehostaa tuotantoa siten, että usein tuoteyksikköä kohti syntyvät energiakulut eivät kasvukautta jatkettaessa kasva. (Kauppapuutarhaliitto ry 2011.)

Eristävien katteiden (kennolevyt, kaksinkertainen muovikalvo), lämpöerhojen ja tietokoneohjatun automatiikan avulla on pienennetty kasvihuoneiden energian kulutusta. Kasvihuonetuotannon energiankulutus oli vuonna 2004 176000 öljykvivalenttitonnia. Osuus Suomen kokonaisenergiankulutuksesta oli 0,50 prosenttia. (Kauppapuutarhaliitto ry 2011.)



Kuva 1. Kasvihuone (Porin laatuteräs Oy 2003).

3 KASVIN KASVUTEKIJÄT

Ilman hiilidioksidipitoisuus, ilman lämpötila, ilmankosteus ja valo ovat kasvin kasvutekijöitä. Kasvualustan veden ja ilman määrä sekä ravinnesuhteet ovat myös oleellisia kasvutekijöitä. Kasvutekijöitä pyritään säätämään siten, että kasvi eri kasvuvaiheissaan pystyy mahdollisimman tehokkaaseen työskentelyyn eli yhteyttämiseen. Kasvihuonetuotannossa valo on tärkeimpiä kasvutekijöitä, koska muita kasvutekijöitä säädetään valon mukaan. Heikkoja valo-oloja voidaan korvata keinovalolla, mutta se on huomattava kustannuserä. (Taulukko 1.) Puutarhaviljelyssä pyritään vaikuttamaan kasvin muotoutumiseen (morfologiaan) sekä siihen, että energiaa varastoituu sadoksi korjattaviin kasvinosiin. (Jaakkonen & Vuollet 2003, 29.)

Taulukko 1. Kasvutekijöiden käyttö kasvun säätelyssä (Jaakkonen & Vuollet 2003, 29).

Kasvutekijät	Säätö	Vaikutus
lämpötila (ilma)	vuorokauden keskilämpötila	kasvun nopeus, kasvutapa, vegetatiivisen/generatiivisen kasvun suhde
	yö- ja päivälämpötilojen ero	
lämpötila (kasvualusta)	kasvualustan lämpötilan nosto/lasku	juuriston elinvoimaisuus lisääntyy
vesi	kastelutiheys- ja määrä	kasvun rajoittaminen/edistäminen
ravinteet	johtokyky, typpi-kaliumsuhe	kasvun rajoittaminen/edistäminen
hiilidioksidi	lisääminen ilmaan	kasvun edistäminen
valo	määrä, ajoitus	kasvun nopeus, sadon laatu, kukintareaktiot

3.1 Valo kasvutekijänä

Auringossa tapahtuvat ydinreaktiot vapauttavat elektromagneettista säteilyä, jonka nopeus on 300 000 km/s. Kaikki maapallon elollinen elämä on riippuvainen tästä auringon säteilystä. Globaalisäteilyksi kutsutaan maahan tulevaa säteilyä. Se koostuu suoraan tulleesta säteilystä ja hajasäteilystä. Globaali- eli kokonaissäteilystä vain noin 45–50 % on kasveille käyttökelpoista, sillä mittausalue kattaa kaiken säteilyn UV-säteilystä lämpösäteilyyn. (Jaakkonen & Vuollet 2003, 35.)

3.1.1 Säteilyn määrän ja laadun mittaaminen

Säteilyn saapumiskulmasta riippuvat maahan tulevan säteilyn laatu ja määrä. Saapumiskulmaan vaikuttavat leveysaste, maan pinnan muoto ja vuodenaika ja vuorokauden aika sekä se, minkälaisen väliaineiden läpi säteily joutuu kulkemaan. Kasvihuoneen sijoittelu ja katemateriaali vaikuttavat kasvihuoneeseen tulevaan säteilyyn. Itä–länsisuunta on yleisin tapa sijoittaa kasvihuone. (Jaakkonen & Vuollet 2003, 37.)

Taulukossa 2 on yhteenvetona se, miten useilla tavoilla säteilyn määrää ja laatua voidaan mitata. Käytännössä käytetään usein kokonaissäteilyn mittaamisessa käsitettä säteilysumma, jolloin yksikkönä on Wh/m^2 (= $3\,600 \text{ J/m}^2$). Säteilyenergiamittareita käytetään kasvihuoneautomaatiikassa esimerkiksi kastelun ajoituksessa. Valoisuutta mitataan luksimittarilla, jonka herkkyys on sama kuin ihmissilmän. Kasveille yhteyttämiskelpoisen valon määrästä valoisuuden mittaaminen ei kerro, mutta menetelmä on sopiva silloin, kun halutaan esimerkiksi mitata kasvihuoneen valoisuuden tasaisuutta. Käytännön viljelyssä valon mittaus on kaiken kaikkiaan vähäistä lamppujen asennuksen jälkeen. Viljelijälle saattaisi kuitenkin olla hyötyä siitä, että hän vuosittain tarkastaisi lamppuista saatavaa valon määrää ja arvioisi sen perusteella lamppujen vaihtotarvetta. (Jaakkonen & Vuollet 2003, 38.)

Taulukko 2. Säteilyn eri mittaamistapoja ja menetelmien käyttökelpoisuus (Jaakkonen & Vuollet 2003, 38).

Mittaustapa	Mittari	Teho	Summa SI-järjestelmässä	Käyttökelpoisuus
radiometrinen	solarimetri	watti (W/m^2)	joule (J/m^2)	kokonaissäteily; kasvihuoneautomaatiikka
fotometrinen	luksimittari	luksi (lx)	lxh	valoisuus: valotuksen tasaisuus, kasvihuoneautomaatiikka
kvantti	PAR-valomittari	$\mu\text{mol}/m^2/s$	$\text{mol}/m^2/\text{vrk}$	yhteyttämiskelpoinen valo

3.1.2 Kasvin valontarve

Varjoisasta täyteen auringonpaisteeseen vaihtelee kasvin valontarve. Valontarve riippuu lajista ja kasvin kehitysvaiheesta. Auringon teho kesäpäivänä on noin $1\,000\text{ W}/m^2$. Kasvi tarvitsee yhteyttämiseen $100\text{--}1\,000\text{ W}/m^2$. Päivällä tulee syntyä niin paljon yhteyttämistuotteita, että ne myös riittävät yön ajaksi. Tällöin kasvin paino ei nouse tai laske. (Jaakkonen & Vuollet 2003, 40.)

3.1.3 Kasvin muotoutuminen ja kasvurytmit

Valolla on kasvien ulkonäköä muovaava vaikutus yhteyttämisen lisäksi. Tätä kutsutaan fotomorfogeneesiksi. Oleellista on kasvien saaman valon punaisen ($r,\lambda = 660\text{nm}$) ja kaukopunaisen ($r,\lambda = 730\text{nm}$) valon suhde. Punaista ja kaukopunaista valoa on yleensä päivänvalossa yhtä paljon. Kaukopunaisen valon määrä lisääntyy talvisin suhteessa punaiseen. Samoin iltaisin ja syvällä kasvuston sisällä kaukopunaisen valon määrä verrattuna punaiseen lisääntyy, sillä lehdet absorboivat punaisen valon pois. Kasvin pituuskasvuun vaikuttaa punaisen ja kaukopunaisen valon lisäksi sininen valo. Sininen valo vaikuttaa ilmarakojen avautumiseen ja kasvien varren kasvuun. Kasvien tiiviskasvuisuuden on havaittu johtuvan sinisestä valosta. (Jaakkonen & Vuollet 2003, 41.)

3.1.4 Päivänpituuden vaikutus kasvitapahtumiin

Fotoperiodismiksi kutsutaan päivänpituuden vaikutusta kasvien kehitykseen ja kukintaan. Osa kasvilajeista kukkii ainoastaan pitkän päivän oloissa (pitkänpäivän kasvit, PP) ja osa ainoastaan lyhyen päivän oloissa (lyhyen päivän kasvit, LP). Osalla kasvilajeista päivänpituus ei vaikuta kukintainduktioon (päiväneutraalit, PN). (Jaakkonen & Vuollet 2003, 42.)

Päivänpituusvaatimus voi olla joko ehdoton (obligatorinen, kvalitatiivinen) tai ehdollinen (fakultatiivinen, kvantitatiivinen), jolloin kukinta voidaan saada aikaan esimerkiksi lämpötilaa säätämällä, vaikka päivänpituus ei olisikaan otollinen. Päivänpituusvaatimus on laji- ja jopa lajikekohtainen. Raja, jonka alle tai yli ei päivänpituus saa mennä, jotta kasvi kukkisi, on kriittinen piste. (Jaakkonen & Vuollet 2003, 42.)

3.1.5 Haitallinen säteilyenergia

UV-säteily on pääosin kasveille haitallista. Katteet suodattavat kasvihuoneviljelyssä osan auringosta saapuvasta UV-valosta. Toinen haitallinen säteily on pitkäaalton infrapunasäteily. Se lämmittää kasveja nostamalla niiden solunesteiden lämpötilaa. Lamppujen pitkäaalton säteily voi lämmittää lähellä olevien lehtien lämpötilan haitallisen korkeaksi. Myös kovilla pakkasilla kasvihuoneita runsaasti lämmitettäessä alaputkista heijastuva lämpösäteily saattaa nostaa kasvien lämpötilaa korkeammaksi, jolloin kasvu saattaa kärsiä. (Jaakkonen & Vuollet 2003, 43.)

3.1.6 Verhojen käyttö

Kesällä kasvien kannalta valoa voi olla liikaa, joten niitä joudutaan varjostamaan. Suojausta vaativat erityisesti varjokasvit. Toisaalta kasvit, jotka viihtyvät runsaassa valossa ovat taimikasvatusvaiheessa ja istutuksen jälkeen herkkiä suurille valosäteilymäärille. Lehdet kuivuvat helposti ja kasvu on kituvaa. (Jaakkonen & Vuollet 2003, 44.)

