



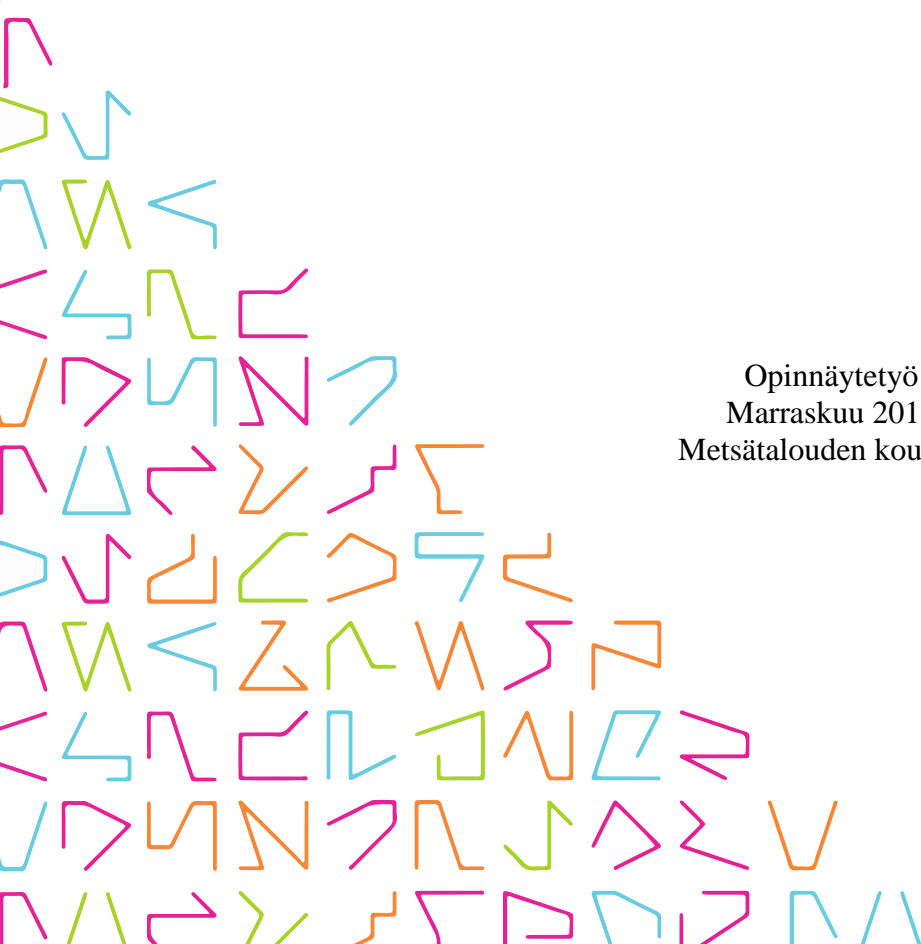
TAMPEREEN
AMMATTIKORKEAKOULU

METSÄTAIMITUOTANTOTEKNOLOGIA 2018

Teknologisten muutosten hyödyntäminen ja niihin
suhtautuminen Suomen metsätaimituottajien parissa

Kasper Kovanen

Opinnäytetyö
Marraskuu 2018
Metsätalouden koulutus



TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Metsätalouden koulutus

KOVANEN, KASPER:

Taimituotantoteknologia 2018

Teknologisten muutosten hyödyntäminen ja niihin suhtautuminen Suomen metsätaimtuottajien parissa

Opinnäytetyö 80 sivua, joista liitteitä 12 sivua
Marraskuu 2018.

Tällä hetkellä yksi metsäpolitiikan tavoitteista on metsäteollisuuden ja -talouteen liittyvien toimintojen digitalisoiminen, toimintojen tehostaminen ja parantaminen teknologian avulla. Metsäalalla metsätaimien tuottaminen ja kasvatusta ovat alue, jolla automaation lisäämistä on hyödyllistä tutkia ja kehittää.

Tämän opinnäytteen tarkoituksena oli selvittää joidenkin metsätaimtuotantoon liittyvien työvaiheiden työllistävyyttä, metsätaimtuottajien käsitystä oman tuotantonsa automaation asteesta ja näkemystä erilaisten, uusien menetelmien käyttöönoton tarpeellisuudesta. Kysely laadittiin internetpohjaiselle alustalle. Linkki kyselyyn lähetettiin huhtikuussa 2018 suurimpien taimiyhtiöiden edustajille. Kyselyn vastaukset analysoitiin ja havainnoidtiin syy-seurausperiaatteen mukaisella vertailulla, jonka perusteella tehtiin johtopäätöksiä kyselyn vastauksista.

Vastaajat pitivät sekä teknologisessa että taloudellisessa mielessä tarpeellisena sekä erityisesti mahdollisena, että tuotannon vaiheita työsuorituksineen olisi mahdollista automatisoida edelleen. Työvoiman määrä vaikutti osittain siihen, kuinka tarpeellisena vastaajat kokivat tehtävien automatisoinnin. Suurin osa vastaajista oli sitä mieltä, että he voisivat ainakin jossain määrin rakentaa tai lisätä tarhoilleen toimitiloja, joissa on käytössä uudenlaisia menetelmiä ja tekniikoita. Vastaajilla oli jopa valmiutta tilojen uudelleenrakentamiseen uusien menetelmien ja tekniikoiden käytön mahdollistamiseksi. Suurin osa kyselyyn sisällytetyistä menetelmistä miellettiin jollakin tavalla tarpeellisiksi.

Asiasanat: metsätaimi, taimituotanto, teknologia, automatisaatio, innovaatio, menetelmät, metsätalous

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme of Forestry

KOVANEN, KASPER:

Seedling production technology 2018

Utilization of Technological Changes and Attitudes towards Them among Finnish Seedling Producers

Bachelor's thesis 80 pages, appendices 12 pages
November 2018

Currently, one of the goals of forest policy is digitalization and improving functions with technology in the fields of forest industry and forestry. In forestry, increasing automation in production and growing of seedlings can be one of the interests.

The aim of this thesis was to find out about some aspects of the seedling production, for example, how laborious the work stages are, what kind of impressions the seedling producers have about the level of automation in their own production and how they perceive the need to put new kinds of different methods into operation. A link to survey was sent to representatives of largest seedling producers in April 2018. Replies of this survey were analyzed and observed by comparison based on cause-result principle.

According to the results, the respondents saw it necessary, both from a technological and economical point of view that it is both necessary and possible that production and its work stages could be automated further. The need for automation for partially influenced by the size of the work force. The majority of respondents stated that s they could, at least on some level, build or build more space and estates using new kinds of methods and techniques. Respondents had even readiness to renew whole estates, in order to make use of the new kinds of methods and techniques in gardens functions possible. Most of the methods presented were perceived as necessary on some level.

Key words: seedling, seedling production, technology, automation, innovation, methods, forestry

SISÄLLYS

1. JOHDANTO.....	6
2. SUOMALAINEN METSÄTAIMITUOTANTO.....	7
2.1. Metsätaimituotannon historiaa.....	7
2.2. Metsätaimituotanto tällä hetkellä.....	8
2.3. Metsätaimien tuottaminen.....	9
2.3.1 Taimien tuottamisprosessi ja kasvatusvaiheet	10
3. METSÄTAIMITUOTANNON KEHITYSTYÖ, TULEVAISUUDEN ODOTUKSET	14
3.1. Taimien tarve	14
3.2. Taimituotannon tekninen kehittyminen ja alan hankkeita lähivuosilta ...	14
3.3. Mahdolliset, tähän mennessä ehdotetut taimituotannon tutkimuskohteet 16	
4. KYSELYSSÄ ESITETTYJEN MENETELMIEN JA INNOVAATIOIDEN TEORIA	18
4.1. Kyselylomakkeessa kysytyt tekniikat ja menetelmät	18
4.1.1 Monikerroskasvatus eli vertikaaliviljely/kerrosviljely.....	18
4.1.2 Led-valojen käyttö	20
4.1.3 Taimien mekaaninen heiluttaminen	23
4.1.4 Exoskeleton eli ulkoinen tukiranka.....	24
4.1.5 Konenäkö	25
4.1.6 Esineiden internet.....	27
4.2. Automaatiosta	28
4.2.1 Automaation idean perusta.....	28
4.2.2 Huomioon otettavat asiat automatisoinnissa.....	29
4.2.1 Automatiikan soveltaminen metsätaimituotannossa, käytetyt koneet ja laitteet	30
4.3. Robotiikka.....	33
4.3.1 Robotiikan käyttö ja kokeilut metsätaimituotannossa	35
5. KYSELY, HYPOTEESI	37
5.1. Hypoteesi ja kyselylomake.	37
5.2. Analyysi kyselyn vastauksista.	37
5.2.1 Menetelmien käyttö ja niiden tarve.....	38
5.2.2 Vastausten tulkinta, menetelmät.	40
5.2.3 Vastausten tulkinta, mahdollisuudet, yrityskoko ja maantieteellinen sijainti.	41
5.3. Kysymykset ja vastaukset.....	42
5.3.1 Teknologiaan liittyvät kysymykset	42
5.3.1 Automatiikan käyttö ja sen sovellutukset tällä hetkellä.....	43

5.3.2	Kysymykset menetelmistä	45
5.3.3	Tuotantosuoritteiden täysi tai mahdollisimman pitkälle viety automatiikka	46
5.3.4	Kysytyjen menetelmien käyttöönotto taimituotannossa	48
5.3.5	Työvaiheiden edelleen automatisoinnin mahdollisuus	50
5.3.6	Teknologian tuomat muutokset.....	51
5.3.7	Teknologiaan ja työllistävyyteen liittyvät kysymykset.....	52
5.4.	Yritykseen liittyvät tiedot	54
5.5.	Yrityskoon muutokset.....	54
5.6.	Yrityksen henkilöstömäärä yhteensä vuodessa.....	55
6.	POHDINTA.....	57
	LÄHTEET.....	60
	LIITTEET	68
	Liite 1. KyselyNetti.com-lomakkeen Word- pohja. 1(12).....	68

1. JOHDANTO

Kehitys on osoittanut, että mitä enemmän jotakin työtä saadaan tehostettua tai helpotettua tekniikan avulla, sitä parempi on työn tuotos. Lisäksi aikaa ja työvoimaa saadaan säästettyä ja ohjattua muihin tehtäviin.

Teknologian sekä talouden ja yhteiskunnan muutokset koskettavat myös metsäalaa. Metsätaimien tuottaminen ja kasvattaminen ovat yksi alue, jolla teknologian tuomia mahdollisia hyötyjä on hyvä pohtia ja selvittää. Tämä tuotannon automaatio ja yleisesti teknologian kehitykseen liittyvät asiat innoittivat osiltaan minua tekemään tämän opinnäytetyön.

Metsätaimituotantoa ja siihen kuuluvia töitä on aikojen saatossa tehostettu tekniikan avulla, unohtumatta kuitenkin, että myös luonto sanelee ehtonsa sille, minkä laatuista taimia voidaan tietyillä menetelmillä ja keinoilla saada. Metsätaimien tuottamisessa on käytetty tekniikkaa siten kuin se on ollut soveltuvaa, ja työntekijätarvetta on joissakin tehtävissä saatu vähennettyä. Tuotannon automaatiota on kuitenkin edelleen mahdollista lisätä ja kehittää.

Tämän opinnäytteen tarkoituksena on kartoittaa joidenkin metsätaimituotantoon liittyvien työvaiheiden työllistävyyttä, metsätaimituottajien käsitystä oman tuotantonsa automaation asteesta ja kokemusta erilaisten, muun muassa metsätaimituotantoon liittyvissä tutkimuksissa mainittujen menetelmien tarpeellisuudesta. Metsätalouden ja metsäteollisuuden sektoreilla on pohdittu ja tutkittu paljon digitalisaation mahdollisuuksia toiminnan helpottamiseksi ja tehostamiseksi, joten on paikallaan selvittää, millaisia mahdollisuuksia digitalisaatiolla voisi metsätaimien tuotannon tehostamisella olla.

Luvussa 2 käsitellään perusasiat suomalaisesta metsätaimituotannosta: sen historiaa tähän päivään asti ja miten taimia tuotetaan. Kolmannessa luvussa käsitellään metsätaimituotantoon liittyviä ideoita, kehitystöitä ja hankkeita, joita on pohdittu ja osin myös toteutettu. Neljännessä luvussa käsitellään joitakin kyselylomakkeessa mainittuja menetelmiä, joista mainittiin kolmannen luvun tutkimuksissa, sekä yleisesti automaatioon ja robotiikkaan liittyviä seikkoja. Viidennessä luvussa on hypoteesi keväällä 2018 kyselyyn osallistuneiden metsätaimituottajien vastauksista. Samassa luvussa esitetään kyselyn tulokset sekä analyysiä vastauksista. Kuudennessa luvussa on pohdintaa aiheesta.

2. SUOMALAINEN METSÄTAIMITUOTANTO

2.1. Metsätaimituotannon historiaa

1950-luvulta lähtien, kun metsäpolitiikan tavoitteena oli puuntuotannon tehostaminen, alettiin tehostaa ja tukea metsätaimituotantoa. Taimitarhakoot kasvoivat ja keskittyivät ja kasvatuksesta tuli entistä suunnitelmallisempaa sekä ammattimaisempaa toimintaa aiempaan verrattuna (Tasanen 2010, 35–41, 51–60, 63–68.). Metsätaimituotanto oli tällöin paljon laajempaa tuotantomäärien suhteen kuin nykyään, huippuvuosina se oli noin 240 miljoonaa tainta vuodessa (Asikainen 2005, 34).

1990-luvulle tultaessa lainsäädäntö tarkentui uudistamisvelvoitteiden osalta. Mäntyä ei haluttu enää istuttaa ja kylvää suuria määriä. Asenneilmasto metsätalouden toimintaa kohtaan muuttui, jolloin ei koettu tarvetta enää tuottaa yhtä suuria määriä taimia (Tasanen 2010, 129-131.). Muutos aikaisempaan, 1950– lukuun verrattuna näkyy myös siinä, että paljasjuuritaimia, joita alun perin kasvatettiin, kasvatetaan nykyään enää häviävän vähän, ja paakkutaimet ovat nousseet valtavirtaan 1980– luvulta lähtien. Muutokseen vaikuttaa se, että paakkutaimia oli helpompi käyttää pottiputkin tehtävissä istutuksissa, ja kyseisen työvälineen käyttö oli lisääntymässä. Ennen kaikkea pottiputki tehosti istutustyötä ja samalla istutuskustannus/taimi laski. Lisäksi paakkutaimia sai kasvatettua nopeammassa ajassa paljasjuuritaimitiin verrattuna (Tasanen 2010, 100, 139.). Kuvassa on 1 nykyaikaisen taimitarhakentän maisemaa.

Metsätaimia tuottivat alun perin metsäyhtiöiden lisäksi myös Metsähallitus ja piirimetsälautakunnat, tosin näiden kahden edellä mainitun roolia ei pidetty sopivina niiden viranomaisluonteen takia. Oli helppoa suunnitella ja toteuttaa saman organisaation sisällä hakkuut, uudistamistoimenpiteet ja näiden pohjalta arvioida tuotettavien taimien määrä omalla taimitarhalla. Se ei kuitenkaan aiheuttanut alalla kilpailua, ja taimien ja uudistamistöiden hinnoittelu pysyi näin korkeana. Osa tarhoista oli tuottavia, mutta oli myös heikosti tuottavia tarhoja (Tasanen 2010, 129–133.).



KUVA 1. Taimikenttä ja kastelulaite edustavat omalla tavallaan muutosta, mitä taimituotannossa on tapahtunut aiempaan verrattuna (Kaihlanen 2013).

1990-luvulle tultaessa taimitarhoja alettiin yhtiöittää. Tavoitteena oli eriyttää liiketoiminta-alueet viranomais- ja edistämistehtävistä. Seurauksena oli, että alan toiminta tehostui kannattamattomien tarhojen karsiutuessa pois ja aikaisempiin ”runsaudensarvien vuosiin” verrattuna käyttöpääomaa ei ollut yhtä paljon, vaan tarhojen ja yhtiöiden piti tulla toimeen pienemmillä resursseilla. Tosin yksityistämisen ja sen kautta syntyneen kilpailun on mainittu muokanneen taimituotantoalaa erittäin merkittävästi (Tasanen 2010, 129–133.). Tämä muutos jatkuu vielä tälläkin vuosikymmenellä (Kaihlanen, 2013 & 2015).

2.2. Metsätaimituotanto tällä hetkellä

Vuotuinen metsätaimien tuotanto on tällä hetkellä Suomessa noin 150-160 miljoonaa tainta (Asikainen, 2005, 34), joista 2/3 on kuusentaimia, 1/3 mäntyä, 1/20 rauduskoivua. Suurin osa metsätaimista tuotetaan suurimpien taimiyhtiöiden tarhoilla. Myös pieniä määriä siperianlehtikuusta ja tervaleppää tuotetaan, pienimmillä tarhoilla myös niin sa-

nottuja erikoispuita, kuten joulukuusia. Tuotannoltaan merkittävimpiä metsätaimantuottajia tämä päivänä ovat Fin Forelia Oy, Taimi-Tapio Oy, Pohjan Taimi Oy, Mellanå Plant Oy, Partaharjun puutarha Oy ja UPM Metsä Oyj (Joroisten taimitarha). Kukin taimitarha tuottaa noin 17-30 miljoonan tainta vuodessa (Kaihlanen 2017; Taimi-Tapio Oy 2017; Fin Forelia Oy 2018; Mellanå Plant Oy 2018; Partaharjun puutarha 2018; UPM 2018.). Yritysten liikevaihto vaihtelee paria poikkeusta lukuun ottamatta pääosin 3-4 miljoonan euron välillä (Kauppalehti 2018).

Nykypäivän metsätaimituotannossa paakkutaimikasvatus on valtavirtaa. Kasvatuksen alkuvaiheessa hyödynnetään muovihuoneita, tämän vaiheen jälkeen taimet karaistaan ulkokasvatuskentillä pakkasvarastointia tai ulkona tapahtuvaa talvivarastointia varten (Luonnonvarakeskus 26.3.2018.).

Metsätaimituotannon siemenet saadaan joko jalostamattomina metsikkösiemeninä uudistushakkuiden yhteydessä tai jalostettuina siemeninä metsäpuiden siemenviljelyksiltä, joissa siemenet on kerätty emopuista, jotka risteytyessään ovat ajan saatossa, metsänjalostuskokeiden kautta osoittautuneet parhaiksi tuottamaan laadullisia jälkeläisiä (Luonnonvarakeskus 26.3.2018 ja 27.3.2018). Riippuen puulajista, jalostetuilla siemenillä on saatu 10-30 % lisää tilavuuskasvua jalostamattomaan siemeneen verrattuna (Kjellberg 2017). Noin 75 % metsänviljelyyn tuotetuista taimista kasvatetaan Suomessa jalostetuista siemenistä (Luonnonvarakeskus 26.3.2018 ja 27.3.2018).

2.3. Metsätaimien tuottaminen

Taimien kasvatusta voidaan pitää prosessina, jossa kaikki alkaa kylvöstä, päättyen lopulta siihen, että taimitarhalta valmistetut tuotteet on kuljetettu asiakkaalle, joka istuttaa taimet uudistettavalle metsäalalle (Kellomäki 1991, 164–169). Taimitarhalla kasvatusvaiheet voidaan jakaa itämisvaiheeseen, varhaisen kasvun vaiheeseen, nopean kasvun vaiheeseen ja karaistumisvaiheeseen (Rikala 2012, 28–29).

2.3.1 Taimien tuottamisprosessi ja kasvatusvaiheet

Itämisvaihe alkaa kylvöksen ensimmäisestä kastelusta ja päättyy 3-5 viikon päästä orastamiseen, kun taimi alkaa muodostaa sirkkasilmusta lehtiä tai neulasia, eli taimi kasvaa pituutta. Tämä on taimen stressiherkin vaihe, minkä takia kasvuolosuhteet pyritään pitämään mahdollisen suotuisina taimien kasvulle (Rikala 2012, 28–29.).

Varhaisessa kasvussa taimen kasvu suuntautuu juuristoon, pääjuuri työntyy koko paakun syvyydelle ja muodostaa sivujuuria samalla. Tämä vaihe kestää 3-6 viikkoa. Pituuskasvu jatkuu, kun uusia varhaisneulasia alkaa kehittyä (Rikala 2012, 28–29.).

Nopean kasvun vaiheessa taimi kasvaa aiempaa nopeammin pituutta, lisäksi suurin osa läpimittakasvusta tapahtuu tässä vaiheessa. Pituuskasvu kuitenkin hidastuu vaiheen loppussa. Kylvövuonna tämä vaihe kestää 4- 10 viikkoa. Tässä kasvun vaiheessa kaikki kasvuolosuhteet pyritään pitämään mahdollisimman optimaalisina (Rikala 2012, 28–29.).

Karaistumisvaiheessa taimen pituuskasvu loppuu ja silmun muodostuminen taas alkaa. Läpimitan ja juuriston kasvu jatkuvat pituuskasvun hidastuttua ja loputtua, mutta niiden kasvu hidastuu valon määrän vähentyessä ja lämpötilan laskiessa. Tavoitteena on tässä vaiheessa päättää taimien pituuskasvu ja käynnistää silmun muodostuminen. Taimet totutetaan kestämaan kuivuutta ja kylmyyttä. Juuriston on sidottava paakku kunnolla (Rikala 2012, 28–29.).

Metsätaimien tuottamisen prosessi voidaan jakaa osiin: Ensimmäisenä on kasvatusvaihe, johon sisältyvät tulevien taimien kylvö, koulinta ja jatkokasvatus kasvihuoneella ja avomaalla ja siellä tapahtuvat taimien hoidot. Seuraavaksi tapahtuvat taimien nosto, varastointi, pakkaus ja kuljetus asiakkaalle. Viimeisenä asiakas välivarastoi taimet, jakaa taimet uudistusaloilleen ja toteuttaa taimien istutuksen (Kellomäki 1991, 164–169.). Taimien tuottaminen tapahtuu kylvö- ja kasvatussuunnitelman mukaan (Rikala 2012, 146).

Ensimmäinen vaihe taimituotannossa on käytettävien kasvatusalustojen, taimiarkkien, täyttö kostutetulla turpeella tasaisesti siten, että turve ei ole liian tiivistä tai löyhää, minkä vuoksi taimen kasvu voisi epäonnistua tai viivästyä; huomattava osa kasvatusvaikeuksista ja kasvustojen epätasaisuuksista johtuu täytön epäonnistumisesta (Rikala 2012, 147.).

Käytettävät siemenet on mahdollista esikäsitellä, jolloin siemenet liuotetaan 15-24 °C vedessä 12-36 tunnin ajan. Tavoitteena on seuloa pintaan jääneet, tyhjät ja laaduttomat siemenet pois. Jäljelle jääneille siemenille annetaan muutama tunti aikaa kuivua esikäsitteilyn jälkeen. Esikäsitteilyn käytön suositeltavuus vaihtelee puulajin mukaan (Rikala 2012, 148–149.).

Heti täytön jälkeen tapahtuu kylvö, eli taimikenttiin kylvetään tarvittavat siemenet (Tamminen 2017, 10). Kylvö voidaan tehdä käsin tai koneella. Käytettävä kylvölaite tulisi säätää huolella kutakin käytettävää siemenerää varten (Rikala 2012, 150.). Havupuiden kylvössä riittää yksi siemen yhtä kennon koloa kohti (yksisiemenkylvö), tosin siinä edellytetään hyvin, vähintään 95 %:sti itävää ja siten kalliimpaa siementä, jotta kylvö onnistuu ja vältytään täydennys- ja harvennuskustannuksilta (Rikala 2012, 150). Lehtipuiden kylvössä on laitettava kaksi siementä kennon koloa kohti lehtipuusiementen heikon itävyyden takia (Konttinen 2004, 107).

Kylvössä turpeen pinnalle painetaan kolo, johon siemenen on mahdollista, ja kylvön jälkeen, levän ja sammaleen muodostumisen ehkäisemiseksi ja itämisolosuhteiden edistämiseksi, siemenet peitetään purumaisella aineella, joka koostuu muun muassa hiekasta, purusta ja perliittistä. Eri peittoaineella peitetyt taimiarkit edellyttävät kasvatuksen alkuvaiheissa erilaista, toisistaan poikkeavaa kastelua (Rikala 2012, 150.). Kylvön jälkeen taimikentot siirretään välittömästi kasvatettaviksi kasvihuoneille (Tamminen 2017, 10). Muutaman viikon ikäisille taimille voidaan tarpeen vaatiessa tehdä täydennyskylvö ja harvennus, jos kylvö ei ole onnistunut tasaisesti (Rikala 2012, 151).

