

Ryhmä- ja ruukkukasvituotannon suunnittelu

-materiaalikustannusten ja -menekin laskeminen sekä simulointi
tuoterakennetoiminnon avulla



Puutarhatalouden opinnäytetyö

Hortonomi

Syksy 2022

Tanja Karvonen

Puutarhatalouden koulutus, hortonomi

Tiivistelmä

Tekijä Tanja Karvonen

Vuosi 2022

Työn nimi Ryhmä- ja ruukkukasvituotannon suunnittelu
-materiaalikustannusten ja -menekin laskeminen sekä simulointi
tuoterakennetoiminnon avulla

Ohjaaja Pasi Käkelä

Työn tavoitteena oli selvittää ryhmä- ja ruukkukasveja kevään ja alkukesän markkinoille viljelevien yritysten tuotannon suunnittelun menetelmiä ja työkaluja. Toinen tavoite oli tuoda yrittäjille esille teollisen tuotannon suunnittelun yleisimpiä menetelmiä ja työkaluja. Kolmantena tavoitteena oli selvittää teollisuudesta lainatun, tuoterakenteeseen perustuvan kustannusten ja menekin laskennan esimerkin hyödyllisyyttä kasvituotannon suunnitteluvaiheessa. Keskeisinä tietoina toimivat ryhmä- ja ruukkukasveja viljelevien yritysten tuotannon suunnittelun aikataulu, ominaispiirteet sekä materiaa livirrat, sekä teollisuudessa yleisimmin käytetty tuotannon suunnittelun etenemisen malli yksittäisine tarkastelun kohtineen. Tuoterakenteeseen perustuva, tarvittaessa simulointiinkin sopiva Excel-pohjainen laskuri koettiin subjektiivisesti uutena, kiinnostavana ja hyödyllisenä menetelmänä tarkastella ja laskea osakomponenttien kustannuksia ja menekkiä lisäksi olleiden varastonhallintaosuuksien kanssa. Haasteeksi muodostui tavarantoimittajien hinnastojen ilmestymisen aikataulu. Toimitusketjujen aikataulut eivät välttämättä soveltuneet yritysten omaan tuotannon suunnittelun aikatauluun, eikä siten myöskään Excel-pohjaisen laskurin simuloivaan laskentaan.

Työn toimeksiantajana on Kauppapuutarhaliitto ry.

Avainsanat Tuotannon suunnittelu, osaluettelo, tuoterakenne, materiaalikustannukset, ruukkukasvituotanto

Sivut 32 sivua ja liitteitä 1 sivu

Degree Programme in Horticulture

Author Tanja Karvonen

Subject Production planning of decorative plants – calculating and simulating the costs and consumptions by using bill-of-materials function

Supervisors Pasi Käkelä

Abstract

Year 2022

This thesis aimed to study the methods of production planning in those greenhouse companies, which produce potted plants for the spring and early summer market. Second objective was to bring to their knowledge the usual production planning methods used in industrial production. Third aim was to examine the usefulness of an Excel based bill-of-materials calculation form, which was created to help calculate the costs and consumptions while planning potted plant production. Background information was formed from the information regarding greenhouse companies timetable of production planning, from its own special features with a view to material handling as well. Second part of information base was to bring out and explain the most commonly used methods and tools in industrial production planning. The study detail of bill-of-materials function and its Excel calculation base was considered subjectively as new, interesting and useful way to check, re-evaluate and calculate costs and consumptions, especially with the inventory management section. Main challenge for the Excel forms features was the changed timetable of greenhouse suppliers, which was inconsistent with the timetable of greenhouse companies. Timetable problems also cutted out the usefulness of the simulating feature of the Excel calculation form.

This thesis was formed per procuration of Finnish Glasshouse Growers' Association.

Keywords Production planning, bill-of-materials/BOM, material requirements planning, greenhouse production, material costs

Pages 32 pages and appendices 1 page

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Suomalainen ryhmä- ja ruukkukasvituotanto	4
2.1	Viljelyprosessi ja pääaikataulut	5
2.2	Materiaalivirtojen hallinta	6
3	Systemaattinen teollisen tuotannon suunnittelu	8
3.1	Vaiheet ja eteneminen	9
3.2	Menetelmät ja termit	12
3.2.1	Simulointi	13
3.2.2	Massaräätälöinti	13
3.2.3	Prosessi	14
3.2.4	Materiaalitarvelaskenta	15
3.2.5	Tuoterakenne	17
3.3	Tietokoneohjelmat ja tuotanto	19
3.4	Valittu ohjelma: Microsoft Office Excel	19
4	Materiaalikustannusten ja -menekin simulointi tuoterakennetoiminnolla	20
4.1	Tavoitteet	21
4.2	Haastattelu, kysymykset ja tuoterakenne-laskurin koekäyttö	22
4.3	Tuoterakenne-laskurin kuvaus	23
4.4	Yritysten tuotannon suunnittelun prosessi ja aikataulu	26
4.5	Käytössä olevat työkalut ja ohjelmat	28
4.6	Ennakoiva suunnittelu ja varastonhallinta	28
4.7	Tuoterakenne-laskurin käyttäjäkokemukset ja huomiot	29
5	Yhteenveto ja tulevaisuus	30
	Lähteet	33

Liitteet

Liite 1	Teollisen tuotannon suunnittelun vaiheet - infograafi
---------	---

1 Johdanto

Suomalaisen kasvihuonetuotannon jatkuvuus on joissain yrityksissä usein harkinnan alla. Kannattavuus saattaa olla joinain vuosina heikkoa. Suomessa erilaisten kasvihuoneyritysten määrä vuonna 2019 oli 914 kappaletta, mutta jo vuoden 2020 tilastoihin määrä oli pudonnut 838:n kappaleeseen (Luke, 2021).

Kotimaisen kasvituotannon kannattavuus ja yritystoiminnan pysyvyys ovat perustavanlaatuisia osia Suomen omavaraisuutta ja huoltovarmuutta. Jos omaa tuotantoa ei ole, olemme riippuvaisia tuonnista. Pelkkään tuontiin ei kuitenkaan voi, eikä kannata luottaa. Viime vuodet ovat osoittaneet, että jopa yksittäisen valtamerialuksen ennakoimaton pysähtyminen kesken matkan voi aiheuttaa ulkomaan tuontiin haitallisen ketjureaktion.

Suomen eilinehto on kotimaisen tuotannon tukeminen kaikin mahdollisin tavoin, niin taloudellisesti kuin myös asenteellisesti. Jos tuotantoa ei ole, ei tarvita myöskään tuotantopanoksia, logistiikkaa, pakkauksia omine alkutuotantoineen, jatkojalostajia, jälleenmyyjiä, markkinoijia, mainostajia, eikä teollisuutta. Tämä koskee myös ryhmä- ja ruukkukasviyrityksiä. Yksittäinenkin yritys työllistää välillisesti yllättävän suuren joukon ihmisiä. Kotimaan sisäisen alkutuotannon hiipuminen levittää vaikutuksensa laajalle kuin harmaahometartunta mansikanlehdellä: jos tilanteeseen ei tartuta välittömästi, yksi kohta kerrallaan muutkin osat kuolevat pois. Tautipaine itsessään on myös yksi tärkeä huomio. Suosimalla kotimaista kasvituotantoa voi välttää ulkomailla enenevässä määrin leviäviä vaarallisia kasvitauteja ja -tuholaisia (Ruokavirasto, 2020).

Kasvituotanto on kuitenkin vaativaa ja raskasta työtä, jonka kannattavuus on herkästi vaakalaudalla. Kasvituotannon suunnittelu kysyy tekijältään laajaa-alaista tietämystä sekä hyvää kokemuspohjaa. Pelkästään tuotannossa tarvittavien aikamäärien sovittaminen tuotantosuunnitelmiin on parhaimmillaankin, jopa vuosikymmenien viljelykokemuksen jälkeen vain sarja hyviä arvauksia. Elävän tuotteen valmistamisessa, viljelytuotannossa, on yllättävän paljon muuttuvia tekijöitä. Kasvituotannossa muutos ei ole poikkeustila vaan oletusarvo.

Joitakin kohtia kasvituotantoa suunniteltaessa voi kuitenkin laskea, ennakoida ja jopa simuloida etukäteen. Näitä ovat esimerkiksi kappalemäärien sovittaminen jo tiedossa olevaan pinta-alaan tai tuotannon kokonaiskapasiteettiin, hankintahintojen yhteenveto budjetin puitteissa, tuotantomäärien tai nimikkeiden muuttaminen tai vaikkapa tarvittavan kasvualustan määrän laskeminen.

Ryhmä- ja ruukkukasvituotantoa suunniteltaessa kuitenkin tuotantonimikkeiden laaja kirjo saattaa aiheuttaa haasteita hankintojen kustannuslaskennan aikana. Itse tuoterakennehan on pettävän yksinkertainen: ruukku, kasvualusta ja taimi. Mutta tuoterakenne itsessään ei kerro, että ruukkukokoja saattaa olla käytössä esimerkiksi 11 erilaista, joista jokaiseen menee eri määrä kasvualustaa. Tai että kasvualustoja on käytössä useampaa erilaista riippuen ruukkukoosta ja kasvilajeista, ja että kasvilajeja on esimerkiksi 80, joista vähintään puolesta viljellään 6–8 erilaista lajiketta alkaen joko pikkutaimesta tai siemenestä. Tällöin pelkän perustuoterakenteen mukaisten hankintakustannusten sekä kappale- tai litramääräisten menekkien hahmottaminen voi olla haasteellista.

Teollisessa tuotannossa, niin sanottujen elottomien tuotteiden tuotannossa, sovelletaan usein hyvin systemaattista ja yksityiskohtaista laskennallista tuotannon suunnittelua. Tuotanto on kokonaisuudessaan ikään kuin paloitettu pieniin osiin, jotka käsitellään niin yksitellen kuin myös rinnakkain. Myös erilaisten vaihtoehtojen ja skenaarioiden muodostamista sekä simulointia pidetään tärkeänä osana tuotannon muutoshallintaa (Mäkimattila, 2020). Kasvihuonetuotannon eli elävien tuotteiden tuotannon suunnittelun voi olettaa eroavan joiltain osin elottomien tuotteiden tuotannon suunnittelusta. Tutkimuksen kohteeksi muodostui etsiä haastattelemalla kasvihuoneyrityksissä käytössä olevia suunnittelun menetelmiä, työkaluja sekä aikataulua. Tavoitteena oli löytää menetelmien ja työkalujen eroavaisuuksia ja yhteneväisyyksiä, sekä myös kertoa teollisen tuotannon suunnittelun yleisimmistä systemaattisista menetelmistä.

Opinnäytetyössä myös tarkastelun kohteena olevan, teollisesta tuotannon suunnittelusta lainatun systemaattisen suunnittelun työkalun eli ruukkukasvituotannon tuoterakennekohtaisen Excel-pohjaisen taulukkolaskurin tavoite on ollut toimia systemaattisen suunnittelun menetelmien tuojana ja tunnustelijana kohdeyritysten parissa.

Kohdeyritysten haastatteluihin ja koekäyttöpohjaiseen tutkimukseen perustuvien vastausten mukaan on lähdetty hakemaan kyseisen laskurin helppokäyttöisyyttä ja käytön nopeutta sekä vaivatonta yrityskohtaista muunneltavuutta.

Kaikkiaan tämän opinnäytetyön kokonaisprosessin tähtäimessä on ollut auttaa kotimaista kasvituotantoa edes yhden pienen yksityiskohdan kanssa: tuotannon suunnittelun nopeuttamisessa sekä tuoterakenne-kohtaisten kustannusten ja menekin laskemisessa.

2 Suomalainen ryhmä- ja ruukkukasvituotanto

Kasvihuonetuotannon koristekasviyrityksiä vuonna 2021 oli 419 kappaletta ja niiden keskipinta-ala 1142 neliometriä. Vertailun vuoksi vuoden 2020 samat lukemat olivat 434 kappaletta ja keskipinta-ala 1148 neliometriä. Koristekasviyrityksiin luetaan myös leikkokukkia sekä sipulikukkia vesiviljelyssä tuottavat yritykset. Jos tuotantosuunta määritellään koskemaan vain ruukuissa kasvatettavia koristekasveja, ryhmä- ja ruukkukasveja tuottavia yrityksiä vuonna 2020 oli 407 kappaletta, vuonna 2021 taas 380 kappaletta (Luke, 4.5.2021 Koristekasvituotanto kasvihuoneissa). Suomessa ostetaan vuosittain noin 35 miljoonaa ryhmäkasvia eli kesäkukkaa (Kauppapuutarhaliitto ry. 16.5.2022). Näistä luvuista voi hahmottaa pelkästään ryhmäkasveja eli kesäkukkia koskevan markkinatilanteen.

