

VAKOLAn tiedote

84/2000



Juha Sariola Juha Kilpeläinen Antti Lavonen

Perunaviljelmän edullisin koko Suomessa

- Sään rajoittama viljelytöiden aika
- Viljelmien nykytilanne kyselyn perusteella

MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS
Agricultural Research Centre of Finland

VAKOLA

Maatalousteknologian tutkimus

Osoite	Puhelin
Vakolantie 55	(09) 224 251
03400 VIHTI	Telekopio
	(09) 224 6210

Agricultural Engineering Research

Address	Telephone int.
Vakolantie 55	+358 9 224 251
FIN-03400 VIHTI	Telefax int.
FINLAND	+358 9 224 6210

SISÄLLYSLUETTELO

Esipuhe	3
I Sääolosuhteisiin pohjautuva tarkastelu	4
1 JOHDANTO	4
2 TUTKIMUSAINEISTO JA MENETELMÄT	5
2.1 Yleistä	5
2.2 Käytetty säähavaintoaineisto	6
2.3 Käytetty konekustannusten laskentamenetelmä	7
2.4 Ajallisuustekijä	7
2.4.1 Perunan istutukseen käytettävien päivien laskentaperusteet	8
2.4.2 Perunan kasvinsuojeluruiskutuksiin käytettävien päivien laskentaperusteet	9
2.4.3 Perunan kastelutiheyden määrittäminen	10
2.4.4 Perunan nostoon käytettävien tuntien laskentaperusteet	12
3 TULOKSET	13
3.1 Perunan istutukseen käytettävissä oleva aika	13
3.2 Perunan kasvinsuojeluruiskutuksiin käytettävissä oleva aika	16
3.2.1 Rikkakasviruiskutukset	16
3.2.2 Ruttoruiskutukset	16
3.3 Optimaalinen sadetustiheys	17
3.4 Perunan nostoon käytettävissä oleva aika	19
4 TULOSTEN TARKASTELU	22
4.1 Istutusaikalaskelmien tarkastelu	22
4.2 Ruiskutusaikalaskelmien tarkastelu	23
4.2.1 Ruiskutuskaluston kapasiteetti	23
4.3 Nostoaikalaskelmien tarkastelu	24
5 OPTIMAALINEN KONEISTUS ERI KOKOISILLE PERUNATUOTANTOTILOILLE	24
5.1 Perunan istutus	24
5.2 Perunan nosto	25
II Kyselytutkimus	27
1 JOHDANTO	27
2 TOTEUTUS	27
3 TULOKSET	28
3.1 Tilojen koko	28
3.2 Perunakoneiden ikä ja omistussuhteet	30
3.3 Työsaavutukset ja koneketjut	31
3.3.1 Perunan istutus	31
3.3.2 Perunan korjuu	32
3.3.3 Kasvinsuojelu	33
3.3.4 Perunan lajittelu ja pakkaus	34
3.4 Konekapasiteetin riittävyys	35
3.5 Tilojen välinen yhteistyö	36

III Yhteenveto	37
1 KONEKUSTANNUSTEN VÄHENTÄMINEN	37
1.1 Koneiden yhteiskäyttö	37
1.2 Koneyhteistyöstä sopiminen	38
1.3 Tautien ja tuholaisten torjuminen	38
1.4 Myyntiyhteistyö	39
IV Kirjallisuus	40

LIITE 1

Kuvailulehti

Esipuhe

Suomalaisella perunan tuotannolla on suhteellisen hyvä kilpailukyky EU:n avoimilla markkinoilla. Pieni yksikkökoko aiheuttaa tiettyjä erityisongelmia, sillä markkinoille on vaikeata saada riittävän suuria tasalaatuisia eriä. Perunan viljelyyn sopivaa peltoa on tiloilla kuitenkin rajoitetusti, joten markkinoitavien erien kokoa ei voi juuri suurentaa kasvattamalla tilakokoa. Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, voidaanko perunantuotannon kilpailukykyä parantaa tilojen välisellä yhteistyöllä. Tutkimus tehtiin yhdessä Työtehoseuran ja Perunatutkimuslaitoksen kanssa Maatilatalouden kehittämisrahaston rahoituksella.