Siemenkylvön lisäksi on mahdollisuus toteuttaa kasvatus esimerkiksi paakusta paakkuun koulinnalla. Koulinnalla taimi irrotetaan aiemmasta kasvupaikastaan tai kylvöpaikasta ja istutetaan harvempaan kasvutilaan (Suomen 4h- Liitto 2018.). Siemenet kylvetään pieniin, 10-100 cm³ kokoisiin paakkuihin, joissa taimet kasvavat 1-5 kuukautta, ennen kuin ne siirretään isompiin, 80-500 cm³ kokoisiin paakkuihin. Koulinta voidaan tehdä käsin tai koneella. Koulinnassa voidaan erotella laaduttomimmat taimet pois. Näin jäljelle jäävien taimien laatu on tasaisempaa. Koulitut, vielä kasvultaan herkässä vaiheessa olevat taimet tulisi siirtää ulos heti koulinnan jälkeen. Menetelmä edellyttää tarkkaa ajoitusta ja omanlaisiaan kasvatusolosuhteita sen onnistumiseksi: taimi ei saa olla liian pieni eikä liian iso, juuriston pitää sitoa paakku ilman, että juuristo kiertyisi liikaa (Rikala 2012, 152–155.).

Taimikennot pidetään kasvatuksen aikana koholla maasta ”kohokasvatuksessa,” jossa pyritään ehkäisemään juurten kasvaminen alustaan kiinni. Taimet pidetään koholla suuralustoilla, minkä tavoitteena on ilman vaihtuvuus ja liiallisen kosteuden torjuminen sekä se, että ilmarako alustan alla estäisi juurten uloskasvun (Rikala 2012, 37; Tasanen 2010, 258.). Taimen hyvän terveydentilan ja myöhemmänkin kehityksen kannalta on tärkeää, että juurien kärhet säilyvät mahdollisimman vahingoittumattomina siihen asti, kunnes ne saadaan istutettua (Tamminen 2017, 10).

Taimien lannoituksissa pyritään varmistamaan tärkeimpien ravinteiden, kuten typen, fosforin, kalium ja kalsiumin saanti optimaalisesti. Ennen kasvatusta peruslannoite sekoitetaan kasvualustaan, ja kasvatuksen aikana tehdään hoito- ja kasvatuslannoitusta. Lannoitteet annostellaan jauheena, rakeina tai kasteluveden mukana (Rikala 2012, 110–111, 122–123.).

Lannoituksen yhteydessä tai erikseen taimet voidaan käsitellä tarvittaessa kasvinsuojelaineilla haittahyönteisiä ja sienitauteja vastaan (Tamminen 2017, 10–11). Kasvinsuojelussa pyritään yhä enemmän käyttämään integroitua torjuntamenetelmää, jossa yhdistetään eri torjuntamenetelmiä harkinnan mukaan. Taimitarhahygienialla pyritään ehkäisemään taimien tuhoutumista: Kennojen puhdistetaan 80 °C vedessä. Lisäksi taimitarhahygieniaa toteutetaan kastelulaitteiston kunnossapidolla, järkevällä kastelumäärällä ja mielellisesti oikein suunnatuilla kastelulaitteilla, tuuletuksesta ja puhtaudesta huolehtimalla ja laadunvalvonnalla, jossa vioittuneet ja tuhoutuneet taimet poistetaan (Rikala 2012, 210–211.).

Taimien kastelu tapahtuu sekä kasvihuoneella että avomaalla. Se voi tapahtua manuaalisesti, eli työntekijä kastelee taimia letkulla, tai sitten rampilla liikkuvien kastelulaitteistojen avulla. Avomaalla kastelu voidaan toteuttaa myös ympyräsadettimilla, jotka soveltuvat hallantorjuntaan ja -ehkäisyyn liittyvään kasteluun. Kastelumäärän on oltava sopiva haihduntaan suhteutettuna: lämpiminä päivinä veden tarve voi olla jopa 10 litraa 1000 tainta kohden. (Rikala 2012, 99–106.).

Taimien kasvun ohjaamisessa käytetään häirintävalo ja –lyhytpäiväkäsittelytekniikkaa: häirintävaloa käytetään taimien päätesilmun muodostumisen estämiseksi aikaisissa kevätkylvöissä. Häirintävalojen käyttö voi olla tarpeen, jos kasvatetaan alkuperältään taimitarhan sijaintia pohjoisempaa tai korkeammilta kasvupaikoilta peräisin olevia taimia,

tai se voi olla vaihtoehto, jos vuoden aikana kasvatetaan useita taimieriä ja viimeisin ei ehdi kasvamaan tarpeeksi korkeaksi luonnonvalon alla (Rikala 2012, 67–85; Tamminen 2017, 10–11.).

Lyhytpäiväkäsittelyn tarkoituksena on saada taimet lopettamaan kasvunsa aikaisemmin, karaistumaan ja tukevoittamaan taimia ennen syyshalloja tai pakkasvarastointia, mikä on olennaista, jos kyseiset taimet aiotaan istuttaa syksyllä. Puulajit reagoivat kukin omilla, luontaisilla tavoillaan häirintävalo- ja lyhytpäiväkäsittelyissä, joten niiden käyttö on suhteutettava kasvatettavan puulajin mukaan (Rikala 2012, 67–85, Tamminen 2017, 10–11.).

Taimien talvivarastointi taimitarhalla tapahtuu ulkona tai viileä- tai pakkasvarastoissa, Suomessa tuotetuista taimista suunnilleen puolet varastoidaan pakkasvarastoissa. Pakkasvarastoinnilla pyritään helpottamaan keväisin tapahtuvaa ruuhkaa taimien toimituksissa (Rikala 2012, 180.). Pakkasvarastoissa lämpötila on -1 °C ja -4 °C välillä ja seuraavaksi myyntiin toimitettavat taimet varastoidaan niissä pitkäaikaisesti 2-8 kuukauden ajan joko pahvisissa laatikoissa tai muovisäkeissä. Pitkäaikaisessa varastoinnissa suhteellinen kosteus pyritään pitämään 95- 100 % välillä kuivumisen estämiseksi. Viileävarastoissa, joissa lämpötila on $0,5- 2\text{ °C}$ välillä, varastoidaan jatkokasvatukseen siirtyviä taimia tarhassa (Rikala 2012, 183–185, Tamminen 2017, 10–11.).

Ulkona kohokasvatuksessa olevista taimista tulee pitää huolta, etteivät taimien juuret pääsisi kuivumaan tai paleltumaan syksyn ja talven pakkasissa (Tamminen 2017, 10–11). Tällöin kohokasvatuksessa olevat taimet tulisi laskea alustoilta maahan (Rikala 2012, 37). Taimet tulee suojata pakkasilta peittämällä ne lumella. Kasvatuksen jälkeen taimet myydään ja toimitetaan tarhalla asiakkaille muovi- tai pahvilaatikoihin tai muovi- tai paperisäkkeihin pakattuina (Tamminen 2017, 10–11).

3. METSÄTAIMITUOTANNON KEHITYSTYÖ, TULEVAISUUDEN ODOTUKSET

3.1. Taimien tarve

Metsätaimien tuotanto on kulkenut viime vuosikymmenien aikana käsi kädessä tasaikäisen metsänkasvatukseen liittyvän menetelmän kanssa, jossa avohakkuun jälkeen istuttamalla tai (mäntyä) kylvämällä kasvatetaan uusi metsä korjatun tilalle. Yksityismetsien osuus istutuksista on 100 miljoonaa tainta, joka on 67 % 150 miljoonasta taimitarhoilla tuotetuista taimista. Näistä 100 miljoonasta taimesta hieman yli 60 % on kuusentaimia (MTK 2017.). Suurin osa uudistettavien metsien viljelymateriaalista tulee taimitarhoilta. Lähes 100 % taimista on paakutaimia (Rantala 2003, 418.).

Uudistushakkuista avohakkuu viljelyineen on yleisin uudistamismenetelmä. Luontaiseen uudistumiseen tai eri-ikäiskasvatukseen tähtäävät menetelmät eivät ole yhtä käytettyjä menetelmiä (Farmit 2018; Metsäyhdistys 2016) tällä hetkellä. Kuitenkin eri-ikäiskasvatukseen liittyvien menetelmien käyttö on lisääntynyt hieman viime vuosina (Farmit 2018) ja voi olla, että lisääntyy edelleen, sillä avohakkuisiin perustuva ei ole kaikkien metsänomistajien mieleen (Hänninen 2011, 66-71; Maa- ja metsätalousministeriö 2015, 15; Mustonen 2018.).

Tämä kaikki voi vaikuttaa siihen, millä intensiteetillä metsätaimia tuotetaan. Muutokset eivät välttämättä tapahdu vielä merkittävässä määrin lähivuosina, vaan metsätaimille tulee todennäköisesti riittämään vielä kysyntää (Tasanen 2010, 338–340.). Metsien käytön turvaaminen ja ilmastopoliittiset seikat tukevat näkemystä metsien kasvatustavoitetta, samoin metsänjalostus ja siihen liittyvä biotekniikka (Paanukoski 2016).

3.2. Taimituotannon tekninen kehittyminen ja alan hankkeita lähivuosilta

Muutaman vuosikymmenen aikana taimituotannon tekninen kehitys on pienentänyt tarvittavan työvoiman määrän kahdeksasosaan aiemmasta sekä tasannut kausivaihtelua. Taimituotantoa itsessään pidetään jo varsin pitkälle koneellistettuna, ja eniten potentiaalia nähdään istutuksen ja taimikonhoidon koneellistamistoimissa (Miina 2004, 21–22.).

Metsätaimitarhatuotannossa tuotannon tehokkuutta on ajan kuluessa pyritty lisäämään kehittämällä yksittäisiä tuotannon työvaiheita ja vähentämällä taimitarhatuotannolle perinteistä ihmistyövaltaisuutta, esimerkiksi tuotantovaiheiden automatisoinneilla. Tuotannossa on pyritty laskemaan kustannuksia mekanisoimalla muun muassa taimien pakkaamista. Silti metsänviljely ylipäättään, metsätaimituotanto mukaan lukien, on logistiikka- ja informaatioteknologian suhteen puunhankintaa jäljessä (Asikainen 2005, 34.).

Tulevaisuudessa yhdistymisillä ja taimitarhojen kokoa kasvattamalla, mitä pidetään ja on pidetty väistämättömänä kehityksenä, voidaan saada voimavaroja sekä potentiaalia taimitarhojen kehittämiseen tähtäviä toimenpiteitä varten. Siten myös kannattavuus, että tuottavuus, voisivat parantua entisestään. (Asikainen 2005, 75; Kohlström 2005, 64–65.).

Savonlinna-Punkaharju-akselille on tällä hetkellä suunnitteilla tila, joka sisältää koehallin ja laboratorion, taimituotannon tekniikan ja menetelmien tutkimista varten. Hanke tehdään Kaakkois- Suomen ammattikorkeakoulun, Luonnonvarakeskuksen ja Savonlinnan kaupungin sekä maakuntahallituksen välisenä yhteistyönä. Kyseiset tilat ovat jatkoa kuitulaboratoriolle, ja tilojen tarkoituksena on tukea myös kasvullisen lisäyksen menetelmien tutkimista. Ammattikorkeakoulun 3k-tehdas on kehitelty taimituotantoon soveltuvaa robotiikkaa, ja tiloissa olisi tarkoituksena tuottaa Luonnonvarakeskuksen jalostamia taimia vauhdilla, jolla teollisuus toimii. (Hänninen 2017.).

Ruotsissa Holmen AB:n vuonna 2012 rakennuttamalla Friggesundin taimitarhalla käytetään ja pyritään käyttämään uusien innovaatioiden synnyttämiä menetelmiä ja tekniikoita taimituotannossa, kuten kuusen mikrotaimien monikerroskasvatusta led-valaistuksessa, sekä kameroita tukemassa taimien vahakäsittelyä tukkimiehentäitä vastaan, ihmissilmin tehtävän visuaalisen laaduntarkkailun tukena. Taimien käsittelyä varten on automatisoitu linja, jossa valaistus, lämpötilan hallinta, taimikennostojen punnitus ja kastelu toteutuvat automaatiikalla. Friggesundin kasvatuskammio tuottaa 2 miljoonaa tainta yhdessä tuotantoerässä, ja vuodessa tuotantoeriä on kuusi (Kankaanhuhta 2013; Normark 2015, 71–73.). Kuvassa 2 on näkymää sikäläiseen taimituotantoon.



KUVA 2. Taimituotantoa Holmen Ab:n taimitarhalla (Normark 2015, 71-73).

Ruotsissa Svenska Skogsplantor AB:lla, SweTree Technologies Ab:lla, Holmenilla, Bergvikillä ja Södralla on yhteinen tutkimushanke, jonka tavoitteena on automatisoida siemenalkioiden monistuksella saatavien taimien tuotanto. Tavoitteena myös aloittaa muutaman vuoden päästä 10 miljoonan taimen vuosittainen tuotanto tällä menetelmällä (Svenska Skogsplantor 2018.).

3.3. Mahdolliset, tähän mennessä ehdotetut taimituotannon tutkimuskohteet

Metsätaimituotannossa voisi hyödyntää puutarhataloutteen liittyviä innovaatioita, kuten kerroskasvatusta muovihuoneissa, valojen avulla, valospektrien hyödyntämistä ja allaskastelua (Asikainen 2005, 34). Kasvintuotannon tutkimuksessa pääalueet 2000-luvun alussa liittyivät muun muassa kasvatusolosuhteiden optimointiin kasvien fysiologisen kehitysvaiheiden mukaisesti, jolloin tutkittiin muun muassa inaktiivisia alustoja ja vesiviljelyä sekä fysiologista tilaa kuvaavia kasvumalleja (joissa tilaa mitattiin muun muassa lehden lämpötilalla ja infrapunamittauksin). Kasvien fysiologisen kehitysprosessin mukaan säätävät kasvatusohjelmat olivat yksi kehittämiskohde (Kohlström 2005, 25–26.).

2000-luvun alussa tutkittiin myös, miten toteuttaa tuotantoa kestävästi ja miten kasvattaa siirtogeenisiä kasveja. Tuolloin esitettiin, että taimien tanakkuutta voitaisiin lisätä muun muassa heiluttamalla kasveja mekaanisesti sekä lämpötilan vuorokausirytmien tai valospektrin säätelyn avulla. Monikerroskasvatusta keinovaloilla, kasvatushistorian tallentavia tietosiruja sekä altapäin tapahtuvaa kastelua pidettiin huomioitavina tutkimuskohteina (Kohlström 2005, 64–65.). Taimien laadunvalvonnassa konenäön hyödyntäminen voisi olla myös yksi hyvä tutkimus- ja kehityskohde (Asikainen 2005, 75). Koneellinen istutus on vielä vähäistä, mutta koetaan, että sen käyttö voi lisääntyä entisestään. Sen käyttö voi tuoda omia vaatimuksia sille käytettäville taimille (Poteri, 2002, 82; Miina 2004, 21–22.).

Metsätaimituotannon tutkimuksissa ja innovaatioissa on, kuten edellä mainittu, haettu vaikutteita puutarhataloudesta (Kolström 2005, 25–26). Puutarhataloudessa tutkitaan tällä hetkellä mahdollisuuksia hyödyntää uutta teknologiaa ja menetelmiä oman alan tuotannon tehostamiseksi. LED-valojen käytöllä voisi vaikuttaa kustannuksiin siten, että valaistukseen kuluva energia ja kustannuksia saisi minimoitua, kerrosviljelyn avulla voisi kasvattaa enemmän kasveja sekä yhdistämällä nämä kaksi voisi puutarhatuotantoa toteuttaa ”kasvitehtailla.” Automatiikan ja robotiikan hyödyntämisessä on mahdollisuuksia puutarhatalouden tuotannossa (Pamppunen 2015.). Ylipäätään digitalisaatio ja siihen liittyvät seikat, kuten robotit ja esineiden internet, mielletään biotaloutta tehostavaksi ja uusia palveluita tuottavaksi välineeksi (Leinonen 2017, 37).

4. KYSELYSSÄ ESITETTYJEN MENETELMIEN JA INNOVAATIOIDEN TEORIA

4.1. Kyselylomakkeessa kysytyt tekniikat ja menetelmät

Tässä luvussa on mahdollisimman tiivistetysti kyselylomakkeessa mainituista menetelmistä ja tekniikoista.

4.1.1 Monikerroskasvatus eli vertikaaliviljely/kerrosviljely

Monikerroskasvatuksella, tai vertikaalisella viljelyllä, tavoitellaan tilankäytön tehostamista, energian ja ajan säästöä. (Jokela 2017; Rautiainen 2017). Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että kasveja kasvatetaan hyllyissä monessa kerroksessa yhden kerroksen sijaan, tai ”torneissa” (Al- Jazeera America 2015; Stories 2016). Tilan käytöstä pyritään ottamaan kaikki irti, jolloin ei ole välttämättä tarvetta omistaa tai vuokrata enempää maata kuin on tarpeen: sama tuotantomäärä mahdollistuu pienemmässä tilassa, tai ”ylimääräiseksi” jäävä tila tai maa-ala mahdollistaa tuotannon määrän kasvattamisen tarvittaessa. Maailmalla monikerroskasvatuksessa, siihen liittyvine oheisteknologioineen ja menetelmineen, koetaan potentiaalia ratkaista ja helpottaa ruuantuotannon ongelmia kasvavissa suurkaupungeissa ja väestömäärän kasvaessa (Wired 2017.).

Monikerroskasvattaminen on kasvien kasvatusta, jossa pyritään teknologian avulla mahdollistamaan kasvien menestyksellinen ja optimaalinen kasvu ”suljetussa ekosysteemissä,” eli tarkoituksenmukaisessa rakennelmassa, jonka ei tarvitse olla välttämättä edes tyypillinen kasvihuone. Tähän tilaan ei välttämättä päästetä sisään sadetta eikä auringonvaloa, joista jälkimmäistä voidaan pitää jopa haitallisena, kasveja sekä ekosysteemiä liikaa lämmittävänä tekijänä (Huhtinen 2018; Jensen 2018.).

Eräällä suomalaisella ruoka- ja yrttikasveja tuottavalla tarhalla on monikerrosviljelyä ja siihen kuuluvia ja sitä tukevia tekniikoita ja menetelmiä käyttämällä havaittu, että viljeltyvät kasvit kasvavat 50 % nopeammin verrattuna ulkona tapahtuvaan kasvatukseen, ja vettä kuluu 60- 95 % vähemmän, kasvinsuojeluaineita ei ole tarvittu lainkaan ja kokeilu-

viljelmillä saatiin tuotettua 40 % enemmän kasveja. Lisäksi kasvatusaika, verrattuna tavanomaiseen kasvihuoneeseen lyheni viikolla (Stories 2016; Biotalous 2018; Jensen 2018.). Erillistä tuuletusta ei ole, koska tarvittava kosteus ja lämpötila pidetään optimaalisella tasolla kokoaikaisesti, verrattuna ”tavalliseen” kasvihuoneeseen, jota pitää tuulettaa talvisin, liiallisen kosteuden poistamiseksi (Jensen 2018).

Viime aikoina monikerroskasvatuksen yhteyteen on kehitetty, kokeiltu ja osin on jo otettu käyttöön erilaista, menetelmää tukevaa tekniikkaa, kuten LED-valot, joista on enemmän tietoa luvussa 4.1.2. Niitä voisi pitää melkein monikerroskasvatuksen erottamattomana osana. Lisäksi on kehitetty erilaisten sensorien ja kameroiden käyttöä, joilla seurataan ja ohjataan kosteuden, hiilidioksidin, valon ja ravinteiden määrää (Reactions 2017; Michael 2018.). Erityinen vedenkierto- ja ilmanvaihtojärjestelmä on koettu tarpeelliseksi osaksi tätä tuotantojärjestelmää (Reactions 2017; Tikkanen 2017). Monikerroskasvatus sitä tukevine menetelmineen ja tekniikoineen voisi olla hyödyksi myös metsätaimien kasvatuksessa Suomessa; ympärivuorokautinen kasvatus, myös talvella, olisi mahdollista suuremmalla intensiteetillä (Biotalous 2018). Kuvassa 3 on näkymä monikerroskasvatuksesta.



KUVA 3. Monikerroskasvatusta (Rautiainen 2017).

On kuitenkin muistettava, että monikerroskasvatus on tällä hetkellä kalliimpi vaihtoehto perinteisiin kasvatusmenetelmiin nähden. Sitä toteuttavan infrastruktuurin rakennuttaminen vaatii pääomaa ja aikaa. Monikerroskasvatuksessa korostuu sähkön- ja energiantarve,

joten on oltava selvillä, mikä on sähkönhinta tätä menetelmää käyttävän tarhan alueella tai miten energiaa ylipäätään saadaan tarhan tuotannolle (Michael 2018.).

Kasvatuksessa käytettävien hyllyjen ei tulisi olla liian isoja tai korkeita, mieluummin sellaisia, että työntekijä voi tarvittaessa tehdä kevyen kertaluonteisen työn, jos hänen on tarve nousta korkeammalle tekemään työtä. Vaihtoehtoisesti tämän ”ekosysteemin” infrastruktuurin tulisi olla suunniteltu siten, että nousuja ei tarvitsisi tehdä säännöllisesti. Jos työntekijöillä on säännöllinen tarve fyysiseen toimintaan korkealla, tämä voi olla aikaa vievää ja kallista, jolloin tarvittaisiin muun muassa saksilavoja, joita esimerkiksi Yhdysvalloissa monikerrosviljelyä käyttävät alan toimijat eivät suosittele käyttämään (Michael 2018.). Monikerroskasvatus ei metsätaimien kohdalla poista tarvetta avomaalla tapahtuvalle jatkokasvatukselle (Kankaanhuhta 2013).

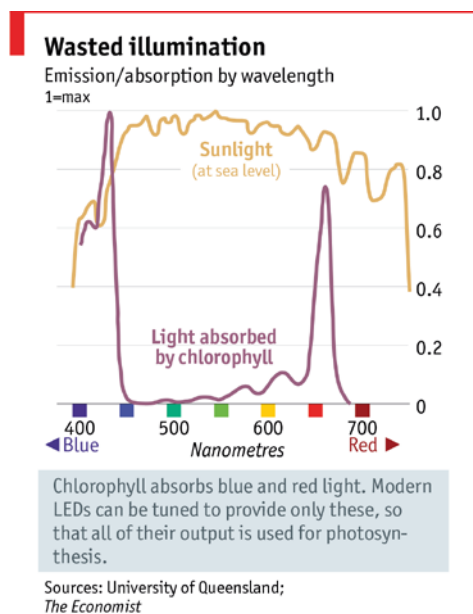
Menetelmää tukevalle tietotekniikalle tulee olla todellinen tarve tukemassa kasvatuksen ja tuotannon seuraamista, ettei sen hankkimaa tietoa varastoidu tarpeettomana. Lisäksi on muistettava, ettei teknologian tule olla ”isäntä,” vaan ”renki.” Sen tarkoituksena on tukea toimintaa. Monikerroskasvatuksessa korostuu toiminnan ajattelemisen prosessina, jota pitäisi pystyä optimoimaan, valmistuksen lisäksi ja tuotannon jatkuvuuden takaamiseksi. Osaavan ja luotettavan työvoiman käyttäminen on olennaista (Reactions 2017; Michael 2018.).

4.1.2 Led-valojen käyttö

Led-valon nimi on lyhenne sanoista Light Emitting Diode. Fyysisesti ledi on puolihohdekomponentti eli hohtovalo, jonka materiaalina käytetään muun muassa piikarbidia tai galliumnitriittiä ja joka säteilee valoa, kun sen läpi johdetaan sähkövirtaa. Puolijohdeiden kerrostamisella ja yhdistämisellä voidaan saada aikaan haluttu värisävy. Tämä puolijohdekomponentti eristetään suojaavalla epoksimuovilla. Kasvihuonekäyttöön tarkoitetut led -valaisimet voivat koostua monista pienistä yksittäisistä ledeistä, joiden teho vaihtelee 1- 3 watin välillä. (Kivimäenpää 2014, 6.). Kuvassa 5 on esimerkki led-valojen käytöstä.

Led -valojen käytön on todettu hyödyttävän monikerrosviljelyä (Kivimäenpää 2014, 18; Jensen 2018). On havaittu, että tietyillä, kapeilla sini -ja/tai punavaloaallonpituuksilla on

mahdollista kasvattaa kasveja optimaalisesti. Kasvituotannossa käytetään valoissa omanlaisia diodeja, komponentteja, joilla estetään liiallisen, kasvien kasvua haittaavan lämmön syntyminen. Näin siis lämpötila ei nouse liikaa, energian käyttö on vähäisempää ja käyttöikä on pidempi verrattuna yleisemmin käytettyihin metallihalidi- ja suurpainenatriumlamppuihin, ja valojen valonaallonpituus on säädettävissä. Led-valojen käyttö mahdollistaa valosaasteen vähentämisen sekä energiankulutuksen 60 % pienemmäksi suurpainenatriumlamppuihin verrattuna (Kivimäenpää 2014, 3-9; Stories 2016; Reactions 2017.).