Luonnonvarakeskuksen tilastojen mukaan niin koristekasveja kuin myös ryhmä- ja ruukkukasveja tuottavien yritysten määrä on laskussa, mutta yrityskohtainen keskimääräinen viljelypinta-ala ja tuotantomäärät ovat pysyneet melko lailla samana (kuva 1. Luke, 4.5.2021. Koristekasvituotanto kasvihuoneissa).

Opinnäytetyön tuotannon suunnittelua koskevien yrityshaastatteluiden sekä tuoterakennekohtaisen laskurin esittelemisen kannalta käytetty viljelytekniikka ja tuotantomuoto on olennainen osa. Viljely- eli tuotantomuodon tuoterakenteeseen tulee kuulua ruukku, kasvualusta ja taimi. Tämä on perustuoterakenne monessa kasvituotannon osa-alueessa, mutta tässä työssä tuoterakennetta sovelletaan vain ryhmäkasveihin tai siis kesäkukkiin.

Kuva 1. Taulukko: Koristekasvituotanto kasvihuoneissa 2020-2021. Luonnonvarakeskus.

			Yrityksiä (kpl)	Pinta-ala (1 000 m ²)	Kasveja (1 000 kpl)	Sipuleita (1 000 kpl)
2020	KOKO MAA	KORISTEKASVIT YHTEENSÄ	434	1 148	..	..
		LEIKKOKUKAT JA LEIKKOVIHREÄ YHTEENSÄ 1)	43	83	..	..
		SIPULIKUKAT YHTEENSÄ 1)	85	..	..	81 842
		KUKKIVAT RUUKKUKASVIT YHTEENSÄ 1), 3)	203	..	6 240	..
		VIHERKASVIT YHTEENSÄ	30	..	464	..
		RYHMÄKASVIT YHTEENSÄ 1)	407	..	40 982	..
		AMPPELIKASVIT YHTEENSÄ 1)	391	..	2 206	..
2021	KOKO MAA	KORISTEKASVIT YHTEENSÄ	419	1 142	..	..
		LEIKKOKUKAT JA LEIKKOVIHREÄ YHTEENSÄ 1)	46	70	..	..
		SIPULIKUKAT YHTEENSÄ 1)	75	..	..	78 164
		KUKKIVAT RUUKKUKASVIT YHTEENSÄ 1), 3)	186	..	6 303	..
		VIHERKASVIT YHTEENSÄ	30	..	634	..
		RYHMÄKASVIT YHTEENSÄ 1)	380	..	35 623	..
		AMPPELIKASVIT YHTEENSÄ 1)	364	..	2 357	..

2.1 Viljelyprosessi ja pääaikataulukus

Viljelyn ja tuotannon suunnittelun perustana toimii kysyntä, joko todellinen eli ennakkotilausten perusteella laskettu, tai oletettu, joka on jollain tapaa ennustava, mutta kuitenkin laskennallinen (Järvinen, Karjalainen ja Vuollet, 2018, s. 180).

Ennen itse käytännön viljelysuunnitelmien tekemistä yritys on yleensä käynyt läpi markkinointisuunnitelman sekä talouslaskelmat. Viljelysuunnitelmiin sisältyy käytössä olevan viljelypinta-alan optimointi sekä työmenekki-suunnitelmat (Järvinen, Karjalainen ja Vuollet, 2018, s. 181-185). Yrittäjillä on itsellään yleensä kokemustietona tuotannon kokonaiskapasiteetti kappalemäärinä, sekä alustava työtuntien menekki ja henkilöstön tarve jokaista työvaihetta kohti. Puhdas kapasiteettilaskenta on haasteellista, koska teollisuudessa se tehdään useimmiten kpl/h tai kpl/vk-kohtaisesti. Kasvihuonetuotannon kesäkukien viljelyssä pitäisi huomioida valmistusvaiheen huomattavasti pidemmät ajat, sekä myös pinta-ala ja sen muutokset: viikoittaiset istutus- sekä harvennusmäärät neliömetreinä ja myös vähenevät neliömetrit, kun tuotteiden toimitukset alkavat.

Yritysten yksilöllisistä piirteistä sekä niiden valitsemista tuotteista johtuen tuotannon pääaikataulutus vaihtelee kuitenkin suuresti jopa koristekasveja tuottavien yritysten välillä. Tämän opinnäytetyön viljelyprosessi ja pääaikataulutus keskittyy kevään ja alkukesän markkinoille viljeltäviin ruukkukasveihin, joista suurin osa on koristekasveja, mutta mukana on usein myös erilaisia yrtejä tai muita hyötykasveja. Ryhmä- ja ruukkukasvituotannosta puhutaankin usein arkikielessä kesäkukkatuotantona. Käytössä on useita erilaisia termejä.

Alkukesän markkinoille tähtäävän ryhmäkasvituotannon vuosi alkaa yleensä heti edellisen tuotantokauden päätyttyä kesä-heinäkuussa tai viimeistään alkusyksystä. Tällöin suunnitellaan ja lasketaan seuraavan kauden tuotanto, tehdään varastoinventaariot, sekä yleensä myös tuotantotilojen huollot, remontoinnit ja pesut. Pikkutaimista tuotteensa kasvattavat yritykset tekevät taimitilauksensa syys-lokakuun aikana, mutta myöhäisemmätkin ajankohdat saattavat tulla kyseeseen, riippuen tavarantoimittajista sekä yleisestä kysyntä-tarjonta-tilanteesta. Siementen tilaukset voi tehdä usein myöhemminkin, riippuen kuitenkin kasvilajista ja sen kysynnästä.

Tuotannon suunnitteluvaiheessa on laskettu alustava tarve materiaalihankintojen määrälle. Pikkutaimitilausten jälkeen on vuorossa kasvualusta- sekä ruukkuhankinnat. Yritykset pyrkivät usein jakamaan työmäärän karkeakuormitusta tekemällä ruukkujen täytön etukäteen ennen taimitilausten saapumista. Usein ruukutus aloitetaan viimeistään vuodenvaihteessa, riippuen kokonaismäärästä ja henkilöstöresursseista. Pikkutaimien istutus alkaa kasvilajista ja sen vaatimasta tuotantoajasta eli kasvin omasta biologisesta kasvuajasta riippuen yleensä tammikuussa. Istutukset jatkuvat yleensä muutaman kuukauden ajan, riippuen kuitenkin yrityksessä kasvatettavasta valikoimasta.

2.2 Materiaalivirtojen hallinta

Materiaalivirtojen hahmottamista ja hallintaa vaikeuttaa muun muassa yhden tuotteen osakomponenttien erilainen tarve, sekä elävän tuotteen oma biologiaan sidottu valmistusaikataulu eli viljelyaika. Kasvihuonetuotannon niin sanottu erikoisuus verrattuna esimerkiksi teollisuuden kappaletavaratuotantoon on suuri pinta-alan tarve sidottuna pitkään valmistusaikaan.

Vuoden 2020 aikana ja jälkeen myös tavarantoimitusketjujen toiminta ja aikataulut ovat muuttuneet huomattavasti epävarmemmiksi. Materiaalien ja muiden tuotantopanosten saatavuus oikea-aikaisesti on vaikeutunut. Tämä on muuttanut yrittäjien toimintatapoja siten, että tuotannon suunnittelusta sekä hankintojen aikataulusta on tullut aikaisempaa enemmän ennakoivaa. Hankintoja ei voi enää tehdä (oletetusti) toteutuvien tuotannon suunnittelun määrien mukaan, vaan ennakoivasti. Tämän tyyppinen menekin ennustamiseen perustuva tuotannon suunnittelu ja laskeminen asettaa haasteita toimitusketjun jokaiseen tekijään pikkutaimi- ja siementuottajista, jälleenmyyjistä ja logistiikasta aina itse kasvihuoneyrittäjään asti. Ennakoiva suunnittelu onkin hyvin pitkälti keskiarvolaskentaa, edellisvuosien menekkien tarkastelua sekä katetuottolaskentaa ja simulointia.

Kasvituotanto ei käytännössä toteudu koskaan suunnitelmien mukaan, koska elävään kasviin vaikuttaa niin monet erilaiset tekijät jokaisessa tuotannon ja toimitusten ketjun kohdassa. Voi olla, että tilattuja pikkutaimia ei olekaan saatavilla tai niiden laatu ei vastaa viljelijän odotuksia. Hyväksi havaittua ja ruukutuksen sekä valitun lannoitteen ja kastelumenetelmän mukaan valittua kasvualustaa ei olekaan saatavilla. Tuotannon eli viljelyn aikaiset olosuhteet vaikuttavat niin itse tuotteisiin kuin myös niiden toimitusajankohtiin. Oletettu tuotantoaika eli viljelyaika ei pidäkään ihanneolosuhteista huolimatta paikkaansa.

Kasvituotantoa koskee huomattavasti vaativammat haasteet kuin niin sanotun elottoman tuotteen tuotantoa. Elävä tuote ei esimerkiksi voi odottaa varastossa ja sen logistiikassa on oltava omat erityisjärjestelynsä. Elävä tuote eli kasvi on hauras ja altis vahingoille: pelkästään lämpötilan vaihtelut, kastelu, ravinnetilanne, kasvitaudit ja -tuholaiset sekä mekaanisten vaurioiden välttäminen muuttavat tuotannon suunnitelmia niin ennen tuotannon alkamista kuin myös tuotannon aikana. Valmistusvaiheen aikaiseen hävikkiin joutuu varautumaan joko kokempohjaisen tiedon tai laskennallisen tiedon perusteella. Hävikkitiedot on myös osattava siirtää materiaalivirtoihin eli käytännössä hankintoihin. Yrityksen tuotanto-, toiminta- ja toimitusvarmuutta voi jossain määrin lisätä laskemalla ennakoivasti materiaalivirtoihin prosentuaalinen hävikkivara. Liian suureksi laskettu hävikki muodostaa kuitenkin kustannuksiin tarpeettomia lisiä. Pelkästään tästä yksityiskohdasta voi havaita, miten haasteellista kasvituotannon suunnittelu on.

Pitkän viljelykokemuksen omaavat yrittäjät pystyvät kuitenkin usein vastaamaan odottamatta muuttuviin tilanteisiin keräämässä niin sanotun ”hiljaisen tiedon” avulla nopeasti ja joustavasti. Tämä yrittäjien oma ”hiljainen tieto” toimii tuotannon muutoshallinnan ja materiaalivirtojen hahmottamisen olennaisena osana. Ongelmaksi voi kuitenkin muodostua se, kuinka ”hiljainen tieto” saadaan talteen, kootaan ja siirretään eteenpäin vaikkapa hätätilanteissa, joissa suullisesti välitettävä tieto ei ole saatavilla. ”Hiljaisen tiedon” hallinnassa ja soveltamisessa tarvitaan joka tapauksessa tiedon hallitsijan oma luova ajattelukyky: tiedot pitää osata yhdistää oikeaan kohtaan tuotantoa niin ajallisesti kuin myös paikkakohtaisesti.

3 Systemaattinen teollisen tuotannon suunnittelu

Tuotannosta puhuttaessa tarkoitetaan kaikkia niitä yrityksen toimintoja, jotka liittyvät suoraan tuotteen tai palvelun aikaansaamiseen. Valmistus tai valmistaminen taas tarkoittaa teollisuudessa niitä työvaiheita ja tehtäviä, joissa materiaalien olomuotoa muutetaan tai jalostetaan konkreettisesti (Buzacott, ym. 2013, s. 3. Martinsuo, ym. 2016, s. 134).

Tuotannon suunnittelun tärkeimpiä osia ovat materiaalitarpeiden ja valmistuskapasiteetin suunnittelu (Kara & Rossi, 2022. Logistiikan Maailma, 7.9.2022).