Tutkimus jakaantui kahteen osaan: sääolosuhteisiin perustuvaan tarkasteluun, jonka pohjalta laskettiin eri viljelytoimenpiteisiin käytettävissä oleva aika ja sen perusteella töiden suorittamiseen tarvittava koneketju. Osan on kirjoittanut Juha Kilpeläinen. Tutkimuksen toinen osa oli tiloille tehty kysely käytössä olevista menetelmistä ja viljelyn laajuudesta, jonka on kirjoittanut Juha Sariola. Yhteenvedon edellisten osien perusteella ovat kirjoittaneet Juha Sariola ja Antti Lavonen.

Kyselyn perusteella kävi ilmi, että on monta onnistunutta ja toimivaa ratkaisua. Parhaiten koneyhteistyö näyttää toimivan samanhenkisten naapurien kanssa. Tärkeimmät edut ovat viljelijöiden mukaan säästöt konekustannuksissa ja työvoiman parempi riittävyys. Myös investointikustannusten aleneminen oli tärkeä syy yhteishankinnoille. Moni viljelijä korosti joustavan mielenlaadun merkitystä koneyhteistyön onnistumiseksi.

Konekustannusten osuus perunan tuotantokustannuksista alenee peruna-alan ja koneiden vuotuisen käyttömäärän kasvaessa. Pienillä tiloilla koneiden koko kapasiteetti ei useinkaan tule täysimääräisesti hyödynnettyä. Monet viljelijät ovat tämän jo huomanneet ja pyrkineet lisäämään peruna-alansa niin suureksi kuin se on olemassa olevalla kalustolla mahdollista hoitaa. Tilan pinta-alan kasvattaminen voi onnistua naapurin tilan tai peltolohkojen ostamisen tai vuokraamisen kautta. Kaikille peruna-alan lisääminen ei sopivan maan puutteen tai jonkin muun syyn takia kuitenkaan onnistu. Tällöin konekustannuksia voi vähentää koneiden käyttöikä pidentämällä eli käyttämällä samaa konetta kauemmin. Tämäkin vanha keino on ollut viljelijöillä jo kauan käytössä. Esimerkiksi istutus- ja korjuukoneiden keski-ikä on noussut 7 vuodesta 10 vuoteen tämän vuosikymmenen aikana. Koneen käyttöiän pidentäminen vaatii myös huolellista ennakkohuoltoa, jotta kone ei rikkoontuisi juuri käyttökauden ollessa parhaimmillaan.

Maatalouden tutkimuskeskuksen maatalousteknologian tutkimus (MTT/Vakola) kiittää Työtehoseuraa ja Perunatutkimuslaitosta rakentavasta yhteistyöstä tutkimuksen suorittamisessa ja haastatteluihin osallistuneita viljelijöitä arvokkaasta avusta tutkimuksen toteuttamisessa.