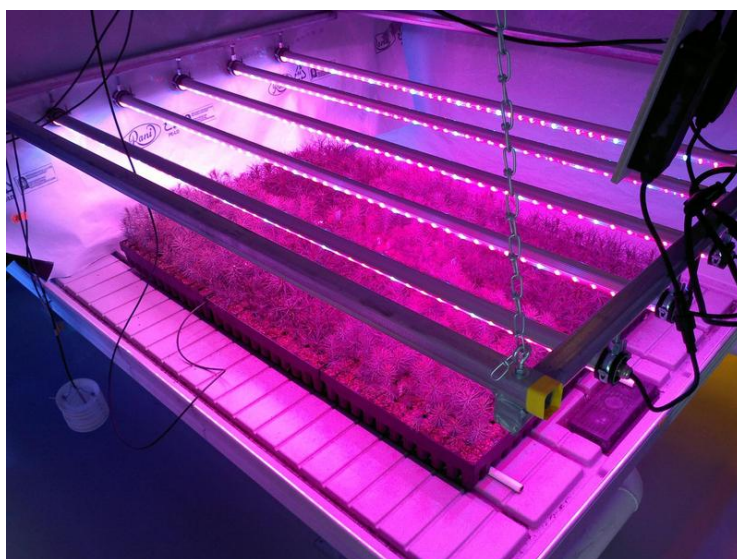


KUVA 4. Kasvien kasvulle soveltuvat valon aallonpituudet (Economist 2018).

Kasvit ottavat valoenergiaa tietyillä valon aallonpituuksilla, tarvitien eri aallonpituuksien energiaa kasvun ylläpitoa, yhteytystä ja muita elintoimintoja varten. Kasvit voivat aistia valon laatua reseptoripigmenteillään. Valon aallonpituudet, joista ei ole mitään käyttöä eikä hyötyä kasville, heijastuvat pois, kuten vihreän (500-570 nanometrinen väli) sekä keltaisen ja oranssin (570-620) valon aallonpituudet. Sinivioletin ja sinisen valon aallonpituuksia (380-500 nanometrinen väli) sekä punaisen valon aallonpituuksia (620-660 nanometrinen väli) kasvit tarvitsevat yhteytystä varten. Näiden edellä mainittujen, sekä kaukopunaisen valon (660-730 nanometrinen väli) aallonpituuksien suhteet valossa vaikuttavat siihen, miten kasvi kasvaa, itää, kukkii ja kasvin muotoon sekä siihen, millaisia kemiallisia pitoisuuksia se pitää sisällään, niin hyvässä kuin pahassa (Kivimäenpää 2014, 3–5.). Kuvassa 4 on havainnollistettu, minkälaiset aallonpituudet ovat optimaalisia kasvien kasvulle.

Sininen valo jäljittelee vaikutuksiltaan aurinkoisen päivän valon aallonpituutta, ja se vaikuttaa kasveissa siihen, miten ne säätelevät ilmarakojaan ja suuntautuvat valoa kohti. Haihdunta on voimakasta. Punaisen ja kaukopunaisen valon merkitys kasvien kasvussa korostuu, sillä näiden valojen aallonpituudet vaikuttavat voimakkaasti kasvien yhteyttämiseen sekä siihen millaisen kukinnan ne luovat ja miten ne pyrkivät välttämään varjostusta (Kivimäenpää 2014, 3–7.). Vihreä valo ei ole tarpeellista kasveille, jotka käyttävät tätä valon aallonpituutta lähinnä muun kasvillisuuden aistimiseen. Keltaisen ja oranssin valon aallonpituudet ovat kasveille täysin tuntemattomia, niistä ei ole hyötyä kasvien kasvatukselle. Tällä hetkellä huomattavassa käytössä olevien suurpainenatriumlamppujen säteilyteho kohdistuu tälle aallonpituudelle, johtaen energian hukkakäyttöön (Kivimäenpää 2014, 5.).

Suurpainenatriumlampuilla käytetystä energiasta 35 % muuttuu valoksi koko näkyvän valon alueella, mutta ainoastaan suunnilleen 19 % muuttuu valoksi sinisen ja punaisen valon alueella, missä kasvien yhteyttämisen on havaittu olevan parhaimmillaan, kasvien kasvua tukemassa. Ledien energiatehokkuudeksi valoenergiana on ilmoitettu 39 % punaisissa ledeissä ja 35 % sinisissä ledeissä otettua sähkötehoa kohden. Sinisten ja punaisten ledien yhdistelmän valoenergiana on siis enemmän hyötyä verrattuna suurpainenatriumlamppuihin. Pääsääntöisesti siniseen valoon painottuvat, päivänvaloa muistuttavat valospektrit sopivat optimaalisimmin kasvien taimikasvatus- ja nuoruusvaiheen kasvun ylläpitoon, punaiset valospektrit sopivat kukinnan virittämiseen ja erityisesti kukkiville kasveille (Kivimäenpää, 2014, 7-9.).



KUVA 5. Led- valokasvatusta (Jokela 2017).

Metsätaimikasvatuksessa erityisesti Ruotsissa on kehitelty taimien alkukasvatusta suljetussa kasvatushallissa led-valaistuksen alla, jatkokasvatuksen tapahtuessa ulkona aurin-
gonvalon alla. Suomessa olisi myös potentiaalia led -valojen käytölle niiden mahdollis-
taessa kasvatuksen ympäri vuoden. Pidetään mahdollisena, että led -valoilla voisi paran-
taa taimien stressinkestoa, kasvinsuojeluaineiden käyttöä. Myös tautiriskiä voitaisiin vä-
hentää. On havaittu, että metsätaimien kasvatuksessa sininen valon osuutta lisäämällä on
voitu säätää taimien pituuskasvua, ja kaukopunaisella valolla on voitu vaikuttaa taimien
kuivuuden kestokykyyn. Tässäkin on huomioitava eri puulajien valon tarve. Männyn kas-
vatuksessa valontarve korostuu kuusta enemmän (Jokela 2017.).

Varsinaisia haittoja led -valojen käytölle ei ole havaittu, tosin pitkäaikainen altistuminen
runsaalle sinivalon määrälle lisää silmävaurioriskien ilmaantumista työntekijöille. Siksi
suojavarusteena tulisi olla suojalasit ja valot tulisi olla poispäin kohdistettavia. Tuottajille
led -valoista voi olla se haitta, että koska tämä on vielä ”pioneerivaiheessa” oleva mene-
telmä, led -valot voivat olla vielä liian kalliita hankittavaksi laajaan käyttöön (Kivimäen-
pää 2014, 14–17; Jokela 2017.).

4.1.3 Taimien mekaaninen heiluttaminen

Edellä luvussa 3.4 mainittiin taimien mekaanisesta heiluttamisesta ja sen mahdollisuu-
desta lisätä taimien tanakkuutta kasvatuksessa. Tämä ei ole mikään uusi asia: menetelmä
on tunnettu jo kauan puutarhatalouden tuotannossa, erityisesti vihannes- ja kukkakasvien
tuotannossa. On myöskin tiedossa, miten mekaanisella stressillä voidaan vaikuttaa kas-
veihin: sen tavoitteena on vähentää taimien pituuskasvua, kasvin lehtien lukumäärää ja
kokoa ja lisätä kasvin läpimittakasvua sekä mahdollistaa silmun muodostuminen. Taivut-
telun sivuseurauksena pintakosteus taimien pinnalla voi vähentyä, kun kastelusta saadut
pisarat irtoavat taimista, ja näin homehtumisriski voi pienentyä. Homehtumisriski voi to-
sin kasvaa, jos kasvustossa on jo valmiiksi homepesäkkeitä. Tällöin taivuttava laahus-
tanko voi levittää itiöitä kasvustossa (Rikala 2012, 144–145.).

Metsätaimilla mekaanisen taivuttelun vaikutuksia on tutkittu jonkin verran taimiarkeilla
sekä yksittäin kasvatetuilla taimilla. Koivun- ja kuusentaimilla tehdyssä kokeilussa huo-
mattiin, että päivittäinen taivuttelu neljällä edestakaisin kulkevalla ajolla kastelurampista

vaakatasossa riippuvalla tangolla ei vaikuttanut taimien tanakkuuteen, tosin se vähensi taimien pituusvaihtelua. Ruotsissa vastaavalla menetelmällä huomattiin, että taimien pituutta saatiin vähennettyä 20 % ja lisättyä tyviläpimittaa 30 %. Ruotsissa tehdyssä kokeilussa oli se ero ensiksi mainittuun kokeiluun, että taivutusjakso oli pidempi ja taimia pidettiin lokakuun loppuun asti tuulettomassa ja lämpimässä muovihuoneessa. Ulossiirretyillä taimilla tuuli voi korvata osittain vaikutuksen, jota mekaanisella taivuttelulla tavoitellaan (Rikala 2012, 144–145.).

Menetelmän käyttöönottoaminen vaatisi kokeiluja sekä kokemuksen hankkimista. Taivuttelun voi aloittaa silloin, kun taimet ovat vähintään 3-4 senttimetrin pituisia, noin viisi viikkoa kylvön jälkeen. Taivuttelutangon asettaminen ja sen vaikutuksen takaaminen edellyttävät tasaisia taimikenttiä ja tarkkaa säätämistä. (Rikala 2012, 144-145.).

4.1.4 Exoskeleton eli ulkoinen tukiranka

Exoskeleton eli ulkoinen tukiranka on väline, robotti, joka tukee sen käyttäjää ja jonka avulla ihmisen on mahdollista käsitellä painavampia kappaleita kuin hän normaalisti pystyisi käsittelemään, tai liikkua sen avulla normaalia nopeammin. Ulkoista tukirankaa on suunniteltu ja kehitetty asevoimien ja teollisuuden nostotehtäviä varten, sekä urheilua ja lääketieteellisiä (kuntoutus, avustava liikkuminen) tarkoituksia varten (Mäkinen 2016; Marinov 2017; Vanhalakka 2018.). Kuvassa 6 on havainnollistettu tukirangan käyttöä.

Metsätaimituotannossa ulkoiselle tukirangalle voi olla käyttöä erityisesti nostoa vaativissa töissä, kuten kennojen kohotuksissa sekä muissa raskaissa, nostoa vaativissa töissä. Tämä voisi edesauttaa paitsi työn ergonomisuutta, myös tehokkuutta, kun työntekijä pystyisi helpommin suoriutumaan tehtävistä, joissa esineitä pitää nostaa pitkiä aikoja, tai vain kertaluonteisesti, erityisesti raskaiden kappaleiden osalta.



KUVA 6. Ulkoinen tukiranka (Yglesias, 2014).

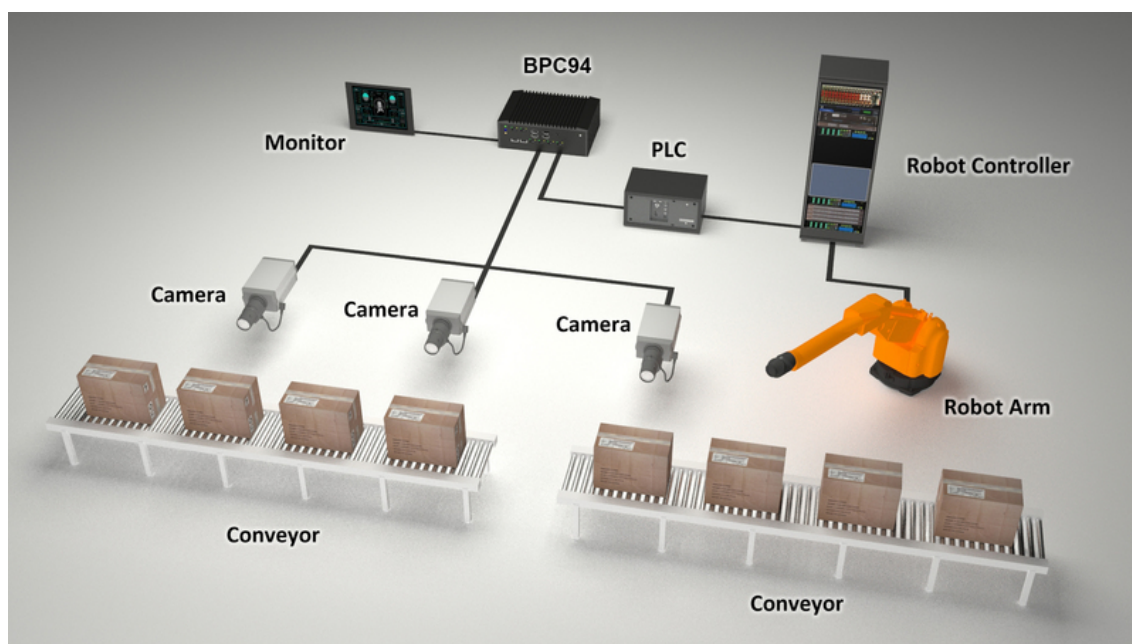
4.1.5 Konenäkö

Tietotekniikan puolella tietokonenäkö on tällä hetkellä nopeasti kasvava ala, jolla myös tapahtuu eniten, 5-6 vuoden aikana harppaukset kehityksessä ovat olleet huimia. Tällä hetkellä on mahdollista käyttää autonomisesti konenäköä toimintojen ohjauksessa, eli ilman tarvetta ihmisen tekemälle työlle (Nieminen 2018.).

Konenäöllä on tavoitteena matkia ihmisen näkökykyä ja/tai laajentaa ihmisen näkökyvyn mahdollisuuksia. Konenäköä käytetään pääasiassa teollisuudessa laadunvalvonnassa, mutta myös muita käyttökohteita löytyy esimerkiksi liikenteen ja ympäristön tutkimisen aloilta (Korhonen 2014, 2; VR Track 2016; SYKE 2017.). Konenäköön liittyvän kaluston hinnat ovat laskeneet pikkuhiljaa, laskentatehon parantuessa entisestään. Periaatteessa kuluttajamarkkinoilla olevien älypuhelimien kamerat hyödyntävät konenäköä nykypäivänä (Korhonen 2014, 1, 10.).

Konenäön lisäksi on olemassa käsite tietokonenäkö. Nämä kaksi tarkoittavat kuitenkin eri asioita. Tietokonenäkö on yksi osa konenäköjärjestelmästä, jossa kuvaa käsitellään numeroarvoin tietokoneella, laskien siitä haluttuja tietoja erilaisin algoritmein. Konenäöllä tarkoitetaan koko järjestelmää, johon kuuluvat kuvan ottaminen, sen siirtäminen tietokoneelle, signaalin käsitteleminen ja tietokonenäkö (Korhonen 2014, 2.).

Konenäköä hyödyntävällä tuotantolinjalla kamera tarkkailee valmistettavia tuotteita. Valosähköinen sensori mittaa tuotteen ja vertaa sitä vastaavaan hakemistosta, josta tietokone etsii vertailukohtaa tuotteelle. Näin tietokone selvittää tuotteen laadun ja sen sopivuuden, verrattuna siihen, mikä sen pitäisi ja kuuluisi olla. Jos tuote on sellainen kuin sen kuuluisi olla, sen matka jatkuu tuotantolinjalla eteenpäin. Kelpaamattomat tuotteet raakataan pois. Konenäköä hyödyntävän laitteen ohjelmistoon on kirjattu muun muassa tiedot siitä, minkä muotoinen ja kokoinen hyväksyttävän tuotteen pitäisi olla sekä mihin käsiteltävät tuotteet tulee sijoittaa (robotin ohjaus), jos tuotannossa on olennaista käsitellä tuotteita linjastossa. Linjalla olevan kappaleen mittoja sekä muotoja verrataan siihen, millainen tavoiteltavan tuotteen on ohjelmoitu olevan, eli ovatko linjalla oleva tuotteen mitat sallitun jakauman sisällä (Steger 2008, 1–2.). Kuvassa 7 on havainnollistettu konenäköprosessia.



KUVA 7. Konenäön toimintakenttä (EBN 2015).

Konenäön ihanteellinen käyttökohde on rutiinomaisissa tehtävissä, joissa vaaditaan jatkuvaa tarkkailua ja reagointia (Nieminen 2018). Metsätaimien tuotannossa kylvö sekä kasvatusvaiheen seuranta voisivat olla oivallisia sovelluskohteita.

4.1.6 Esineiden internet

Esineiden internet, IoT eli Internet of Things, tarkoittaa sitä, että kaikki mahdolliset fyysiset esineet olisivat yhteydessä internetiin, tuottaen tietoa pilvipalveluihin apuna päätösten tekemiselle. Termi teollinen internet tarkoittaa käytännössä samaa asiaa kuin esineiden internet, erona se, että esineiden internetissä verkkoon kytketyt laitteet kommunikoivat internetissä, kun teollisella internetillä tarkoitetaan enemmän mitattavuutta. Tavaroiden internetillä tarkoitetaan sitä, että vaikka tavaroilla ei olisi omaa ”älyä,” niillä on silti oma yksilöivä tunniste ja identiteetti verkossa (DNA Business 13.3.2017; Marttinen 2018, 142.).

Pidetään mahdollisena, että internettiin kytkeytyneiden laitteiden määrä viisinkertaistuu noin viidestä miljardista laitteesta 25 miljardiin vuosien 2015-2020 välillä. Esineiden internetillä tavoitellaan muun muassa sitä, että tavaroiden ja tilojen käyttöä ja käyttämättömyyttä mitattaessa sensoreilla selvitetään, miten tehdä tarvittavia toimintoja optimaalisesti silloin, kun niille on tarve, ja miten käyttö ja toiminta toteutetaan. Periaate on sama kuin mitä luvussa 4.3.1 kerrotaan automaation toimintaperiaatteista: että tehtävä toiminta perustuu saatuihin mittaustuloksiin, joihin reagoidaan (Kippo 2008, 7–8; DNA Business 28.3.2017.).

Esineiden internetille on asetettu paljon toivomuksia ja mahdollisuuksia tulevaisuutta varten eri ongelmien ratkaisuun, mutta sitä käytetään jo nyt, esimerkkeinä etäluettava sähkölaskuri ja liikenteen määrää teillä laskevat laitteet, jotka välittävät tiedon liikennettä valvoville tahoille, metsäteollisuudessa metsäkoneen katkontatietojen lähettäminen puunkorjuun eri tahoille tai Tesla-autot, joita voi käynnistää tai niiden toimintoja voi muuttaa älypuhelimien avulla. Suomessa on poliittista mielenkiintoa edistää osana digitalisaatiota esineiden internetin käyttöä, luoda sen käyttäjille edelläkävijästatus ja parantaa kansantaloutta. (Eskonen 2015; Gilchrist 2017, 131–132; Vance 2017, 263–267; Marttinen 2018, 142–143.).

On kuitenkin huomioitava, että esineiden internetiä ja siihen liittyviä asioita markkinoidaan laajalti. Kuluttajille luodaan tarvetta hankkia sellainen helpottamaan elämää, kuten mahdollisuus säätää kännykällä kodin lämmitystä ja valojen päällä oloa. Tällöin varjoon voi jäädä herkästi seikka, että esineiden internetin käytön suurimpina estävinä tekijöinä pidetään tietoturvaan liittyviä ongelmia, siitä huolimatta, vaikka kuluttajat hyväksyisivät

ne. Tietoturvan kannalta olisi tarkoituksenmukaista, että ohjelmat ja laitteet, jakaessaan tietoa, vaatisivat toiminnoilleen salausta ja todennusta, mutta tämä taas on vastaan esineiden internetin ideaa, jossa laitteet ja ohjelmat kommunikoisivat ja jakaisivat tietojaan saumattomasti ja kokoaikaisesti keskenään. Tämä ei ole mikään mitätön huoli, sillä dataa ja siihen sisältyvää tietoa pidetään arvokkaana, ”tieto on valtaa,” jota luonnollisesti pyritään käyttämään hyödyksi teollisuusvakoilun avulla. (Gilchrist 2017, 5–6, 9–15, 23–24, 175–177.).

Maa- ja puutarhatalouden puolella on otettu pikkuhiljaa (maailmalla) käyttöön toimintaa tukevia laitteita ja sovelluksia, joilla voi mitata kosteuden ja maaperän laatuun liittyviä seikkoja (Temboo 2015; Spirent 2016.). Riippuen ohjelmista ja laitteista, mittauksiin reagoinnin voi tehdä automaattiseksi (WolkAbout Technology 2018). Suomessa IoT:ta käyttää ainakin yksi puutarhatalouden toimija (Biotalous 2018), jonka tarhalla sensorit tarkkailevat kasvatusta ja lähettävät tiedot pilvipalvelun kautta toimijalle.

4.2. Automaatiosta

Automaatio tulee kreikan kielen sanasta *automatos*, mikä tarkoittaa itsetoimivaa. Automaatiolla tarkoitetaan siis itsestään, ilman ihmisen suoranaista vaikutusta, tapahtuvaa toimintaa. Automaatio voidaan nähdä mekanisaation jatkeena teknologian kehityskulussa, erona mekanisaatioon, jossa tuotannossa erilaisilla ihmisten käyttämällä välineillä saadaan tehostettua ja parannettua toimintaa, ilman, että nuo välineet olisivat itsetoimivia (Marttinen 2018, 64–65.). Automaatioon sisältyy mikroprosessoripohjaista toimintaa, tietokoneella toteutettua toimintaa, automatisoitujen koneiden ja laitteiden ja tuotantolinjojen käyttöä ja erityisesti mittauksiin perustuvaa säätöä (Kippo 2008, 7–10; Marttinen 2018, 64–65).

4.2.1 Automaation idean perusta

Automaatio perustuu aina mittauksiin, sillä mittauksen tulokset vaikuttavat siihen, miten toimintaa säädetään ja ohjataan. Ihmisten ennakkoon asettamat vaatimukset ja ohjeet vaikuttavat siihen, millaiseen mitattavaan ja ohjattavaan toimenpiteeseen halutaan päätyä. Jos jompikumpi, mittaus tai säätö, on puuttuva osa automaattiseksi väitetystä toiminnasta,

tällöin ei ole kyse automaatiosta, vaan enemmänkin ohjelmallisesta säädöstä, jossa päätöksen tekeminen ei perustu reaaliaikaiseen, täsmälliseen mittaukseen, tai sitten järjestelmä on vain tiedonkeruujärjestelmä, joka ei saamallaan tiedolla voi vaikuttaa toimintaansa (Kippo 2008, 7–8.).

Nykyaikaisella automaatiotekniikalla voidaan havaita ja vaikuttaa asioihin, joihin ihminen ei itse pysty omilla luontaisilla aisteillaan, kuten infrapuna-, ultravioletti- tai radioaajuuksista säteilyyn, tai tilanteisiin, joissa tarvitaan kykyä tehdä päätöksiä jopa millisekuntien aikana. Tietotekniikan kehitys on ollut välttämätöntä automaatiotekniikan kehitykselle, sekä automaatiotekniikan kehitys on ollut välttämätöntä myös tietotekniikan kehitykselle. Nykyään käytetään hajautettuja järjestelmiä, joissa prosessiasemat sijaitsevat älykkäiden kenttälaitteiden, instrumenttien ja ohjattavien prosessien lähellä, kommunikoiden keskenään nopeiden tiedonsiirtoväylien avulla. Lisäksi nykyään on mahdollista hyödyntää internetiä osana automaatiota (Kippo 2008, 8–9.). Esimerkkinä internetin käytöstä ovat pilvipalvelut, joiden avulla esimerkiksi yksi suomalainen puutarhatalouden yrittäjä voi seurata kasvattamonsa tilaa ja ohjata sitä mobiilipalvelun kautta, kun sensorit seuraavat tilannetta tarhalla (Biotalous 2018).

Automaatiotekniikkaa on muun muassa prosessi- ja kappaletavarateollisuuden käytössä, jossa tuotteet on pääasiassa räätälöity asiakkaan tarpeiden mukaan. Tuotteiden laatua valvotaan ja ylläpidetään automaation avulla. Prosessiautomaation avulla voidaan vähentää ylimääräistä raaka-aineiden ja energian kulutusta, supistaa hävikki mahdollisimman pieneksi, sekä pitää varastokierto ja logistiikka sellaisena, että tuotteet eivät ole tarpeettoman kauaa varastoituina (Kippo 2008, 9–10.).

4.2.2 Huomioon otettavat asiat automatisoinnissa

Monien eri prosessin yhdistäminen siten, että tuotantolaitos toimisi niin tehokkaasti kuin se on tarkoitettu, ei olisi nykypäivänä mahdollista ilman, että vähintäänkin joitakin osia sen toiminnoista olisi automatisoitu. Automaatiolla voidaan vaikuttaa yritysten kilpailukykyyn. Työn ja tehtävien automatisointi on vähentänyt työntekijämääriä, mutta säilyttänyt ja edistänyt tuotantotoimintaa ja siihen liittyviä työpaikkoja. Työn automatisoinnilla on ollut siis välillisiä vaikutuksia työllisyyteen ja kansantalouteen. Maat, joiden teollisuudessa tuotanto on mahdollisimman pitkälle automatisoitu, on myös tuotoskin laajempi, ja

tämä on mahdollistanut talouden kasvun ja ihmisten työllistymisen muihin töihin (Kippo 2008, 7–10; Marttinen 2018, 77, 83–91.).