Valmistavassa yrityksessä tuotannon suunnittelun kokonaisuus on helpommin hallittavissa, jos käytössä on valmiita protokollia niin työtehtävien jakamisessa kuin myös itse tuotannon suunnittelun etenemisessä (Buzacott, ym. 2013, s. 2). Valmistavan yrityksen organisoitu, vakioitu tuotantotapa on yksi peruste käyttää termiä teollinen. Kyseessä ei siis välttämättä ole suuren mittakaavan tuotantolaitos, vaan yritys, jolla tuotanto on tehokas, vakioitu, organisoitu ja siten myös kilpailukykyinen (Martinsuo, ym. 2016, s. 10). Termit tehokas, organisoitu ja vakioitu liitetään usein mielikuvatasolla automaatio-, kone- ja tehdaspainotteiseen valmistamiseen, vaikka yrityksen valmistusmenetelmät saattavat olla todellisuudessa hyvin käsityöpainotteiset.

Tämä tuotanto- ja suunnittelutapojen sekä menetelmien vakiointi on teollisen tuotannon määritelmän ydintä valmistusmenetelmästä huolimatta. Tuotanto- ja tuotannon suunnittelun vakiointia on muun muassa suunnittelun prosessin jakaminen pienempiin osiin

sekä suunnittelun kaavamainen eteneminen (Jännes, 7.9.2022. Logistiikan Maailma, 7.9.2022). Tuotannon kokonaiskuvan jakaminen pienempiin osiin auttaa yksityiskohtien visualisoinnissa ja hallinnassa (Buzacott, ym. 2013, s. 8). Tärkeimpinä osina teollisessa tuotannon suunnittelussa pidetään materiaalien ja kapasiteettien osa-alueita (Jännes, 7.9.2022). Tuotannon suunnittelun lähtöasetelma on kysyntä, joka määrittyy joko ennakkotilausten ja/tai laskennallisen kysynnän ennusteen mukaan (Kara & Rossi, 2022).

Kun tuotannon suunnitteluvaihe onnistuu, sen avulla voidaan tehostaa ja optimoida tuotantoprosesseja esimerkiksi materiaalihankintojen, valmistusajan lyhenemisen tai muun tuotannollisen pullonkaulan tunnistamisen ja muuttamisen kautta (Buzacott, ym. 2013, s. 3). Tuotannon suunnittelun ja valmistusvaiheen onnistuminen on koko yrityksen yhteinen tavoite ja työnkuva. Tuotannon suunnittelija on henkilö/-t, joka koostaa muiden kanssa yhteistyössä tarvittavat tiedot yhteen ymmärrettävään muotoon.

3.1 Vaiheet ja eteneminen

Toimiva ja looginen tuotannon suunnittelu pohjautuu ajantasaiseen tietoon toimitusketjun tilasta, yrityksen tuotantokapasiteetista, sekä tuotannon valmistusvaiheessa käytettävistä materiaaleista. Valmistavan yrityksen tuotannon suunnittelun kaavamaisesti etenevä kokonaisuus koostuu monesta osasta, joista kaikkia ei ole välttämätöntä käydä läpi vuosittain tai tuotantokausittain. Tuotannon suunnitteluun ja itse tuotantoon liittyviä osa-alueita tarkastellaan kuitenkin yrityksissä usein aktiivisesti ympäri vuoden (Kara & Rossi, 2022). Käytäntö, jossa on havaittavissa eroavaisuuksia, on eri yritysten tiedon käsittelymenetelmissä ja dokumentointitavoissa.

Jos lähdetään kuvitteellisen, fyysistä tuotetta valmistavan yrityksen tuotannon suunnittelu-prosessiin, ensimmäisenä on käyty läpi yritystoiminnan perusedellytykset: liikeidea, liiketoimintasuunnitelma, resurssien ja rahoituksen hankinta, yritysmuoto (Martinsuo, ym. 2016, s. 15-39), sekä yrityksen omat analyysit ja stressitestit. Apuna yritystoiminnan hahmottamisessa voivat toimia SWOT-analyysin 8-kenttäinen versio, PEST-analyysi, Foster's Five Forces-analyysi, sekä muut liikeidean ja yritystoiminnan aloittamista tai muuta määrittelyvaihetta avustavat menetelmät (Kara & Rossi, 2022).

Toinen vaihe on määrittellä ja kuvailla yrityksen tuotanto-organisaatio, yhteistyökumppanit, tavarantoimittajat, pääasialliset asiakkaat sekä tärkeimmät sidosryhmät (Martinsuo, ym. 2016, s. 39-41).

Kolmas tuotannon suunnittelun vaihe on määrittellä ja kuvailla tuotantotoiminnot, käytössä olevat tuotantoresurssit sekä tuotannon kapasiteetti.

Neljäs vaihe on itse tuotannon suunnittelun menetelmät, -järjestelmät, -ohjelmat ja luonnollisesti myös vastuhenkilöt sekä heidän työnkuvaus.

Viides vaihe sisältää valmistettavan tuotteen (alustavat tai täysin valmiit) tuoterakennekuvaukset tai osaluettelot, reititykset, sekä valmistusprosessin ja -resurssien määrittelyt.

Kuudentena muodostetaan valmistettavan tuotteen kysynnän ennustaminen eli menekki. Tämä muodostaa pohjan kappalekohtaisille tuotannon määrille. Kasvituotannossa seuraavan tuotantokauden tai -vuoden laskennallinen ennustaminen voi perustua esimerkiksi edellisvuoteen, tai esimerkiksi uusien kauppasuhteiden tai investointien myötä joko todettuihin tai oletettuihin myyntilukuihin. Myyntiluvut taas suhteutetaan tuotantokapasiteettiin niin määrällisesti kuin myös ajallisesti. Kysyntää ei todellisuudessa voi ennustaa millään tuotannon alalla, ellei tuotanto perustu valmistamiseen ainoastaan varmistetuista tilauksista. Muuten kysyntää voi ainoastaan ennakoida alustavasti. Kysynnän ennakkoinnissa on huomioitava muiden muuttuvien tekijöiden lisäksi myös laskennalliset menetelmät ja niiden virheet (Kara ja Rossi, 2022).

Seitsemäntenä kohtana muodostetaan tuotannon valmistamisvaiheen pääaikataulus (Kara ja Rossi, 2022). Kasvituotannon tarkempi aikataulu määräytyy usein ennakkotilausten toimituspäivämäärien mukaan. Seuraava vaihtoehto on tuotteiden tiedetyt ja/tai asiakkaiden tilaamat sesongit ja sesonkituotteet tai kokemustieto aikaisemmilta vuosilta. Kasvituotannon aikataulu lähdetään koostamaan usein oletetusta tai tiedetystä toimituspäivämäärästä taaksepäin. Kasvin tuotantoaikataulun pituus määräytyy taas kyseessä olevan kasvin omasta biologiasta ja viljelyohjelmasta, jota voi olla haasteellista säätää mahdollisten yllättävien aikataulumuutosten mukaan. Niin sanottu varastoon valmistaminen on elävien tuotteiden kohdalla haasteellista, ellei kyseessä sitten ole

esimerkiksi jatkokäsittelyyn menevä elintarvikkeen raaka-aine. Koristekasvituotannossa ja ryhmä- ja ruukkukasvituotannossa tähdätään useimmiten tilauksesta tuotantoon. Tämä tarkoittaa, että tuotantomäärät on laskettu ja määritelty ennen valmistusvaiheen alkamista. Tällöin tuotteet toimitetaan asiakkaalle heti niin sanotun valmistumisen jälkeen.

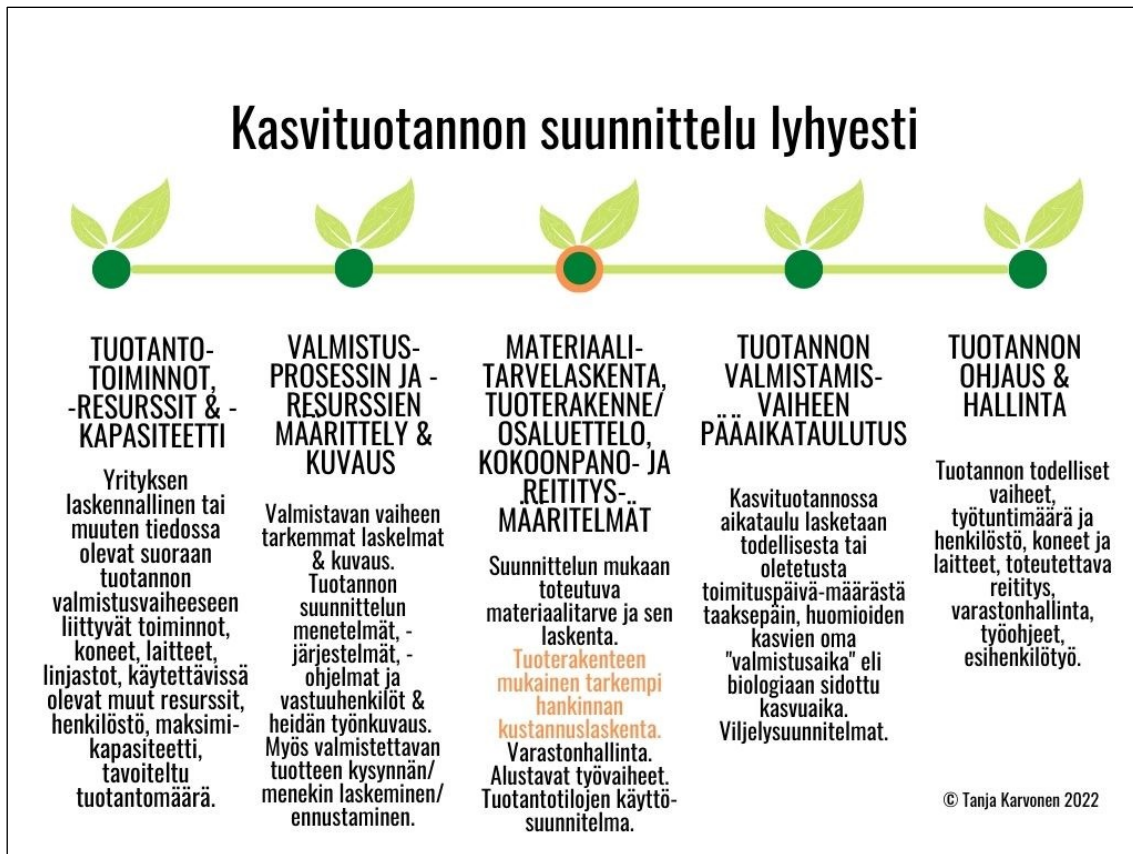
Kahdeksantena kohtana päästään tuotannon suunnittelun toteutettavaan materiaaliarvelaskentaan, ensin kokonaisuuden tasolla, josta edetään tuoterakennekohtaiseksi. Tähän liittyvät myös materiaalipuutteet, varastonhallinta inventaarioineen sekä jo tiedossa olevat tilaukset tai menekin ennustamisen aikana lasketut määrät (Kara ja Rossi, 2022).

Yhdeksäntenä kohtana määritellään tuotannon ohjaus ja hallinta: tuotannon vaiheet, laskennallisesti määritellyt tarvittavat resurssit kuten työtuntimäärä ja henkilöstö, koneet ja laitteet, toteutettava reititys, varastonhallinta, työohjeet ja niin edelleen (Kara ja Rossi, 2022).

Nämä yhdeksän esimerkkikohtaa on esitetty tässä tiivistetysti ja suuntaa-antavasti. Käytännössä moni tuotannon suunnittelun vaihe tapahtuu yhtäaikaisesti ja limittäin prosessina (Buzacott, ym. 2013, s. 8). Tuotannon suunnitteluun ei myöskään ole yhtä yksiselitteistä menetelmää ja etenemistapaa. Esimerkiksi yksi tästä yhdeksänkohtaisesta tiivistelmästä pois jätetty tuotannon suunnittelun osa on niin sanottu karkeasuunnittelu, jolla tarkoitetaan yhteissuunnittelua, johon yrityksen eri osastot osallistuvat. Oman osansa tuotannon suunnittelun menetelmistä vaatisivat myös muun muassa pidemmän aikavälin volyyminsuunnittelu, tuotannon osa- ja kokonaiskapasiteettien suunnittelu ja laskeminen, kriittisten materiaalien tarvesuunnittelu, skenaariosuunnittelu ja what if -simuloinnit (Kara & Rossi, 2022. Logistiikan Maailma, 7.9.2022).