Vihdissä 1. huhtikuuta 2000

Maatalouden tutkimuskeskus, maatalousteknologian tutkimus

I Sääolosuhteisiin pohjautuva tarkastelu

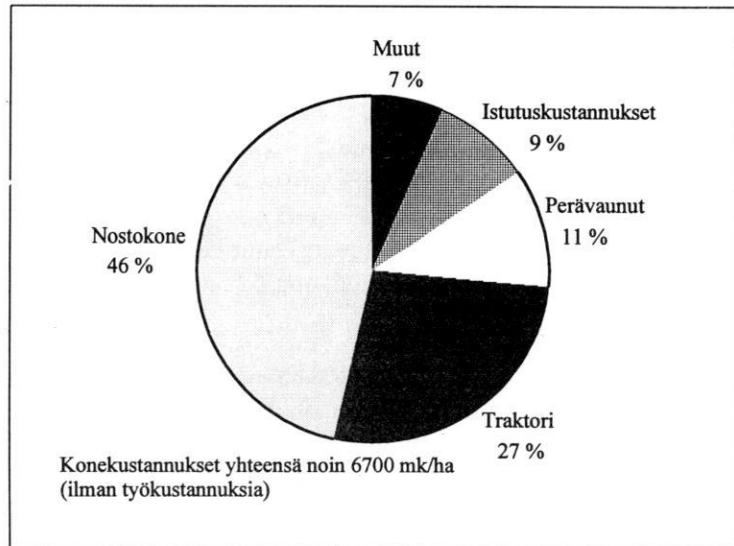
1 JOHDANTO

Perunannostokoneen tekniseksi kestoiksi on ulkomaisissa selvityksissä arvioitu noin 2500 käyttötuntia (Whitney 1988). Pienestä vuotuisesta käyttömäärästä johtuen Suomessa koneiden elinkaari jää tavallisesti huomattavasti lyhyemmäksi, koska tekninen kehitys ja ajan aiheuttama rappeutuminen vanhentavat koneet tätä aikaisemmin. Suuri osa koneen koko elinkaaren kapasiteetista jää käyttämättä, mikä suoraan lisää muodostuvia konekustannuksia. Jotta tästä ylimääräisestä kustannuserästä päästäisiin eroon, tulisi koneiden käyttö suunnitella niin, että ne saataisiin käytettyä loppuun kohtuullisessa käyttöajassa. Käytännössä tämä tarkoittaa noin kymmenen vuoden käyttöä.

Usein väitetään, että Suomen muita maatalousmaita lyhyempi kasvukausi rajoittaa koneen vuotuisen käyttömäärän lisäämistä. Väite on osittain totta, mutta osasyynä matalaan koneiden käyttöasteeseen voidaan pitää myös Suomen epäedullista tilarakennetta. Lisäksi sesonkiaikoina vallitseva työvoiman puute aiheuttaa kitkaa tuotantokoneistoon, eikä tehokkaita koneketjuja saada muodostettua

Pienessä alle 10 ha:n perunantuotantoyksikössä konekustannukset muodostavat merkittävän osan perunan tuotantokustannuksista. Ruotsalaisten tutkimusten mukaan perunantuotannon konekustannukset ovat 2 ha:n perunantuotantoalalla noin 62 %, 10 ha:n alalla n. 47 % ja 50 ha:n alalla 37 % tuotantokustannuksista (Orrenius 1993). Käytettävän konekannan tehokkaalla hyväksikäytöllä on siis oleellinen vaikutus perunan tuotantokustannuksiin. Jotta kannattava perunantuotanto voisi jatkua Suomessa, on kaikki ylimääräiset kustannukset saatava karsittua. Pienissä tuotantoyksiköissä konekustannuksia on pyrittävä pienentämään koneiden vuotuisesta käyttömäärää lisäämällä esimerkiksi koneyhteistyön, koneurakoinnin tai koneen vuokrauksen keinoin. Yksittäisistä koneista suurin vaikutus on perunan nostokoneella, minkä osuus pienissä tuotantoyksiköissä voi olla jopa puolet kaikista konekustannuksista.

Kuvassa 1 on esitetty esimerkkilaskelma, josta voidaan nähdä perunantuotannon konekustannusten jakaantuminen eri koneille. Esimerkkilaskelman mukaan traktori, kuljetuskalusto, istutuskone ja perunannostokone muodostavat pääosan perunantuotannon konekustannuksista. Taulukoissa 1 ja 2 on laskettu tyypillisen perunan istutus- ja nostokoneen hehtaarikustannukset. Laskelmista nähdään, että koneiden aiheuttamat kustannukset kasvavat huomattavasti pienen vuosittaisen käytön takia, vaikka vähäisen käytön aiheuttama koneiden kestoajan lisääntyminen otetaan huomioon pidentämällä koneiden poistoaikaa. Laskelmien pohjalta näyttääkin, että perunan nostokoneen vuotuinen käyttömäärä tulisi olla yli 200 tuntia ja peru-