Automaatiota laajasti käyttävä järjestelmä, kuten tuotantolaitos, tarvitsee tehokkaasti toimiakseen säännöllistä ylläpitoa ja järjestelmän suunnittelu vaatii paljon työtä, jotta se toimisi kunnolla. Laitteet eivät kykene tekemään luovaa, syvällistä tilaa ja kappaleita hahmottavaa eikä sosiaalista älykkyyttä vaativaa työtä, ylipäätään työtä, jossa ”hiljainen tieto” (arkijärki, kokemus) on tarpeellista. Nämä ovat työtehtäviä, joita ei ole vielä pystytty eikä todennäköisesti pystytty vielä hetkeen automatisoimaan (Kippo 2008, 7–10; Marttinen 2018, 64–66, 69–70, 90–91.). Joitakin asioita voidaan tehdä automatiikan avulla, mutta automatiikka ei korvaa kokenutta ja asiansa tuntevaa henkilökuntaa, ja automatiikkakin tarvitsee valvontaa (Rikala 2012, 211). ”Jos tehtävä voidaan järkevällä tavalla automatisoida, sitä ei ole syytä ajatella ihmisen tehtävänä” (Kippo 2008, 7–10).

Järjestelmän, esimerkkinä tuotantolaitoksen, toiminnan automatisointi ei ole yksinkertainen eikä halpa toimenpide. Automaatiolle pitää olla siis oikea, harkittu tarve. Varsinainen automaatiotekniikka ei maksa paljoa, mutta ohjattavat laitteet maksavat. Lisäksi suunnittelu ja ohjelmointi voivat maksaa enemmän kuin hankitut laitteet yhteensä. Vaikka pääomaa löytyisikin korkeatasoisen automatiikan hankkimiselle, voi suunnittelu ja toteutus kestää useita vuosia, mikä voi karsia halukkuutta ottaa automatiikkaa käyttöön (Marttinen 2018, 65–66, 101–104.).

4.2.1 Automatiikan soveltaminen metsätaimituotannossa, käytetyt koneet ja laitteet

Taimituotannon koneellistamista on pyritty joissain määrin innovoimaan ennenkin. Työvoimavaltaisuuden vähentämiseksi ja tehokkuuden lisäämiseksi on taimitarhatuotannosakin aikoinaan tehty tarvittavia toimenpiteitä, jotka vaikuttavat vielä tänäkin päivänä, esimerkkinä Usko Leskisen malli muovihuoneesta, joka on vielä tänäkin päivänä käytössä (Tasanen 2010, 89, 105, 138–142, 256.).

Koska tämän opinnäytteen aihe liittyy taimitarhateknologiaan, on syytä kertoa myös, millaisia työvälineitä ja laitteita taimitarhatöiden tekemiseen on tähän mennessä kehitetty. Osa on vielä käytössä, osa ei enää. Tässä luvussa keskitytään laitteisiin, joita käytetään

paakkutaimien tuottamisessa. Osa laitteista on enemmän mekanisoituja, osa voi olla jollakin tasolla automatisoituja. Tässä luvussa käsitellään automatiikan lisäksi jonkin verran metsätaimituotannon laitteita.

Metsätaimituotantoa voidaan ajatella eräänlaisena kappaletavaratuotantona kylvöineen, kasvatuksineen, pakkauksineen ja tuotteiden varastoimisineen, kunnes taimet eli kappaletavarat lähetetään asiakkaalle. Yhden tai tiettyjen päätteiden kautta tuotannon valvonnassa on huomioitava, että tällaisessa järjestelmässä sen ohjaajalla, eli ihmisellä, tulisi olla oikeanlainen ja tarkka kuvaus järjestelmästä ja sen osajärjestelmistä sekä toimivuudesta (Kippo 2008, 9–10.).

IT-sovelluksia otettiin käyttöön 1990-luvulla, ja kasvihuoneiden tuuletuksista pyrittiin ohjailemaan kasvihuoneautomaatiikalla, jolla säädettiin huoneen lämpötilan mukaan tuuletuksista. Tarhojen tuotannon kustannusten ja taimien hinnan hallitseminen johti (ja olisi väistämättä johtanut) siihen, että tuotannossa siirryttiin yhä enemmän automatisoidumpaan tuotantoon. Investoinnit uusiin hankintoihin tuotannon tehostamiseksi edellyttivät yksittäisiltä tarhoilta suurempaa tuotantokapasiteettia, ja uusi tekniikka mahdollisti tämän ilman, että tarvittiin liikaa ihmistyövoimaa tämän toteutumiseksi. (Tasanen 2010, 138–142.).

Taimituotannossa eri tehtävät on pyritty mekanisoimaan ja paikoin automatisoimaan, kuten kastelu. Kastelun toteuttaminen on pyritty tekemään mahdollisimman automaattiseksi, jotta ihmisen ei tarvitsisi tehdä sitä kokoaikaisesti. Pelkkä ”letkukastelu” on hyvä silloin, kun sillä kastellaan taimikenttien reunoja sekä päätyjä, jotka voivat kuivua nopeasti (avomaalla), mutta ainoana kastelumenetelmänä se voi olla kallis ja sitoa vähintään yhden työntekijän tekemään sitä kokoaikaisesti. Kastelun tarkkuus ja laatukaan ei ole yhtä tasaista kuin laitekastelussa (Rikala 2012, 103–106.).

Kastelurampit, joita pitkin kastelulaitteiden on mahdollista liikkua avomaalla tai kasvihuoneissa, yleistyivät Kanadassa ja Ruotsissa 1970-luvulla, hieman myöhemmin myös kasvihuonekäyttöä varten tehdyt kattorampit. 1970-luvulla Lännen Tehtaat Oy toi markkinoille automatiikalla tai käsin ohjattuja kasteluramppeja kasvihuone- ja avomaakasvatusta varten. Ne olivat aluksi maata pitkin kulkevia, mutta myöhemmin markkinoille tuli kattoramppeja kasvihuonekasvatusta varten. Kastelulaitteita kehitettiin, jotta saataisiin tehtyä kastelu mahdollisimman tasaiseksi. Ennen liikkuvia sadettimia kastelu toteutettiin

kiinteillä putkilla, joissa oli suuttimet osoittamassa ulospäin. Avomaalla käytettiin myös ympyräsadettimia. Kastelun yhteydessä pystytettiin pikkuhiljaa toteuttamaan pienten lannoitepitoisuuksien syöttöä kasteluautomaation kehittyessä (Tasanen 2010, 105, 109, 259–260.).

Pertti Nisula suunnitteli 1970-luvulla ympyräkastelulaitteen, jossa suuttimet oli sijoitettu kastelubarrelle siten, että alenevan paineen vaikutus eliminoitiin ja tuloksena oli tasainen kastelu. Kastelun ohjauksen automatiikka perustui punnitukseen; osa kasteltavista (Nisula-rulla) taimista oli asetettu vaakalle, painon pienentyessä vaaka kytkeytyi sähköisesti, antaen käskyn sadetuslaitteen vetomoottorille ja magneettiventtiilille, jolloin sadetus alkoi. Laite oli käytössä ainakin Suonenjoen tutkimusasemalla (Tasanen 2010, 105, 107–109.).

Kylvössä ennen koneiden keksimistä kennon täytettiin käsin harjoilla tamppaamalla. Koneiden yleistyessä kennon täyttö toteutettiin siten, että täyttölinja koostui ensin turpeentäyttöyksiköstä ja varsinaisesta täyttöosasta. Turve tiivistettiin ja harjattiin pois koneen sisällä. Täyttölinjojen kolmannen sukupolven laitteissa 1970-luvun lopulla oli tyypillistä runsaampi kotelointi ja kolme eri tehovaihtoehtoa. Täyttölinjatoimituksiin sisältyi yleensä turpeen annostelusäiliö kuljettimiseen, kolonpainaja, kylvökone ja peittolaite. Otettaessa uudet mallit käyttöön taimiarkkien täyttöteho kasvoi viisinkertaiseksi, 10 taimiarkiin minuutissa (Tasanen 2010, 104–105, 259.).

Lännen Tehtaat kehitti 1970-luvun alussa ensimmäisen koko kennon kylvävän koneen, Sator-5:n. Koneen suutinosia oli arkin kokoinen, ja se oli sähköllä liikuteltavissa. Kylvökammassa oli kunkin kennon kohdalla oma suutinosia, joista siemenet tiputettiin paikoilleen, kun ne oli imetty alipaineella siemenlaatikosta suuttimeen. Suuttimessa voitiin käyttää erikokoisia suutinosia, riippuen halutusta siemenmäärästä (Tasanen 2010, 104–105.).

Hieman myöhemmin kehitettiin Sator-4, kehittyneempi kylvökone, jonka kylvörumpu toimi alipaineella ja rummussa oli 1-2 reikää kylvettävää paakkua kohti. Samalla periaatteella kuin Sator-5:ssa, siemenet imettiin alipaineella ja tiputettiin kennoihin. Rummun kehänopeus oli sama kuin kennon liikuttavan linjan, ja tuotos oli samaa luokkaa kuin Sator-5:ssa. Tosin kullekin kennon tyypille tarvittiin oma kylvörumpu. Sator-6 tuli markkinoille 1980-luvun lopussa. Siinä oli Sator-4:n tavoin kylvörumpu, mutta kylvörummun

läpimitta oli 160 millimetriä, kun edeltäjässä läpimitta oli 100 millimetriä. Lisäksi Sator-6 pääsi hyvin lähelle tarkkaa yhden siemenen kylvöä (Tasanen 2010, 104–105, 259.).

Myöhemmin kehitettiin SF-10, tarkkuuskylvökone, jonka rummussa oli neuloilla puhdistuvat suuttimet. Kylvökoneiden kehityksessä huomiota kiinnitettiin kylvötarkkuuden parantamiseen. (Tasanen 2010, 104–105, 259.).

Kohokasvatuksesta seurasi yksi mekanisoitu työvaihe metsätaimien tuottamisessa, kun kohokasvatuksessa käytetyistä alustoista muodostui koko kasvatuksen ajaksi taimien kuljetusjärjestelmä taimitarhan sisäisissä siirroissa. Tarvittavat siirrot voitiin tehdä alustoilla ja niitä kuljettavilla koneilla, joita varten Lännen Tehtaat kehitti omanlaisen haarukan alustojen siirtelyä varten. Tämä mekanisoitu paakkutaimitarhan konsepti on edelleen pitkälle käytössä Suomessa ja Ruotsissa (Tasanen 2010, 258.).

Automaatiikan käyttämisessä on se ongelma, että sen käytössä tarvitaan riittävää osaamista, kenties vielä asiantuntevampaa, kuin mitä on nyt tällä hetkellä saatavilla, automaation paradoksi onkin, että mitä automatisoidumpi järjestelmä, sitä enemmän korostuu ylläpidon ja suunnittelun merkitys sen toimivuudessa (Marttinen 2018, 64–66; Michael 2018). Lisäksi automaatiikkaa käyttävän infrastruktuurin rakennuttaminen vaatii korostetusti pääomaa ja aikaa sekä suunnitteluun että rakentamiseen (Marttinen 2008, 103; Michael 2018). Metsätaimituotantoa ajatellen haasteena voisi olla se, että Suomessa on vasta rakenteilla tällaisia uudenlaisia menetelmiä ja tekniikoita käyttävä taimitarha Savonlinnaan, sekin tutkimusmielessä pääosin (Hänninen 2017). Suomessa ei siis ole ennakkotapauksia metsätaimituotantoa ajatellen. Ennakkotapauksia kyllä löytyy muualta, Ruotsissa (Kankaanhuhta 2013; Normark 2015, 71–73.) ja puutarhatuotannon aloilta (Biotalous 2018.).

4.3. Robottiikka

Osana automaatiota on hyvä käsitellä myös robottiikkaan liittyviä asioita, sillä sitä pidetään yhtenä automaation osa-alueena. Sana robotti tulee alun perin slaavilaiskielten työntekoa tarkoittavasta sanasta, nykyään sillä tarkoitetaan mitä tahansa ”älykästä” konetta tai tietokoneohjelmaa, kuten itseään ohjaavia imureita ja autoja. Teollisuudessa robotilla tarkoitetaan kolminivelistä ja uudelleen ohjelmoitavaa laitetta, jolla on kyky monenlaisiin

tehtäviin, se on siis ”yleiskone.” Myös tietokoneiden ohjaamia työkoneita kutsutaan roboteiksi. Robottien käyttöikä vaihtelee 12-20 vuoden välillä. Teollisuudessa robotiikkaa on käytetty jo pitkään, erityisesti autonvalmistusteollisuudessa. Tällä hetkellä suurinta kasvua robottien käytölle odotetaan ilmaantuvan palvelu- ja terveydenhuoltoalalle (Marttinen 2018, 108–115.).

Ylipäätään robottien käytöllä pyritään siihen, että tuotanto saadaan tehokkaammaksi ja niiden käytöstä syntyy positiivinen kustannus-hyötysuhde. Työvoimakustannusten nousua pidetään osittain syynä siihen, miksi tuotantoa halutaan automatisoida/robotisoida edelleen (Marttinen 2018, 128–140; Wall Street Journal 2018.). 2012-2018 teollisuusrobottien myynti lisääntyi 140 %. Merkittävimpiä valmistajia maailmalla on Japanissa, missä yhä enenevässä määrin myynti on kohdistunut kiinalaisille asiakkaille, jotka pyrkivät saamaan tuotantonsa yhä automatisoidummaksi robottien avulla, työvoimakustannusten noustua merkittävästi vuodesta 2008 lähtien (Wall Street Journal 2018). Suomessa robotiikkaa pidetään mahdollisena kilpailuetuvalttina ja talouden vauhdittajana, jos siihen panostettaisiin samalla lailla kuin digitalisaatioon on panostettu (Marttinen 2018, 112, 129.).

On herännyt paljon keskustelua siitä, vievätkö robotit ja mahdollisuudet automatisoida työtä yhä enemmän työpaikkoja ihmisiltä, tosin on huomattu, että työvoimaa ei ole välttämättä tarvinnut irtisanoa ollenkaan, vaan ihmisille on annettu uusia tehtäviä vanhojen päädyttyä koneiden tekemäksi. Joissakin tapauksissa työvoiman koko on säilynyt organisaatioissa ennallaan, joskus jopa kasvanut sairauspoissaolojen vähentyessä ja tyytyväisyyden kasvaessa työhön. Joka tapauksessa on myös mahdollista, että ihmiset löytävät uuden työn vanhan jälkeen, sillä on havaittu, että mitä enemmän automatisaatiota, jossa robotit ovat osana sitä, hyödynnetään teollisuudessa, sitä enemmän se on vaikuttanut tuotannon määrän ja talouden kasvuun ja siten työllisyyden kasvuun ja uusien työpaikkojen kasvuun ja saamiseen (Marttinen 2018, 77, 83–91, 131–140.).

Kokonaan ihmisiä robotit eivät tule korvaamaan, ei välttämättä edes tuotantoon liittyvässä työssä. On havaittu, että linjastolla, jossa työskentelee sekä ihmisiä että robotteja, työ on tehokkaampaa verrattuna linjoihin, joilla on joko pelkästään robotteja tai ihmisiä. Robottien ja ihmisten samalla linjalla työskentelyä varten onkin kehitteillä robotteja, joiden avulla työturvallisuutta pyritään lisäämään (Vanhalakka 2018; Wall Street Journal 2018.). ”Ihminen tekee ne asiat, joissa ihminen on hyvä. Robotti tekee ne asiat, joissa

robotti on hyvä. Koneelta tulevat voima, tarkkuus ja väsymättömyys. Ihmiseltä tulee kyky ratkaista ongelmia, tehdä päätöksiä ja hoitaa näppäryyttä vaativat tehtävät” (Vanhalakka 2018.).

On huomioitava, että vaikka roboteilla voisi saavuttaa merkittävää tehostumista tuotantoon ja niiden käyttökustannus on pientä ihmistyövoimaan verrattuna, ovat alkuinvestoinnit suuret, ja robottien käyttö on ”jäykempää” ihmistyövoimaan verrattuna. On parempi, jos osaa erotella parhaiten roboteille ja ihmisille soveltuvat tehtävät. Robottien käytölle on oltava siis selkeä tarkoitus. Ne hankitaan silloin, kun on myös visiota tuotantolaitoksen ja omistavan yhtiön tulevaisuudesta ja jatkuvuudesta, siten on myös mahdollista maksaa pois robottien hankkimisesta koituneet investoinnit. On huomattu, että talouden noususuhdanteissa robottien määrä saattaa kasvaa jonkin verran, mutta laskea laskusuhdanteen aikana (Marttinen 2018, 109–110, 126–131, 138–140.).

4.3.1 Robottiikan käyttö ja kokeilut metsätaimituotannossa

Maailmalla puutarha- ja maataloudessa on päästy alkuun ja ollaan kokeiluasteella robottien käytössä tuotannossa, erityisesti Isossa-Britanniassa, missä vuoden 2016 päätös irtautua pikkuhiljaa Euroopan unionista on herättänyt huolta työvoiman saatavuudesta kyseisille aloille, joiden työvoima on merkittävästi koostunut siirtolaistyövoimasta (BBC Click 2018). Yhdysvalloissa ”rivikasvien,” kuten maissin ja soijan, kasvatuksessa pyritään käyttämään tietokoneavustettua, korkeatasoisempaa teknologiaa tuotannossa yhä enemmän (Economist 2018). Ylipäätään maatalouden työvoiman määrä on ollut laskussa, verrattuna 1900-luvun alkuun (Cowansage 2017; Engadget 2017). Lisäksi maailman kasvavan väkimäärän ruokkimisen toteuttamiseksi ruokatuotantoa halutaan tehostaa (Economist 2018).



KUVA 8. Robotti maa- ja puutarhataloudessa (Mandhare 2018).

Robotteja käytetään muun muassa istutuksessa, kasvien nostossa, kitkennässä ja keräilyssä, maaperän laadun mittauksessa ja tarkkailussa samaan aikaan ihmisen tehdessä laaduntarkkailua ja töitä, joita ei ole vielä voitu tai edes voida asettaa robottien tehtäväksi. Kokeilussa on itseään ohjaavat pienet traktorit, joita valvoo yksi henkilö traktorinsa hyttistä, sekä itseään ohjaavat dronet, jotka muun muassa infrapunakameroin ja paikkatiedon avulla keräävät tietoa viljelyalan laadusta, jonka perusteella on mahdollista toteuttaa jatkotoimenpiteet (Engadget 2017; Leinonen 2017, 36; BBC Click 2018; Economist 2018.). Kuvassa 8 on havainnollistettu robotin käyttöä osana maatalouden toimintoja.

Kahta edellä mainittua menetelmää käyttäen pyritään yhdessä sekä erikseen ”tarkkuusviljelyn” toteuttamisessa, eli minimoimaan kasvinsuojeluaineiden käyttöä, polttoainekulutusta ja viljelyalan maan myllertämistä liikaa, sekä ravinteiden järkevä käyttö pyritään mahdollistamaan (Engadget, 2017; Leinonen, 2017, 36; BBC Click, 2018; Economist, 2018.). Näkemyksen mukaan on hyvinkin mahdollista, että 10-15 vuoden sisällä maa- ja puutarhatalouden työt ovat yhä lisääntyvissä määrin robottien tekemiä (Engadget, 2017; BBC Click, 2018, Economist, 2018).

Savonlinnaan rakennettavalle taimitarhalle on suunniteltu robottien käyttöä osana tuotantoa (Hänninen 2017), ja jonkinasteista robotiikkaa tai automaatiota on käytetty taimien koulunnassa (Rikala 2012,152).

5. KYSELY, HYPOTEESI

5.1. Hypoteesi ja kyselylomake.

Hypoteesina oli ennen kyselyn lähettämistä, että metsätaimentuottajat ovat kiinnostuneita käyttämään uudenlaisia menetelmiä ja tekniikoita, heillä on osittain joitakin menetelmiä ja tekniikoita jo käytössä mutta ei kaikkia. Osa lomakkeen kysymyksistä pyrki ottamaan tämän huomioon. Hypoteesina oli myös, että vaikka metsätaimentuottajilla olisi kiinnostusta käyttää uudenlaisia menetelmiä ja tekniikoita, taloudelliset seikat saattaisivat olla esteenä, kuten hankintojen kalleus tai tekniikoiden liika hienopiirteisyys.

Kyselylomakkeen linkki lähetettiin huhtikuussa 2018 kuudelle metsätaimentuottajille, joista neljä vastasi kyselyyn. Lomake tehtiin nettipohjaisella KyselyNetti.com-alustalla. Kysely sisälsi 62 kysymystä. Ensimmäisessä kysymyksessä kysyttiin vastaajan tietoja, joten se on jätetty pois kyselyn tulosten esittelystä.

Varsinaiset kysymykset alkavat siis numerosta 2. Yrityksiään edustaneita, vastanneita tahoja oli neljä. Kyselyyn osallistujille annettiin vapaudet vastata siten kuin he kokivat tarpeelliseksi ja sopivaksi. Kysymysten valikointiin vaikuttivat käytetyssä lähdemateriaalissa mainitut menetelmät ja tekniikat sekä opinnäytteen tekijän intuitio siitä, mitä kannattaisi kysyä ja mikä olisi hyödyksi myöhemmin. Kyselyn pohjalta tehtiin kyselytutkimus, jonka vastauksia analysoitiin syy-seurausperiaatteen mukaisesti (Hirsijärvi 2001, 129–130).

5.2. Analyysi kyselyn vastauksista.

Analyysissa vertaillaan luvuissa 5.5.1 ja 5.5.2 kysymyssarjojen 6-13, 20-27 ja 48-54 vastauksia keskenään, eli osioiden, joissa selvitettiin menetelmien käyttöastetta, tarvetta ja menetelmien työllistävyttä. Tavoitteena on selvittää se, voiko näiden kysymysten vastausten perusteella tehdä syy-seuraussuhteen perusteella johtopäätöksiä.

Samanlaista syy-seuraussuhdevertailua on myös kysymyssarjojen ja 14-19 ja 28-34 kysymyksiä välillä, eli mitä ”innovatiivisia” menetelmiä on jo käytössä. Tällä menettelyllä

saadaan selville mahdollisimman järkevästi asioihin liittyvät syy-seuraussuhteet ja säännönmukaisuudet kvantitatiivisen tutkimuksen idean mukaisesti (Hirsijärvi 2001, 129–130). Luvussa 5.5.3 on tulkintaa kysymysten 35–42, 43–47, 55–56, 5–58 ja yrityksen henkilöstön koon suhteen. Vastausten tulkinnoissa käytetään apuna lähdeviittauksia siten, tarpeen mukaan.

5.2.1 Menetelmien käyttö ja niiden tarve.

Kyselyn vastauksista kävi ilmi, että jotkin taimituotannon tuotteet oli pystytty osittain, jollakin tasolla tekemään niin, että niiden suorittamiseen ei tarvita kokoaikaisesti suurta työvoimaa niiden tekemiseen, mutta kuitenkin säännöllistä työpanosta yhden ihmisen, työparin tai pienen ryhmän tekemänä. Näihin sisältyivät avomaalla tai kentällä ja kasvihuoneessa tapahtuva kastelu, kasvinsuojeluaineiden levitys sekä vastausten perusteella enimmiltä osin myös kylvö.

Vastausten perusteella vaikuttaa siltä, että vastaajat kokivat, että vähintäänkin osittain olisi tarpeellista saada kyseisiä tuotteita vielä enemmän automatisoiduiksi, kuten kylvö ja avomaalla tai kentällä tapahtuva kastelu. Molemmissa kolme vastaajaa oli vastannut *osittain tarpeellinen*, yhden vastatessa *tarpeellinen*. Kasvihuonekastelussa koettiin tasaisesti sekä täyttä tarvetta (kaksi vastausta) että osittaista tarvetta (kaksi vastausta) tuotteiden automatisoimiseksi entisestään. Kasvinsuojeluaineiden levityksen suhteen suurin osa vastaajista, kaksi vastaajaa, koki, että kyseistä tuotetta tulisi ainakin osittain saada automaattisemmaksi, yhden vastatessa *tarpeellinen* ja yhden vastatessa *ei ole tarpeellinen*. Enimmäkseen näiden tuotteiden tekemiseen ei tarvittu paljoa työvoimaa, poikkeuksena kylvö, joka työllisti pienen ryhmän.