Perinteisesti kasvihuoneiden varjostuksessa on käytetty kattolapteen ja seinien varjostusaineita. Verhoja käytetään kasvihuoneen sisällä varjostuksen lisäksi myös energiansäästötarkoituksessa. Verhojen avulla järjestettävä varjostus liitetään nykyään kasvihuoneen säätöautomaatiikkaan. Tällöin voidaan tarkasti säätää se, kuinka nopeasti varjostusautomaatiikka reagoi säteilymäärän muutoksiin sekä toisaalta huoneen ilmankosteuteen ja sisälämpötilaan. (Jaakkonen & Vuollet 2003, 44.)

3.2 Lämpötila kasvutekijänä

Monet kasvihuoneissa viljeltävät lajit ovat kotoisin Suomea eteläisemmistä maista. Kasvihuoneviljely mahdollistaa näiden lajien kasvatuksen. Kasvihuoneen lämpötilaa voidaan säätää kasvun kannalta sopivaksi. Talvella lämpöä kehitetään esimerkiksi öljyä polttamalla. Kesällä alennetaan liian korkeita lämpötiloja sumutuksen, tuuletusten tai kasvihuoneen varjostuksen avulla. (Jaakkonen & Vuollet 2003, 45.)

Yleensä kasvien kasvu kiihtyy lämpötilan noustessa, mutta vain tiettyyn ylärajaan asti. Lämpötila vaikuttaa kaikkiin elintoimintoihin, muun muassa aineiden kulkeutumiseen, aineenvaihduntaan ja diffuusioon. Kasvin toivotunlainen kehitys edellyttää sopivaa viljelylämpötilaa. Viljelylämpötilan tulee kasvihuoneessa olla sopivassa suhteessa valon ja hiilidioksidin määrään. Viljelyohjelmassa on erotettava erilaiset lämpötilavaatimukset, kuten päivä-, yö-, juuristo-, tuuletus-, optimi-, maksimi- ja minimilämpötila sekä kriittinen lämpötila ja vuorokauden keskilämpötila. (Jaakkonen & Vuollet 2003, 45.)

3.2.3 Optimilämpötila

Kasvun tai kehityksen kannalta parasta mahdollista lämpötilaa kutsutaan optimilämpötilaksi. Optimilämpötila vaihtelee kasvilajin, kasvin kehitysvaiheen ja kasvuolojen mukaan. Jos valo-olot ovat hyvät, optimilämpötila on korkeampi. (Jaakkonen & Vuollet 2003, 46.)

Lämpötila, jossa tuotetaan hyvää laatua, ei usein ole yhteyttämisen kannalta tehokkain lämpötila. Erityisesti koristekasvien kukintavaiheessa lämpötilaa alennetaan hyvälaatuisen sadon saamiseksi. Ruukkusalaatin viljelyssä korkea lämpötila jouduttaa kasvua ja sadonkorjuuta, mutta heikentää sadon laatua. Liian viileäkin lämpötila voi heikentää sadon laatua. (Jaakkonen & Vuollet 2003, 46.)

3.2.4 Kasvunsäätö lämpötilan avulla

Vuorokautinen keskilämpötila, joka on koko vuorokauden aikana mitattujen arvojen keskiarvo, määrää uusien lehtien syntymisen ja kukkien kehityksen eli kasvin kehitysnopeuden. Liian korkea tai liian matala keskilämpötila vaikuttaa kasvin kehitysnopeuteen. Useita kasvien kasvutapahtumia voidaan säätää lämpötilan avulla. Joillakin lajeilla yölämpötilan nostaminen päivälämpötilaa korkeammaksi muuttaa kasvutapaa huomattavasti. (Jaakkonen & Vuollet 2003, 49.)

3.3 Vesi kasvutekijänä

Vesi on elämän edellytys. Kasvi tarvitsee vettä osaksi kasvia ja aineenvaihduntaansa. Kasvit koostuvat suurimmaksi osaksi vedestä. Kasvi ei saa siis kärsiä veden puutteesta. Vielä asiakkaille tullessaankin kasvihuonevihannesten ja – kukkien tulee olla hyvässä nestejännityksessä. Tärkeä ominaisuus vedelle on, että se on erinomainen liuotin. Veden avulla

kulkeutuvat ravinteet sekä maassa että kasveissa. Vuodenajan ja kasvuvaiheiden mukaan kasvi voi säädellä vesipitoisuuttaan. Vettä tulee kasviin osmoottisen toiminnan ja haihdutuksen perusteella tai juuripaineen avulla. Vesipitoisuuden väheneminen johtaa ensin lakastumiseen, elintoimintojen hidastumiseen ja lopulta kasvin kuolemaan. (Jaakkonen & Vuollet 2003, 49.)

Yleisin kasvuhäiriöiden ja hitaan kasvun aiheuttaja on vedenpuute. Kasvin vedenpuute voi johtua liian vähäisestä kastelusta tai lannoitusvirheistä. Juuriston kasvua ja toimintaa häiritsee hapenpuute, joka aiheutuu liiasta vedestä kasvualustassa. Kasvihuoneviljelijän tulee varmistaa, että kasveilla on helppo vedensaanti. Kastelutarpeeseen vaikuttavat kasvilaji, kasvualustan laatu, viljelylämpötila ja valosäteily. (Jaakkonen & Vuollet 2003, 51.)

3.3.3 Haihdutus

Veden haihtuminen on fysikaalinen tapahtuma, jossa vesi höyrystyy solukkojen soluväleissä olevaan ilmaan ja siirtyy diffuusion avulla vähitellen ilmarakojen kautta ulos kuivempaan ulkoilmaan. Vähintään 90 % vedestä haihtuu avoimien ilmarakojen kautta. Tehokkaan yhteyttämisen kannalta on tärkeää, että lehtien lämpötila on sopiva. Haihdutus kasvaa suhteessa lehtiin osuvan säteilyn määrään. (Jaakkonen & Vuollet 2003, 51.)

3.3.4 Ilman vesihöyry

Jos ilma on kuivaa, se voi rajoittaa kasvua kasvihuoneessa. Kun haihdutusta tapahtuu kohtuullisesti, kasvit kasvavat parhaiten. Liian kuiva ilma kuivattaa kasvia liikaa, jolloin juuret eivät pysty ottamaan vettä yhtä nopeasti kuin kasvista haihtuu vettä. Myös kasvihuoneilman liiallinen kosteus voi olla kasvua rajoittava tekijä. Tällöin haihdutus vaikeutuu tai estyy kokonaan, jos ilma on vesihöyryn kyllästämä. Vesihöyrypitoisuus vaikuttaa ennen kaikkea kasvin aktiiviseen haihdutukseen. (Jaakkonen & Vuollet 2003, 52.)

4 KASTELULAITTEET

Kastelulaitteiden moitteeton toiminta on kasvihuoneviljelyssä erittäin tärkeä asia. Siksi usein annetaan niiden suunnittelu ammattilaisten tehtäväksi. Kastelulaitteiden kustannukset ovat pitkälti riippuvaisia, siitä, kuinka pieniin ryhmiin kastelu jaetaan. Letkukastelusta tulisi luopua aina kun on mahdollista. Tällä hetkellä Kotipellon puutarhassa kastellaan letkulla kahdessa kasvihuoneessa, joten kastelun automatisointi helpottaisi työtä huomattavasti. Kastelumenetelmät voidaan karkeasti jakaa maanpinnan yläpuolelta ja maanpinnan alapuolelta suoritettavaan kasteluun.

4.1 Tippu- ja tihkukastelumenetelmä

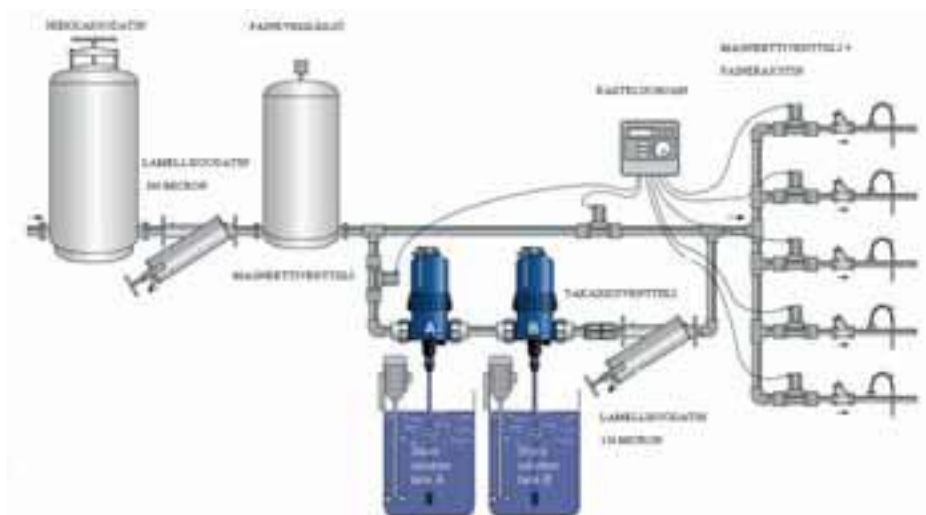
Tippu- ja tihkukastelulaitteet ovat yleisiä lähes kaikkien kasvien viljelyssä. Ominaista niille on, että vettä tulee hyvin monesta pisteestä hyvin vähän, usein noin kaksi litraa tunnissa/tippupiste. Tippu- tai tihkukastelussa voidaan käyttää pieniä jakojohdoja, mutta silti kastellaan suuria pinta-aloja yhdellä kertaa. Laitteistot toimivat pienellä paineella. Tippukastelussa käytetään yleisesti joko tippusuuttimia tai hiusletkuja. Kuvassa 2 on esimerkki tippukastelujärjestelmästä. (Jaakkonen & Vuollet 2003, 55.)

Vettä pyritään kierrättämään tippukastelussa. Siksi kasvualustojen alle asennetaan metritavarana saatavaa kasvukourua (muovi tai metalli), josta paluuliuos kerätään kaivoihin, joiden täytyttyä liuos pumpataan edelleen keruusäiliöön. Edellytyksenä kierrätykselle on laadukas raakavesi, jotta liuokseen ei kerry haitallisia suoloja ja bakteereja. (Triipponen 2008, 19.)