Tärkein ja toistuva huomio on suunnittelun jakaminen pienempiin, helpommin hallittaviin osiin, jotka voidaan dokumentoida loogisella ja nopealla menetelmällä myöhempää tarkastelua varten (Buzacott, ym. 2013, s. 2 ja 8. Kara & Rossi, 2022. Logistiikan Maailma, 7.9.2022). Tuotannon suunnittelussa tarvittavia vaiheita voi tiivistää ja valikoida yritykselle sopivalla tavalla (esimerkinä kuva 2).

Kuva 2. Infograafi: Kasvituotannon suunnittelu lyhyesti.



3.2 Menetelmät ja termit

Teollisuudessa tuotannon suunnittelu on jaettu osa-alueittain. Jokaisella osa-alueella on käytössä niin omia menetelmiään kuin myös sanastoa ja termejä. Usein sanastoon sekoittuu erilaisia enemmänkin filosofisia kuin konkreettisia termejä. Nämä vaikeammin hahmotettavat, abstraktit termit tulevat useimmiten erilaisista työn- tai yritysjohtollisista filosofioista, teorioista ja opeista. Näitä ovat esimerkiksi lean-ajattelu, -työkalut sekä -menetelmät (Uimonen, 2022. Suuronen, 2022). Vaikka erilaisilla liikkeenjohtollisilla filosofioilla on selvä tilauksensa, niitä ei käsitellä tässä työssä. Tuotannon suunnitteluun ei ole yhtä ainoa oikeaa yksiselitteistä tapaa tai menetelmää. Tuotannon suunnittelun voi ja saa tehdä yrityksen itse muodostamien periaatteiden ja menetelmien mukaan.

Opinnäytetyön kannalta olennaisimpia, yksiselitteisiä ja konkreettisempia teollisen tuotannon suunnittelun yleisimpiä menetelmiä ja termejä on selitetty seuraavaksi yksityiskohtaisemmin.

3.2.1 Simulointi

Simuloinnilla tarkoitetaan jonkin tapahtuman tai toiminnon jäljittelyä ja kuvaamista tavalla, jossa itse tapahtumaan tai toimintoon vaikuttaa aktiivisesti (OAMK, 17.9.2022). Simulointi on konkreettisen kohteen käsittelyä abstraktilla, interaktiivisella ja käsitteellisellä tavalla.

Yksi tärkeimmistä syistä käyttää simulointia suunnittelumenetelmänä on sen nopeus ja edullisuus (Mäkimattila, 7.9.2022). Tuotantoskenaarioiden muuntelu simuloimalla suunnitteluvaiheessa on käytännössä halvempaa kuin tehdä muutoksia tuotantoon itse valmistamisen aikana. Tekemällä vakiintuneella tuotannon suunnittelun työkalulla erilaisia simulointeja voi tarkastella muun muassa logistiikkaan ja reitityksiin liittyviä ongelmia, analysoida mahdollisia tuotannon muutoksia, muuttaa volyymeja, visualisoida lay-outin käyttöä, laskea kapasiteetin riittävyttä ja jopa pohtia tuotannon eri osien järjestelyitä tuotannon tehostamiseksi (Logistiikan Maailma, 7.9.2022).

Simulointi ennakkoon sopii erinomaisesti jatkuvassa muutoksessa olevaan kasvituotantoon. Erilaisten skenaarioiden muodostaminen ja muutoksiin varautuminen ovat aina olleet olennainen osa myös koristekasvituotantoa. Elävä tuote vaatii nopeaa reagointia. Nopea reagointi on mahdollista, kun varasuunnitelmia ja niiden eri variaatioita on valmiina. Simulointi on tuotannon suunnittelun aikaista muutoshallintaa.

3.2.2 Massaräätälöinti

Massaräätälöinnillä tarkoitetaan tässä yhteydessä sitä, että tuotetta valmistetaan suuria määriä, mutta siitä pystyy tekemään samalla useita eri variaatioita. Tätä pidetään teollisuudessa niin sanottujen elottomien tuotteiden valmistuksessa hankalasti saavutettavana tai ainakin kustannuksiltaan liian korkeana tuotantotapana. Teollisen mittakaavan eli suuren mittakaavan systemaattisessa ja usein myös pitkälle automatisoidussa tuotannossa jokainen erikseen tehtävä muutos tai modifiointi vaatii aikaa ja aika on rahaa. Massaräätälöintiä rajoittavaksi tekijäksi muodostuu tällöin usein automaation korkea aste. Jokainen toivottu muutos lopputuotteessa tarkoittaa valmistavan koneen tai laitteen ohjelmoinnin tai muun toiminnon muuttamista. Massaräätälöinnin

etujen saavutettavuus ei ole samanlainen ongelma sellaisessa teollisen mittakaavan systemaattisessa tuotannossa, jossa valmistavaan vaiheeseen kuuluukin paljon ihmiskäsin tehtävää työtä. (Logistiikan Maailma, 7.9.2022).

Kun tuoterakenne on modulaarinen ja pitkälti käsin koottavissa, massaräätälöinti on täysin mahdollista. Esimerkiksi koristekasvituotannossa yhden kasvilajin useamman lajikkeen kasvattaminen on massaräätälöintiä: samasta tuotteesta on saatavilla eri variaatioita. Samaa massaräätälöintiä ovat myös esimerkiksi ruukun värin vaihtaminen, saman kasvilajin kasvattaminen eri kokoisissa ruukuissa tai yhden tai useamman taimen istuttamista samaan ruukkuun. Perustuoterakenne on sama ja modulaarinen, samoin kokoonpanon menetelmät ovat yhteneväiset, mutta variaatiomahdollisuudet melkein rajattomat. Vaikka koristekasvituotannon modulaarinen massaräätälöinti on sinänsä houkuttelevaa ja voi toimia piensarjoina ja erikoistuotteina myös kilpailuetuina, käsin tehtävänä työnä ja siten kalliina kustannuksena siinä on huomioitava käytettävissä olevat työaikaresurssit.

3.2.3 Prosessi

Sana prosessi on käsitteenä monitahoinen. Perustaltaan se tarkoittaa kehityskulkua, tapahtumasarjaa sekä teknistä käsittelyvaiheiden sarjaa (Sivistyssanakirja, 2022). Tässä yhteydessä prosessilla tarkoitetaan tuotannon suunnitteluvaiheen systemaattista etenemistä ennakkoon määriteltyjen osa-alueiden avulla. Kyseessä on siis suunnitelmallinen käsittelyvaiheiden sarjan muodostaminen eli suunnitteluprosessi (Buzacott, ym. 2013, s. 1). Tuotetta valmistavan yrityksen ihannetilanne on koko toiminnan kannalta kokonaisvaltaisesti kehitetty tuotantoprosessi, jossa kaikki alkaa ja päättyy asiakkaaseen. Yksi osa suunnitteluprosessia on määritellä valmistettavan tuotteen tuoterakenne ja tehdä tuoterakenteeseen perustuvat materiaalien menekki- ja kustannuslaskelmat. Yhteen osaan keskittyttäessä voidaan puhua osaoptimoinnista, ei niinkään prosessiajattelusta kuten koko tuotannon suunnittelun osalta (Martinsuo ym. 2016, s. 139-141).

3.2.4 Materiaalitarvelaskenta

Materiaalitarvelaskennasta käytetään lyhennettä MRP, joka tulee englanninkielisistä sanoista Material Requirements Planning. Jos viitataan termiin MRP II, kyseessä on englanninkielinen termi Material Resources Planning eli valmistusresurssien suunnittelu (Kara & Rossi, 2022. Martinsuo, ym. 2016, s. 147).

Materiaalitarvelaskenta eli MRP käsittää vähintään lopputuotteen tarpeen, joka on joko tilausten perusteella todellinen kappalemäärä tai muutoin laskennallisesti ennustettu kappalemäärä. Materiaalitarvelaskentaan kuuluu myös tuoterakenteen kuvaus, laskenta, hankinnat ja hankintasuunnitelmat sekä -aikataulut, erilaiset varastotiedot ja muu materiaalivirtojen hallinta (Logistiikan Maailma, 7.9.2022).

Materiaalitarvelaskennan kokonaisuutta voi lähestyä tuotantosuunnitelman tai toimitussuunnitelman lähtökohdasta. Valittu suunnitelma jaetaan osiksi, joista tuoterakenne ja sen mukainen tarvelaskenta toimii valmistuksen aikaisena materiaaltarpeiden laskentamenetelmänä (kuva 3). Valmistavassa teollisuudessa materiaalitarvelaskenta sidotaan usein aikaan: esimerkkinä vaikkapa yhden tuotannon valmistavan viikon materiaaltarpeet. Tarvelaskennan idea on määritellä, laskea ja simuloida materiaaltarpeita etukäteen (Martinsuo, ym. 2016, s. 310, 312 ja 317).

Kuva 3. Infograafi: Materiaalitarvelaskentaan kuuluvia osa-alueita.



Tuotantonimikkeiden tasolla MRP on sidottu varastonhallintaan. Tämä tarkoittaa, että varastokirjanpidon pitää myös olla ajantasalla ja tietojen oikeat. Jos tiedot ovat hajallaan tai kirjattu hieman erinimisinä, MRP:n toimintavarmuus on käyttäjän oman muistin varassa. Materiaalitarvelaskennassa otetaan huomioon kokonaistilauusmäärät, kokonaistarve eli dynaaminen erätkoko ja sen määrittelyt, varmuusvarastojen tarve, tavarantoimittajien ja oman sisäisen tuotannon läpäisyajat, hävikit, varastonimikkeet ja niiden todelliset määrät. Myös tuoterakenne/osaluettelot, pääaikataulut ja laskelmat tarvituista kokonaismääristä aikaan sidottuna sekä aloitus- ja lopetusajat huomioidaan (Kara ja Rossi, 2022).

MRP ei ota huomioon tuotannon kapasiteettia, joka pitää laskea erikseen pääaikatauluun ja toimituspäivämääriin sidottuna (Logistiikan Maailma, 7.9.2022). Ryhmä- ja ruukkukasvituotannossa MRP-aikataulut lasketaan taaksepäin valmiin tuotteen toimituspäivästä lukien. Valmistusaika on yhtä kuin kasvikohtainen viljelyaika.

3.2.5 Tuoterakenne

Erilaisista materiaaleista muodostettavien tuotteiden teollisesti käsitettävässä tuotannossa valmistaminen ja sen resurssitehokas toistettavuus on keskiössä. Tässä tavaroita valmistavassa prosessissa tuoterakenne toimii lähtötietona. Tuoterakenteen kuvaaminen voi olla sanallista, visuaalista, hierarkista tai kaikkea edellä mainittua. Tuoterakenteen kuvaus riippuu valmistettavasta tuotteesta, sen monimutkaisuudesta, tarvittavien komponenttien lukumääristä ja valmistamisen tai kokoamisen parametreista (Martinsuo, ym. 2016, s. 135). Esimerkkinä tuoterakenteen visuaalisesta kuvaamisesta toimivat erilaiset tekniset piirustukset, joissa kuvataan yksityiskohtaisesti esimerkiksi elektronisten komponenttien kokoonpano ja työvaiheet (Logistiikan Maailma, 7.9.2022). Komponentti-hierarkia kuvataan usein siten, että nolla-taso on lopputuote ja 1-tasosta eteenpäin on tarvittavia komponentteja. Visuaalien hierarkia sekä lisätiedot kootaan siten, että lopputuote on ylimpänä ja jokaiselle komponentti-tasolle on kirjattu oma tuotannon läpäisyajankansa, eräkkoko sekä varmuusvarasto, hävikki ja hukka. Itse lopputuotteen viikkotason bruttotarvetieto tulee pääaikataulutuksesta, jonka tiedot taas perustuvat menekien ennustamiseen, joka siis on joko todellinen ennakkotilausten määrä tai laskennallinen ennuste (Kara ja Rossi, 2022).

Tuoterakenteen tarkka kuvaus auttaa niin valmistusprosessissa, mutta myös hankintojen materiaalitarpeen määrittelyssä sekä myös kustannusten laskemisessa. Tuoterakente-toiminnon käyttäminen tuotannon suunnittelussa auttaa vakioimaan standardi-tuotteen valmistamisen, mutta myös muodostamaan samoista komponenteista vähällä vaivalla uusia variaatioita eli tekemään massaräätälöintiä (Kara ja Rossi, 2022. Logistiikan Maailma, 7.9.2022. Martinsuo ym. 2016, s. 135).