Vastaajista kaikki olivat vastanneet, että kitkentää ja paakusta paakkuun koulintaa ei ole vielä automatisoitu. Pakkauksen osalta kolme oli vastannut, että sitä ei ole automatisoitu, yhden vastatessa, että se on osittain automatisoitu. Taimien elintilan seuranta pystyttiin enimmäkseen osittain seuraamaan automatiikan tai yhden päätteen kautta, mutta vastausten perusteella ei ihan kokonaan, kolme vastaajaa oli vastannut, että sitä pystyttiin näin tekemällä toteuttamaan *osittain*, vain yhden vastatessa *kokonaan*. Suurin osa vastaajista, kaksi vastaajaa, koki, että paakusta paakkuun koulintaa olisi tarpeen automatisoida vielä enemmän, yhden vastatessa, että sitä pitäisi saada ainakin osittain automaattisemmaksi.

Kitkennän ja pakkauksen suhteen on merkittävää, että suurin osa vastaajista, eli kolme vastaajaa koki, että olisi tarpeen saada kyseiset suoritteet automaattisemmiksi, vähemmistön, eli yhden vastaajan vastatessa, että niitä tulisi saada osittain automaattisemmiksi. Kyseiset suoritteet myös edellyttivät paljon työvoimaa. Taimien elintilan seurannassa automatiikka koettiin suurimmaksi osaksi *tarpeelliseksi*, kaksi oli vastannut sen olevan *tarpeellinen*, yksi *osittain tarpeellinen* ja yksi oli vastannut, että *ei ole tarpeellinen*. Suurin osa, kolme vastaajaa koki, että tässä suoritteessa olisi *osittain tarpeellista* käyttää konenäköä, yhden vastatessa, että se olisi (täysin) *tarpeellinen*.

Vastaajista puolet käytti led-valoja tai käytti osittain jollakin tasolla kasvatuksessa. Suurin osa, kolme vastaajaa, oli vastannut, että led-valojen automatisointi edelleen olisi *osittain tarpeellinen*, yhden vastatessa sen olevan täysin *tarpeellinen*.

Vastaajista enemmistö ei käyttänyt monikerroskasvatusta tarhoillaan, vain yksi vastaaja käytti. Kuitenkin puolet, kaksi kappaletta, oli sitä mieltä, että kyseinen menetelmä olisi *tarpeellinen*, kahden vastatessa, että *ei ole tarvetta*.

Taimien mekaanista heiluttamista käytti puolet vastaajista, puolet ei käyttänyt. Suurin osa, kaksi vastaajaa, koki, että taimien mekaaninen heiluttaminen olisi *osittain tarpeellista*, yhden vastatessa, että sille ei ole tarvetta.

Kenenkään vastaajan tarhoilla ei ollut käytössä exoskeletonia eli ulkoista tukirankaa. Vastaajista kaksi oli vastannut, että sille olisi osittain tarvetta, yhden vastatessa, että sille olisi täydellinen tarve ja yhden vastatessa, että sille ei olisi tarvetta.

Kenenkään vastaajan tarhalla ei ollut taimien alta kastelua käytössä. Kolme vastaajaa oli vastannut, että sille ei ole myöskään tarvetta, vain yhden vastatessa, että se olisi osittain tarpeellinen.

Vastaajista suurimman osan tarhojen tuotanto ei ollut kokonaan valvottavissa yhden tai muutaman lähekkäin olevan laitteen tai päätteen kautta. Kolmella vastaajista tämä oli osittain käytössä, yhdellä ei lainkaan. Vastaajista kaksi koki, että tälle olisi osittain tarvetta, yhden vastatessa, että sille on täydellinen tarve, sekä yksi vastaaja vastasi, että sille ei ole tarvetta ollenkaan.

5.2.2 Vastausten tulkinta, menetelmät.

Vastausten perusteella voi tehdä johtopäätöksen, että automatiikan aste suoritteissa ja käytetyn työvoiman koko vaikutti siihen, miten koettiin tarve automatisoida kyseisiä suoritteita: eniten koettiin tarvetta automatisoida suoritteet, joiden tekemiseksi tarvittiin paljon työvoimaa, kuten kitkentä ja pakkaus. Tarpeeseen automatisoida nämä suoritteet vaikuttivat varmasti se, että laajan työvoiman käyttö merkitsi yhtäläisesti myös laajoja työvoimakustannuksia. Kylvössä työllistävyys ja säännöllinen työpanos korostuivat, mutta koettiin, että suoritetta tarvitsisi edelleen automatisoida vain osittain. Kokonaan automatisointi ei siis ollut tarpeen, eli tällä hetkellä työvoiman käyttö on suhteessa tuotoksen kanssa ja siten hyväksyttävissä.

Tosin määrällisesti suuren työvoiman tarve ei selitä kokonaan, miksi jonkin suoritteen automatisoinnille koettiin tarvetta. Esimerkiksi kasteluissa avomaalla/kentällä tai kasvihuoneessa työvoimaa ei tarvittu työvoimaa suurta määrää, tosin ei ollut myöskään koettu, että ne olisivat olleet pitkälle automatisoituja, vaan osittain eli säännöllistä ihmisen työpanosta tarvittiin niiden tekemiseksi. Sama pätee myös taimien elintilan seurannassa automatiikan tai yhden päätteen kautta: suoritteessa tarvittiin ihmisen säännöllistä työpanosta ja koettiin, että tätä suoritetta olisi tarpeen automatisoida enemmän.

Työvoimatarpeen lisäksi voi myös ajatella, että automatiikan tarpeen kokemiseen vaikutti myös se, että jokin osa tuotannon suoritteesta voisi tapahtua tehokkaammin automatiikan lisäämisen ansiosta tai suoritteen tekeminen helpottuisi automatiikan lisäämisen ansiosta.

Menetelmien osalta niiden käyttäminen tällä hetkellä ja koettu tarve niiden käyttämiselle aiheutti kysymyskohtaista vaihtelua. Mitään yleistävää johtopäätöstä oli hankala tehdä. Suurin osa menetelmistä miellettiin jollakin tavalla tarpeellisiksi. Mahdollisesti ne olivat siis vastaajille jollakin tavalla jostakin lähteestä tuttuja asioita. Huomattavaan osaan kysymyksistä oli kuitenkin vastattu *osittain tarpeellinen*, eli voisi ajatella, että menetelmille ei ole vielä kiireellistä tarvetta tai ehkä ei osata vielä mieltää, että ne olisivat kriittisesti tärkeitä. *Ei ole tarvetta* –vastauksia ei tarvitse sen enempää avata, menetelmille ei siis koettu tarvetta.

5.2.3 Vastausten tulkinta, mahdollisuudet, yrityskoko ja maantieteellinen sijainti.

Vastaajat sekä kokivat tarpeellisiksi että myös mahdolliseksi tuotantoon liittyvän automaation lisäämistä. Voidaan myös päätellä, että vastaajien mukaan tällaiset muutokset ovat mahdollisia sekä taloudellisessa että teknologisessa mielessä. Tämä ei yllätä teknologian osalta, mutta taloudellisessa mielessä on hieman yllättävää, että näitä pidetään mahdollisena, sillä taimitarhatuotannon kehittämistä on pidetty ongelmallisena tarvittavien resurssien puuttumisen takia (Asikainen 2005, 75.). Lisäksi yksityistämistoimien jälkeen 1990-luvulla koitui ongelmaksi, että tarvittavat tuotannon investoinnit olisi pitänyt toteuttaa vähenevillä tuloilla, seurauksena taimien kysynnän ja hinnan laskusta (Tasanen 2010, 132–133). Se ei kuitenkaan ole välttämättä enää nykyään ongelma.

Toisaalta jos ajatellaan, että suurin osa metsätaimia tuottavista yrityksistä on PK-sektorin yrityksiä (Tilastokeskus 2018), se ei sinällään välttämättä ole yllättävää, sillä PK-yrityksillä voi olla motivaatiota ja innovatiivisuutta käyttää hyväksi mahdollisuuksia kasvattaa yritystensä tai yrityksensä toimintaa, taloudellisestikin. PK-yrityksissä voi olla vähemmän organisaatorakenteeseen liittyviä, innovaatioiden käyttöönottoon liittyviä hidasteita (Honkanen 2004, 122–125.).

Samaan yhteyteen liittyy varmasti sekin, että vastaajat olivat jollakin tasolla enimmäkseen valmiita rakennuttamaan kokonaan tai joitakin osia uutta infrastruktuuria, joka mahdollistaisi uudenlaisten menetelmien ja tekniikoiden käytön. Vastauksiin varmaan osittain vaikutti tietysti se, että nämä koettiin mahdollisiksi, ehkä tulevaisuuden suhteen jopa tarpeellisiksi. On luonnollista, että rakennelmat vanhentuvat ja kaipaavat remonttia tai purkua ja uuden rakentamista vanhan tilalle. Yritykset voivat myös kasvaa ja tilausten tyydyttämiseen tarvitaan lisää tuotantokapasiteettia, jota varten pitää rakentaa lisää tilaa.

Ohessa voidaan kokea mahdolliseksi tai jopa tarpeellisiksi toteuttaa taimien tuotantoa uusilla menetelmillä ja tekniikalla, kenties kokeilumiehellä tai perustuen siihen, miten hyvin muualla toteutus on toiminut ja millaisia tutkimustuloksia aiheesta on saatu. Kieltävät vastaukset kysyttäessä infrastruktuurin rakentamisesta voivat tarkoittaa sitä, että kyseiselle infralle ei koettu tarvetta.

Se, miten maantieteellinen sijainti vaikutti kyselyyn vastaamiseen, ei käy kyselyssä täysin ilmi, ellei oteta lukuun sitä, että taimitarhojen maantieteellisen sijainnin perusteella suurin

osa tarhoista sijaitsee keskisessä Suomessa, Etelä-Suomessa oli vain vähän vastaajien tarhoja, kuten myös Pohjois-Suomessa. Paikkakunnalla on jossain määrin se merkitys tarhan toimintaan, että taimitarhoilla on omat ominaispiirteet esimerkiksi tarhan maalajin, ilmaston ja henkilöstön osalta (Tasanen 2010, 121). Erityisesti henkilöstön saatavuuden suhteen on huomionarvoista, voiko taimitarhan sijainti esimerkiksi muuttotappioalueella (Aro 2014) vaikuttaa siihen, miten automaation ja sen lisäämisen tarve koetaan taimitarhoilla nyt ja tulevaisuudessa. Luvussa 5.2 on käsitelty tarkemmin maantieteellistä sijaintia.

Vastaajista yksikään ei ollut perustanut uutta taimitarhaa viimeisen 10 vuoden aikana, mutta suurin osa oli lopettanut viimeisen 2 vuoden aikana, vähemmistön ilmoittaessa, että tarhoja ei ollut lopetettu viimeisen 10 vuoden aikana. Tämä ilmentää suuntaa, jossa taimitarhojen määrä on väijäämättä vähentynyt (Asikainen 2005, 75; Kohlström 2005, 64–65; Tasanen 2010, 129–135.).

Henkilöstömäärältään vastaajien edustamat yritykset työllistivät pääosin alle 10 henkilöä kokoaikaisesti vuoden ympäri. Vuoden aikana yritykset työllistivät osa- tai määräaikaisesti muutaman kymmenen ihmistä. Henkilöstön määrän osalta vastaajien yritykset täyttävät PK-yrityksen tuntomerkit (Tilastokeskus 2018).

5.3. Kysymykset ja vastaukset

5.3.1 Teknologiaan liittyvät kysymykset

Kysymyksessä 2, mikä on kyselyn ensimmäinen varsinainen kysymys, kysyttiin, kokivatko vastaajat, että elektronisista laitteista tai sovelluksista olisi hyötyä kylvössä (esimerkkinä esineiden internet, elektroniset mittauslaitteet yhdistettynä yhteen valvontapalvelimeen?) Vastaajia tähän kysymykseen oli neljä. Vastauksista 100 % oli *kyllä*-vastauksia.

Kaikki vastaajat kokivat, että taimituotannon vaiheita voidaan automatisoida edelleen.

Kysyttäessä kiinnostuneisuutta ja sitä, ovatko vastaajat selvillä yleisesti tuotannon ja automatisointiin liittyvistä asioista, 75 % vastasi *kyllä* ja 25 % vastasi *osittain*.

Kysyttäessä, että kokevatko vastaajat, että eri toimintatapahtumien tuloksellisuuden mittaamisesta, käyttäen esimerkiksi erilaisia antureita/sensoreita, olisi hyötyä toiminnan tehostamisessa ja tuloksen parantamisessa edelleen? 75 % vastaajista vastasi *kyllä*, 25 % vastasi *osittain*.

Vastausten perusteella vaikuttaisi siltä, että tuottajat uskovat kysymyksissä esitettyihin mahdollisuuksiin.

5.3.1 Automatiikan käyttö ja sen sovellutukset tällä hetkellä

Kyselyn osioiden vastauksissa *Kokonaan*-vastaus tarkoitti, että tuotannonsuoritteessa ei tarvita ihmisen läsnäoloa lainkaan tai erittäin vähän, lähinnä valvonnassa, säädöissä ja tarkistuksissa. *Osittain*-vastaus tarkoitti, että tuotannonsuoritteen tekemiseksi tarvitaan ajoittain ja säännöllisesti ihmisen väliintuloa muulloinkin, kun kyse on valvonnasta, säädöistä ja tarkastuksista, ja tällöin tätä tehtävää tekisi joko yksi ihminen, pari tai pieni työryhmä. *Ei ole*-vastaus tarkoitti, että tuotannonsuoritteen tekemiseksi tarvittaisiin paljon ihmisiä, eli tuotannonsuoritteen työvoimavaltaisuus korostuu, ja että tuotannonsuoritteen tekemiseksi tarvittaisiin säännöllistä työpanosta. Kuvio 2:ssa luvun lopussa on koottuna vastaukset kaavalle.

Kaikkien vastaajien taimitarhoilla kastelu avomaalla/kentällä oli osittain automatisoitu. Vastaus voidaan tulkita siten, että kastelua avomaalla tai kentällä ei voida suorittaa kokonaan ilman ihmisen läsnäoloa ja toteutusta, ihmisen työpanosta tarvitaan edelleenkin jossakin työvaiheessa tämän työsuoritteen tekemiseksi.

Kaikkien vastaajien taimitarhoilla kastelu kasvihuoneessa oli osittain automatisoitu. Vastaus voidaan tulkita siten, että kastelu kasvihuoneessa ei voida suorittaa kokonaan ilman ihmisen läsnäoloa ja toteutusta. Ihmisen työpanosta tarvitaan edelleenkin jossakin työvaiheessa tämän työsuoritteen tekemiseksi.



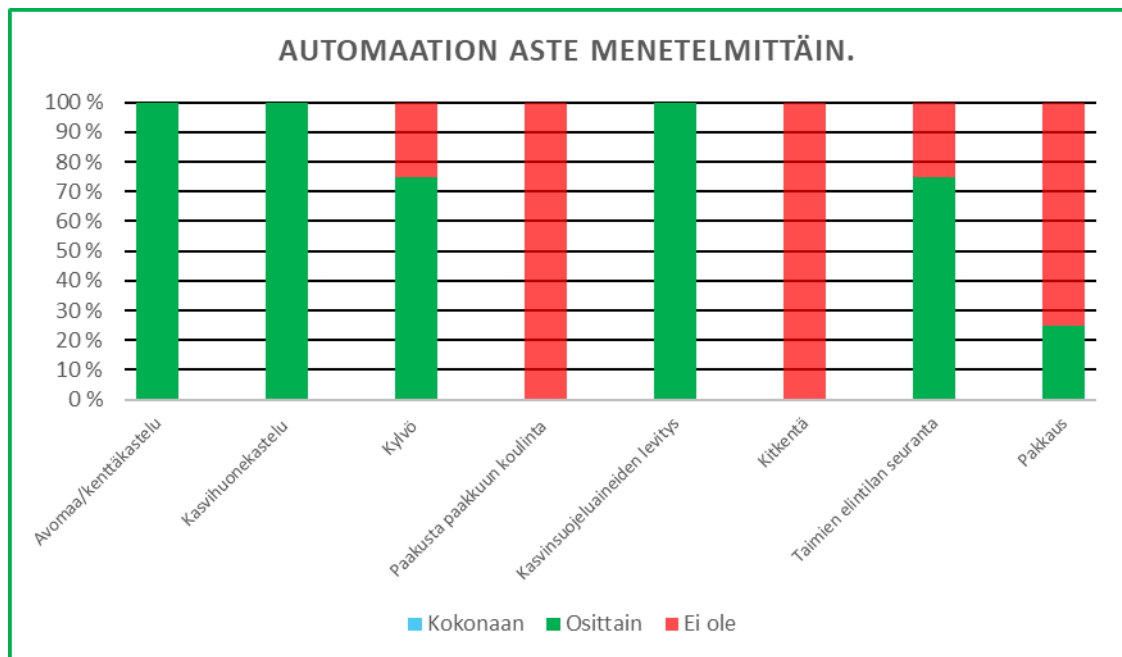
KUVIO 1. Kylvön automaation aste.

Vastaajista 75 % oli vastannut, että kylvö on osittain automatisoitu, 25 % oli vastannut *ei ole*. Vastaus voidaan tulkita siten, että kylvöä ei voida suorittaa kokonaan ilman ihmisen läsnäoloa ja toteutusta. Ihmisen työpanosta tarvitaan edelleenkin jossakin työvaiheessa tämän työsuorituksen tekemiseksi.

Kaikki vastaajat vastasivat, että paakusta paakkuun koulintaa ei ole automatisoitu. Tämä tarkoittaa myös sitä, että työsuoritteessa olisi potentiaalia suunnitella se sellaiseksi, että ihmisen työpanosta tarvittaisiin vähemmän.

Kaikkien vastaajien taimitarhoilla kasvinsuojeluaineiden levitys oli osittain automatisoitu. Vastaus voidaan tulkita siten, että kasvinsuojeluaineiden levitystä ei voida suorittaa kokonaan ilman ihmisen läsnäoloa ja toteutusta. Ihmisen työpanosta tarvitaan edelleenkin jossakin työvaiheessa tämän työsuorituksen tekemiseksi.

Kaikkien vastaajien taimitarhoilla kitkentää ei ole automatisoitu. Tämä on selkeä todiste siitä, että kitkentä on edelleenkin suorite, jonka toteuttamiseksi tarvitaan ihmiskäsin tehtävää työtä (Tasanen 2010, 54, 89, 144–145.). Tämä tarkoittaa myös sitä, että kitkentä olisi mahdollista suunnitella sellaiseksi, että ihmisen työpanosta tarvittaisiin vähemmän.



KUVIO 2. Automaation aste menetelmittäin.

Vastaajista 25 % oli vastannut *ei ole* ja loput 75 % *osittain*, kuinka pitkälle heidän taimitarhoillaan voi taimien elintilan seuranta tehdä automatiikan tai vaikka yhden päätteen avulla. Vastaukset voidaan tulkita tässä kysymyksessä siten, että taimentuottajilla on enimmäkseen jo olemassa tarvittavaa tekniikkaa ja/tai menetelmiä seurata taimien elintilaa, mutta ei välttämättä kaikilta osin, eikä elintilan seuranta ole välttämättä pystytty toteuttamaan vielä automatiikan avulla.

Vastaajista 75 % oli vastannut *ei ole*, 25 % oli vastannut *osittain*, kuinka pitkälle heidän taimitarhoillaan on pakkausta automatisoitu. Vastaukset voidaan tulkita siten, että taimitarhoilla tehtävä pakkaustyö on suorite, jonka toteuttamiseksi tarvitaan merkittävästi ihmiskäsin tehtävää työtä. Tämä tarkoittaa myös sitä, että pakkaaminen olisi mahdollista suunnitella sellaiseksi, että ihmisen työpanosta tarvittaisiin vähemmän.

5.3.2 Kysymykset menetelmistä

Seuraavissa kysymyksissä kysyttiin, missä määrin vastaajien tarhoilla käytettiin kysytyjä menetelmiä. *Kokonaan*- vastaus valittiin silloin, kun menetelmä on jo laajassa käytössä.

Osittain- vastaus valittiin silloin, kun menetelmä on käytössä, mutta ei kuitenkaan laajassa käytössä, tai menetelmä on kokeiluasteella. *Ei*- vastaus valittiin silloin, kun menetelmä ei ole käytössä.

Vastaajista 50 % vastasi *kyllä* ja 50 % *osittain*, mitenkä he käyttävät led-valoja kasvatuksessa.

Vastaajista 75 % vastasi, että heillä ei ole monikerroskasvatusta käytössä, 25 % vastatessa, että heillä on käytössä tämä menetelmä.

50 % vastasi *kyllä* ja 50 % vastasi kieltävästi siihen, miten heillä on taimien mekaaninen heiluttaminen käytössä.

Kenelläkään vastaajista ei ollut ulkoista tukirankaa, exoskeletonia, käytössään heidän taimitarhoilla. Tämä ei ole yllättävä vastaus, sillä kyseistä välinettä on käytetty vasta kokeellisesti joissakin osissa maailmaa, esimerkiksi raskaissa teollisuuden työtehtävissä, joissa työnkuvaan kuuluu raskaiden esineiden nostot (Marinov 2017; Mäkinen 2016; Vanhalakka 2018).

Kenelläkään vastaajista ei ollut taimien kastelua altapäin käytössä. Taimien altapäin tapahtuva kastelu on yleistä kukkakasvien kasvatuksessa, sitä on myös kokeiltu metsäpuutaimien kasvatuksessa (Rikala 2012, 104), mutta se ei ole vastausten perusteella yleistä.

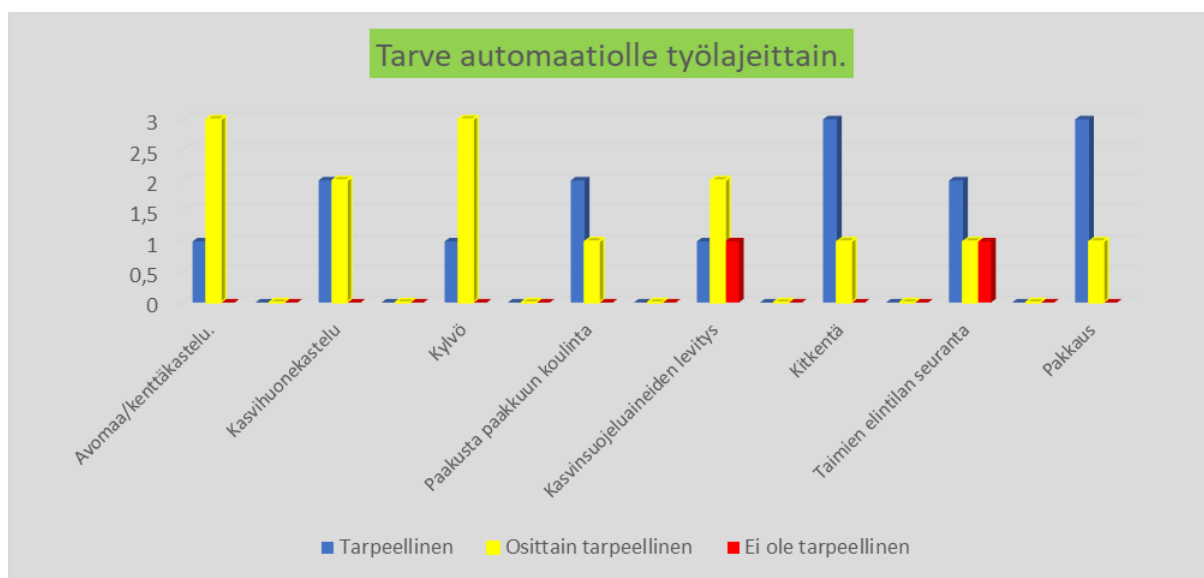
Vastaajista 75 % oli vastannut *ei ole*, 25 % oli vastannut *osittain*, kun kysyttiin, että onko vastaajien tarhojen tuotanto, sisältäen kylvön, kasvatuksen ja niin edelleen, valvottavissa yhden tai muutaman lähekkäin olevan laitteen tai päätteen kautta.

5.3.3 Tuotantosuoritteiden täysi tai mahdollisimman pitkälle viety automatiikka

Seuraavissa kysymyksissä selvitettiin, kokivatko vastaajat tarpeellisina kysytyjä menetelmistä. *Tarpeellinen*- vastaus valittiin silloin, kun se koettiin täysin tarpeelliseksi. *Osittain tarpeellinen*- vastaus valittiin silloin, kun menetelmä koettiin joissakin määrin tai joissakin asioissa tarpeelliseksi, mutta ei kuitenkaan täysin tarpeelliseksi. *Ei tarpeellinen*- vastaus valittiin silloin, kun ei koettu tarvetta. Kuvio 3:ssa on koottuna vastaukset.

75 % vastasi *osittain tarpeellinen*, 25 % *tarpeellinen*, kun kysyttiin, kuinka tarpeelliseksi koettiin avomaalla/kentällä tapahtuvan kastelun mahdollisimman pitkälle vietyä automaatiikkaa. Tämän perusteella voidaan olettaa, että kyseiset suoritteet on tehty niin automaattisiksi kuin vain on mahdollista, mutta koetaan, että sitä olisi tarpeen innovoida edelleenkin automatisoiduksi suoritteeksi.