Riviviljelyssä (mansikka, kurkku, marjapensaat ym.) on yleistynyt tihkukastelu viime vuosina maassamme nopeasti, koska menetelmä mahdollistaa sadon maksimoinnin myös kuivina kesinä ja samalla säästää kasteluvettä sadetukseen verrattuna. Riviviljelyssä käytetään sadetusta enää lähes pelkästään hallantorjuntatarkoituksessa. Tihkukastelulla saadaan myös vesiensuojelullista hyötyä, koska siinä voidaan annostella ravinteita ja vettä

juuri oikea määrä ja vähentää samalla ravinnehuuhtoutumia vesistöihin. (Triipponen 2008, 30.)

Tihkukasteluletkujen investointikustannukset ovat ainoana haittapuolena, koska letkut joudutaan uusimaan vähintään muutaman vuoden välein. Tihkukasteluletkut ovat muoviputkea, joihin on viilletty reikiä noin 20 sentin välein. Esimerkiksi perunapenkkiin ne asennetaan harjalta mitattuna noin 5-10 cm:n syvyyteen tai maanpinnalle aivan kasvien tyveen. Peltoviljelyssä käytetään nykyään kertakäyttöistä, aiempaa edullisempaa putkea. Kennorakenteessa on putken erikoisuus. Sen ansiosta pienelläkin, noin 0,5 baarin paineella, saadaan tasainen veden tihkuminen koko putken mitalla. (Triipponen 2008, 21.)



Kuva 2. Tippukastelujärjestelmä (Schetelig Oy 2011).

4.2 Sumutuslaitteet

Sumutuslaitteet voidaan jakaa hienosumutuslaitteisiin ja karkeasumutuslaitteisiin. Suositumpia näistä ovat hienosumutuslaitteet, koska ne eivät tee kasvustoa märäksi vaan kostuttavat ja viilentävät kasvihuoneen ilman. On olemassa monentyyppisiä hienosumutuslaitteistoja. Yleisin on korkea-painesumutus, joka toimii 60–120 baarin paineella. Suuttimet voidaan sijoittaa joko tasaisesti kasvihuoneen ilmatilaan tai ilmapuhaltimen yhteyteen. (Jaakkonen & Vuollet 2003, 55.)

4.3 Sadetuskastelu

Sadetuslaitteistoon perustuva kastelumenetelmä, jossa vettä siirretään paikasta toiseen imuputkiston, vesipumpun, voimanlähteen ja runkoputkiston lisäksi jakeluputkiston ja sadettimien avulla kasvien käyttöön. Suomessa käytetään muihin Pohjoismaihin verrattuna ylivoimaisesti eniten tätä putkikalustoon perustuvaa kastelujärjestelmää. (Triipponen 2008, 19.)

Putkikalustossa sadettimet ovat ns. ympyrä- tai sektorisadettimia. Ne sijoitetaan kasteltavalle alueelle neliö- tai kolmioasetelmaksi. Kun yksi alue on kasteltu, laitteisto siirretään seuraavalle alueelle. Näitä perinteisiä sadetuslaitteita korvaamaan on kehitetty liikkuvia sadetuslaitteita, kuten sadetuskone eli sadetustykki sekä kasteluramppi, joita siirretään hitaasti kasteltavan alueen toisesta päästä toiseen. Vesimoottorin käyttämä letkukela vetää sadetuskoneessa sadetinta sadetuskelkassa. Kasteluramppi eli sadetuspuomi, jossa on useilla matalapainesuuttimilla varustettu putki, asennetaan sadetuskelkan päälle. Sadetuspuomi voi olla myös ympärilyörähtävä. (Triipponen 2008, 19.)

Sadetuskoneet eli sadetustykit ovat kehittyneempiä laitteistoja ja ne säästävät paljon ihmistyötä. Sadetuskone on valmis yksikkö, joka on mitoitettu valmiiksi tehtaalla. Tällöin on osattava hankkia käyttötarkoituksen kannalta oikean kokoinen laite. Sadetuskone soveltuu parhaiten isolle, säännöllisen muotoiselle

peltolohkelle, mutta ne käyvät myös yhteiskoneiksi pienehköille tiloille. Itsekulkevissa sadetuskoneissa suuritehoinen sektorisadetin liikkuu automaattisesti kelkan varassa kuivalla maalla sadettaen puoliympyrän muotoista alaa kulkusuuntaan nähden taaksepäin. (Triipponen 2008, 19.)

5 KASTELULAITTEIDEN TOIMITTAJAT

Seuraavana työssä esitellään kastelujärjestelmien toimittajia ja vertaillaan heidän kastelujärjestelmiensä sopivuutta Kotipellon puutarhaan. Tarkoituksena on löytää sopivin kastelujärjestelmä toimivuutensa kannalta Kotipellon puutarhaan.

5.1 Oy DGT-Volmatic Ab

Oy DGT-Volmatic Ab on vuonna 1989 perustettu suomalainen kasvihuoneautomaatiikkaa ja tekniikkaa maahantuova yhtiö. Kastelu- ja lannoiteannostelua voidaan hallita kokonaisvaltaisesti DGT-Volmaticin laitteilla. (Oy DGT-Volmatic AB 2011.)

Yrityksen tippukastelujärjestelmiä on asennettu kaikkialle Eurooppaan ja ympäri maailmaa. Kasvihuoneisiin asennettu DGT-Volmaticin tippukastelu on lähes aina keskitetty. Tästä syystä tarvitsee käyttää vain yhtä suodatinta ja lannoitesekoittajaa, mikä säästää työvoima- ja laitekustannuksia. Myös paineentasaava tippukastelujärjestelmä on saanut hyväksynnän Suomessa. Tekijät, jotka ovat tehneet kastelujärjestelmästä suosituksen, ovat kastelun tasaisuus ja tukkeutumattomuus. Tippusuuttimia on saatavana 1,1l/h, 2,2l/h, 3,8l/h, 7,8l/h ja 12l/h. Näissä suositeltavana käyttöpaineena on 0,6-3,5 bar. (Oy DGT-Volmatic AB 2011.)

5.1.1 HSV10- ja HS-venttiilit

Altakastelupöydille DGT-Volmatic on kehittänyt HSV10- ja HS-venttiilit. Näillä venttiileillä pöydät voidaan täyttää ja tyhjentää yhden venttiilin avulla. Venttiilit takaavat pöytien tasaisen täytön ja veden annostelun. Venttiileistä on tarjolla useita eri kokoja. Tarpeen mukaan voidaan valita tarkka kasteluaika ja litramäärä. Sulkuventtiilillä, joka on venttiilin yhteydessä, voidaan estää

esimerkiksi tyhjän pöydän kastelu. Liitteessä 1 on esitelty Schetelig-tekniikan luettelo tärkeimmistä kasteluun tarvittavista tarvikkeista. (Oy DGT-Volmatig AB 2011.)

5.1.2 Suuttimet ja sprinklerit

DGT-Volmaticin GWM Super -suuttimia, joissa on sisäänrakennettu kalvo ja suodatin, toimitetaan useita malleja eri tarkoituksiin. Niitä voidaan käyttää sumun luomiseen, kosteutukseen, viilennykseen, hieno kasteluun ja kasteluun. Sisäänrakennettu kalvo tarjoaa useita etuja verrattuna perinteisiin ratkaisuihin. Kalvon tehtävänä on toimia paineensäätöventtiilinä, jonka ansiosta kaikki suuttimet avautuvat ja sulkeutuvat samaan aikaan. Toisena tehtävänä sisäänrakennetulla kalvolla on toimia takaiskuventtiilinä, joka estää ilman pääsyn sumuputkeen. (Oy DGT-Volmatig AB 2011.)

Käytännössä GWM-suuttimet eivät tarvitse huoltoa, koska sisäänrakennettu suodatin estää lian pääsyn suodattimeen ja kastelun aikana värisevä suuttimenneula ehkäisee suuttimen tukkeutumista. Aika ajoin on kuitenkin hyvä huuhdella suuttimet ja muu sumutusjärjestelmä. GWM-suuttimien asennus ja käyttö on taloudellista. Suuttimet käyttävät vain vähän vettä, joten pumppujen ja muun järjestelmän ei tarvitse olla suuria. Järjestelmä on myös helppo asentaa, mikä osaltaan alentaa työvoimakustannuksia. (Oy DGT-Volmatig AB 2011.)

Kiinteän putkiston tai puhaltimien avulla voidaan toteuttaa korkeapainesumutus. Puhallinkäytössä puhaltimiin on asennettu suutinrengas korkeapainesuuttimin. Puhaltimet levittävät kosteuden hyvin tasaisesti huonetilaan. Puhaltimia voidaan lisäksi käyttää ilman sumutusta ilmankierrätykseen. Jos käytössä on kiinteä putkisto suuttimet asennetaan RST-tai HST-putkistoon. Korkeapainesuuttimia on messinki- ja HST-runkoisina. Ne on varustettu tippumisenestoventtiilillä. (Oy DGT-Volmatig AB 2011.)

5.1.3 Kasteluautomaatit

DGT-Volmaticin vastaus viljelijöiden toiveisiin on VA900-kastelusäädin (kuvassa 3). Sillä saadaan selkeä kokonaiskuva kastelusta. Säättöjen tekeminen on nopeaa ja yksinkertaista. Säättöjen tarkastelua ja muutoksia helpottavat selkeä näyttö ja valintapyörä. (Oy DGT-Volmatic Ab 2011.)



Kuva 3. VA900 kastelusäädin (Oy DGT-Volmatic Ab 2011).

VA900 ohjaa kolmea ryhmää, joista jokaisella voi olla seitsemän käynnistyskäskyä. Näitä käynnistyskäskyjä voidaan yhdistellä tarpeen mukaan. Viikko-ohjelma on yksi näistä käskyistä. Viikko-ohjelmalla 28 käynnistystä voidaan jakaa viikonpäivien kesken halutulla tavalla. 16 magneettiventtiiliä ohjaa VA900:aa, kun käynnistys on aktivoitu. Kasteluohjelman nopeus on tärkeää erityisesti silloin, kun kasveja pitää kastella useasti päivässä. VA900-säätimessä on erityinen ominaisuus, jolla ryhmän magneettiventtiilit voivat olla auki rinnakkain ja silti niiden kastelu-aika on yksilöllinen. Oman valinnan mukaan

voi jokaisessa ryhmässä olla ohjelmituna 10 magneettiventtiiliä. Venttiili voidaan poistaa kastelulistalta muuttamatta kuitenkaan sen aikaa. Tämä ominaisuus tekee VA900-säätimestä juostavan. (Oy DGT-Volmatic Ab 2011.)