Kuva 1. Perunanviljelyn konekustannukset keskiuurella perunantuotantotilalla ilman ihmistyökustannusta, kun perunapinta-ala on 8 ha ja vilja-ala 22 ha. (Oletukset: tilalla 2 traktoria, 2 perävaunua, 3-siipinen aura, joustopiikkiäes, 2-rivinen automaattistutuskone, 2-rivinen multain, 1-rivinen keskiuuri perunankorjuukone sekä nostolaitesovitteinen kasvinsuojeluruisku. Perävaunujen kustannukset eri tuotannonhaaroille on jaettu siirrettävien tonniin perusteella, korkokanta on 5 % ja säilytysalan kustannus 54 mk/m². Poisto-aika on 10 - 20 v koneen käyttömäärästä riippuen.

nan istutuskoneen yli 100 tuntia. Kysymykseksi nousee kuitenkin se, **onko Suomen olosuhteissa riittävästi aikaa näiden tuntimäärien saavuttamiseksi?**

Tämän tutkimuksen yksi keskeisiä tavoitteita oli etsiä vastaus yllä mainittuun kysymykseen. Pohjana olivat säähavaintoaineistot, joiden pohjalta tehtiin työaikasimulaatioita yksinkertaisin matemaattisin mallein.

Taulukko 1. Esimerkkilaskelma keskikokoisen 1-rivisen perunannostokoneen aiheuttamista kustannuksista ilman vetokonetta ja työvoimaa (alv. 0 %).

Vuotuinen käyttö h	50	100	150	200	250	300
Työkoneen poisto aika, v	19	13	10	8,5	7	6
Kunnossapito %	2,6 %	3,8 %	5,0 %	6,0 %	7,0 %	8,1 %
Vuotuinen korjuuala	4,6	9,2	13,8	18,3	22,9	27,5
Konekustannukset yht. mk/v	20830	26465	31830	36800	42250	47390
–“– mk/ha	4540	2885	2313	2005	1842	1722

Laskelmissa on oletettu, että perunannostokoneen hankintahinta on 170 000 mk, jäännösarvo 0 mk, koko elinkaaren kunnossapitokustannukset 50 % hankintahinnasta, työnmenekki 10,9 h/ha, korko 5 %, varaston vuosikustannus 54 mk/m² ja tarve 30 m². Vastaavasti 2-rivisen istutuskoneen hankintahinnaksi on oletettu 38 000 mk, kunnossapitokustannuksiksi 50 % hankintahinnasta, säilytysalaksi 6 m² ja työnmenekiksi 2,8 h/ha.

Taulukko 2. Kaksirivisestä perunanistutuskoneesta aiheutuvat konekustannukset ilman vetokone- ja työkustannusta. (alv. 0 %).

Vuotuinen käyttö h	15	25	50	75	100	125	150
Työkoneen poisto aika, v.	24	19	13	10	8	7	6
Kunnossapito %	2,10 %	2,7 %	3,9 %	5,1 %	6,2 %	7,2 %	8,2 %
Vuotuinen istutusala	5,5	9,0	18,0	27,0	36,0	45,0	54,0
Yhteensä mk/v	4145	4671	5975	7187	8432	9634	10703
Yhteensä mk/ha	774	523	335	268	236	216	200

Laskelmissa on oletettu, että 2-rivisen istutuskoneen hankintahinta on 38 000 mk, jäännösarvo 0 mk, koko elinkaaren kunnossapitokustannukset 50 % hankintahinnasta, työnmenekki 2,8 h/ha, korko 5 %, varaston vuosikustannus 54 mk/ m² ja tarve 6 m².