50 % vastasi *tarpeellinen*, 50 % vastasi *osittain tarpeellinen*, kun kysyttiin, että onko kasvihuoneessa tapahtuvan taimien kastelun pitkälle viedylle automaatiikalle tarvetta. Voidaan olettaa tämän perusteella, että kyseiset suoritteet on tehty niin automaattisiksi, kuin vain on mahdollista, mutta koetaan, että sitä olisi tarpeen, ainakin joiltakin osin, innovoida edelleenkin yhä automatisoidummaksi suoritteeksi.



KUVIO 3. Tarve automaatiolle työlajeittain.

Kysyttäessä kylvöä koskevan, pitkälle viedyn automaatiikan tarvetta, 75 % vastasi *osittain tarpeellinen*, 25 % vastasi *tarpeellinen*. Voidaan olettaa tämän perusteella, että kyseinen suorite on tehty niin automaattisiksi, kuin vain on mahdollista, mutta koetaan, että sitä olisi tarpeen, ainakin joiltakin osin, innovoida edelleenkin yhä automatisoidummaksi suoritteeksi.

Paakusta paakkuun koulintaa koskevasta, pitkälle viedyn automatiikan tarpeesta, 67 % vastasi *tarpeellinen*, 33 % *osittain tarpeellinen*. Vastausten perusteella voidaan olettaa, että tätä suoritetta tulisi tehdä entistäkin automaattisemmaksi.

Kasvinsuojeluaineiden levitystä koskevan automatiikan tarpeeseen 50 % oli vastannut *osittain tarpeellinen*, 25 % *tarpeellinen* ja 25 % *ei ole tarpeellinen*. Tämän perusteella voidaan olettaa, että kyseinen suorite olisi tarpeen tehdä ainakin joiltakin osin entistäkin automaattisemmaksi.

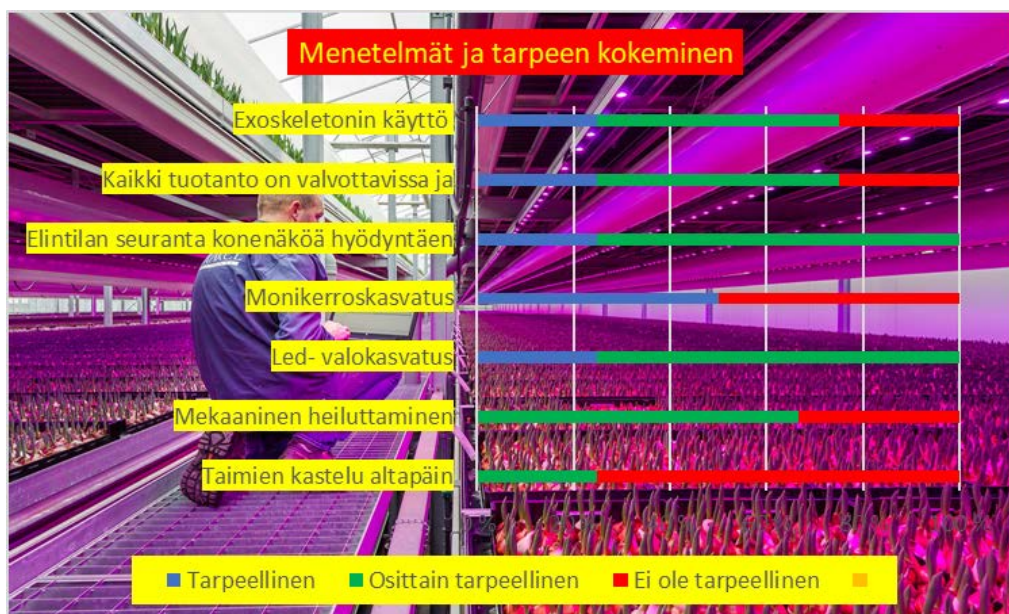
Kysyttäessä kitkentää koskevan automatiikan tarvetta 75 % oli vastannut *tarpeellinen*, 25 % oli vastannut *osittain tarpeellinen*. Tämä todistaa sitä, että kyseinen suorite on edelleenkin työvoimaa vaativa tehtävä, jota ei ole vielä kyetty toteuttamaan pienemmällä työvoimalla tai suoritetta tehostavimmilla menetelmillä. Vastausten perusteella koetaan, että olisi tarvetta tehdä tämä suorite entistäkin automaattisemmaksi (Tasanen 2010, 54, 89, 144–145.).

Taimien elintilan seurannan automatiikan tarpeeseen vastaajista 50 % oli vastannut *tarpeellinen*, 25 % oli vastannut *osittain tarpeellinen* ja 25 % oli vastannut *ei ole tarpeellinen*. Tämän perusteella voidaan olettaa, että kyseinen suorite olisi tarpeen tehdä ainakin joiltakin osin entistäkin automaattisemmaksi.

Kysyttäessä pakkauksen automatiikan tarpeesta, 75 % oli vastannut *tarpeellinen*, 25 % oli vastannut *osittain tarpeellinen*. Tämä kertoo siitä, että kyseinen suorite on työvoimaa vaativa tehtävä, jota ei ole vielä kyetty toteuttamaan pienemmällä työvoimalla ja tehokkaammilla menetelmillä, ja koetaan tarvetta saada se entistäkin automaattisemmaksi.

5.3.4 Kysytyjen menetelmien käyttöönotto taimituotannossa

Seuraavissa kysymyksissä selvitettiin, kokivatko vastaajat tarpeellisina kysytyjä menetelmiä. *Tarpeellinen*- vastaus valittiin silloin, kun se koettiin täysin tarpeelliseksi. *Osittain tarpeellinen*- vastaus valittiin silloin, kun menetelmä koettiin joissakin määrin, joissakin asioissa, mutta ei kuitenkaan täysin tarpeelliseksi. *Ei tarpeellinen*- vastaus annettiin silloin, kun menetelmille ei koettu tarvetta. Kuvio 4:ssä on koottuna vastaukset.



KUVIO 4. Menetelmät ja tarpeen kokeminen. (Sharpless 2018).

Kysyttäessä kasvihuoneessa tehtävästä, taimien kastelusta altapäin, 75 % oli vastannut *ei ole tarpeellinen*, 25 % oli vastannut *osittain tarpeellinen*.

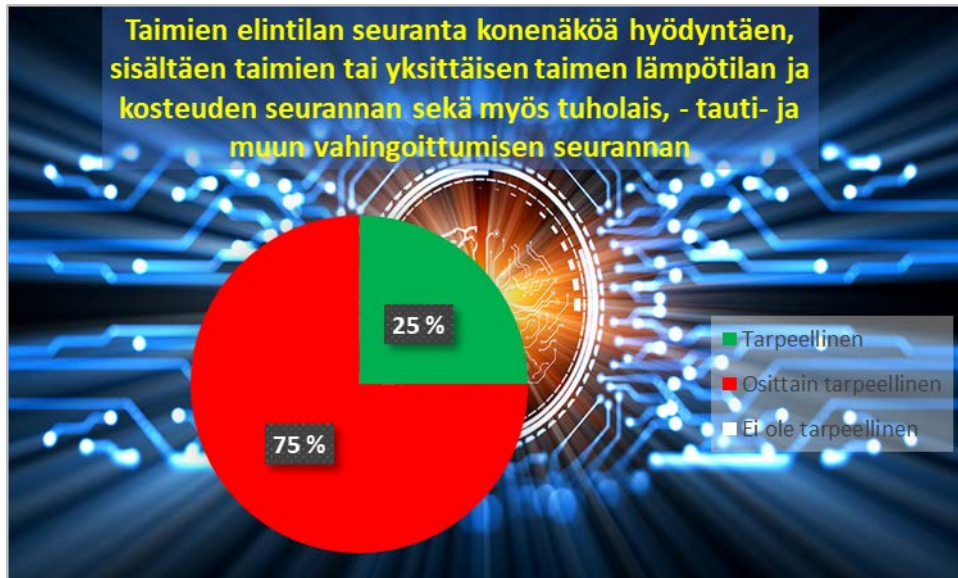
Taimien mekaanisen heiluttamisen tarpeeseen 67 % oli vastannut *osittain tarpeellinen*, 33 % oli vastannut *ei ole tarpeellinen*.

Kysyttäessä led-valokasvatuksesta, 75 % oli vastannut *osittain tarpeellinen*, 25 % oli vastannut *tarpeellinen*.

Kysyttäessä taimien monikerroskasvatuksesta, 50 % oli vastannut *tarpeellinen*, 50 % oli vastannut *ei ole tarpeellinen*.

Kysyttäessä taimien elintilan ynnä muun seurannan tapahtumista, konenäköä näissä hyödyntäen, 75 % oli vastannut *osittain tarpeellinen*, 25 % oli vastannut *tarpeellinen*. Kuvio 5:ssä on vastaukset kaavana.

Kysyttäessä kaiken tuotannon valvottavuudesta ja säädettävyydestä yhden tai muutaman lähekkäin olevan laitteen tai päätteen kautta, 50 % oli vastannut *osittain tarpeellinen*, 25 % oli vastannut *tarpeellinen*, 25 % oli vastannut *ei ole tarpeellinen*.



KUVIO 5. Taimien elintilan seuranta konenäköä hyödyntäen. (University of York 2018).

Kysyttäessä exoskeletonin käytöstä käsin tehtävissä nosto- ja kantotöissä, 50 % oli vastannut *osittain tarpeellinen*, 25 % oli vastannut *tarpeellinen* ja 25 % oli vastannut, että se *ei ole tarpeellinen*.

Suurin osa menetelmistä miellettiin jollakin tavalla tarpeellisiksi, eli ne saattoivat olla vastaajille jollakin tavalla, jostakin lähteestä tuttuja asioita. Huomattavaan osaan kysymyksistä oli kuitenkin vastattu *osittain tarpeellinen*, eli voisi ajatella, että menetelmille ei ole vielä kiireellistä tarvetta tai ehkä ei osata vielä mieltää, että ne olisivat kriittisesti tärkeitä. Vastauksiin, joihin oli valittu *ei ole tarpeellinen*, ei tarvitse sen enempää avata, menetelmille ei ole siis koettu tarvetta.

5.3.5 Työvaiheiden edelleen automatisoinnin mahdollisuus

50 % vastasi *taloudelliset seikat*, 50 % vastasi *molemmat*, eli taloudelliset ja teknologiset seikat, kun kysyttiin, että jos tuotantoa, sen työvaiheita työsuorituksineen, on mahdollista automatisoida edelleen, kokivatko he tämän tarpeelliseksi ja jos kokivat, niin miksi.

Kysyttäessä vastaajilta, että jos tuotantoa, sen työvaiheita työsuorituksineen, on mahdollista automatisoida edelleen, kokivatko he tämän mahdolliseksi, 50 % oli vastannut *teknologiset seikat*, 50 % oli vastannut *molemmat*, eli *taloudelliset ja teknologiset seikat*.

Vastauksista voidaan päätellä, vastaajat kokivat sekä tarpeelliseksi että myös mahdolliseksi tuotantoon liittyvän automaation lisäämisen. Voidaan myös päätellä, että vastaajien mukaan tällaiset muutokset ovat mahdollisia sekä taloudellisessa että teknologisessa mielessä, mikä on yllättävää, ei teknologian kannalta mutta siltä osin, että taloudellisessa mielessä pidetään mahdollisina näitä muutoksia, sillä taimitarhatuotannon kehittämistä on pidetty ongelmallisena tarvittavien resurssien puuttumisen takia (Asikainen 2005, 75).

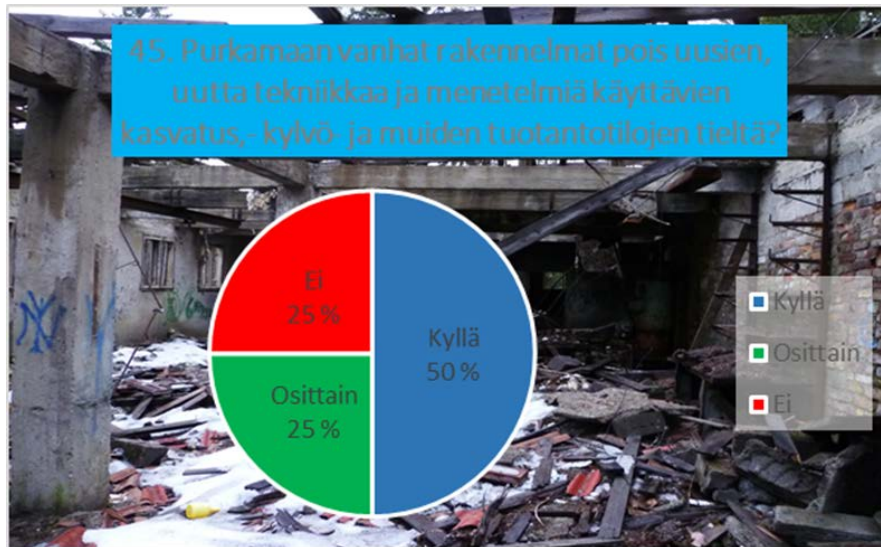
5.3.6 Teknologian tuomat muutokset

Vastaajilta kysyttiin, että jos on tarpeen tai mahdollista, olisivatko he valmiita toteuttamaan kysymyksissä esitettäviä asioita.

Kysyttäessä vastaajien valmiuksia rakennuttaa täysin uuden rakennelman tai rakennelmia, joissa käytettäisiin uudenlaisia taimentuotannon menetelmiä ja tekniikoita. 75 % oli vastannut *kyllä*, 25 % oli vastannut *osittain*. Kuvio 6:ssa on vastaukset kaavana.

Kysyttäessä vastaajien valmiuksia rakennuttaa lisärakennelma tai rakennelmia, joissa käytettäisiin uudenlaisia taimentuotannon menetelmiä ja tekniikoita, vanhojen tilojen lisäksi, 75 % oli vastannut *kyllä* ja 25 % oli vastannut *ei*.

Kysyttäessä vastaajien valmiuksia purkaa vanhat tilat pois uudenlaisia menetelmiä ja tekniikoita käyttävien tilojen tieltä, 50 % oli vastannut *kyllä*, 25 oli vastannut *osittain* ja loput 25 % oli vastannut *ei*. Kuvio 7:ssä on vastaukset kaavana.



KUVIO 7. Vanhojen rakennelmien purku uusien, uutta tekniikkaa ja menetelmiä käyttävien kasvatus-, kylvö- ja muiden tuotantotilojen tieltä.

Kysyttäessä vastaajien valmiuksista rakennuttaa kokonaan jo olemassa olevan tarhansa tai tarhonsa infrastruktuuri uudelleen, jos tavoitteena olisi siten käyttää uudenlaisia tekniikoita ja menetelmiä, 50 % oli vastannut *kyllä*, 50 % oli vastannut *osittain*.

Kysyttäessä vastaajien valmiudesta rakennuttamaan täysin uuden taimitarhan, uudella infrastruktuurilla, jossa käytettäisiin uudenlaisia menetelmiä ja tekniikoita taimituotannossa, vastaajista 50 % vastasi *kyllä*, 50 % vastasi *osittain*.

5.3.7 Teknologiaan ja työllistävyyteen liittyvät kysymykset

Vastaajilta kysyttiin, missä tuotannon tehtävissä ihmisen vaikutusta työhön tarvitaan ja kuinka paljon. Työlajien työllistävyydestä on koottuna vastaukset kaavalle kuvio 8:ssa.

Kylvön osalta kaikki vastaukset olivat *4 tai 5 välillä*. Vastausten perusteella voidaan ajatella, että kylvössä tarvitaan säännöllisesti osallistuvaa työvoimaa vähintään ryhmän verran.

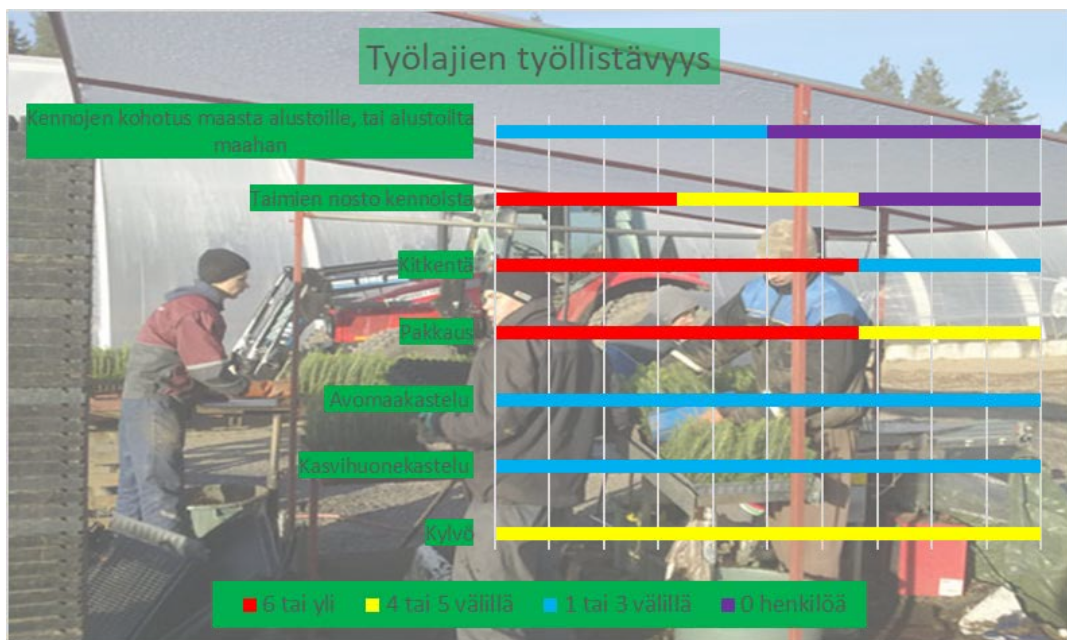
Kasvihuoneessa tehtävän kastelun osalta kaikki vastaukset olivat *1 ja 3 välillä*. Tämä kertoo, että kyseisen suorituksen toteutuminen ei edellytä paljoa työvoimaa.

Avomaalla tehtävän kastelun osalta kaikki vastaukset olivat *1 ja 3 välillä*. Tämä kertoo, että kyseisen suoritteiden toteuttaminen ei edellytä paljoa työvoimaa.

Kysyttäessä pakkauksen työllistävyydestä, vastauksista 67 % oli *6 tai yli*, 33 % oli *4 tai 5 välillä*. Tämä kertoo, että kyseinen suorite on työvoimaa vaativa suorite.

Kitkennän osalta vastauksista 67 % oli *6 tai yli*, 33 % oli *1 ja 3 välillä*. Tämä osoittaa, että kitkentä on työvoimaa vaativa suorite, mitä se on ollutkin jo kauan (Tasanen 2010, 54, 89, 144–145.).

Vastaajista 34 % oli vastannut *6 tai yli*, 33 % oli vastannut *4 tai 5 välillä*, 33 % oli vastannut *0* (ei yhtään), kun kysyttiin taimien nostoa kennoista. Tämä kertoo, että kyseinen suorite on työvoimaa vaativa tehtävä.



KUVIO 8. Työlajien työllistävyys. (Koskelan taimitarha 2018).

Kysyttäessä kennojen kohotuksesta maasta alustoille tai alustoilta maahan, 50 % oli vastannut *1 tai 3 välillä*, 50 % oli vastannut *0* (ei yhtään). Tämä ei siis ole työvoimaa paljon vaativa tehtävä.

Vastausten perusteella voidaan huomata, että joihinkin työtehtäviin, kuten pakkaukseen, kitkentään, taimien nostoon kennoista ja kylvöön, tarvitaan edelleen ryhmän verran ihmisiä niiden toteutumiseksi. Kastelun vähäisen työntekijätarpeen voi selittää sillä, että kyseistä tehtävää on jo kyetty kehittämään siten, että sen tekemiseen ei tarvita montaa ihmistä (Tasanen 2010, 107–109, 259–260.).

5.4. Yritykseen liittyvät tiedot

Kysyttäessä taimitarhojen määrystä yhtiönsä omistuksessa, 50 % oli vastannut *2 ja 3 välillä*, 50 % oli vastannut *1*.

Kysyttäessä taimitarhojen maantieteellisestä sijainnista, 60 % oli vastannut K-Suomi (Keski-Suomi), 20 % oli vastannut E-Suomi (Etelä-Suomi), 20 % oli vastannut P- Suomi (Pohjois-Suomi).

Sijantien tarkemmat selitykset:

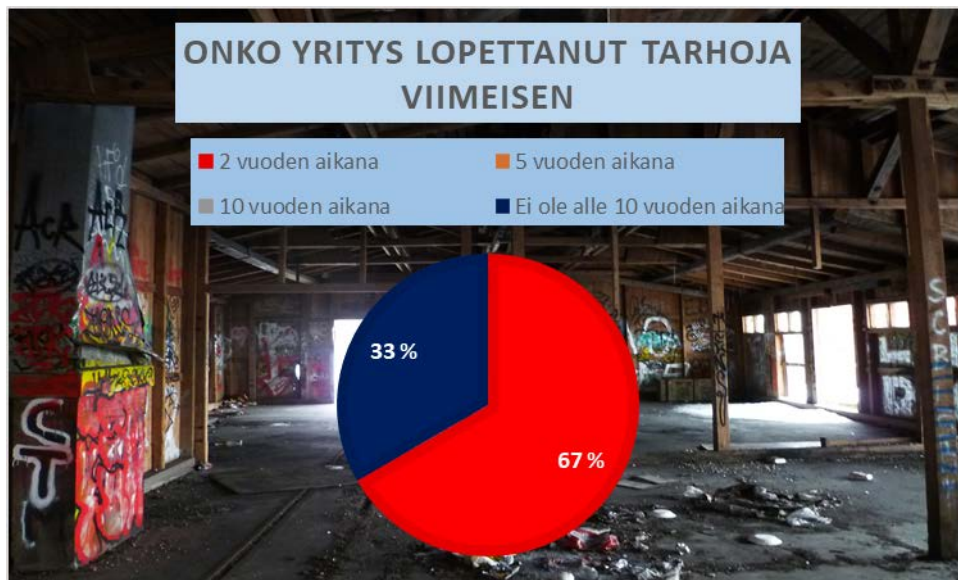
Etelä-Suomi: Ahvenanmaa, Kaakkois-Suomi, Kanta-Häme, Kymenlaakso, Pirkanmaa, Päijät- Häme, Satakunta, Uusimaa, Varsinais-Suomi.

Keski-Suomi: Etelä-Pohjanmaa, Etelä-Savo, Keski-Suomi, Keski-Pohjanmaa, Pohjanmaa, Pohjois-Karjala, Pohjois-Savo.

Pohjois-Suomi: Kainuu, Lappi, Pohjois-Pohjanmaa.

5.5. Yrityskoon muutokset

Kysyttäessä, että ”Onko yritys perustanut uusia taimitarhoja viimeisen 10 vuoden aikana,” vastauksia oli kolme, joissa kaikissa oli vastaus *ei ole*.



KUVIO 9. Ovatko yritykset lopettaneet tarhojaan kyseisellä ajanjaksolla.

Vastausten perusteella 67 % vastaajista on lopettanut tarhoja viimeisen kahden vuoden aikana, 33 % ei ole lopettanut alle kymmenen vuoden aikana. Kuviolla 9 on vastaukset kaavana.

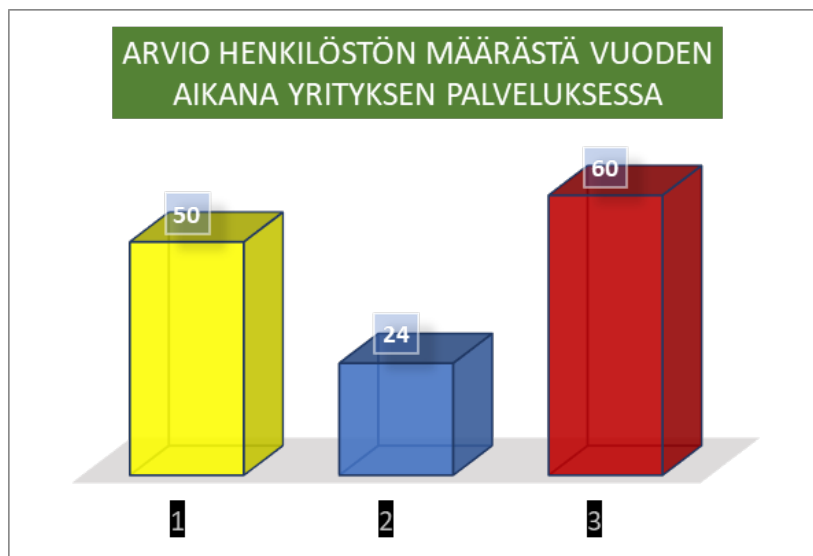
5.6. Yrityksen henkilöstömäärä yhteensä vuodessa



KUVIO 10. Arvio kokoaikaisen, vakinaisen, ympäri vuoden työllistetyn henkilöstön määrästä, joka on ympäri vuoden työllistetty vakinaisesti, esimerkiksi johto- tai myyntitehtävissä.