VA60-8 (kuvassa 4) on edullinen ja korkealaatuinen sekä ennen kaikkea helppokäyttöinen kastelusäädin. Kastelu käynnistyy napin painalluksella ja kasteluaikaa voidaan säätää joka venttiilille erikseen kiertokytkimellä. VA60-8-säätimessä on kello automaattista käyttöä varten, joten halutut kasteluajankohdat voidaan ohjelmoida. VA60-8:lle on ominaista erityisesti se, että sillä on kyky avata joka venttiili eri aikaan. Kytkemällä VA60-8:aan ulkopuolinen anturi, esim. tensiometri tai käynnistyslaatikko, venttiili aukeaa riippumatta muista venttiileistä. (Oy DGT-Volmatic Ab 2011.)



Kuva 4. VA60-8 kastelusäädin (Oy DGT-Volmatic Ab 2011).

5.2 Siemu Oy

Siemu Oy on pieni ja osaava puutarhatekniikkaa valmistava yritys Itä-Suomessa Lieksassa. Yrityksessä voidaan muokata monista tuotteista mittatilaustyönä juuri sopiva kullekin asiakkaalle. Yrityksen tuotteita ovat täyttö- ja kylvölinjat, kuljettimet ja kasteluradat. (Siemu Oy 2009.)

Siemu kasteluradalla saadaan tasainen kastelu koko kasvihuoneen alalle. Kastelupuomin kulkunopeus on 2,5–5 m/minuutissa tai portaaton säätö. Kastelualuetta voidaan säätää pituussuunnassa. Alle 12 metriä leveisiin kasvihuoneisiin asennetaan 1-kiskoinen rata (Kuva 5). Suuriin kasvihuoneisiin, joiden leveys on 12–23 metriä ja pituus maksimissaan 75 metriä, asennetaan 2-kiskoinen rata. Kastelupuomit tehdään 33,7 mm:n teräsputkesta tai 32 mm:n PVC putkesta. Suuttimet ovat 1-tai 3-kärkisiä. (Siemu Oy 2009.)



Kuva 5. 1-kiskoinen rata (Siemu Oy 2009).

5.3 Avagro Oy

Vuonna 1990 perustettu Avagro Oy on erikoiskasvien, kuten vihannesten, perunan ja marjojen viljelykoneisiin ja -laitteisiin erikoistunut yritys. Yritys sijaitsee Laitilassa. Yrityksen tärkeimpiä osaamisalueita ovat kastelu- ja sadetusjärjestelmät niin avomaalle kuin kasvihuoneisiin. (Avagro Oy 2011.)

Automaattiseen kasteluun kasvihuoneissa Avagro Oy:llä on tarjota luotettavia ja helppokäyttöisiä ohjauslaitteita. DC-1S 6051 on paristokäyttöinen valvontajärjestelmä automaattiseen kasteluun. Laite on helppo asentaa ja käyttää ja siihen saa asennettua päivittäisen tai viikottaisen viikko-ohjelman. Sadetusjakson kesto voi olla mitä vain viidestä sekunnista 12 tuntiin. Laitetta ohjaa $\frac{3}{4}$ "–2" venttiiliä, ja se toimii kahdella 9V alkaliparistolla. Laitteen verollinen hinta on noin 200 euroa. (Avagro Oy 2011.)

Verkkovirtakäyttöinen AC-9S 8059 (Kuva 6) on edistynyt valvontajärjestelmä automaattiseen kasteluun. Se on parhaimmillaan monipuolisilla viljelyalueilla ja maisemanhoidossa. Laite on helppo asentaa ja käyttää. Myös tässä valvontajärjestelmässä voidaan valita viikottainen tai jaksottainen ohjelmointi. Jokaiselle venttiilille voi tehdä oman ohjelman. Laitteessa on myös oikosulun tunnistin ja viallisen venttiilin näyttö. Ohjaus tapahtuu $\frac{3}{4}$ "–3" venttiilillä ja laite vaatii toimiakseen 220 VAC – 24 VAC-muuntajan. Laitteen verollinen hinta on noin 200 euroa. (Avagro Oy 2011.)



Kuva 6. AC-9S 8059 Kastelunohjain(Avagro Oy 2011).

5.4 Säätoautomaatiikka

Maailman johtava kasvihuoneiden säätö- ja ohjaustietokoneiden toimittaja on Priva. Priva on erityisesti panostanut helppokäyttöisyyteen. Jotkut viljelijät tarvitsevat käyttöönsä täysin automatisoidun kasvihuoneen ohjelmoinnin. Kattaakseen kaikkien asiakkaiden erilaiset tarpeet, Priva on kehittänyt kolme eri tietokonetyyppiä, Integro: n, Maximizer: in ja NTC: n. Integro soveltuu suuriin tuotantolaitoksiin, Maximizer puolisuuriin, kun taas NTC pieniin tarhoihin. Eli Privan ohjaus- ja säätötietokoneet soveltuvat sekä isoille että pienille viljelmille. (Schetelig Oy 2011.)

Priva Intégro on monipuolinen yleistietokone. Sillä voit ohjata kasvihuoneilmastoa, kastelua, lannoitteiden annostelua, lämpötuotantoa ja energian tallennusta. Kaikki ohjaustoiminnot ovat integroitu toisiinsa. (Schetelig Oy 2011.)

6 KASTELULAITTEIDEN ELINKAARITEHOKKUUS

Elinkaariajattelussa tarkastellaan tuotteen elinkaaren eri vaiheita raaka-ainelähteeltä valmistuksen ja jalostuksen kautta kulutukseen sekä käytön jälkeen tapahtuvaan hyötykäyttöön. Hyötykäytöllä tarkoitetaan kierrätystä, energiantuotantoa, raaka-aineen uusiokäyttöä tai loppusijoitusta kaatopaikalle. (Ympäristöministeriö 2011.)

Tavaran tai palvelun koko elinkaaren ajalla syntyvät ympäristövaikutukset kartoitetaan elinkaariarviointimenetelmän avulla. Arviointia voidaan käyttää myös ympäristömerkkien myöntämisen kriteerinä sekä erilaisten järjestelmien ja tuotantovaiheiden vertailuun. Lisäksi elinkaariarviointia voidaan hyödyntää tuotekehityksessä, markkinoinnissa ja tiedottamisessa. (Ympäristöministeriö 2011.)

6.1 Ecodesign-direktiivi

Ecodesign-direktiivi määrittelee energiaa käyttävien tuotteiden suunnittelun ja tuotekehityksen vaatimukset. Sen tavoitteena on ympäristönäkökohtien ja elinkaariajattelun integrointi tuotteiden suunnitteluvaiheessa. Direktiivillä edistetään kestävästä kehityksestä parantamalla energiatehokkuutta ja ympäristön suojelun tasoa sekä samalla energiahuoltovarmuutta. Laki sisältää lisäksi energiamerkintää ja energiatehokkuutta sekä siihen liittyvää tarkastustoimintaa koskevat säädökset. (Tukes 2011.)

6.2 Kotipellon puutarhassa huomioitavat asiat

Kasvihuoneeseen asetettavassa kastelusäätimessä tärkein tavoiteltu ominaisuus on energian ja veden säästö. Ilmastonmuutos ja ympäristöasiat vaativat uusia ratkaisuja säästää energiaa ja tuottaa sitä luontoa tuhoamatta. On yhä enemmän tarkasteltava tuotteen elinkaarta myös sen aiheuttamien ympäristösaasteiden ja -päästöjen kannalta. Tuotetta suunniteltaessa on huomioitava kierrätysmahdollisuudet, energiataloudellisuus ja tuotteen aiheuttamien ympäristörasitusten minimointi.

Asettamalla kastelunsäädin kasvihuoneeseen tiedetään tarkkaan, kuinka paljon vettä kuluu. Letkukastelussa vettä kuluu ylimääräistä, koska kastelu on epämääräistä ja perustuu ihmisen arvioimaan vedentarpeeseen. Vesivarojen säästäminen on tärkeää, koska siinä säästää rahaa ja luontoa. Toisaalta kastelunsäädin kuluttaa energiaa vaatimalla verkkovirtaa 230V:a. Kuitenkin vain 15 % kasvihuonetuotannon energiankäytöstä syntyvistä hiilidioksidipäästöistä aiheutuu sähkökäytöstä (Puutarhaliitto 2011).

Suurin osa tarjolla olevista kastelunsäätimistä on pienenkokoisia muovista tehtyjä laitteita. Laite on pitkäikäinen ja sen voi käyttöään jälkeen kierrättää helposti. Osa laitteista toimii paristoilla ja osa verkkovirralla. Laitteen viemä verkkovirta ei kuluta energiaa kuin pienen osan kasvihuoneen kuluista. Kastelunsäätimet ovat elinkaaritehokkaita, koska ne eivät ole kalliita ja niitä käyttämällä säästää vesivaroja. Hyötykäyttö kierrättämällä käytön jälkeen auttaa myös säästämään luonnonvaroja.

Kastelulaite on elinkaaritehokas, koska sillä pystyy hallitsemaan ja säätämään veden kulutusta. Säätimen avulla pystytään käyttämään säästeliäästi vettä, jolloin sitä kuluu vain tarpeellinen määrä. Ohjausyksiköt ja ajastimet pitävät huolta kasteluajoista. Näin voidaan vähentää kasteluveden kulutusta jopa yli 20%. (Rain bird Oy 2010.)

7 PÄÄTELMÄT KASTELULAITTEISTA

Tällä hetkellä Kotipellon puutarhan yhdessä kolmesta kasvihuoneesta on jo valmis kastelurata, joka hoitaa kastelun. Kisko kulkee kasvihuoneessa edestakaisin ja kastelee kasvit, kun se laitetaan manuaalisesti päälle. Kahdessa muussa kasvihuoneessa kastelu tapahtuu letkusta kastelemalla. Kuten jo aiemmin opinnäytetyössä mainittiin (luku 4, s.16), letkukastelusta tulisi luopua aina kun se vain on mahdollista.