Tässä opinnäytetyössä keskitytään vain ryhmä- ja ruukkukasvituotannon suunnittelun perustuotteen tuoterakenteen mukaiseen materiaalien kustannusten ja menekien laskemiseen sekä simulointiin (kuva 4). Tuoterakentekohtaisesta menekistä ja kustannuksista itse laskuriin valikoitui vain teorialtasolla helppoiten käsiteltävät kolme pääkomponenttia, jotka ovat ruukku, kasvualusta ja pikkutaimi.

Kolmesta osasta tai komponentista muodostuva tuoterakenne kuulostaa yksinkertaiselle. Sitä se onkin, jos jokainen komponentti ja sen lukumäärä sekä menekki on aina vakio. Haasteelliseksi kustannusten ja menekin laskennallisen suunnittelun tekee jokaisen peruskomponentin variaatiot. Esimerkkinä voi toimia tuoterakenne, jossa ensimmäistä peruskomponenttia eli ruukkua on 11 eri kokoa. Tässä vaiheessa tuoterakenne ei puutu yhden ruukkukoon sisällä tapahtuviin materiaali-, väri- tai kustannuseroihin. Toisena peruskomponenttina on kasvualusta, jota menee eri litramäärä eri ruukkukokoihin. Kasvualustaa on käytössä useita erilaisia eri kasvien tai eri ruukkukokojen vuoksi. Kolmantena peruskomponenttina on erihintaiset pikkutaimet, joita voi olla satoja erilaisia. Jokaista pikkutaimea myös hankitaan eri määrät.

Edellä tehdyn kuvailun mukaisesti yksinkertainenkin tuoterakenne voi osoittautua käytännössä haastavaksi määritellä ja laskea, puhumattakaan yllättävistä muutoksista vaikkapa materiaalien saatavuuden suhteen. Tiukasti määriteltynä tuoterakennekohtaisiin suunnitelmiin kuuluisi myös viljelyn eli valmistamisen aikana tarvittavat muut komponentit. Näitä ovat muun muassa lannoitteet, kasvunsäätteet, kasteluvesi, kasvinsuojeluaineet, pakkausmateriaalit sekä muut laskettavissa olevat fyysiset komponentit (kuva 4).

Kuva 4. Infograafi: Ryhmä- ja ruukkukasvin perustuoterakenne.



3.3 Tietokoneohjelmat ja tuotanto

Oletus on, että mitä pidemmälle automatisoitua tuotanto on, sitä yksityiskohtaisemmat digitaaliset tuotannonohjausjärjestelmät tarvitaan. Sama näkemys saattaa kertautua päinvastaisena käsityövaltaisesta valmistavaa tuotantoa kohtaan. Saatetaan kokea, että mitä enemmän ihmiskädet joutuvat koskemaan tuotteeseen, sitä vähemmän tuotannon suunnitteluun ja hallintaan tarvitaan ulkoisia ohjelmia tai järjestelmiä. Tämä mielikuva voi koskea myös muuten teollisen mittakaavan ja muutoin systemaattisesti suunniteltavan sekä hallittavan, mutta kuitenkin käsityövaltaisen yrityksen tuotantoa.

Tästä voi toimia selventävänä esimerkkinä kuvitteellinen ryhmäkasvit tuotanto keskisuudessa yrityksessä, jonka kokonaistuotantokapasiteetti on noin miljoona ruukkukasvia vuodessa. Tuotantovolyyymi yksin kertoo, että tuotannosta voi puhua teollisen mittakaavan tuotantona, eikä käsityövaltaisen piensarjan tuotantona. Termit voivat olla käsitteellisiä ja haasteellisia hahmottaa perinteisesti käsityövaltaiseksi ymmärretyssä kasvit tuotannossa, mutta huomio tuleekin kiinnittää a) tuotantomääriin ja -volyyymiin, sekä b) tuotannon kokonaisprosessin toistuvuuteen samankaltaisena eli systemaattisena vuodesta toiseen.

Mitä toistuvampi eli systemaattisempi tuotantoprosessi on, sitä helpompi sitä on lähteä siirtämään tallennettuun eli tässä tapauksessa digitaaliseen muotoon. Kaikkea tietoa ei kuitenkaan voi siirtää tallennettavaan muotoon. Olennaisimmat tiedot ja erityisesti kaikki laskennalliset osat on kuitenkin täysin mahdollista hallita erilaisten ohjelmien ja järjestelmien kautta (Jännes, 26.10.2020).

3.4 Valittu ohjelma: Microsoft Office Excel

Microsoft Office Excel- taulukkolaskentaohjelma valikoitui tutkimuskäyttöön, koska se on saatavuudeltaan ja käyttökustannuksiltaan yleisin ja edullisin. Exceliä voi käyttää älypuhelimissakin, koska käyttöjärjestelmistä Windows ja Android ovat kaikkialla. Excel on yksi maailman yleisimmin käytetyistä taulukkolaskennan ohjelmista, jota voi käyttää myös erilaisten tilastojen ja tilastografiikan esittämiseen.

Vertailukohtana olevat erilaiset toiminnan- ja tuotannonohjausjärjestelmät ovat käyttöominaisuuksiltaan ja yksityiskohdiltaan parempia ja niihin voi yhdistää melkein rajattomasti automatiikkaa. Nämä jokaisen ohjelmatalon itse koodaamat ohjelmat ovat kuitenkin maksullisia ja usein kuukausihintaisia. Niiden käyttöön tarvitsee myös yleensä erillistä koulutusta. Käytännössä jokainen toiminnan- tai tuotannonohjausjärjestelmä pitää myös muunnella yrityskohtaisesti (EQ-system, 7.9.2022. iPes by Pinja, 7.9.2022). Eräs suosituimmista avoimen lähdekoodin yritysohjelmista on Odoo, johon pohjautuvia yrityskohtaisesti koodattuja toiminnan- ja/tai tuotannonohjausjärjestelmiä on jo käytössä muutamissa suomalaisissa kasvihuoneyrityksissä (SprinIT - Odoo, 17.9.2022). Maksullisuuden ja pidemmän käyttöönottoajan takia erilaiset tuotannon- ja toiminnanohjausjärjestelmät jäivät opinnäytetyön ulkopuolelle.

Excel toimii kuitenkin oikein hyvin yksittäisen tuotannon suunnittelun kohdan laskennassa sekä simuloinnissa. Yksinkertaisillakin laskukaavoilla saa ristiin linkitettyä muodostettua erilaisia laskennallisia määritelmiä. Excelin hyvä puoli on myös se, että sen sisältämät tiedot ovat ohjelmoinniltaan yhteensopivat ainakin suurimpien ohjelmistotalojen koodaamien toiminnan- ja tuotannonohjausjärjestelmien kanssa. Tämä tarkoittaa sitä, että Excel-tiedostoihin kootut tiedot saatetaan voida siirtää ainakin osittain suoraan kyseisiin järjestelmiin, eikä Excelien sisältämien kaikkien tietojen työlästä ja hidasta manuaalista kirjaamista tarvitse välttämättä tehdä silloin uudelleen (EQ-system, 7.9.2022. iPes by Pinja, 7.9.2022).

4 Materiaalikustannusten ja -menekin simulointi tuoterakennetoiminnolla

Opinnäytetyön laskennallinen työkalu ja siihen liittyvä tutkimus on suunnattu koristekasvien viljelyyn keskittyneille kasvihuoneyrityksille, joilla tuotantonimikkeiden suuri määrä voi aiheuttaa haasteita tuotannon suunnittelun laskennalliseen osaan. Tuotannon suunnittelun tarkoitus on optimoida hankintamäärät ja kustannukset sopimaan yrityksen omaan kappale- ja/tai pinta-alamääräiseen tuotantokapasiteettiin, olemassa oleviin varastoihin, budjettiin sekä muihin käytettävissä oleviin resursseihin.

Yksi teollisen tuotannon suunnittelun systemaattinen laskennallinen menetelmä on tuoterakennekohtainen kokonaismenekin laskeminen tai simulointi. Esimerkkinä voi toimia johdannossa mainittu ja laskurissakin pohjana toimiva koristekasvituotannon tuoterakenne: ruukku, kasvualusta ja pikkutaimi. Tuoterakenne eli osaluettelo, englanniksi Bill-Of-Materials, lyhenne BOM (Kara V. ja Rossi H., 2022), kertoo mistä osista eli komponenteista tuote koostuu. Tuoterakenne kertoo myös kuinka monta tai paljon kutakin osaa tai komponenttia tarvitaan ja tarvittaessa myös kuinka tuote kootaan. Tuoterakenteen avulla voi laskea tuotannossa tarvittavat kokonaismäärät tai kustannukset osa- tai komponenttikohtaisesti. Kokonaismäärien pohjalta pystyy taas laskemaan hankintojen kokonaiskustannukset sekä varastomenekit (Kara V. ja Rossi H., 2022). Tässä työssä tuoterakenne rajattiin koskemaan vain suurimpia komponentteja, joiden laskeminen oli suoraviivaisinta. Taulukkolaskennan esittelymallista suljettiin pois muu tuotannossa tarvittava materiaali, koska niiden käyttömäärien simuloiva ennakointi osoittautui liian haasteelliseksi opinnäytetyöhön varatulle aikajänteelle. Näitä muita tuoterakennekohtaisia materiaaleja olisivat olleet esimerkiksi pakkausmateriaalit, lannoitteet, kasvinsuojeluaineet, kasvunsäätet ja muut konkreettiset fyysiset materiaalit.

Excel-pohjainen taulukkolaskennan esittelymalli koskee siis materiaalikustannusten ja -menekin laskemista ja simulointia tuoterakennepерusteisesti. Tavoitteena oli avata tietä systemaattisen suunnittelun menetelmille niissä yrityksissä, joissa ne eivät vielä ole käytössä. Opinnäytetyössä tähän kirjoittajan kehittämään taulukkolaskennan ja systemaattisen tuotannon suunnittelun osa-alueen esittelymalliin viitataan tästä eteenpäin lyhenteellä tuoterakenne-laskuri.

4.1 Tavoitteet

Opinnäytetyön haastatteluiden sekä tarkastelun kohteena olleen tuoterakenne-laskurin tavoitteet olivat kolmiosaiset. Ensimmäinen tavoite oli kartoittaa haastatteluiden avulla ryhmä- ja ruukkukasveja tuottavissa yrityksissä jo käytössä olevia tuotannon suunnittelun menetelmiä ja ohjelmia. Tavoitteena oli löytää yhteneväisyyksiä teollisessa tuotannon suunnittelussa käytettäviin menetelmiin sekä työkaluihin ja etsiä tätä kautta uusia tuotannon suunnittelun sovelluksia, menetelmiä tai näkökulmia.

Tutkimuskysymysten ja haastattelun avulla tuotiin toisena tavoitteena esille myös teollisen tuotannon suunnittelun systemaattisia menetelmiä, termejä sekä työkaluja yrittäjän niin halutessa.

Työn viimeinen tavoite oli tarkastella tuotannon kokonaissuunnittelun yhden kohdan karkeaa laskuria, jonka avulla voitaisiin määritellä kappalemääräinen yksinkertainen tuoterakenne-kohtainen varastonhallinta, tuotekohtaiset materiaalimenekit sekä tietysti kustannukset. Yrittäjille tarjottiin mahdollisuutta koekäyttää opinnäytetyön tekijän muodostamaa tuoterakenne-kohtaista Excel-pohjaista laskuria. Palautteena toivottiin huomioita, joiden avulla tuoterakenne-laskurin kokonaisuudesta voisi muodostaa selkeän, helppokäyttöisen sekä helposti modifioitavan version.

4.2 Haastattelu, kysymykset ja tuoterakenne-laskurin koekäyttö

Jo ennen opinnäytetyön aloittamista tiedossa oli, että objektiivisia ja yhteneväisiä vastauksia ei olisi mahdollista saada. Käyttäjäkokemus on aina yksilöllinen, olipa kyseessä kone, laite, palvelu, tietokoneohjelma tai suunnittelun yhden osa-alueen logiikan esittely. Lisähaastetta toi suomalaisten koristekasviyritysten keskinäiset eroavaisuudet.