Kysyttäessä vastaajien arviota kokoaikaisen, vakinaisen, ympäri vuoden työllistetyn henkilöstön määrästä, vastauksissa ilmoitettiin työntekijämäärän olevan 2-15 välillä. Kuviolla 10 on vastaukset kaavana.

Kysyttäessä vastaajien arviota osan vuodesta vakinaisesti työskentelevän henkilöstön määrästä (joka on töissä sesonkiaikojen ulkopuolellakin, mutta joka voi olla myös osan ajan vuodesta lomautettuna), vastausten ilmoittamat lukumäärät ovat 10-40 välillä.



KUVIO 11. Arvio henkilöstön määrästä vuoden aikana yrityksen palveluksessa.

Kysyttäessä vastaajien arviota henkilöstön määrästä vuoden aikana yrityksen palveluksessa, vastausten ilmoittamat määrät ovat 24-60 välillä. Kuviolla 11 on vastaukset kaavana.

6. POHDINTA

Verrattuna alun perin laadittuun hypoteesiin tuntuu yllättävältä, että kyselyn tulokset osoittivat päinvastaista kuin mitä oli aiemmin oletettu. Olettamuksena oli, että vastaajilla olisi kiinnostusta käyttää uusia menetelmiä ja tekniikoita, joitakin niistä olisi jo käytössä, mutta niillä, joilla tekniikoita ei olisi käytössä, käyttöönotossa olisivat taloudelliset seikat esteenä tai tekniikkaa pidettäisiin liiankin hienovaraisena tai epäkelpona taimialan käyttöön.

Vastaajat päinvastoin pitivät sekä taloudellisesti että teknologisesti mahdollisina kyseisiä seikkoja. Vastaajat pitivät sekä teknologisessa että taloudellisessa mielessä tarpeellisena sekä erityisesti mahdollisena seikkoja, että tuotantoa, sen työvaiheita työsuorituksineen, olisi mahdollista automatisoida edelleen. Sekin oli yllättävää, että suurin osa vastaajista, ainakin jollakin tasolla, voisi rakentaa tai rakentaa lisää tarhoilleen uudenlaisia menetelmiä ja tekniikoita käyttäviä tiloja, jopa rakentaa tilansa uudestaan, jotta uusia menetelmiä ja tekniikoita voisi käyttää tarhan toiminnoissa.

Pystyin tekemään johtopäätöksiä kyselyn vastauksista, esimerkiksi miten joidenkin tehtävien suorittamiseen tarvittavan työvoiman määrä vaikutti siihen, miten vastaajat kokivat tarvetta tehtävien automatisoinnille. Tosin työvoiman määrä ei ollut ainoa vaikuttava tekijä: joissakin tehtävissä työntekijämäärän voidaan ajatella olevan ”hyväksyttävissä” määrässä, jos tehtävien automatisoinnille ei ole koettu enempää tarvetta. Tehtyjen kysymysten rajallisuuden takia on vaikea selvittää, mitkä ovat ne muut vaikuttavat tekijät tulosten takana, se vaatisi oman lisätutkimuksen. Sama asia koskee kysymyksiä, joissa selvitettiin tarvetta erilaisille menetelmille. Siihen, miksi menetelmät koettiin tai ei koettu tarpeelliseksi, on vaikea vastata, koska kyselylomakkeeseen ei ollut tehty tarvittavaa vertailupohjaa eli vertailtavia kysymyksiä asian selvittämiseksi tai havainnoimiseksi. Tässä mielessä kyselylomakkeen rakenne oli puutteellinen.

Alkuperäinen kyselylomake sisälsi noin sata kysymystä nykyisen 62 kysymyksen sijaan, josta näin jälkikäteen ajatellen olisi voinut karsia vielä lisääkin kysymyksiä pois, erityisesti loppupään kysymyksistä, joissa kysyttiin henkilöstömäärästä, maantieteellisestä sijainnista ja siitä, olivatko omistavat yritykset perustaneet ja/tai lopettaneet tarhoja. Näiden kysymysten vastauksia on vaikea vertailla muihin johtopäätösten tekemiseksi, ja ne

jäivät näin ”bulkkitavaraksi,” joista ei ole koristekäytön lisäksi muuta hyötyä. Lisäksi kyselyyn vastaajien määrän oletettiin olevan jo ennen kyselyn lähettämistäkin pieni, vaikka kaikki olisivatkin vastanneet kyselyyn.

Jälkikäteen ajatellen haastattelu olisi ollut oivallisempi tapa tehdä vastaava selvitys, kyselyn sijaan. Vaikka opinnäytteen teossa olikin perehdytty metsätaimien tuottamiseen ja kasvatukseen liittyviin perusteisiin, varsinainen teoriaosuus tästä opinnäytteestä kirjoitettiin kyselyn tulosten analysoimisen jälkeen. Teoriaosuus sisälsi monia mielenkiintoisia kohtia, joista olisi voinut ammentaa vielä osuvammin kyselylomakkeen teossa. Muun muassa tekoälyn hyödyntämisestä olisi voinut kysyä jotakin sekä ilma- ja hydroponisen viljelyn mahdollisuuksista monikerrosviljelyn lisäksi.

Opinnäytettä tehdessä heräsi myös ajatus, että vaikka tällä hetkellä on kova innostus erilaisten sovellusten, kuten esineiden internetin, tekoälyn ja muiden innovaatioiden käyttöönottamiseksi, ei vain teollisuuden tuotannossa, vaan myös jokapäiväisessä elämässä, palvelevatko nämä innovaatiot kuitenkaan aina ja kaikilla osa-alueilla mahdollisimman optimaalisesti käyttäjiänsä. Metsätaimituotanto on yksi tällainen potentiaalinen käyttäjä, joka voi hyötyä paljonkin joistakin innovaatioista, vaikka ei välttämättä kaikista.

Innovaatioiden, varsinkin kun ne ovat uusia ja käyttökokemusta ei välttämättä ole vielä paljoa muillakaan käyttäjillä, käyttöönotto ja edelleen kehittäminen palvelemaan käyttäjiänsä on aikaa, rahaa ja muita resursseja vievää ja vaatii suunnitelmallisuuden lisäksi käyttötarkoituksen ja oikeutuksen olemassaololleen. Kaiken innovaatioiden mainonnan ja keskustelun taustalla on muistettava, että innovaatiot eivät voi loppujen lopuksi olla itsetarkoitus, vaan ratkaisu ongelmiin. Innovaatioiden tarkoituksena ei ole myöskään luoda uusia ongelmia, elleivät niistä saatavat hyödyt ole haittoja merkittävämpiä.

Onko Suomessa potentiaalia ja mahdollisuuksia kasvattaa metsätaimituotannon intensiteettiä tavoilla, joilla esimerkiksi monikerroskasvatus tai muiden menetelmien ja teknikkoiden käyttö tekisi mahdolliseksi? Alan asiakkaita ovat metsänhoitoyhdistykset, Metsähallitus, integraatit ja metsäpalveluyrittäjät sekä jotkin yksityismetsänomistajat. Noin 160 miljoonaa vuosittain tuotettavaa tainta on iso määrä, mutta niitä ostavien asiakkaiden määrä ei kuitenkaan ole sen laajempi, ainakaan vielä. Kysymyksessä ei siis ole ala, jolla olisi tarvetta tuottaa vielä laajemmalle asiakasjoukolle vielä suurempia määriä niiden tar-

vitsemia tuotteita ja palveluita, mikä olisi mahdollista innovaatioiden käyttöönotolla. Tietysti tekniikalla ja sen mahdollistamilla menetelmillä on mahdollista saada kustannuksia hyväksyttävästi alas eikä vain saada tuotantomääriä ylös.

Tämän opinnäytteen tekijänä en vielä loppuvuodesta 2017 osannut aavistaa, millaisen lopputuleman saisin aikaiseksi tämän opinnäytteen kautta, enkä silloin vielä ymmärtänyt täysin, mitä tuleman pitää. Kuitenkin, perustan kautta rakennus saa seinän ja katon, ja niin sai tämä opinnäytekin. Tämän opinnäytteen teon myötä tutustuin moniin uusiin aiheisiin ja asioihin, joista oli mielenkiintoista oppia, sekä opetella tämän opinnäytteen teon myötä tekemään jonkinasteista tutkimusta ja pohtimaan sen tuloksia.

Vastaavanlaista opinnäytettä tai tutkimusta tästä aiheesta ei ole tämän opinnäytteen tekemisen aikana löytynyt vielä mistään, eli tämä opinnäyte on siinä mielessä ainutlaatuinen. Tästä opinnäytteestä on hyötyä sille, jota kiinnostaa tutkia metsätaimituotantoon liittyviä asioita ja kehittää niitä, tai mikä ikinä onkaan tätä opinnäytettä lukevan motivaatio taustalla.

LÄHTEET

Al Jazeera America. 15.10. 2015. Vertical Farming – TechKnow. YouTube-video.
<https://www.youtube.com/watch?v=BwgXb9h-Qgs>

Aro, T. Elokuu 2014. Alueiden muuttovetovoima- Kuntien ja kaupunkiseutujen veto-
 voima kuntien välisessä muuttoliikkeessä vuosina 2009-2013. LinkedIn-diaesitys.
<https://www.slideshare.net/TimoAro/alueiden-muuttovetovoima-2009-2013>

Asikainen, A., Ala- Forssi, A., Visala, A. & Pulkkinen, P. 2005. Metsäteknologiasekto-
 rin visio ja tiekartta vuoteen 2020. Metlan työraportteja 8. 34, 75.
<http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2005/mwp008.pdf>

BBC Click. 16.4.2018. Will tech take over the farm? YouTube-video.
<https://www.youtube.com/watch?v=JPvjucZPZLM>

Biotalous. 18.5.2018. Älyteknologia tehostaa kerrosviljelyä Robben pikku puutarhan
 kasvihuoneissa.
<http://www.biotalous.fi/alyteknologia-tehostaa-kerrosviljelya-robbe-pikku-puutarhan-kasvihuoneissa/>

Cognex Corporations. 2018. What is machine vision.
<https://www.cognex.com/what-is/machine-vision/what-is-machine-vision>

Cowansage, K., Plank, B. & West, R. 17.5.2017. The Future of Farming & Agriculture.
 The Daily Conversation. YouTube-video.
<https://www.youtube.com/watch?v=Qmla9NLFBvU>

DNA Business. 13.3.2017. Hyvä paha digitalisaatio: Internetin uusi aika. YouTube-
 video.
<https://www.youtube.com/watch?v=hRDWpVg5jec>

DNA Business. 28.3.2017. Hyvä paha digitalisaatio: IoT pelastaa maailman. YouTube-
 video.
https://www.youtube.com/watch?v=wvw2_YdhubxY

EBN. 2015. Machine Vision.
http://www.ebn-pos.com/en/solution/health_care

Economist. Luettu 2.10.2018. The future of agriculture.
<https://www.economist.com/technology-quarterly/2016-06-09/factory-fresh>

Engadget. 15.8.2017. The farming robots of tomorrow are here today. YouTube-video.
<https://www.youtube.com/watch?v=R177FVobxVI>

Eskonen, H. 25.9.2015. ”Esineiden internet mullistaa maailmaa yhtä paljon kuin säh-
 kön ja tietokoneiden tulo” – Ensin pitää ratkaista tyhjenevien akkujen ongelma. Yle.
<https://www.youtube.com/watch?v=7IERcfsqJSk>

- Farmit. 4.6.2018. Eri-ikäisrakenteinen metsän kasvatusta yleistyy.
<https://www.farmit.net/metsa/2018/06/04/eri-ikaisrakenteinen-metsan-kasvatusta-yleistyy>
- Fin Forelia Oy. Luettu 2.10.2018. Yrityksen verkkosivun etusivu.
<https://www.finforelia.fi/>
- Gilchrist, A. 2017. IoT Security Issues. Walter de Gruyter Inc. Boston/Berlin. 4-16, 23-24, 27-28, 70-84, 131-134, 175-178.
- Google Cloud Platform. 19.4.2018. How Computer Vision Works.
<https://www.youtube.com/watch?v=OcycT1Jwsns>
- Hannerz, M. 2013. Katsaus Ruotsin taimituotantoon. Metsätaimatarhapäivät 2013.
<http://www.metla.fi/tapahtumat/2013/metsataimatarhapivat/Hannerz.pdf>
- Hirsijärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2001. Tutki ja kirjoita. 6-7. painos. Kustannusosakeyhtiö Tammi. Vantaa. Tummavuoren kirjapaino Oy. 13-92, 95-110, 115-120, 121-206, 207-215, 231-290.
- Honkanen, P. & Lemola, T. 2004. Innovaatiopolitiikka- Kenen hyväksi, keiden ehdoilla? Gaudeamus Kirja. Yliopistokustannus University Press Finland. Helsinki. Tammer paino. Tampere. 118-126, 215-241.
- Huhtinen, H. 5.7.2018. Vertikaaliviljely vie ruokatuotannon tulevaisuuteen. OP Media.
<https://op.media/chydenius/vastuullisuus/vertikaaliviljely-vie-ruokatuotannon-tulevaisuuteen-ad523eb136f7465785dcfefdbc6265a4>
- Huovinen, J. 9.2.2018. Mullistava idea toimii koetehtaassa Tampereella: Ruokakasvit kypsyvät sisätiloissa ilman auringonvaloa – keksintö voitti kansainvälisen palkinnon. Aamulehti.
<https://www.aamulehti.fi/uutiset/mullistava-keksinto-toimii-koetehtaassa-tampereella-kasvit-kasvavat-sisatiloissa-ilman-auringonvaloa-ali-amirlatifin-jarjestelma-voitti-kansainvalisen-palkinnon-200731845/>
- Hänninen, H., Heimo Karppinen, H. & Leppänen, J. 2011. Suomalainen metsänomistaja 2010. Metlan työraportteja 208. Metsäntutkimuslaitos. 66-71.
<http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2011/mwp208.pdf>
- Hänninen, J. 28.11.2017. Itä-Savo. Savonlinnaan on suunnitteilla 1,7 miljoonan euron halli, jossa Luken kehittämiä valiotaimia tuotettaisiin robotiikan keinoin — Vain maankuntahallitukselta pyydetty miljoona puuttuu.
<https://ita-savo.fi/uutiset/lahella/2fcf5a06-bff6-4e8e-ae7b-e49ca013ed46>
- Illinois Research Park. 3.4.2018. AgTech Innovation Summit 2018- IoT & The Future of Farming. YouTube-Video.
<https://www.youtube.com/watch?v=7EHJZDxYokI>
- Jensen, H. 6.2.2018. Lapinjärven vertikaaliviljelijä Robert Jordas on ruokatuotannon edelläkävijä. Apu.
<https://www.apu.fi/artikkelit/lapinjarven-vertikaaliviljelijä-robert-jordas-ruokatuotannon-edellakavija>

- Jokela, A. 4.4.2017. Luettu 17.11.2017. Puuntaimet kasvamaan ilman luonnonvaloa: Taimia voitaisiin kasvattaa jopa ympäri vuoden. Maaseudun tulevaisuus.
<http://www.maaseuduntulevaisuus.fi/tiede-teknikka/puuntaimet-kasvamaan-ilman-luonnonvaloa-taimia-voitaisiin-kasvattaa-jopa-ymp%C3%A4ri-vuoden-1.183992>
- Kaihlanen, J. 14.08.2013. Valtion taimiyhtiöidenjärjestelyt loppusuoralla. Maaseudun tulevaisuus.
<https://www.maaseuduntulevaisuus.fi/mets%C3%A4/valtion-taimiyhti%C3%B6idenj%C3%A4rjestelyt-loppusuoralla-1.45050>
- Kaihlanen, J. 20.4.2015. Raskaat tappiot sulkevat taimitarhoja. Maaseudun tulevaisuus.
<https://www.maaseuduntulevaisuus.fi/raskaat-tappiot-sulkevat-taimitarhoja-1.109098>
- Kaihlanen, J. 11.1.2017. Metsälehti: Pohjan Taimi Oy menossa liettualaiselle Skogran-yhtiölle. Maaseudun tulevaisuus.
<https://www.maaseuduntulevaisuus.fi/mets%C3%A4/mets%C3%A4lehti-pohjan-taimi-oy-menossa-liettualaiselle-skogran-yhti%C3%B6lle-1.175144>
- Kankaanhuhta, V. 31.12.2013. Luettu 26.1.2018. Taimiuutiset. 3/2013. Metsäntutkimuslaitos. 26-28.
https://issuu.com/metla/docs/taimiuutiset_3-2013
- Kauppalehti. 2018. Yrityshaku. Fin Forelia Oy.
<https://www.kauppalehti.fi/yritykset/yritys/fin+forelia+oy/08805663>
- Kauppalehti. 2018. Yrityshaku. Pohjan Taimi Oy.
<https://www.kauppalehti.fi/yritykset/yritys/pohjan+taimi+oy/08310927>
- Kauppalehti. 2018. Yrityshaku. Taimi- Tapio Oy.
<https://www.kauppalehti.fi/yritykset/yritys/taimitapio+oy/07749292>
- Kauppalehti. 2018. Yrityshaku. Mellanå Plant Oy.
<https://www.kauppalehti.fi/yritykset/yritys/ab+mellana+plant+oy/24095999>
- Kauppalehti. 2018. Yrityshaku. Partaharjun Puutarha Oy.
<https://www.kauppalehti.fi/yritykset/yritys/partaharjun+puutarha+oy/20611749>
- Kellomäki, S. 1991. Silvia Carelica 8, Metsänhoito. Metsätieteellinen tiedekunta. Joensuun yliopisto. Gummerus Kirjapaino Oy. Jyväskylä. 164-169.
- Kinnunen, J., Niemi, S. & Rutanen, J. 2014. Helsingin yliopisto. Ruralia instituutti. Raportteja 120. Raaka-ainetuotanto luonnontuotealalla- Nykytila ja mahdollisuudet.
https://www.google.fi/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=10&ved=0ahU-KEwjV3PLp4_fYAhVFCCwKHdweBo8QFghjMAk&url=http%3A%2F%2Fwww.helsinki.fi%2Fralia%2Fjulkaisut%2Fpdf%2FRaportteja120.pdf&usg=AOv-Vaw39aehH9DxPTWziVXQ_0HFI
- Kippo, A. & Tikka, A. 2008. Automaatiotekniikan perusteet. Edita Prima Oy. Helsinki. 7-19.

Kivimäenpää, M., Juutilainen, J. & Holopainen, J. 2014. Led- valot ja kasvintuotanto- Uuden valaistustekniikan mahdollisuudet ja riskit. Ympäristötieteen laitos, Itä- Suomen yliopisto. Kuopio. Itä- Suomen yliopiston ympäristötieteen laitoksen julkaisusarja 1/2014.

http://www2.uef.fi/documents/1110526/1357930/LED_Edut-riskit_koulutusmateriaali/70907847-ae1b-4c98-85af-038c9b9404c6

Kjellberg, L. Julkaistu 20.4.2017. Muokattu 20.4.2017. Luettu 26.1.2018. Taimitarhurin pitää olla utelias. Metsälehti.

<https://www.metsalehti.fi/artikkelit/taimitarhurin-pitaa-olla-utelias/>

Kohlström, T. & Harstela, P. 2005. Puuntuotannon- ja korjuun tulevaisuus. Joensuun yliopisto. Metsätieteellinen tiedekunta. Tiedonantoja 161. 25- 26, 64-65.

Konttinen, K., Luoranen, J., Smolander, H. & Zhang, G. 2004. Haavan taimituotanto ja istutusajankohta. Metsätieteen aikakauskirja 1/2004.

<http://www.metla.fi/aikakauskirja/full/ff04/ff041107.pdf>

Korhonen, J. 7.5.2014. Konenäön nykytilanne ja mahdollisuudet. Insinööriyö. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Kone- ja tuotantotekniikka.

<http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/75678/Konenaon%20nykytilanne%20ja%20mahdollisuudet.pdf;jsessionid=D24723709686CB05835F15BFA3586B5B?sequence=1>

Koskelan taimitarha. 2018. Taimituotanto.

<https://www.koskelantaimitarha.fi/index.php/tuotanto>

Leinonen, A., Åkerman, M., Kruus, K., Asikainen, A., Muhonen, T. & Kohl, J. 2017. Bittejä ja biomassaa. Tiekartta digitalisaation vauhdittamaan biotalouteen. Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy. Juvenes Print Oy. Helsinki.

<http://www.vtt.fi/inf/pdf/visions/2017/V11.pdf>

Luonnonvarakeskus. Luettu 26.3.2018. Taimien alkuperä.

<https://www.luke.fi/kehityshyppy/metsanhoitotieto/taimihuolto/408-2/taimen-alkuperakayttoalue/>

Luonnonvarakeskus. Luettu 26.3.2018. Metsäpuiden siemenhuolto ja taimituotanto.

<https://www.luke.fi/tietoa-luonnonvaroista/metsa/metsanhoito/metsapuiden-siemenhuolto-ja-taimituotanto/>

Luonnonvarakeskus. Luettu 27.3.2018. Metsänjalostus.

<https://www.luke.fi/tietoa-luonnonvaroista/metsa/metsanjalostus/>

Maa- ja metsätalousministeriö. 2015. Kansallinen metsästrategia 2025. Valtioneuvoston periaatepäätös 12.2.2015. Edita Prima Oy. Helsinki.

<https://mmm.fi/documents/1410837/1504826/Kansallinen+mets%C3%A4strategia+2025/c8454e55-b45c-4b8b-a010-065b38a22423>

Mandhare, P. 18.1.2018. The future of food production: Robots revolutionising agriculture. Bizcommunity.
<http://www.bizcommunity.com/Article/1/358/172393.html>

Marinov, B. 21.2.2017. Why wearable exoskeleton technology? Exoskeleton Report.
<https://exoskeletonreport.com/2017/02/why-wearable-exoskeleton-technology/>

Marttinen, J. 2018. Palvelukseen halutaan robotti-Tekoäly ja tulevaisuuden työelämä. Kustannusosakeyhtiö Aula & Co. Helsinki. 7-182, 242-252.