Mielestäni kastelulaitteeseen kannattaa ehdottomasti panostaa, koska sen avulla veden käyttöä pystytään hallitsemaan ja se helpottaa viljelijän työtä. Kastelurampin hankinta ainakin yhteen kasvihuoneeseen ja mahdollisesti myöhemmin vielä kolmanteenkin olisi kannattavaa, koska työ helpottuisi oleellisesti. Kastelulaitteisiin panostaminen olisi kannattavaa sekä kasvien että viljelijöiden kannalta. Kastelu on tasaisempaa ja riittävää kasveille, kun kastelulaite olisi automaattinen ja tarkkaan säädeltävissä. Letkulla kastelussa on aina vaarana, että kastelija ei kastele tarpeeksi kasveja tai että kasvi tai multa saa liikaa vettä. Tällöin kasvi ei voi hyvin. Myös viljelijän työ helpottuu kun kasteluun ei tarvitse panostaa niin paljon, vaan automaattinen laite hoitaisi työn. Kannatan ehdottomasti automaattisen kastelulaitteen hankintaa, johon voisi tallentaa esimerkiksi viikon kasteluohjelman etukäteen.

Yrityksen kannattaisi tiedustella erityisesti Avagro Oy:n ja Oy DGT-Volmatic Ab:n kastelunsäätimiä. Molemmat firmat omaavat pitkän kokemuksen kastelun automatisoinnista kasvihuoneissa. Avagro Oy:n AC-9S 8059 sopii hyvin Kotipellon puutarhan tarpeisiin. Laite on helppo asentaa ja käyttää. Ja siihen saa asennettua päivittäisen tai viikottaisen kasteluohjelman. Säätölaite maksaa alle 200€. Tähän kannattaa panostaa, koska laite säätelee kastelua, jolloin vettä säästyy. Myös viljelijän työmäärä vähenee.

Oy DGT-Volmaticin vastaava laite VA60-8 on erittäin monipuolinen ja omaa hienoja ominaisuuksia. Kotipellon puutarhan vaatimuksiin riittää kuitenkin Avagro Oy:n yksinkertaisempi laite. Tarkoituksena on helpottaa viljelijän työtä,

ja uskon, että Avagro Oy:n AC-9S 8059 kasteluohjain on yksinkertaisuudessaan parempi pienelle perheyriitykselle.

8 KYLVÖJÄRJESTELMÄT

Toisena tutkimuksen kohteena oli kylvämisen automatisointimahdollisuudet. Kasvihuonesalaattien viljelyssä täytyy siemeniä kylvää noin kaksi kertaa viikossa. Kylvämisessä multaa laitetaan muovialustoihin, joihin on asetettu muoviset ruukut. Tämän jälkeen multa tasoitetaan ja kastellaan, jonka jälkeen jokaiseen ruukkuun kylvetään siemenet. Siementen määrä riippuu siitä, mikä kasvi on kyseessä. Rooman salaattiin laitetaan yksi siemen, kun taas villirucolaan laitetaan siemeniä ripaus. Kylvämisen jälkeen kastellaan taas.

Suomessa kylvöjärjestelmiä kasvihuoneiden tarpeisiin on todella vähän. Kylvöjärjestelmiä Suomessa on lähinnä peltoviljelytarkoitukseen. Italiassa on paljon kylvölaitteita, mutta ne ovat monimutkaisia ja tarkoitettu lähinnä isoille tuotannoille.

8.1 Kylvöjärjestelmien esittelyä

Siemu Oy, joka esiteltiin jo kastelulaitteiden toimittajana, valmistaa myös kylvölaitteita (kuva 7). Täyttölaite täyttää ruukut jättämällä kennon puhtaaksi. Koneella voidaan täyttää kennoja joiden leveys on 30 - 45 cm, ja korkeus on 4 - 10 cm. Kennonsyöttäjä ja ruukkujen latausautomaatti ovat täyttölaitteen edessä. Kennot ja ruukut ladataan koneeseen, ja kone täyttää ja kylvää kennot automaattisesti. Syöttöautomaatti syöttää kennot ruukunpudottajalle (kuva 8), joka pudottaa ruukut kennoon. Ruukunpudottajaa ladataan koko laatikollinen ruukkuja kerrallaan. Ruukunpudotuksen jälkeen kennot jatkavat täyttölaitteelle. Täyttö- ja kylvölinjassa olevalla kylvölaitteella voidaan kylvää pilleröityä siementä. Kylvettävien siementen määrää voidaan valita. Myös puhdasta siementä voidaan kylvää, jos kylvetään useampia siemeniä kerralla. Olin yhteydessä Heikki Turuseen Siemu Oy:stä, ja hän kertoi että kylvölinjan hinta on 4800 euroa + Alv. (Siemu Oy 2009.)

Internetistä löytyi paljon ulkomailla olevia kylvöjärjestelmiä. Erityisesti Italiassa on paljon erilaisia kylvöautomaatteja. Laitteet ovat kuitenkin monimutkaisia ja suuria laitesysteemejä, jotka soveltuvat suureen tuotantomäärään.



Kuva 7. Täyttölaite (Siemu Oy 2009).



Kuva 8. Ruukunpudottaja (Siemu Oy 2009).

9 PÄÄTELMÄT KYLVÖLAITTEISTA

Vaikka kylväminen on Kotipellon puutarhassa aikaa vievää, niin tuotantomäärä on niin pieni, että mielestäni ei ole kannattavaa investoida kalliiseen laitteeseen. Kylvöjärjestelmät on pääasiassa suunniteltu suuriin tuotantomääriin. Koneet ovat usein suuria ja monimutkaisia laitteita. Koska Kotipellon puutarha on pieni perheyritys, jossa tuotantomäärät ovat suhteellisen pieniä, en suosittelen kylvölaitteeseen investointia.

Jos yritys tahtoo sijoittaa kylvämiseen, olisi mielestäni tärkeämpää miettiä, voisiko kylvämiseen miettiä parempia ratkaisuja muun muassa ergonomian kannalta. Kylvämisasento ei ole paras mahdollinen. Kylvämisaikaa voisi muunnella esimerkiksi asettamalla pöytä oikealle korkeudelle.

10 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tutustua erilaisiin vaihtoehtoihin automatisoida kasvihuonetta, jolloin viljelijän työ helpottuisi. Alussa esitellään kasvin kasvutekijöitä, joista saa tärkeää tietoa, mitkä asiat vaikuttavat kasvin hyvinvointiin. Veden tärkeys kasvutekijänä on suuri, joten halusin tutustua kastelun automatisointiin.

Kastelulaitteiden automatisointilaitteita on Suomesta saatavilla hyvin. Yrityksen kannattaisi tiedustella erityisesti Avagro Oy:n ja Oy DGT -Volmatic Ab:n kastelunsäätimiä. Molemmat firmat omaavat pitkän kokemuksen kastelun automatisoinnista kasvihuoneissa. Avagro Oy:n AC-9S 8059 sopii hyvin Kotipellon puutarhan tarpeisiin. Laite on helppo asentaa ja käyttää, ja siihen saa asennettua päivittäisen tai viikottaisen kasteluohjelman.

Kastelulaitteisiin sijoittaminen olisi mielestäni kannattavaa Kotipellon puutarhalle. Oikeanlainen kastelu on kasveille tärkeää. Liiallinen tai liian vähäinen kastelu on haitallista kasville. Kylvämiseen en suosittelisi sijoittamaan ainakaan näin pienillä tuotantomäärillä. Kylvämisen kehittämisessä tärkeämpää olisi keskittyä työergonomiaan.

LÄHTEET

Avagro Oy 2011. Viitattu 2.3.2011 <http://www.avagro.fi/?sivu=tuotteet&id=30&subid=110>

Oy DGT-Volmatic Ab 2011. Viitattu 24.2.2011. <http://www.dgt-volmatic.fi/>

Oy DGT-Volmatic Ab 2011. Merkittävimmät edut. Viitattu 24.2.2011. <http://www.dgt-volmatic.fi/index.html?n=11815&Hiusletkuin>

Oy DGT-Volmatic Ab 2011. Paineentasaava tippukastelujärjestelmä. Viitattu 24.2.2011. <http://www.dgt-volmatic.fi/index.html?n=11816&Paineentasaava>

Oy DGT-Volmatic Ab 2011. Venttiilit. Viitattu 24.2.2011. <http://www.dgt-volmatic.fi/index.html?n=11820&Venttiilit>

Oy DGT-Volmatic Ab 2011. Suuttimet ja sprinklerit. Viitattu 24.2.2011. <http://www.dgt-volmatic.fi/index.html?n=11834&Suuttimet+ja+sprinklerit>

Oy DGT-Volmatic Ab 2011. Kasteluautomaatit. Viitattu 24.2.2011. <http://www.dgt-volmatic.fi/index.html?n=11915&Kasteluautomaatit>

Jaakkonen A & Vuollet A. 2003. Tehokkaasti kasvihuoneesta. 3.painos. Jyväskylä: Gummerus kirjapaino Oy.