Tutkimuskysymykset: 1) Yrittäjää pyydettiin kuvailemaan haluamallaan yleistasolla yrityksen suunnitteluprosessia ja -aikataulua. 2) Mitä tuotannon suunnitteluun liittyviä menetelmiä ja ohjelmia on käytössä. 3) Tuotannon suunnittelun aikaisten muutosten hallinta ja määrittely, ts. simulointi. 4) Miten suunnitelluista hankinnoista muodostuvia kustannuksia ja menekkejä seurataan sekä hallinnoidaan eli varastonhallinta-osuus. 5) Tuoterakenne-kohtaisen laskurin esittely oli vuorossa, jos yrittäjä koki sen tarpeelliseksi. Suoritettiin yhdessä laskurin käytettävyyden, logiikan ja tarpeellisuuden arvioinnit. Haastattelun ja koekäytön aikana käsiteltiin mahdolliset muut huomiot systemaattisen suunnittelun työkalujen tarpeellisuudesta koristekasvituotannossa eli onko tarvetta tai mielenkiintoa laajentaa esimerkiksi pinta-ala-kapasiteettiin, laajaan materiaaliarvelaskentaan tai muuhun vastaavaan.

Haastatteluiden ja koekäyttöjen pohjalta koostettiin suuntaviivoja, joiden mukaan koekäytössä ollutta systemaattisen tuotannon suunnittelun työkalua hienosäädettiin helposti omaksuttavaksi ja yrityskohtaisesti muunneltavaksi Excel-laskuriksi auttamaan kustannusten ja menekin simuloivassa suunnittelussa. Koekäyttöön osallistuneet yritykset saivat esittelyssä olleen Excel-laskurin vapaasti omaan yrityskohtaiseen käyttöönsä niin halutessaan. Yritykset eivät saaneet lupaa antaa tai myydä laskuria tai sen sisältämiä muita tietoja eteenpäin.

Opinnäytetyössä tutkimuksen osittaisena kohteena oleva laskuri oli kohdennettu koskemaan vain teollisen tuotannon suunnittelussa käytettävien työkalujen materiaalikustannusten osaluettelon eli tuoterakenteen mukaista laskennallista metodia.

4.3 Tuoterakenne-laskurin kuvaus

Tavoitteena oli koota yhteen tiedostoon perustuoterakenteen mukaiset menekit, määrät ja kustannukset muunneltavassa ja interaktiivisessa muodossa. Tuoterakenne rajattiin koskemaan vain kolmea suurinta komponenttia, eli ruukkuja, kasvualustaa ja pikkutaimeja.

Tuoterakenne-laskuri toimii todellisuudessa vain, jos käyttäjä tietää minkä kokoiseen ruukkuun kukin pikkutaimi istutetaan. Tiedossa on myös oltava oletettu kasvualustan menekki joko kiloina tai litroina yhtä ruukkuja kohti. Muut tarpeelliset reaaliaikaiset tiedot ovat pikkutaimien, ruukkujen ja kasvualustan hankintahinnat.

Kuva 5. Tuoterakenne-laskurin perusnäkyvä. Tanja Karvonen.

Materiaalikustannusten ja -menekin laskeminen & simulointi tuoterakente-toiminnolla							
OHJERIVI 1.→	Alas itse kirjattavat kokonais-, tavoite- tai maksimi-luvut tulevat menekin ennustamisen lukumääristä, ennakkotilauksista lasketuista määristä, varaston sen hetkisestä saldosta, myyntitavoitteista, maksimi-kapasiteetista, budjetista, tms. Laskurin käyttäjä määrittelee nämä itse.						
OHJERIVI 2.→	Tuote/nimike	Kiinteä/pysyvä luku	Itse muunneltava luku	Itse muunneltava luku	Automaattisesti muuttuva luku	Kiinteä luku	Automaattisesti muuttuva luku
OHJERIVI 3.→	Kasvi, lajike, tm. olennainen tuotetieto	Ruukkukoko	Kirjaa tähän suunniteltu kpl-määrä	Kirjaa tähän €/pikkutaimi 1 kpl	€/pikkutaimet yht.	Kasvualustan menekki per ruukkukoko, litraa	Kasvualustan kokonaismenekki ruukkujen kpl-määrien mukaan: litraa
	Laji/lajike	Ruukkukoko cm	Suunniteltu kpl-määrä	€/pikkutaimi kpl	€/pikkutaimi yht.	Kasvualusta litraa per ruukku (arvio)	Kasvualusta menekki litraa yht.
	Auringonkukka, iso	15	500	0,15	75		
	Jättiverbena	15	100		-		
	Kanna	15	1 000	0,25	250		
					-		
					-		
					-		
YHT.			1 600		325	1,7	2 720,00

Vaihtoehtoisia tietoja on varastoinventaario eli mitä komponentteja on jo varastossa. Tällöin näille määritellään omat taulukot, jotka voi linkittää suunnitelman kokonaislukuihin. Tarkastelun kohteena olleessa tuoterakenne-laskurissa olevat varastoinventaarit on linkitetty vähenemään suunniteltujen ruukkumäärien mukaan.

Kuva 6. Valinnanvarainen varasto-inventaarion osa tuoterakennelaskurissa koskien ruukkuja. Tanja Karvonen.

RUUKKUJEN MENEKIT JA VARASTOSALDOT					
Kiinteä luku	Itse muunneltava luku	Automaattisesti ruukku- kpl-määrien mukaan muuttuva luku	Automaattisesti suunnitelmien mukaan muuttuva luku	Itse muunneltava luku	Automaattisesti muuttuva luku suunnitelmien mukaan
Ruukkukoko	Ruukkumäärät varastossa	Jäljellä/ puuttuu	Tämänhetkinen menekki kpl	Ruukku hinta/kpl	Yhteensä €
8 cm	700 000	99 100	600 900	0,03	18 027
10 cm	45 000	6 400	38 600	0,05	1 930
11 cm	100 000	54 713	45 287	0,071	3 215
12 cm	100 000	79 982	20 018	0,06	1 201
13 cm	30 000	19 910	10 090	0,086	868
14 cm	100 000	87 000	13 000	0,13	1 690
15 cm	2 000	400	1 600	0,20	320
17 cm	500	50	450	0,20	90
20 cm	-	2 500	2 500	0,20	500
21 cm	200	900	1 100	0,20	220
23 cm	5 000	100	5 100	0,70	3 570
25 cm	1 000	400	600	0,20	120
Yhteisluvut	1 083 700		739 245		31 751

Kasvualustan menekki linkitetään kertautumaan automaattisesti suunniteltujen ruukkumäärien mukaan. Tässä on huomioitava se, onko käytössä useampaa erilaista ja erihintaista kasvualustaa. Kokonaislitra- tai kilomäärä on kuitenkin laskettavissa suoraan yhteenlaskulla.

Kuva 7. Kasvualustan menekki- ja kustannusosio tuoterakenne-laskurissa. Sovelletuna kahdelle erilaiselle kasvualustalle. Tanja Karvonen.

Kasvualustan laskurit			
Materiaalit	€/litra	Kulutus yhteensä litraa	Yhteensä €
Kasvualusta A. paali	0,044	102 404,63	4 505,80
Kasvualusta B. irto	0,02978	219 527,00	6 537,51
Kasvualustan varastosaldo	Varastossa litraa	Kulutus yhteensä litraa	Jäljellä/ puuttuu l.
Kasvualusta A. paali	250 000,00	102 404,63	147 595,37
Kasvualusta B. irto	200 000,00	219 527,00	- 19 527,00
<p>Todellisessa tilausmäärässä on huomioitava hävikki tai muu vara. Laskuri antaa vain suuntaa antavan määrän.</p>			

Esimerkkinä käytettyä kolmijakoista tuoterakennetta (ruukku, kasvualusta ja pikkutaimi) noudattavia tuotteita voi olla useita erilaisia eli käytössä on melkein aina myös massaräätälöinti. Tässä laskurissa jakajana toimii ruukkukoko. Eri ruukkukoot on jaettu omiksi ryhmikseen ja tarpeen mukaan myös omille välilehdilleen. Erilliset välilehdet voivat olla tarpeen, jos yhteen ruukkukokoon on tarkoitus istuttaa useita kymmeniä erilaisia pikkutaimia, joilla jokaisella on oma hankintahintansa.

Kuva 8. Tuoterakenne-laskurin automaattisesti päivittyvä kooste-välilehti kolmena erillisenä kuvakaappauksena. Tanja Karvonen.

Kokonaismenekit ja -kustannukset				Jokainen kohta on linkitetty edellisiin välilehtiin omiin yhteislukuunsa	
Ruukut kpl		Ruukut €		Pikkutaimet €	
Ruukku-koko cm	Menekki: kpl per ruukkukoko	Ruukku-koko cm	Menekki: € per ruukkukoko	Ruukku-koko cm	Menekki €/pikkutaimet
8 cm	600 900	8 cm	18 027	8 cm	28480,00
10 cm	38 600	10 cm	1 930	10 cm	2195,00
11 cm	45287	11 cm	3215,377	11 cm	11044,84
12 cm	20018	12 cm	1201,08	12 cm	5543,85
13 cm	10090	13 cm	867,74	13 cm	2940,00
14 cm	13000	14 cm	1690	14 cm	3582,60
15 cm	1600	15 cm	320	15 cm	325,00
17 cm	450	17 cm	90	17 cm	90,00
20 cm	2500	20 cm	500	20 cm	1212,00
21 cm	1100	21 cm	220	21 cm	195,00
23 cm	5100	23 cm	3570	23 cm	1061,70
25 cm	600	25 cm	120	25 cm	90,00
Kaikki yht.	739 245	Kaikki yht.	31 751,20	Kaikki yht.	56759,99

Kasvualusta A. litraa		Kasvualusta B. litraa		Kasvualusta A. €		Kasvualusta B. €	
Ruukku-koko cm	Menekki: kasvualusta litraa yht.	Ruukku-koko cm	Menekki: kasvualusta litraa yht.	Ruukku-koko cm	Menekki: kasvualusta € yht.	Ruukku-koko cm	Menekki: kasvualusta € yht.
8 cm	198 297,00	11 cm	24 002,11	8 cm		11 cm	
10 cm	21 230,00	12 cm	13 812,42	10 cm		12 cm	
Yht.	219 527,00	13 cm	8 980,10	Yht.	6 537,51	13 cm	
		14 cm	14 300,00			14 cm	
		15 cm	2 720,00			15 cm	
		17 cm	990,00			17 cm	
		20 cm	7 500,00			20 cm	
		21 cm	3 850,00			21 cm	
		23 cm	22 950,00			23 cm	
		25 cm	3 300,00			25 cm	
		Kaikki yht.	102 404,63			Kaikki yht.	4 505,80

Kaikki € yhteensä		
Ruukut	31 751	
Pikkutaimet	56759,99	
Kasvualusta A.	6 537,51	
Kasvualusta B.	4 505,80	
Yht.	99 554,50	€

4.4 Yritysten tuotannon suunnittelun prosessi ja aikataulu

Yritys A. on keskiuureksi luettava kasvihuonetuotannon yritys, jolla on tuotannossa myös hyöty- ja ravintokasveja. Yrityksen kesäkukkatuotannon suunnittelu alkaa juhannukselta, jolloin aloitetaan seuraavan kauden ennakkomyynti. Käytännössä tämä on usein ennakkotiedustelua asiakkailta mahdollisista myyntimääristä. Mitään sitovaa sopimusta ei välttämättä vielä tällöin muodosteta. Tämä ennakkomyynti tai tiedustelu-aika kestää noin 2 kuukautta, jonka aikana muodostetaan arvioidut menekkimäärät eri tuotteille. Pikkutaimi-tilaukset tehdään lokakuun loppuun mennessä, yleensä jo aikaisemmin. Marraskuun aikana seuraavan kauden tuotantosuunnitelmat ja enin osa tilauksista on tehty. Suunnitteluprosessi on muuttunut viime vuosina siten, että esimerkiksi ruukut täytyy tilata jo heinäkuussa, ennen tietoa oletetuista menekkimääristä. Tämä ennakkoinnin korostuminen tuotannon suunnitteluvaiheessa vaatii enemmän panostusta haasteelliseen menekin ennustamiseen ja laskemiseen. Tuotannon suunnitteluvaihe on aikaa vievä prosessi. Asiakkaiden antamia ennakkotilaus- tai ennakoarviomääriä verrataan edellisvuosien menekkeihin ja niistä muodostetaan keskiarvo. Menekin ennustamiseen liittyy myös koristekasvien trendien ennustaminen.