Mellanå Plant Oy. Luettu 2.10.2018. Yrityksen verkkosivun etusivu suomeksi.
<http://www.mellanaplant.fi/suomeksi.html>

Metsäyhdistys. 1.4.2016. Hakkuutavat ja uudistaminen. Taulukko.
https://smy.fi/wp-content/uploads/2017/10/ff_graafi_2017_026_Hakkuutavat_ja_uudistaminen.pdf

Michael, C. 21.2.2018. 9 Reasons Why Vertical Farms Fail. Medium Corporation.
<https://medium.com/bright-agrotech/9-reasons-why-vertical-farms-fail-244deaecd770>

Miina, S. & Niskanen, A. 1.6.2004. Metsäalan tulevaisuusfoorumi. Joensuun yliopisto. Metsäalan tulevaisuusseminaari 2. Tampere. Teknologiasta sosiaalisiin innovaatioihin- metsätalouden uudet toimintamallit. Luettu 26.1.2018. 21-22.
https://www.google.fi/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=7&ved=0ahU-KEwiUxteXuPXY-AhUGliwKHVcyAd4QFghQMAY&url=http%3A%2F%2Fwww.metsafoorumi.fi%2Fdokumentit%2Fsem2_jul.pdf&usq=AOvVaw334bWb5_UP0RSJ-p-Y5BC-

MTK. 11.1.2017. Miljoonia ekotekoja - faktaa metsänistutuksesta.
https://www.mtk.fi/metsa/Metsanhoito/fi_FI/miljoonia_ekotekoja/

Mustonen, A. 26.5.2018. Tuottohakuinen metsäsijoittaja ei pidä avohakkuista. Kauppalehti.
<https://www.kauppalehti.fi/uutiset/tuottohakuinen-metsasijoittaja-ei-pida-avohakkuista/mTRci8j>

Mäkinen, J. 8.2.2016. HULC antaa heiveröisellekin supermiehen voimat. Tiedetuubi.
<http://www.tiedetuubi.fi/tekniikka/hulc-antaa-heiveroisellekin-supermiehen-voimat>

Nieminen, E. 14.10.2018. Tietokonenäkö on kehittynyt huimasti, alan osaajat viedään käsistä – Professori: "Opiskelijoita ei uskalla lähettää konferensseihin, kun kaikki rekrytoidaan." Yle.
<https://yle.fi/uutiset/3-10418805>

Normark, Erik. 2015. The art of growing forests- 2015. Holmen´s path to sustainable forest management. Holmen. Danagård Litho cover Invercote. 12-17, 71-73.
https://www.holmen.com/globalassets/holmen-documents/publications/skogs-broschyter/konsten_att_odla_skog_eng_150422_interactive.pdf

- Paanukoski, S. Kansallinen metsästrategia 2025 ja metsänjalostus. Maa- ja metsätalousministeriö. 21.11.2016.
<http://tapio.fi/wp-content/uploads/2016/11/2016-11-15-Kansallinen-m-strategia-ja-metsanjalostus-SP.pdf>
- Pamppunen, J. 2015. Luettu 19.1.2018. Digitaalinen murros ja muut viisi puutarha-alan merkittävintä taloudellista trendiä. Voimakas.
<http://voimakas.fi/2015/09/15/digitaalinen-murros-ja-muut-viisi-puutarha-alan-merkittavinta-taloudellista-trendia/>
- Partaharjun Puutarha. Luettu 2.10.2018. Metsätaimet.
<http://partaharju.fi/fi/yritys/>
- Poteri, M. 2002. Taimitarhatutkimuksen vuosikirja 2002. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 873. Metsäntutkimuslaitos. 79-82.
- Rantala, J., Rikala, R., Viitarinne, E. & Leinonen, T.A. 2003. Taimien matka taimitarhalla istutuskohteelle – kysely- ja haastattelututkimus. Metsätieteen aikakauskirja 4/2003: 417–427.
<http://www.metla.fi/aikakauskirja/full/ff03/ff034417.pdf>
- Rautiainen, M. 27.4.2017. Rahoittajat innostuivat - Kerrosviljely innosti Fujitsun mukaan yrttitarhaan. Kauppalehti.
<https://www.kauppalehti.fi/uutiset/rahoittajat-innostuivat---kerrosviljely-innosti-fujitsun-mukaan-yrttitarhaan/5yjyrnSs>
- Reactions. 28.2.2017. Vertical Farming. YouTube- video.
<https://www.youtube.com/watch?v=rEw-VfFkUik>
- Rikala, R. 2012. Metsäpuiden paakkutaimien kasvatusopas. Metla. Vammalan kirjainpääntö. 144-169.
- Robbes. 20.8.2018. Robben vertikaalipuutarha on nyt virallisesti avattu.
<http://robbes.fi/fi/vertikaaliviljelma-avattu/>
- Sharpless, J. 28.2.2018. Vertical farming could be end to world hunger. FHS Press.
<https://www.fhs-press.com/vertical-farming-could-be-end-to-world-hunger/>
- Spirent. 2.9.2016. The Internet of Things (IoT) in Agriculture: Farmer reduces water costs by 75 %. YouTube-Video.
<https://www.youtube.com/watch?v=1D0O4LGkKiY>
- Steger, C., Ulrich, M. & Wiedemann, C. 2008. Machine Vision Algorithms and applications. WILEY-VHC Verlag GmbH & Co. KGaA. Weinheim. 1-5.
- Stories. 5.7.2016. This Farm of the Future Uses No Soil and 95% Less Water. YouTube-video.
<https://www.youtube.com/watch?v=-tvJtUHnmU>
- Suomen 4H- Liitto. Luettu 8.10.2018. Taimitarhaopas.
<https://www.4h.fi/wp-content/uploads/2014/06/taimitarhaopas.pdf>

SYKE. 14.12.2017. Machine vision in environment monitoring / Konenäkö luontokartoituksissa. YouTube- video.

https://www.youtube.com/watch?v=nn1A_ym1cvw

Svenska Skogsplantor. Luettu 26.9.2018. Tietoa meistä.

<https://www.skogsplantor.se/fi/Tietoa-meista/Tutkimus-ja-kehitys/?acceptCookies=true>

Taimi-Tapio Oy. 2017. Yrityksen verkkosivun etusivu.

<https://taimitapio.fi/>

Tamminen, L. Syysistutuksien onnistuminen Metsä Groupilla vuonna 2015. Toukokuu 2017. Tampereen ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö. Metsätalouden koulutusohjelma. 10-12.

https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/127700/Tamminen_Lauri.pdf?sequence=2

Tasanen, T. 2010. Siemenestä taimeksi- Metsäpuiden taimituotannon historia Suomessa. Tammerprint Oy. Tampere. 9-32, 35-60, 63-82, 85-125, 129-157, 166-226, 241-266, 300-305, 311-316, 321-323, 329-340.

Temboo. 27.10.2015. IoT Applications: Soil Quality Monitor. YouTube-Video.

https://www.youtube.com/watch?v=vw7-1D4Y_Pw

Tervo, L. 28.5.2013. Hankevalmistelumuistio. Pohjois-Savon liitto. Ohjelmakausi 2007-2013. Metsäpuiden taimituotannon tutkimus- ja koulutusosaamishanke. Luettu 26.1.2018.

https://www.google.fi/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=10&ved=0ahU-KEwiUxteXuPXYAhUGliwKHVcyAd4QFgheMAk&url=http%3A%2F%2Fwww.ita-suomi.fi%2Falueportaali%2Fwww%2Ffi%2Fpohjois-savo%2FMYR%2FKokous17062013%2FLiite_3_metsaepuiden_taimituotannon.pdf&usg=AOvVaw27gggd3rkCuYmX08Qn-c26

Tikkanen, J. 17.10.2017. Pääministeri Sipilä tutustui vertikaaliviljelyyn. Puutarhasanomat.

<https://puutarha-sanomat.fi/arkistot/17133>

Tilastokeskus. Luettu 6.10.2018. PK-Yritys.

https://www.stat.fi/meta/kas/pk_yritys.html

University of York. Luettu 1.11.2018. MEng (Hons) Computer Science with Artificial Intelligence with a Year in Industry.

<https://www.york.ac.uk/study/undergraduate/courses/meng-computer-science-with-ai-industry/>

UPM. 2018. UPM:n Joroisten taimitarhalle nousee uusi kasvihuone.

<https://www.upm.fi/UPM/Uutishuone/uutiset/Pages/UPMn-Joroisten-taimitarhalle-nousee-uusi-kasvihuone-001-Thu-02-May-2013-13-00.aspx>

Vance, A. 2017. Elon Musk. HarperCollins Publishers. New York. 263-316.

Vanhalakka, V. 9.3.2018. Luettu 20.9.2018. Yhteistyötä tekeviä, ihmistä auttavia ja robotteja, joiden kanssa voi harrastaa seksiä – Nämä ovat robotiikan kahdeksan trendiä. Aamulehti.

<https://www.aamulehti.fi/uutiset/yhteistyota-tekevia-ihmista-auttavia-ja-robotteja-joiden-kanssa-voi-harrastaa-seksia-nama-ovat-robotiikan-kahdeksan-trendia-200797134/>

Vanhalakka, V. 9.3.2018. Nyt tulevat cobotit eli robotit, jotka eivät korvaa ihmistä vaan tekevät työtä yhdessä ihmisen kanssa – Tampere haluaa eturintamaan. Aamulehti.

<https://www.aamulehti.fi/uutiset/nyt-tulevat-cobotit-eli-robotit-jotka-eivat-korvaa-ihmista-vaan-tekevät-tyota-yhdessa-ihmisen-kanssa-tampere-haluaa-eturintamaan-200788764>

Vehkamäki, S. 2006. Metsät ja hyvä elämä- Monitieteinen tutkimusraportti. Metsäkustannus Oy. Karisto Oy. 273-343.

VR Track. 7.9.2016. Mitä on konenäkö? YouTube- video.

<https://www.youtube.com/watch?v=p9KnMz0HaMU>

Wall Street Journal. 1.2.2018. The Robot Revolution: The New Age of Manufacturing. YouTube-video.

<https://www.youtube.com/watch?v=HX6M4QunVmA>

Wired. 4.11.2017. Tokyo's Vertical Farms - The Future of Farming. YouTube-video.

<https://www.youtube.com/watch?v=pGtdoGXhjq>

WolkAbout Technology. 10.5. 2018. Building Smart Farming Applications with WolkAbout IoT Platform. YouTube-video.

https://www.youtube.com/watch?v=_4B_GRjBEwQ

Yglesias, M. 4.8.2014. This Korean exoskeleton will give you super-strength, steal your job. Vox. Exoskeleton- kuva.

<https://www.vox.com/2014/8/4/5966821/daewoo-robot-suit>

LIITTEET

Liite 1. KyselyNetti.com-lomakkeen Word- pohja.

1(12)

Taimituotantoteknologian automatiikka, teknologisten muutoksien hyödyntäminen ja niihin suhtautuminen.

Kyselyn tavoitteena on tuottaa opinnäytetyö, jonka tarkoituksena on selvittää metsätaimantuottajien suhtautumista mahdollisuuksiin automatisoida ja kehittää taimituotannon teknologiaa sekä menetelmiä entisestään. Voitte vastata kyselyyn, miten koette tarpeelliseksi. Jos ette halua vastata johonkin tiettyyn kohtaan, jättäkää tämä kohta tyhjäksi. Aikaa vastata kyselyyn on 6.5.2018 asti.

Yhteystiedot:

Kasper Kovanen, opinnäytteentekijä

Tampereen ammattikorkeakoulu

0408392954

kristianfrans92@hotmail.com

Katri Himanen, työelämän edustaja

Luonnonvarakeskus

0295325276

katri.himanen@luke.fi

Ari Vanamo, opinnäytetyön ohjaaja

Tampereen ammattikorkeakoulu

040 561 6873

ari.vanamo@tamk.fi

1. Perustiedot

Perustiedot ovat vain selvityksen tekijän tiedossa, opinnäytetyössä ei julkaista vastaajien eikä heidän yritystensä nimiä. Vastajat numeroidaan anonyymisti.

Yritys/tarha

Katuosoite

Postinumero- ja kunta

2(12)

Puhelinnumero

Sähköposti

Vastaaja, hänen asemansa organisaatiossaan

2. Koetteko, että elektronisista laitteista tai sovelluksista olisi hyötyä kylvössä, kasvatuksessa ja muussa tuotannossa?

Kyllä/Osittain/Ei

3. Koetteko, että taimituotannon vaiheita voidaan automatisoida edelleen?

Kyllä/Osittain/Ei

4. Oletteko kiinnostuneita/ selvillä yleisesti tuotannon ja työn automatisointiin liittyvistä asioista?

Kyllä/Osittain/Ei

5. Koetteko, että eri toimintatapahtumien tuloksellisuuden mittaamisella, käyttäen esimerkiksi erilaisia antureita/sensoreita, olisi hyötyä toiminnan tehostamisessa ja tuloksen parantamisessa edelleen?

Kyllä/Osittain/Ei

Automatiikan käyttö ja sovellutukset tällä hetkellä

Seuraavissa kysymyksissä vastausvaihtoehtoina olevat 'kokonaan', 'osittain' tai 'ei ole' tarkoittavat, että paljonko yksittäiseen tuotannonsuoritteeseen tarvitaan työvoimaa.

Kokonaan- vastaus tarkoittaa, että tuotannonsuoritteessa ei tarvita ihmisen läsnäoloa lainkaan tai erittäin vähän, lähinnä valvonnassa, säädöissä ja tarkistuksissa.

Osittain- vastaus tarkoittaa, että tuotannonsuoritteen tekemiseksi tarvitaan ajoittain ja säännöllisesti ihmisen väliintuloa muulloinkin, kun kyse on valvonnasta, säädöistä ja tarkistuksista, ja tällöin tätä tehtävää tekee joko yksi ihminen, pari tai pieni työryhmä. Ei ole-

vastaus tarkoittaa, että tuotannonsuoritteen tekemiseksi tarvitaan paljon ihmisiä eli tuotannonsuoritteen työvoimavaltaisuus korostuu, ja että tuotannonsuoritteen tekemiseksi tarvitaan säännöllistä työpanosta.

6. Kuinka pitkälle kastelu avomaalla/kentällä on automatisoitu?

- o Kokonaan (työntekijätarve alle 1)
- o Osittain (työntekijätarve 1-3)
- o Ei ole (työntekijätarve yli 3 tai tarvittavaa laitteistoa automaattiselle kastelulle ei ole)

7. Kuinka pitkälle kastelu kasvihuoneessa on automatisoitu? 3(12)
- Kokonaan (työntekijätarve alle 1)
 - Osittain (työntekijätarve 1-3)
 - Ei ole (työntekijätarve yli 3 tai tarvittavaa laitteistoa automaattiselle kastelulle ei ole)
8. Kuinka pitkälle kylvö on automatisoitu?
- Kokonaan (työntekijätarve alle 1)
 - Osittain (työntekijätarve 1-3)
 - Ei ole (työntekijätarve yli 3 tai tarvittavaa laitteistoa automaattiselle kylvölle ei ole)
9. Kuinka pitkälle paakusta paakkuun koulinta on automatisoitu?
- Kokonaan (työntekijätarve alle 1)
 - Osittain (työntekijätarve 1-3)
 - Ei ole (työntekijätarve yli 3 tai tarvittavaa laitteistoa automaattiselle torjunta-aineiden levitykselle ei ole)
10. Kuinka pitkälle kasvinsuojeluaineiden levitys on automatisoitu?
- Kokonaan (työntekijätarve alle 1)
 - Osittain (työntekijätarve 1-3)
 - Ei ole (työntekijätarve yli 3 tai tarvittavaa laitteistoa automaattiselle torjunta-aineiden levitykselle ei ole)
11. Kitkennän automatisointi; kuinka pitkälle kitkentä on automatisoitu
- Kokonaan (työntekijätarve alle 1)
 - Osittain (työntekijätarve 1-3)
 - Ei ole (työntekijätarve yli 3 tai tarvittavaa laitteistoa automaattiselle kitkennälle ei ole)

4(12)

12. Taimien elintilan seuranta, sisältäen taimien tai yksittäisen taimen lämpötilan ja kosteuden seurannan sekä myös tuholais-, tauti- ja muun vahingoittumisen seurannan, kuinka pitkälle sitä on automatisoitu?

- Kokonaan (työntekijätarve alle 1)
- Osittain (työntekijätarve 1-3)
- Ei ole (työntekijätarve yli 3 tai tarvittavaa laitteistoa automaattiselle seurannalle ei ole)

13. Kuinka pitkälle pakkausta on automatisoitu?

- Kokonaan (työntekijätarve alle 1)
- Osittain (työntekijätarve 1-3)
- Ei ole (työntekijätarve yli 3 tai tarvittavaa laitteistoa automatisoidulle pakkaukselle ei ole)

Seuraavissa kysymyksissä kysytään, käytetäänkö tarhallanne missä määrin seuraavia menetelmiä.

Kokonaan- vastaus silloin, kun menetelmä on jo laajassa käytössä.

Osittain- vastaus silloin, kun menetelmä on käytössä, mutta ei kuitenkaan laajassa käytössä, tai menetelmä on kokeiluasteella.

Ei- vastaus silloin, kun menetelmä ei ole käytössä.

14. Käytetäänkö tuotannossanne Led- valoja kasvatuksessa?

- Kyllä
- Osittain
- Ei ole

15. Onko tarhallanne käytössä monikerroskasvatusta?

- Kyllä
- Osittain
- Ei ole

16. Onko tarhallanne käytössä taimien mekaanista heiluttamista?

- Kyllä
- Osittain
- Ei ole

5(12)

17. Onko tarhallanne käytössä käsin tehtäviin nostotöihin niin sanottua exoskeletonia, tukirankaa työntekijöiden käytettäväksi?

- Kyllä
- Osittain
- Ei ole

18. Kasvihuoneessa taimien kastelu altapäin

- Kyllä
- Osittain
- Ei ole

19. Kaikki tuotanto (kylvö, kasvatusta, pakkaus ja niin edelleen) on valvottavissa ja säädettävissä yhden tai muutaman lähekkäin olevan laitteen/päätteen kautta

- Kyllä
- Osittain
- Ei ole

Seuraavissa kysymyksissä selvitetään, koetteko tarpeelliseksi seuraavan laisissa menetelmissä, että niitä on tarpeen automatisoida edelleen, tai alkaa automatisoida niin, että esimerkiksi työvoimavaltaisuus vähenisi niiden suorittamiseksi, tuotanto ja tulos tehostuisi ja paranisi, ja niin edelleen.

Tarpeellinen- vastaus silloin, kun koette tämän täysin tarpeelliseksi.

Osittain tarpeellinen- vastaus silloin, kun koette joissakin määrin, joissakin asioissa, mutta ei kuitenkaan täysin tarpeelliseksi.

Ei tarpeellinen- vastaus silloin, kun ette koe tarvetta.

Jos mahdollista, koetteko tarpeelliseksi seuraavien tuotantosuuritteiden täyttämistä tai mahdollisimman pitkälle vietyä automatiikkaa

20. Avomaalla/kentällä kastelu

- Tarpeellinen
- Osittain tarpeellinen
- Ei ole tarpeellinen

21. Kasvihuoneessa taimien kastelu

- Tarpeellinen
- o Osittain tarpeellinen
- o Ei ole tarpeellinen

22. Kylvö

- o Tarpeellinen
- o Osittain tarpeellinen
- o Ei ole tarpeellinen

23. Paakusta paakkuun koulinta

- o Tarpeellinen
- o Osittain tarpeellinen
- o Ei ole tarpeellinen

24. Kasvinsuojeluaineiden levitys

- o Tarpeellinen
- o Osittain tarpeellinen
- o Ei ole tarpeellinen

25. Kitkentä

- o Tarpeellinen
- o Osittain tarpeellinen
- o Ei ole tarpeellinen

26. Taimien elintilan seuranta, sisältäen taimien tai yksittäisen taimen lämpötilan ja kosteuden seurannan sekä myös tuholais-, tauti- ja muun vahingoittumisen seurannan

- o Tarpeellinen
- o Osittain tarpeellinen
- o Ei ole tarpeellinen

27. Pakkaus

- o Tarpeellinen
- o Osittain tarpeellinen
- o Ei ole tarpeellinen

7(12)

Koetteko tarpeellisiksi seuraavan laisten menetelmien käyttöönottoa taimituotannossa:

Tarpeellinen- vastaus silloin, kun koette tämän täysin tarpeelliseksi.

Osittain tarpeellinen- vastaus silloin, kun koette joissakin määrin, joissakin asioissa, mutta ei kuitenkaan täysin tarpeelliseksi.

Ei tarpeellinen- vastaus silloin, kun ette koe tarvetta.

28. Kasvihuoneessa taimien kastelu altapäin

- Tarpeellinen
- Osittain tarpeellinen
- Ei ole tarpeellinen

29. Taimien mekaaninen heiluttaminen

- Tarpeellinen
- Osittain tarpeellinen
- Ei ole tarpeellinen

30. Led- valokasvatus

- Tarpeellinen
- Osittain tarpeellinen
- Ei ole tarpeellinen

31. Taimien monikerroskasvatus

- Tarpeellinen
- Osittain tarpeellinen
- Ei ole tarpeellinen

32. Taimien elintilan seuranta konenäköä hyödyntäen, sisältäen taimien tai yksittäisen taimen lämpötilan ja kosteuden seurannan sekä myös tuholais-, tauti- ja muun vahingoittumisen seurannan

- Tarpeellinen
- Osittain tarpeellinen
- Ei ole tarpeellinen

33. Kaikki tuotanto (kylvö, kasvatus, pakkaus ja niin edelleen) on valvottavissa ja säädettävissä yhden tai muutaman lähekkäin olevan laitteen/päätteen kautta

- Tarpeellinen
- Osittain tarpeellinen
- Ei ole tarpeellinen

34. Exoskeletonin, tukirangan käyttö käsin tehtävissä nosto- ja kantotöissä

- Tarpeellinen
- Osittain tarpeellinen
- Ei ole tarpeellinen

Jos koette, että tuotantoa, sen työvaiheita työsuorituksineen, on mahdollista automatisoida edelleen, niin koetteko tämän

35. Tarpeelliseksi, niin miksi?

- Taloudelliset seikat
- Teknologiset seikat
- Molemmat
- Muista syistä, miksi?

36. Vastaa tähän, jos vastasit ”Muista syistä, miksi?”

37. Mahdolliseksi, niin miksi?

- Taloudelliset seikat
- Teknologiset seikat
- Molemmat
- Muista syistä, miksi?

38. Vastaa tähän, jos vastasit ”Muista syistä, miksi?”

39. Tarpeettomaksi, niin miksi?

- Taloudelliset seikat
- Teknologiset seikat
- Molemmat
- Muista syistä, miksi?

40. Vastaa tähän, jos vastasit ”Muista syistä, miksi?”

41. Mahdottomaksi, niin miksi?

- Taloudelliset seikat
- Teknologiset seikat
- Molemmat
- Muista syistä, miksi?

42. Vastaa tähän, jos vastasit ”Muista syistä, miksi?”

Teknologian tuomat muutokset, fyysisten rakenteiden muutokset.

Jos on tarpeen tai mahdollista, olisitteko valmiita

43. Rakennuttamaan täysin uuden rakennelman tai rakennelmia, uudenlaisia tekniikoita ja menetelmiä käyttäviä kasvatus, - kylvö, - ja muita tuotantotiloja varten?

Kyllä/Osittain/Ei

44. Rakennuttamaan lisärakennelman- tai rakennelmia uudenlaisia tekniikoita ja menetelmiä käyttäviä kasvatus, - kylvö- ja muita tuotantotiloja varten, vanhojen tilojen lisäksi?

Kyllä/Osittain/Ei

45. Purkamaan vanhat rakennelmat pois uusien, uutta tekniikkaa ja menetelmiä käyttävien kasvatus, - kylvö- ja muiden tuotantotilojen tieltä?

Kyllä/Osittain/Ei

46. Jos on tarpeen tai mahdollista, olisitteko valmiita rakennuttamaan tarvittaessa kokonaan tällä hetkellä olemassa olevien tarhojenne tai tarhan infrastruktuurin uudelleen, jos tavoitteena on, että tarhan toiminnoissa käytetään uusia tekniikoita ja menetelmiä?

- Kyllä/Osittain/Ei

47. Jos on tarpeen tai mahdollista, olisitteko valmiita rakennuttamaan tarvittaessa täysin uuden taimitarhan uudenlaisella infrastruktuurilla, jossa käytettäisiin uusia menetelmiä ja tekniikoita taimituotannossa??

- Kyllä/Osittain/Ei

Teknologia ja työllistyvyys.

Missä ihmisen vaikutusta työhön tarvitaan ja kuinka paljon?

Montako ihmistä tarvitaan seuraaviin työvaiheisiin kerrallaan (yhdessä työvuorossa) niitä suoritettaessa?

48. Kylvö

- 0
- 1-3
- 4-5
- 6 tai yli

49. Kastelu (kasvihuone)

- 0
- 1-3
- 4-5
- 6 tai yli

50. Kastelu (avomaa)

- 0
- 1-3
- 4-5
- 6 tai yli

51. Pakkaus

- 0
- 1-3
- 4-5
- 6 tai yli

52. Kitkentä

- 0
- 1-3
- 4-5
- 6 tai yli

53. Taimien nosto kennoista

- o 0
- o 1-3
- o 4-5
- o 6 tai yli

54. Kennojen kohotus maasta alustoille, tai alustoilta maahan

- o 0
- o 1-3
- o 4-5
- o 6 tai yli

Yritystiedot

55. Fyysinen koko, taimitarhojen määrä yhteensä yhtiön omistuksessa:

- 1
- 2-3
- 3-5
- Yli 5

56. Taimitarhojen maantieteellinen sijainti

Sijainti

Etelä-Suomi: Ahvenanmaa, Kaakkois-Suomi, Kanta-Häme, Kymenlaakso, Pirkanmaa, Päijät- Häme, Satakunta, Uusimaa, Varsinais-Suomi.

Keski-Suomi: Etelä-Pohjanmaa, Etelä-Savo, Keski-Suomi, Keski-Pohjanmaa, Pohjanmaa, Pohjois-Karjala, Pohjois-Savo.

Pohjois-Suomi: Kainuu, Lappi, Pohjois-Pohjanmaa.

57. Onko yritys perustanut uusia taimitarhoja viimeisen

- o 2 vuoden aikana
- o 5 vuoden aikana
- o 10 vuoden aikana
- o Ei ole alle 10 vuoden aikana

58. Onko yritys lopettanut tarhoja viimeisen

- 2 vuoden aikana
- 5 vuoden aikana
- 10 vuoden aikana
- Ei ole alle 10 vuoden aikana

Yrityksen henkilöstömäärä yhteensä vuodessa

59. Arvio kokoaikaisen, vakinaisen henkilöstön määrä, joka on ympäri vuoden työllistetty vakinaisesti, esimerkiksi johto- tai myyntitehtävissä.

60. Arvio osan vuodesta vakinaisesti työskentelevän henkilöstön määrästä, joka on töissä myös sesonkiaikojen ulkopuolella, esimerkiksi tarhan/yrityksen toimintaa tukevissa tehtävissä (huolto, työkoneet, ja niin edelleen), mutta joka voi olla myös osan ajan vuodesta esimerkiksi lomautettuna?

61. Arvio henkilöstön määrästä vuoden aikana yrityksen palveluksessa:

Haluatko tarkentaa jotain vastauskohtaa tai antaa palautetta kyselystä? Kirjoita vastauksesi vapaasti alle.