Kauppapuutarhaliitto ry 2011. Kasvihuonetuotanto Suomessa. Viitattu 10.1. 2011 <http://www.kauppapuutarhaliitto.fi> > kasvihuonetuotanto Suomessa

Rain Bird Corporation 2010. Viitattu 12.5.2011 www.rainbird.eu

Schetelig Oy 2011. Viitattu 1.5.2011 <http://www.schetelig.com/index.php?290>

Siemu Oy 2009. Kasteluradat. Viitattu 1.3.2011. <http://www.siemu.fi/wb/pages/fi/tuotteet/kasteluradat.php>

Triipponen, J. 2008. Kastelun menetelmät ja mahdollisuudet Suomessa. Vesitalous 4/2008, 30. Viitattu 23.2. 2011 <http://www.mvtt.fi/Vesitalous/arkisto/2008/42008/juhatrii.pdf>

Triipponen, J. 2003. Suomen ympäristö 629. Selvitys Suomen kastelutilanteesta. Viitattu 23.2. 2011 www.ymparisto.fi/julkaisut

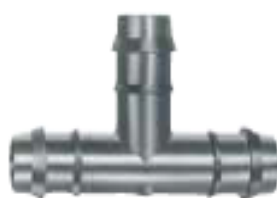
Tukes 2011. Energiamerkinnot ja tehokkuus. Viitattu 27.4.2011. <http://www.tukes.fi/fi/Toimialat/Sahko-ja-hissit/Energiamerkinnot-ja-tehokkuus/>

Ympäristöministeriö 2011. Elinkaariajattelu ja -arviointi. Viitattu 27.4.2011. <http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=83571>

LIITTEET

Liite 1. Schetelig tekniikan luettelo tärkeimmistä kasteluun tarvittavista tarvikkeista

KASTELU		BEVATTNING
Tuotekoodi Schetelig	Tuote	Käyttökohde, lisätietoja
NETAFIM Tikut suutinletkulle / Stieka för munstyeckesslang		
33767	Letkutikku, kulma	Suljetaan kääntäen
33786	Letkutikku, suora	Ei suljettavissa. Ampellit ym.
33791	Letkupidin «33» Netafim	Korvaa perinteisen «koukkupää»-mallin
34014	Nuolsuutintikku 2 l/h	IsoCNL + 4 x haara, PVC suutinletkulla, suljetaan kääntäen
33904	Kulmasuutintikku 2 l/h	IsoCNL + 4 x haara, PVC suutinletkulla, suljetaan kääntäen
33787	Spraytikku (tuotto yksin 22 l/h)	Tulpalla, JCNL kanssa
34089	Paino PE-suutinletkulle	Ampelleille, suljetaan PE-letku taivuttamalla
NETAFIM Suutinletkut liittimiseen / Munstyeckesslangar med kopplingar		
33905	PE-suutinletku 3/8 mm, 100 m/rll	JrCNL ja ruukkusuutin
33977	PVC-suutinletku 3/8 mm, 100 m/rll	Suutintikut, pehmeämpi kuin PE
33887	4-haara, vaaka (CNL-suut.)	Neijäille 3/8 mm suutinletkulle
33908	Suuttimen sulkuhattu, ruskea	5 mm nipalle, sulj. ruukkusuutin, Maxi CNL
33788	T-liitin 5 mm, tuplasähtö suutinletkulle	
33790	Liitin 5 mm, lähtö suutinletkulle	4-haaran (33887 tai 35298) liitos PE-putkeen
33916 -828	Tulppa 5 mm matala, 3/8 mm	Suuttimien jättämiin reikiin PE-putkeen
NETAFIM Liittimet 16 mm PE-putkelle / Kopplingar för 16 mm PE-rör		
33771	PE-putki, 16 mm PN 2,5, 100 m/rll	
34056	Pikaishtöliitin 16 mm	PE-putkelle. Lähtö ohutseinäisestä PE-putkesta, reikä 8 mm
33824 -25	PE-putkiliiitin ulkokierteellä, 16 x 1/2", 3/4" uk	Esim. satulaan
34107	Yhd. lähtö sk-mutterilla, 16 x 3/4" sk	Sis. tiiviste, helposti käsin avattava
33814	Kulmalliitin 16 x 16 mm	
33792	T-liitin 16 x 16 x 16 mm	
33804	Jatkoliitin 16 mm	
33799	Sulkuliitin "8", 16 mm	
33821	Sulkutulppa 16 mm	
33878	Tulppahana 16 x 16 mm	
33844	Tulppahana 16 x 3/4" uk	
NETAFIM Liittimet 20 mm PE-putkelle / Kopplingar för 20 mm PE-rör		
33769	PE-putki, 20 mm PN 2,5, 100 m/rll	Myös vaaleana PN4
34061	Pikaishtöliitin 20 mm	PE-putkelle. Lähtö ohutseinäisestä PE-putkesta, reikä 8 mm
33826 -27	PE-putkiliiitin ulkokierteellä, 20 x 1/2", 3/4" uk	Esim. satulaan
33785	Yhd. lähtö sk-mutterilla, 20 x 3/4" sk	Sis. tiiviste, helposti käsin avattava
33815	Kulmalliitin 20 x 20 mm	
33797	T-liitin 20 x 20 x 20 mm	
33805	Jatkoliitin 20 mm	
33800	Sulkuliitin "8", 20 mm	
33789	Sulkutulppa 20 mm	
33883	Jatkoliitin, supistuva, 20 x 16 mm	
33796	T-liitin 20 x 16 x 20 mm	
33845	Tulppahana 20 x 20 mm	
33893	Tulppahana 20 x 3/4" uk	
	Vastaavia liittimiä rajoitetusti varastossa myös 12 mm ja 25 mm PE-putkille (TR 19310)	

Kulmasuutintikku
VinkelmunstyeckeT-liitin
T-kopplingJatkoliitin
FörlängningskopplingSulkuliitin
SpärrkopplingTulppahana
PropplikranPE-putkiliiitin ulkokierteellä
PE-rörekoppling yttärgängad

KASTELU

BEVÄTTNING

■ Letkut ja liittimet

■ Slangar och kopplingar

Tuotekoodi Schetelig	Tuote	Suutinväli	Pituus	Tuotto	Seinämän vahvuus	Käyttökohde, lähtötoja
NETAFIM Taifun-letkut (pöydille, pedille ja villalle; T25 ulos, max. paine 14–20 M) Taifun-slangar (för bord, bäddar och ull; T25 ut, max. tryck 14–20 M)						
33937	SuperTaifun 125	0,15 m	500 m/kieppi	1,65 l/h	0,31 mm	
33870	SuperTaifun 125	0,15 m	1000 m/kieppi	1,65 l/h	0,31 mm	
33894	SuperTaifun 125	0,20 m	1000 m/kieppi	1,65 l/h	0,31 mm	
33807	SuperTaifun 125	0,25 m	500 m/kieppi	1,65 l/h	0,31 mm	
33868	SuperTaifun 125	0,25 m	1000 m/kieppi	1,65 l/h	0,31 mm	
NETAFIM Streamline-letkut (avomaalle, max 3 % vieto, max. paine 7–8–14 M) Streamline-slangar (för friland, max 3 % slutning, max. tryck 7–8–14 M)						
34104	Streamline 40	0,30 m	4500 m/kieppi	0,84 l/h	0,10 mm	
33923	Streamline 60	0,30 m	2750 m/kieppi	1,05 l/h	0,15 mm	
33954	Streamline 80	0,30 m	2750 m/kieppi	1,05 l/h	0,20 mm	
33917	Streamline 125	0,30 m	1500 m/kieppi	1,05 l/h	0,32 mm	
NETAFIM Tiran-letkut (avomaalle, max 3 % vieto) Tiran-slangar (för friland, max 3 % slutning)						
35293	Tiran 16	0,20 m	400 m/kieppi	2,0 l/h	1,2 mm	
35308	Tiran 16	0,50 m	500 m/kieppi	2,0 l/h	1,2 mm	
NETAFIM DripnetPC-letkut (itsepuhdistuva suutin, painekompensoitu) DripnetPC-slangar (självröjande munstycke, tryckkompenserad)						
34119	DripnetPC 16350	0,30 m	350 m/kieppi	1,0 l/h	0,90 mm	
34120	DripnetPC	0,50 m	350 m/kieppi	1,0 l/h	0,90 mm	
NETAFIM UNIRAM-letkut (itsepuhdistuva suutin, painekompensoitu, jäkittipumaton) UNIRAM-slangar (självröjande munstycke, tryckkompenserad, utan efterdropp)						
35311	UNIRAM 17	0,15 m	400 m/kieppi	1,6 l/h	1,0 mm	
35294	UNIRAM 17	0,30 m	500 m/kieppi	2,3 l/h	1,0 mm	
37715	UNIRAM 16	0,50 m	500 m/kieppi	1,6 l/h	1,0 mm	
NETAFIM RAM-letkut (avomaalle, itsepuhdistuva suutin, rinteisiin, pitkäikäinen, max paine 30–40 m) RAM-slangar (för friland självröjande munstycke, för slutningar, långvarig, max tryck 30–40 m)						
33864	RAM 17D	0,50 m	500 m/kieppi	1,6 l/h	1,0 mm	
33951	RAM 17	0,50 m	400 m/kieppi	3,6 l/h	1,2 mm	
NETAFIM Liittimet tippuletkuille / Kopplingar för droppslangar						
34054	Pikalähtö, kiristettävä Ø 11–12 reikään,					Taifun, Streamline, RAM, myös Ø 16 PE
33820	Pikalähtö renkaalla "universal", painetaan 8 mm reikään					ohutsein. PE
34077	Pikalähtö tiivisteeissä, universal-renkaalla PVC-putkeen painettava Ø 15,5 reikään					
34062	Tiiviste pikalähtöliittimelle (8 mm) Ø 15,5 reikään					PVC (PEH) putkelle
33921	Kierrelähtö universal x %" uk (satulaan)					Tarvitsee renkaan
34069	Jatko (universal 6–25) + renkaat, st-line, taifun					Renkaat mukana
33816	Jatkoliitin Taifun, Streamline, RAMLITE					Tarvitsee kaksi rengasta
34052	Muuntoliitin (univ. 6–25) Taifun x 16 mm					Sis. sin. rengas Universal
34049	Sulku lenkillä + rengas sininen (6–25 universal)					Taifun, streamline
34095	Sulku lenkillä "universal" ilman rengasta					

jatki

Tippuletku
DroppslangRAM-putkiliitin uk
RAM-rörkoppling ygJatkoliitin
FörlängningskopplingSulku lenkillä
Spärr med
länk

KASTELU**BEVATTNING**■ **Letkut ja liittimet**■ **Slangar och kopplingar**

Tuotekoodi Schetelig	Tuote	Käyttökohde	Lisätietoja
NETAFIM	Renkaat (renkaat valitaan letkun mukaan) / Ringar (ringar väljs enligt slang)		
33819	Musta	SuperTalfun 125-150, Streamline 125, Talfun 20	
34057	Valkoinen	Talfun (25) 32-35, RAMLITE	
34096	Musta	Lyhyt "Tavlit" Streamline 60-100	(sinisen renkaan tilalle)
33856	Ram 17 (PE Ø 16 mm) lyhyt rengas musta		Paksuseinäiset putket
34060	Pikaishätkö kiristet. 17 mm RAM Ø 12 reikään		Ei tarvitse rengasta
34110	Kierreishätkö 17 x ½" uk (satulaan)		Ei tarvitse rengasta
34006	Jatkoliitin 17-17 mm	RAM 17, Dripline 2000	Ei tarvitse rengasta
34007	Kulmalliitin 17-17	RAM 17, Dripline 2000	Ei tarvitse rengasta

KASTE LU**Kastelu- ja sumusuuttimet****Coolnet-sumusuuttimet**

Kostutukseen, jäädytykseen ja juurrutukseen kasvihuoneissa. Edullinen, antaa erittäin hienoa sumua (4 bar) paineella. Valmistettu UV- ja kemikaalinkestävistä muovista. Asennus: Riippuva asennus 20 mm PE-putkesta, ei jälkitippumista käytettäessä AD-tipunestoa. Kaikki Coolnet-osat ja putket saatavana vaaleana: vesi pysyy viileämpänä, asennus on valoisa ja siistin näköinen.