Yritys B. on keskiuureksi luettava kasvihuonetuotannon yritys, jolla on kesäkukkatuotannon lisäksi ympärivuotista hyötykasviviljelyä. Yrityksen kesäkukkatuotannon suunnittelu alkaa ajallisesti heti kohta edellisen kauden jälkeen kesällä. Ensimmäisenä käydään läpi mennyt kausi erilaisine laskelmineen. Näihin laskelmiin sekä menekin ennustamiseen perustuen tehdään tuotevalikoimaehdotukset suurimmille asiakkaille, joita ovat lähinnä tukku- ja keskusliikkeet. Suurimmat asiakkaat kertovat alustavasti yleensä loppukesästä mitä tuotteita ottavat valikoimiinsa, tällöin tulee kuitenkin harvoin mitään sitovia tilauksia. Tässä kohtaa tuotannon suunnittelun aikajanalla on kuitenkin jo ensimmäinen ongelma, koska ruukut

joudutaan usein tilaamaan jo ennen edes alustavia tilaustietoja, perustuen yrityksen omiin menekin ennustamisen laskelmiin. Yritys tekee taimi- ja siementilauksensa useimmiten syyskuun alkuun mennessä. Tilaukset saattavat tapahtua ennakoivasti ennen kuin taimi- ja siementoimittajilla on omat hinnastonsa julkaistuina. Tavarantoimittajien hinnastot julkaistaan usein elokuun puolivälin jälkeen, mutta joidenkin tuotteiden hinnat saattavat selvitä vasta loppuvuodesta, jopa vasta joulukuussa. Varsinaiset ennakkotilaukset suurimmilta asiakkailta tulevat nykyisin yleensä lokakuun puolessa välissä. Tämä on tuotannon suunnittelun kannalta hyvä asia. Ongelmaksi jää edelleen se, että ruukut on tilattava jo kesällä, eikä kaikkia tavarantoimittajien hintoja tiedä samaan aikaan.

Kasvualustojen saatavuudessa ja hinnoitteluissa ei onneksi ole vielä ilmennyt samansuuruisia ongelmia. Kaikki edellä mainitut kohdat painottavat kuitenkin menekin ennustamisen tärkeyttä, tuotekohtaisten katteiden täsmällistä laskemista ja ennakoitujen kappalemäärien oikeellisuutta. Tavarantoimittajien kanssa voi usein neuvotella palautuksista, jos on tilannut liikaa, mutta lisätilausten tekeminen voi osoittautua vaikeaksi. Koko ketjun toiminta on muuttunut epävarmemmaksi ja ennakointi-painotteiseksi aina siemen- ja taimituottajista sekä materiaalivalmistajista asti. Yrittäjän mukaan vuonna 2020 alkanut kysynnän ja menekin epäsuhta vaikuttaa edelleen. Vaikka kesäkukkaudet 2020–2021 olivat myynnillisesti hyvät melkein koko Euroopassa, koronarajoitukset vaikuttivat rajusti esimerkiksi Hollannin siemen- ja pikkutaimituotantoon ja siellä tuotettuihin määriin. Tämä epäsuhta ja maailmantilanteen yleinen epävarmuus vaikuttaa edelleen lisäten laskennallisen ja ennakoivan työn määrää ketjun kaikilla toimijoilla.

Yritys C. on keskisuureksi luettava kasvihuonetuotannon yritys, jonka viljelytoiminta on kesäkukkapainotteista. Yrityksen kesäkukkatuotannon suunnittelu alkaa elokuussa, kun komponenttitoimittajilta saadaan seuraavan vuoden hinnat ja niihin lasketaan hintojen muutokset ennakkohintoja varten. Syys-lokakuussa saadaan osasta tuotteita ennakot kevääksi, joiden pohjalta tehdään viljelysuunnitelma ja tilataan kasvit. Tilaus on valmis lokakuun loppupuolella. Osa kasveista tilataan jo elokuussa-syyskuussa saatavuuden varmistamiseksi.

4.5 Käytössä olevat työkalut ja ohjelmat

Yritys A. Yrityksessä on käytössä useita erilaisia metodeja ja menetelmiä. Käytössä on yrityskohtaisesti muunneltu toiminnanohjausjärjestelmä, jonka lisäksi käytetään erilaisia taulukkolaskentaohjelmia ja raportointijärjestelmiä. Myös Excel on käytössä varsinkin yksityiskohtien tarkistuslaskennassa.

Yritys B. Tällä hetkellä erilaiset ennakoivat laskelmat ja menekin ennustaminen ovat suunnitteluvaiheen keskiössä. Käytössä ovat muun muassa tavallisimmat taulukkolaskennan ohjelmat.

Yritys C. Käytössä on Excel sekä yrityskohtaisesti muunneltu Odoo-toiminnanohjausjärjestelmä, sekä laskin ja ruutuvihko.

4.6 Ennakoiva suunnittelu ja varastonhallinta

Yritys A. Maailmanlaajuisen markkinatilanteen muutosten ja toimitusketjujen toimintavarmuuden pienennyttyä suunnittelun aikaisia muutoksia on melko lailla mahdoton hallita. Toimitusketjujen epävarmuus näkyy tavaranhankinnan ja -toimitusten muuttumisessa todellisesta tilaustarpeesta ennakoiduksi tilaustarpeeksi. Varastoinventaariot ovat kaksoistarkistuksen alaisia kahdessa eri ohjelmassa.

Yritys B. Suunnittelun aikana on haastavaa simuloida muuta kuin tapaus- tai tuotekohtaisia yksityiskohtia. Tämä johtuu koko toimitusketjun toiminnan muuttumisesta ennakointi-painotteiseksi. Käytössä on sesongeittain ajoitetut varastoinventaariot sekä niiden seuranta.

Yritys C. Verrataan komponenttien hintoja eri toimittajien välillä ja hankintapäätös tehdään sekä hinnan että tuotteen laadun tai toimitusvarmuuden perusteella. Varastonhallinta toimii Excelissä. Varastonhallintaa käytetään kasvualustan ja ruukkujen osalta manuaalisesti ja tarkkaillaan kauden edetessä riittääkö vai tarvitaanko lisää. Taimien menekki lasketaan toiminnanohjausjärjestelmässä. Laskimella ja ruutuvihkolla saatetaan tehdä hintojen muutokset ja vertailut. Toiminnanohjausjärjestelmässä ja Excelillä tehdään muu suunnittelu.

4.7 Tuoterakenne-laskurin käyttäjäkokemukset ja huomiot

Yritys A. Tuotannon kokonaisvolyymien suuruuden takia koekäytössä ollut tuoterakenne-laskuri ei siltään ole yritykselle hyödyllinen. Yrityksen edustajat kokivat, että sitä voisi mahdollisesti käyttää yksityiskohtien tarkistamislaskennassa esimerkiksi ennen materiaalilauksia. Tuotteen jakaminen komponenteiksi ja kustannusten laskenta sitä kautta oli uusi, mutta kohtuullisen kiinnostava menetelmä.

Yritys B. Tuoterakenne-laskurin logiikka oli koekäyttäjälle selkeä ja ymmärrettävä. Alustavasti siihen ei ilmennyt muutosehdotuksia, vaan laskuri koettiin toimivaksi jo raakaversioidenakin. Yrittäjä aikoi kokeilla tuoterakenne-laskuria tuotannon suunnittelun apuna. Tuoterakenne-kohtaisesti jaettu materiaalikustannusten laskeminen koettiin kiinnostavana tuotannon suunnittelun yksityiskohtana, varsinkin jos on tarve tarkastella ja vertailla yksittäisen komponentin kustannuksia. Varastohallinnan osuus koettiin hyvänä lisäominaisuutena. Muina huomioina tuli muistutus käyttäjille pitää varastoinventaariot ajan tasalla.

Yritys C. Tuoterakenne-laskurin kokonaisuus ja logiikka koettiin toimiviksi ja selkeiksi. Yksityiskohtainen komponenttien menekkien laskenta nähtiin kiinnostavana yksityiskohtana kustannuslaskennan avuksi. Laskuriin toivottiin lisäksi sellaisia laskennallisia kohtia, joissa voi koota ja laskea erilaisia seka- tai moni-istutusten variaatioita. Tämä tarkoittaa massaräätälöinnin varioinnin huomiointia komponenttien lukumäärää lisäämällä.

Tuoterakenne-laskuri yksinään on muusta tuotannon suunnittelusta erilleen poimittu osio. Sen avulla on kuitenkin mahdollista tarkastella materiaalikustannusten yksityiskohtia, simuloida tulevia ja meneviä materiaalivirtoja sekä suorittaa tuoterakenne-kohtaista suppeaa varastohallintaa ja ajantasaista inventointia. Tämänhetkinen ongelma on kuitenkin tavarantoimittajien hinnastojen ilmestyminen vasta sen jälkeen, kun yrittäjät ovat tehneet omat ennakkosuunnitelmansa. Tämä on uusi ilmiö, jonka koetaan tulleen vuoden 2020 korona-pandemian muuttaessa kysynnän ja tarjonnan tasapainoa. Kustannuksia simuloiva ominaisuus toimisi siis paremmin, jos sitä pystyisi käyttämään ennen kuin yrittäjät tekevät omat ennakkotarjoukset ja -suunnitelmat esimerkiksi tukkuasiakkailleen.

Haasteena on myös tuoterakenteen eli osaluettelon perusidea. Yksi tuoterakenne-laskelma ja -laskuri voi koskea vain tuotetta, jolla on sama tuoterakenne ja osaluettelo. Jo komponenttien lukumäärän lisääminen vaatii uuden laskurin muodostamisen. Tästä voi toimia esimerkkinä moni-istutus amppeliin verrattuna yhden taimen istutukseen. Eri komponenttien erilainen menekki on huomioitava kertoimissa.

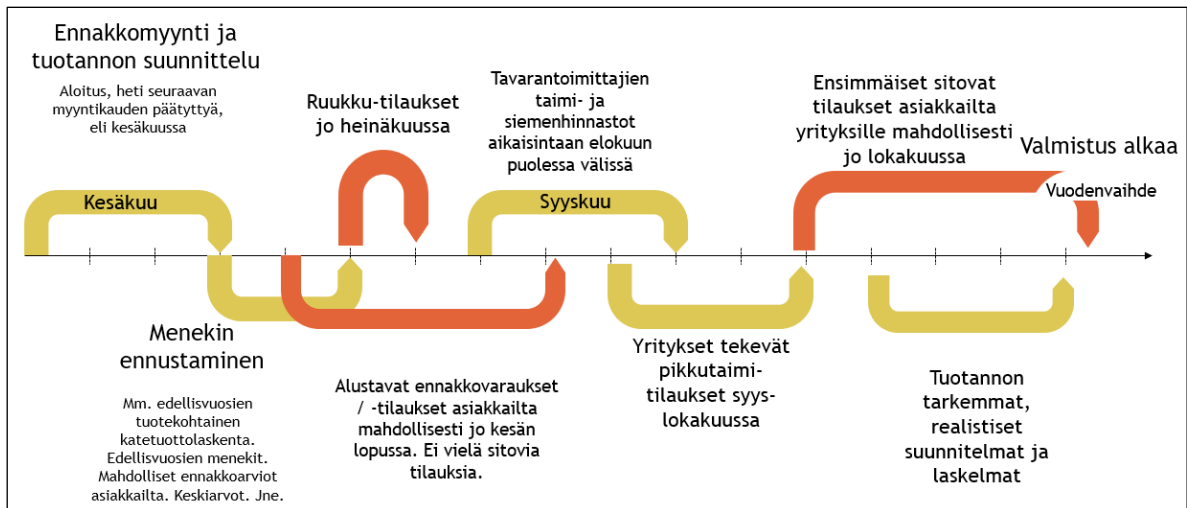
5 Yhteenveto ja tulevaisuus

Ryhmä- ja ruukkukasveja kevään ja alkukesän markkinoille tuottavat yritykset suunnittelevat vuosittain hyvin laajaa tuotevalikoimaa ja tuotannon kokonaisuutta nopeasti muuttuvien markkinatilanteiden mukaan. Yritysten vastauksissa korostui se, että tuotantoon, tuotannon seurantaan ja erityisesti kustannusten hallintaan haetaan koko ajan lisää tarkkuutta. Yritysten vastauksissa nousivat eniten esille tuotannon suunnittelun ennakoivat menetelmät ja laskennat, edellisten vuosien tuotantotietojen tallentaminen ja tarkastelu, vuosittain muuttuvien tuotekohtaisten katteiden seuranta sekä kokonaiskustannusten hallinta.