BEVATTNING**Munstyeken för bevattning och dimning****Coolnet-dimmunstyeken**

För fuktning, kylning och rotning i växthus. Förmånlig, ger en mycket fin dimma med 4 bars tryck. Tillverkad av UV- och kemikaliebäständigt plast. Montering: monteras hängande från 20 mm PE-rör, ej efterdropp vid användningen av AD-antidropp. Alla Coolnet-delar och rör fås av ljus färg: vattnet hålls svalare och utseendet är till sin fördel.

Tuotekoodi Schetelig	Tuote	Tuotto	Lisätietoja
NETAFIM Micronet-tarvikkeet (liitosnipat, asennustikut, adapterit ym., vakio liitosletku on vaalea SPE Ø 6,5/4 mm) Micronet-tillbehör (skarv, monteringssticker, adapter m.m. standard skarvslang är ljus SPE Ø 6,5/4 mm)			
34774	4 mm nippa, naarasliitos		Lähtö PE-putkeen tai nippana PE Ø 6,5:lle
34789	3/8" kartiokierre, naarasliitos		Lähtö PVC- tai metalliputkeen
34775	M5 kierre, naarasliitos		Lähtö PVC- tai metalliputkeen
34842	4 mm nippa, urosliitos		Lähtö PE-putkeen tai nippana PE Ø 6,5:lle
34809	Tulppa, Micronet uros		Naaraslihdön tulppaus
37313	Jatkonippa Ø 6,5 PE-putkelle		Lähtö- tai jatkonippana PE Ø 6,5:lle
34790	Univ-tikku 30 cm + letku Ø 6,5 46 cm u/n		Gyronet
34783	Putki SPE Ø 6,5 mm 1,2 m u/n-liitos		Gyronet adapterilla 6 tai 8 mm terästikkuun
37311	Univ-adap. sin. Ø 6,5 mm letkulle, Ø 6 mm tikulle		Gyronet
34815	Univ-adap. mus. Ø 6,5 mm letkulle, Ø 8 mm tikulle		Gyronet
34047	Gyr-putki PE Ø 12 mm 1,2 m setti (sisältää nipat)		Gyronet ≥ 200 1,6 mm terästikkuun
34848	Ø 6 terästikku 1,2 m sinkitty		Gyronet
34804	Ø 8 terästikku 1,2 m, sinkitty		Sykon, Powermet
NETAFIM Micronet AD -tipunesto / Micronet AD -antidropp			
34846	AD 15 m tipunesto, sininen, u/n	1,5/0,7 bar	SpinNet
34803	AD 20 m tipunesto, violetti, u/n	2,0/0,9 bar	
34792	AD 30 m tipunesto, vihreä, u/n	3,0/1,5 bar	Coolnet
34801	AD 40 m tipunesto, oranssi, u/n	4,0/1,8 bar	Coolnet
NETAFIM Micronet riippuvat UD-varret (sis. vakainpallon, tipunesto ja liitosnippa PE-putkeen tarvitaan erikseen) Micronet hängande UD-skaft (ttnneh. tyngd, antidropp och skarv till PE-rör behövs separat)			
34081	UD varsi, 15 cm vaalea u/n		SpinNet, Coolnet
34772	UD varsi, 30 cm vaalea u/n		SpinNet, Coolnet
34757	UD varsi, 60 cm vaalea u/n		SpinNet
34788	UD varsi, 90 cm vaalea u/n		SpinNet
37312	Vakainpallio micronet vaalea		
NETAFIM Coolnet-sumusuuttimet / Coolnet-dimmunstyeken			
37315	Coolnet 4 x 5 l/h + AD30 + 15 cm varsi 4 mm nipalla		
34851	Coolnet 4 x 7 l/h + AD30 + 15 cm varsi 4 mm nipalla		
34811	Coolnet 4 x 7 l/h + AD40 tipunesto, urosliitos		
34814	Coolnet 4 x 7 l/h, urosnipalla		
34843	Coolnet-umpsiutin		
37995	T-Coolnet 2 x 5 l/h + AD30 + 15 cm varsi 4 mm nipalla		
34840	T-Coolnet 2 x 7 l/h, urosnipalla		
NETAFIM Muunto-osat Micronet - DAN, työkalut / Ändringsdelar för Micronet - Dan, verktyg			
34735	Muuntolaitin Dan/Neta sisä/sisä liitos, tarvitaan, kun Coolnet vaihdetaan Danin tilalle		
34086, 37716	PE-putken rei'ittäjä tukeva pihti tai painettava 3 mm, tekee sopivan reiän 4 mm liitososalle		



Coolnet

Coolnet



KASTELU**■ Sprinklerit**

Sprinklerit kasteluun avomaalle, hallantorjuntaan, jäähdytykseen, kemikaalien levitykseen jne.

SuperNet® on sopiva tarkkaan kasteluun tai jos maasto on kaltevaa. SuperNet on painekompensoitu, joten tuotto on vakio painealueella 1.7–4.5 bar. Sadetus Ø 0,7–8,0 m välillä mallista riippuen. Erityisesti SuperNet sopii hedelmäpuille ja muille kasveille, jotka vaativat tehokkaan ja tarkan kastelun. Yleisin asennustapa on tikun kanssa, mutta myös riippuva asennus on mahdollinen. Sopivalla suuttimella sadetettava alue voidaan rajata kapealle penkille tai halutun kokoiseksi yhtenäiseksi alueeksi. Avomaan asennukset ovat tyypillisiä, mutta SuperNet sopii myös kasvihuoneisiin mm. luomulle penkkiin.

PowerNet ja R2000-sarjat sadettimet ovat keskikokoluokkaa, kevyitä mutta silti tehokkaita. Sopivat kasteluun avomaalle, hallantorjuntaan, jäähdytykseen, kemikaalien levitykseen jne.

BEVATTNING**■ Sprinklers**

Sprinklers för bevattning på friland, frostbekämpning, kylning, spridning av kemikalier o.s.v.

SuperNet lämpar sig för en exakt bevattning eller då terrängen är sluttande. SuperNet är tryckkompenserad, så dess flöde är konstant inom tryckområdet 1.7–4.5 bar. Bevattningsdiametern är mellan 0,7–8,0, beroende på modell. Speciellt lämpar sig SuperNet för fruktträd, och övriga växter som kräver en exakt och effektiv bevattning. Det vanligaste monterings sättet är med stöcka, men en hängande montering är även möjlig. Med lämpligt munstycke kan man begränsa bevattningsområdet för en smal odlingsbänk eller ett önskat helhetsområde. Montering för friland är mest vanligt, men SuperNet passar även för växthus, t.ex. för ekologisk odling i bänk.

PowerNet och R2000-seriernas sprinklers är medelstora, lätta men effektiva. De lämpar sig för bevattning på friland, frostbekämpning, kylning, spridning av kemikalier etc.

Tuotekoodi Schetelig	Tuote	Sade # / asennus korkeus m	Liitätoja
NETAFIM Sprinklerit ja tarvikkeet / Sprinklers och tillbehör			
34744	SuperNet SRD/SR 90, oranssi, 90 l/h	2,0/0,2	Lippa pois → Ø 6,0 m
34740	SuperNet Jet 90/180°, oranssi, 90 l/h	6,0/0,2	Puoliympyrä
34745	Supernet muovitikku 40 cm		Liitosletku erikseen
34853	SuperNet adapteri Ø 6 mm tikulle		Liitosletku erikseen
34094	PowerNet 15°, valkoinen/violetti ½" uk, 180 l/h	15,0/1,0	Myös painekompensoituna
34078	PowerNet 15°, sininen/violetti ½" uk, 235 l/h	15,0/1,0	Myös painekompensoituna
	R2000 24° ½"uk, tehokas spr (340–900 l/h)	18–24/1,0	Myös painekompensoituna
34737	Syklon N-95 ¾"uk, 23 asteen kulma		Suuttimet erikseen, ¾" uk
34748	Syklon N-85 ½"uk, 23 asteen kulma		Suuttimet erikseen, ½" uk
34750	Syklon Banet ½"uk, 14 asteen kulma		Suuttimet erikseen, ½" uk
34743	Putki ½" sk / PE Ø 12 mm 1,2 m setti sisältä k-lähtö		Liitetään 8 mm tikkuun, powernet, syklon
34791	Kartioliähtö PE-jakoputkeen (8 mm reikä)		GyroNet/PowerNet PE Ø 12 mm (8 mm) putki
34782	Tulppa 8 mm kartioliähdölle		
34785	Kartioliähtönippa Ø 12 PE-putkeen		Liitetään kartioliähtöön 34791
34787	Kartioliähdön asennustyökalu		
	Syklon-etusuutin	2,25–5 mm / 315–2000 l/h	
	Syklon-takasuutin	0–1,5–2,2 mm (315–2000 l/h)	
34784	Syklon-suuttimen työkalu		Kiinnitys ja irroitus
34738	Muhvi ½" pitkä, vahva, N-85 liittämiseen		
34746	Muhvi ¾" pitkä, vahva, N-95 liittämiseen		
34848	Ø 6 terästikku 1,2 m sinkitty		GyroNet, SuperNet
34804	Ø 8 terästikku 1,2 m sinkitty		Syklon, PowerNet
NETAFIM Työkalut / Verktyg			
34086, 37716	PE-putken reiättäjä tukeva pihti tai painettava 3 mm, tekee sopivan reiän 4 mm liitososalle		
33832, 34018	Reikätyökalu Ø 7,5 tai 8,2 mm, mm. kartioliähtönipalle sopiva reikä		PE ohutsein. Ø 25–50 mm



Schetelig

KASTELU

Kastelu- ja sumusuuttimet

Netafim Micronet -kastelu ja -sumusuuttimet

Netafim Micronet -tuotteet soveltuvat kasteluun, viilennykseen ja kostutukseen kasvihuoneissa, taimistoissa, puistoissa, hedelmätarhoissa, avomaalla jne. Sadettimet on tehty sään- ja kemikaalinkestävästä muovista, ne on tarkoitettu ammattikäyttöön. Vaalea väri pitää veden viileämpänä, on huomaamaton ja valoisa. Asennus on helppoa, ei tarvita erikoistyökaluja. Tarvikkeet ovat kevyitä, asennus voi olla riippuva tai tikun kanssa maahan. Micronet-osat liitetään painettavilla kitkaliitoksilla, joten työ on nopeaa ja muutokset helppoja.

GyroNet™-sadettimia on laaja valikoima lähtien 27 l/h aina 300 l/h asti. Sadetus Ø voidaan valita. Yleisin asennustapa on tikun kanssa, mutta myös riippuva asennus on mahdollinen. Sopivalta suuttimella sadetettava alue voidaan rajata kapealle penkille tai halutun kokoiseksi yhtenäiseksi alueeksi. Erilaiset avomaan asennukset ovat tyyppisiä, mutta Gyronet sopii myös kasvihuoneisiin.

SpinNet™-sadettimet sopivat kasvihuoneisiin, taimistoihin jne. Etuna tasainen sadetus esim. pöydille tai rajatulle alueelle. Suuttimet asennetaan riippumaan 20 mm vaaleaan PE-putkeen, suutinasetelma on jälkitippumaton. Lisäämällä SD-nipan SpinNet-suuttimeen saadaan tasainen pisarajakautuma yhden rivin kastelualueelle.

Micronet AD -tipunesto estää jälkitippumisen, tuloksena tasainen kastelu ja sumutus, sisältyy vakiona riippuviin UD-varsiin.

BEVATTNING

Munstyeken för bevattning och dimning

Netafim Micronet bevattnings och -dimmunstyeken

Netafim Micronet -produkterna lämpar sig för bevattning, kylning och fuktning i växthus, plantskolor, parker, fruktträdgårdar, på friland etc. Sprinklerna är gjorda av vädertåligt och kemikallebeständigt plast, och är avsedda för professionellt bruk. Den ljusa färgen håller vattnet svalare, och den är diskret. Monteringen är lätt, man behöver ej specialverktyg. Delarna är lätta, monteringen kan vara hängande eller med sticka i marken. Micronet-delarna trycks ihop, sålts monteringsarbetet går snabbt och ändringar är lätta att göra.

Det finns ett brett sortiment GyroNet™-sprinklers från 27 l till 300 l. Man kan välja bevattnings Ø. Det vanligaste monterings sättet är med sticka, men även en hängande montering är möjlig. Med lämpligt munstycke kan man begränsa bevattningsområdet för en smal odlingsbänk eller ett önskat helhetsområde. Montering för friland är mest vanligt, men GyroNet passar även för växthus.

SpinNet™-sprinklers lämpar sig för växthus, plantskolor etc. Fördelen är en jämn bevattning på t.ex. bord eller ett begränsat område. Munstycken monteras hängande fast på 20 mm ljus PE-rör, munstyckessetet är utan efterdropp. Genom att montera en SD-nippel på SpinNet-munstycket får man en jämn droppspridning på en rads bevattningsområde.

Micronet AD -antidropp förhindrar efterdropp, som resultat får en jämn bevattning och dimning, är som standard i hängande UD-skaft.

Tuotekoodi Schetelig	Tuote	Sade Ø / asennus korkeus m	Liittäjä
NETAFIM Netafim Micronet -kastelu ja -sumusuuttimet / Netafim Micronet bevattnings och -dimmunstyeken			
38684	GyroNet SRD -sprinklerpää 70 l/h	1,8/0,2	Lippa pois → Ø 5,5 m
34841	GyroNet LRD -sprinklerpää 70 l/h	1,0/0,2	Lippa pois → Ø 7,5 m
34816	GyroNet LR -sprinklerpää 70 l/h	7,5/0,2	
34742	GyroNet SRD -sprinklerpää 120 l/h	1,8/0,2	Lippa pois → Ø 6,5 m
34773	GyroNet LR -sprinklerpää 120 l/h	8,5/0,2	
34768	GyroNet LR -sprinklerpää 150 l/h	9,5/1,0	
35382	GyroNet HF -sprinklerpää 200 l/h	10,0/1,0	
34046	GyroNet HF + 1,2 m Ø 12 + nipat 250 l/h	10,0/1,0	Setti Ø 6 mm tikulle
34805	SpinNet 070 musta/harmaa 70 l/h	6,0/1,8	
34854	SpinNet 120 punainen/harmaa 120 l/h	8,5/1,8	
34802	SpinNet 160 ruskea/vihreä 120 l/h	9,0/1,8	
34798	SpinNet 200 keltainen/harmaa 200 l/h	9,0/1,8	
37711	SN-SD200-set keltainen/keltainen/harmaa + 15 cm 120 l/h	7,5/1,8	Liitos 4 mm nipalla
35384	SD 090/050 nippa, oranssi		SpinNetin kanssa tunnelit, pöydät
34844	SD 120/070 nippa, punainen		SpinNetin kanssa tunnelit, pöydät
	SD 160/090 nippa, ruskea		SpinNetin kanssa tunnelit, pöydät
34845	SD 200/120 nippa, keltainen		SpinNetin kanssa tunnelit, pöydät

SD-mallissa nippaluku ilmoittaa suuttimen nimellivirtauksen ja uuden todellisen virtauksen l/h



GyroNet sadettaa
GyroNet bevattnar



GyroNet



SpinNet sadettaa
SpinNet bevattnar



SpinNet

Schetelig

KASTELU**Venttiilit****Magneettiventtiilit korroosionkestävää muovia**

AquaNet Plus® -venttiilit sopivat kastelun ja sumutuksen ohjaukseen kasvihuoneissa ja avomaalla. Laaja paine- ja virtausalue, käsi käyttö vakiona, saatavana sisäänrakennetulla paineenalennimella. Nopea toiminta, hyvin vähäinen virrankulutus, DC-mallit toimivat paristolla. AquaNet-venttiilit saatavana myös paristokäyttöisinä DC-malleina (rajattu varasto).

Tuotekoodi
Schetelig

**Netafim-venttiilit ja varaosat / Netafim-ventiler och reservdelar**

34115	Netavent ¾", 24 V AC
34116	Netavent 1", 24 V AC
34269	Aquanet, 1½", 24 V AC, (Kulmamalli 34106), muovi
34270	Aquanet, 2", 24 V AC, muovi
34224	Aquanet paineenalennimella, 1½", 24 V AC, muovi
34224	Aquanet paineenalennimella, 2", 24 V AC, muovi
34053	Aquanet, 1", DC, muovi
39808	Aquanet, 1½", DC, muovi
34100	Aquanet, 2", DC, muovi
39809	Aquanet paineenalennimella, 1½", DC, muovi
34092	Aquanet paineenalennimella, 2", DC, muovi
34265	Kela Aquanet ¾-1" 24 V AC
34243	Kela Aquanet 1½-2" 24 V AC
37834	Kela Aquanet 1½-2" 24 V DC
34097	Painesäädin Aquanet 1½-2"

Bermad-venttiilit ja -varaosat / Bermad-ventiler och reservdelar

34202	Bermad, ¾", 24 V AC, muovi (musta)
34203	Bermad, 1", 24 V AC, muovi (musta)
34204	Bermad, 1½", 24 V AC, muovi (musta)
34205	Bermad, 2", 24 V AC, muovi (musta)
34238	Kalvo Bermad ¾-1"
34239	Kalvo Bermad 1½-2"
34213	Kela Bermad 24 V AC, punaiset johdot
34215	Kela Bermad 24 V DC (tasavirta), mustat johdot

Miracle-kasteluohjain AC- tai DC-malli / Miraele-bevättningsreglerare AC- eller DC-modell

39804	Miracle plus -4 AC, ohjaa 4 venttiiliä
39806	Miracle plus -9 AC, ohjaa 9 venttiiliä
39805	Miracle plus -4 DC, ohjaa 4 venttiiliä
39807	Miracle plus -9 DC, ohjaa 9 venttiiliä
34267	Aquapro, ¾", paristokäyttöinen kasteluohjain
34271	Aquapro, 1", paristokäyttöinen kasteluohjain

jatkuu



Netavent mg-venttiili
Netavent mg-venttiil



Aquanet



Miracle Plus



Aquapro

KASTELU

BEVATTNING

■ Venttiilit

■ Ventiler

Tuotekoodi Schetelig	Tuote
-------------------------	-------

Käsiikäyttöiset venttiilit / Manuella ventiler

34194	Palloventtiili, ½", sk, messinki
34195	Palloventtiili, ¾", sk, messinki
34196	Palloventtiili, 1", sk, messinki
34198	Palloventtiili, 1½", sk, messinki
34237	Palloventtiili, 2", sk, messinki
34252	Pohjaventtiili sihdillä, 2", sk, messinki
34261	PVC-palloventtiili, ¾", sk, toinen pää purettava, PVC
34250	PVC-palloventtiili, 1", sk, toinen pää purettava, PVC
34251	PVC-palloventtiili, 1½", sk, toinen pää purettava, PVC
34253	PVC-palloventtiili, 2", sk, toinen pää purettava, PVC
34199	Luistiventtiili, musta, ¾", säätöön, sk, muovi
34248	Luistiventtiili, musta, 1", säätöön, sk, muovi
33890	Linjahana, punainen, 6-6 mm, kourukastelu, uros, muovi