Yrityksissä koettiin, että yrityskohtaisia tuotannon suunnittelun menetelmiä on hyvä aika ajoin tarkastella. Teollisen tuotannon suunnittelun yleisimmät menetelmät nähtiin loogisina ja selkeinä vaihtoehtoina yrityksissä jo käytössä olevan suunnitteluprosessin rinnalle. Suoraa korvaavuutta yhdellekään menetelmälle ei löydetty tällä otannalla, mutta varsinkin erilaiset tarkistuslaskennan logiikat ja tuotannon materiaalirakenteen erilainen jakaminen koettiin hyödyllisinä.

Tuotannon suunnittelun yleisimmistä menetelmistä menekin ennustaminen nähtiin tällä hetkellä tärkeimmäksi, mutta myös haasteellisimmaksi laskennalliseksi menetelmäksi. Tämä ennakkoinnin korostuminen nähdään viime vuosina tulleen uutena ilmiönä. Tuotannon suunnittelu on haastavaa takaperaisen etenemisen ja tavarantoimitusketjun erilaisten aikataulujen takia. Esimerkiksi usein käy niin, että yrityksen on tehtävä omat ruukku-tilauksensa ja valikoimatarjouksensa omille asiakkailleen ennen kuin tavarantoimittajat antavat yrittäjille omat hinnastonsa (kuva 9).

Kuva 9. Esimerkki suunnitteluprosessista ja -aikatauluista. Tanja Karvonen.



Tuoterakennekohtainen kustannusten tarkastelu koettiin myös tärkeänä. Sen suhteen ongelmaksi muodostuu kuitenkin edellä mainittu, viime vuosina voimaan tullut muutos tavarantoimittajien aikatauluissa. Yrittäjät eivät välttämättä ehdi tai voi käyttää tuoterakennekohtaista laskentaa kustannusten simuloinnissa etukäteen. Tämä tarkoittaa esimerkiksi vertailun tekemistä eri komponenttien hintojen ja niiden toimittajien välillä. Tuoterakenne-laskuri koettiin kuitenkin toimivaksi tarkistuslaskennassa ennen viljelyvaihetta sekä mahdollisesti seuraavan vuoden katetuottolaskennan tuotekohtaisessa tarkistamisessa.

Tuoterakenne-laskuri herätti mielenkiintoa laajempaankin materiaaliarvelaskentaan, mutta kuitenkin yksinkertaisempaan kuin miten erilaiset toiminnan- ja tuotannonohjausjärjestelmät sen tällä hetkellä tarjoavat.

Haastatteluun ja tuoterakenne-laskurin koekäyttöön osallistuneilla yrittäjillä oli jo ennestään kokemusta tai näkemystä myös teollisessa tuotannossa käytetyistä ohjelmista ja järjestelmistä. He toivat esille kysymyksiä miten voisi tehdä järkevää välimuotoa yrityskohtaisesti ohjelmoitavan kuukausimaksullisen tuotannonohjausjärjestelmän ja niin sanotun perinteisen kynä ja paperi-suunnittelun välille. Tämän ehdotettiin tarkoittavan esimerkiksi teollisen tuotannon suunnittelun yleisimpiin askelmerkkeihin perustuvaa Excel-taulukoiden sarjaa, joiden avulla suunnitellaan ja seurataan tuotantoa yrityksen oman vuosikellon mukaan. Yhteisenä pohdintana havaittiin, että haasteeksi ei tällöin muodostuisi asiakirja- tai taulukkolaskennan pohjien muodostaminen.

Suomalaiset kasvihuoneyritykset koetaan yrittäjien itsensä mielestä hyvin yksilöllisinä, jolloin modifiointi olisi mitä tahansa pohjaa käytettäessä tarpeen. Yritysten yksilölliset piirteet, käytössä olevat resurssit, tavoitteet, kapasiteetti ja aikataulu ovat aina haastavia yhteensovittettavia, olipa kyseessä mikä vain menetelmä, ohjelma tai työkalu.

Lähteet

Buzacott J., Corsten H., Gössinger R. & Schneider H. (2013) *Production Planning and Control - Basics and Concepts*. Oldenbourg Wissenschaftsverlag GmbH.

EQ-system – IT-ratkaisut. (Haettu 7.9.2022) *Tuotannon suunnittelu*.

https://www.egsystem.pl/fi/tuotannon-suunnittelu/?gclid=EAlaIQobChMIore6-P6B-gIVRxl7Ch1xpQQWEAAYASAAEgLzb_D_BwE

Halonen A. (07.09.2020). iPes by Pinja, blogi: *Miten toteutetaan muutos- ja häiriötilanteet*

kestävä tuotannosuunnittelu? <https://blog.pinja.com/muutos-ja-hairiotilanteet-kestava-tuotannosuunnittelu?hsLang=fi>

iPES by Pinja – IT-ratkaisut tuotannosuunnitteluun ja -ohjaukseen. (Haettu 7.9.2022) *APS-*

järjestelmä (Advanced Planning & Scheduling). <https://pinja.com/palvelut/valmistava-teollisuus/ipes>

Jännes T. (14.12.2020). iPes by Pinja, blogi: *Millaisista elementeistä hyvä*

tuotannosuunnittelu koostuu? <https://blog.pinja.com/millaisista-elementeista-tuotannosuunnittelu-koostuu>

Jännes T. (26.10.2020). iPes by Pinja, blogi: *Milloin Excel ei riitä tuotannon suunnittelun*

työkaluksi. <https://blog.pinja.com/milloin-excel-ei-riita-tuotannosuunnittelun-tyokaluksi?hsLang=fi>

Järvinen M., Karjalainen K. ja Vuollet A. (2018) *Kasvihuoneviljely -tuotantotekniikan*

perusteet. Sivut 180-186. Opetushallitus.

Kauppapuutarhaliitto ry. (19.5.2022) *Suomalaiset ostavat 35 miljoonaa kesäkukkaa.*

<https://kauppapuutarhaliitto.fi/suomalaiset-ostavat-35-miljoonaa-kesakukkaa/>

Kara V. ja Rossi H. (2022). *Tuotannon suunnittelu - Production Planning k2022 TU00BL52-*

3013. Hämeen ammattikorkeakoulu. Moodle-alusta.

<https://learn.hamk.fi/course/view.php?id=10448>

- Koskenvesa A. ja Mäki T. (2020) Last Planner – Opas suunnittelun ja tuotannon johtamiseen. Mittaviiva Oy.
- LemonSoft – IT-palvelut. (Haettu 7.9.2022) *Tuotannon ohjaus*.
<https://www.lemonsoft.fi/tuotanto/>
- Logistiikan Maailma (haettu 7.9.2022) *Tuotannon suunnittelu ja -ohjaus*.
<https://www.logistiikanmaailma.fi/tuotanto/tuotannonsuunnittelu-ja-ohjaus/>
- Luke - Luonnonvarakeskus (24.2.2022). *Puutarhatilastot 2021*.
<https://www.luke.fi/fi/tilastot/puutarhatilastot/puutarhatilastot-2021>
- Luke – Luonnonvarakeskus (4.5.2021) *Koristekasvituotanto kasvihuoneissa muuttujina ELY-keskus, laji, tieto ja vuosi*.
https://statdb.luke.fi/PXWeb/pxweb/fi/LUKE/LUKE_02%20Maatalous_04%20Tuotanto_20%20Puutarhatilastot/03c_Koristekasvituotanto_kasvihuoneissa.px/table/tableViewLayout2/?loadedQueryId=a56b928e-c316-4327-97f4-e9d60bfce10f&timeType=from&timeValue=2020
- Luke – Luonnonvarakeskus. (4.5.2021) Kuva: *Taulukko: Koristekasvituotanto kasvihuoneissa muuttujina vuosi, ELY-keskus, laji ja tieto*.
https://statdb.luke.fi/PXWeb/pxweb/fi/LUKE/LUKE_02%20Maatalous_04%20Tuotanto_20%20Puutarhatilastot/03c_Koristekasvituotanto_kasvihuoneissa.px/table/tableViewLayout2/
- Martinsuo M., Mäkinen S., Suomala P. ja Lyly-Yrjänäinen J. (2016) *Teollisuustalous kehittyvässä liiketoiminnassa*. Edita.
- Mäkimattila A. (08.05.2020). iPes by Pinja, blogi: *Simulointi on leania ja gembaa*.
<https://blog.pinja.com/simulointi-on-leania-ja-gembaa>
- Oulun ammatillinen opettajakorkeakoulu OAMK. *Opetusmenetelmät opetuksen monipuolistajana*. (Haettu 17.9.2022)
<http://www.oamk.fi/amok/oppimat/LO/Opetusmenetelmat06a/html/simulaatio.html>

Ruokavirasto (6.5.2020) *Estä vaarallisten kasvitautien ja tuholaisten leviäminen kotipuutarhaan.*

<https://www.ruokavirasto.fi/viljelijat/kasvintuotanto/kasvinterveys/ajankohtaista-kasvinterveydesta/esta-vaarallisten-kasvitautien-ja-tuholaisten-leviaminen-kotipuutarhaani-sivu/>

Sivistyssanakirja (haettu 16.9.2022). *Prosessi.* <https://www.suomisanakirja.fi/prosessi>

SprintIT -Odo. (haettu 17.9.2022) *Asiakasreferenssit Heimosen Puutarha Oy, Kokon Puutarha Oy .* <https://www.sprintit.fi/customers>

Suuronen N. (2022) *4 CO22KLEAN Leanjohtamisen perusteet 1.* Savonia ammattikorkeakoulu. <https://moodle.savonia.fi/course/view.php?id=13995>

Uimonen J. (2022) *Lean Six Sigma Yellow Belt.* Karelia-ammattikorkeakoulu. <https://moodle.karelia.fi/course/view.php?id=6821>

Liite 1: Teollisen tuotannon suunnittelun vaiheet - infograafi

TUOTANNON SUUNNITTELUN VAIHEET

YRITYSTOIMINNAN ANALYYSIT

8-kenttä SWOT, PEST,
Foster's Five Forces, tm.

Liikeidean testit tai
olemassa olevan
yrityksen stressitestit,
kannattavuuden ja
liiketoiminnan
analysointi, jne.

TUOTANTO-ORGANISAATION KUVAUS

Myös tavarantoimittajat, asiakkaat,
yhteistyökumppanit, sidosryhmät.

TUOTANTOTOIMINNOT JA RESURSSIT

TUOTANTOKAPASITEETTI

Esim. volyymit.
kpl, tuotantopinta-
ala, aika, henkilöstö

Määrittely, kooste, kapasiteetti

TUOTANNON SUUNNITTELUN MENETELMÄT

Metodit, järjestelmät, ohjelmat,
kuka, mihin perustuen, jne.

VALMISTUSPROSESSIN VAIHEISTUS

Työvaiheet, mahdollinen uudelleen
tarkastelu ja suunnittelu, jne.

PROSESSIN HALLINTA

Mitä voi tehdä eri
tavalla, paremmin,
eri aikaan,
"pullonkaulat", jne.

MENEKIN ENNUSTAMINEN

Laskennallinen/ edellisvuodet
huomioiva, ennakkotilaukset,
sesongit, hävikki, jne.

KARKEASUUNNITTELU

Tuotantotoiminnan suunnittelu,
johon kaikki osastot osallistuvat:
markkinointi, myynti, taloushallinto,
työnjohto, jne.

TUOTERYHMÄ- SUUNNITTELU

Jos yritys tuottaa
useita tuotanto-
prosessiltaan tai
osaluetteloltaan
jollain tapaa eroavaa
tuotetta

PÄÄAIKATAULUTUS

Usein ennakkotilausten
toimituspäivämäärien tai sesonkien
mukaan.

MATERIAALITARVELASKENTA

Kaikki tuotannossa tarvittava
materiaali, myös laitteiden ja linjojen
kuvat osat.

VILJELYSUUNNITELMAT

Kasvikohtainen
"tuotantoaika",
lasketaan taaksepäin
toimitusajankohdasta

OSALUETTELO / TUOTERAKENNE

Materiaalitarvelaskennan yksittäinen
osa, jossa lasketaan yhden tuotteen
valmistuksessa tarvittavat osat/
komponentit yhteislukuina

TUOTANNON HALLINTA

Alustavat laskelmat
tarvittavasta tuntimäärästä,
henkilöstöstä, tuotannon
eri vaiheista. Esihenkilötyö,
mahdollinen
rekrytointitarve.

Tuotannon varsinainen
vaiheistus ja reititys,
sisälogistiikka, lay-out,
työpisteet, työohjeet,
työturvallisuus, perehdytys, jne.