2 TUTKIMUSAINEISTO JA MENETELMÄT

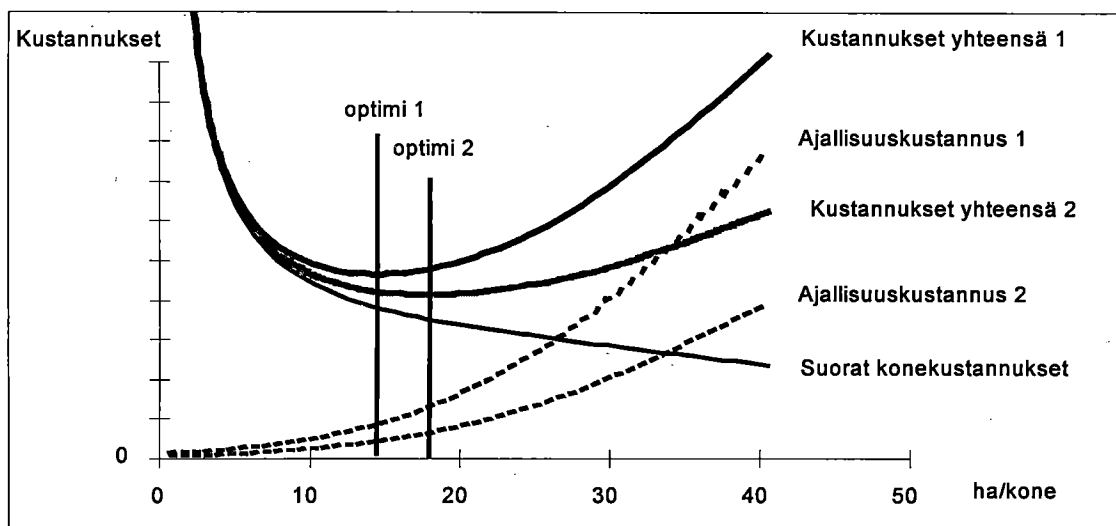
2.1 Yleistä

Tutkimuksen säähavaintotarkastelun periaate oli seuraava. Eri perunanviljelytyöille määritettiin säätilavaatimukset, joilla työn tekeminen on mahdollista. Näiden ehtojen pohjalta rakennettiin excel®-pohjainen laskentamalli, joka käytti syöttötietoina säärekisterin aineistoa. Mallilla laskettiin kunakin tarkasteluvuonna eri työvaiheisiin käytettävissä oleva aika. Tulosten perusteella laskettiin työvaiheisiin käytettävissä olevan ajan todennäköisyysjakauma. Jakauman pe-

rusteella pystyttiin edelleen laskemaan ajanpuutteen takia muodostuva keskimääräinen satotappio, kun töihin vaadittava aika on ennalta määrätty. Tämä niin kutsuttu ajallisuustekijä on keskeinen suure konetiheyden optimoinnissa. Asia on esitetty tarkemmin kohdassa Ajallisuustekijä.

Tarkastelu jatkui siten, että eri työvaiheille laskettiin taloudellinen käyttökauden pituus optimitarkastelun avulla. Tarkastelu tapahtui siten, että koneiden kiinteät-, muuttuvat- ja ajallisuustekijän aiheuttamat kustannukset laskettiin yhteen ja saatua suuretta tarkasteltiin vuotuisen käyttökauden pituuden funktiona. Tyypillisesti koneen kiinteät kustannukset pienenevät ja ajallisuuskustannukset kasvavat pinta-alaa kohti vuotuisen käyttökauden jatkuessa. Koska molempien kustannusten käyttäytyminen on epälineaarista, muodostuu summakäyrä U:n muotoiseksi (Kuva 2). Tämän summakäyrän minimikohta ja sen lähialue on taloudellisessa mielessä koneen mitoitusoptimalue.

Kun taloudellisesti ihanteellinen työsesongin pituus oli määritetty, laskettiin koneiden vuotuisen käyttöpinta-ala koneen työnmenekkitietojen pohjalta.



Kuva 2. Kaaviokuva ajallisuuskustannuksien vaikutuksesta korjuukonekapasiteetin taloudelliseen mitoitukseen. Suorat konekustannukset laskevat, kun koneen mitoituspinta-ala lisääntyy. Sitä vastoin ajallisuuskustannukset lisääntyvät, koska satotappioiden riski kasvaa. Näiden summana saadaan kokonaiskonekustannuksia kuvaava käyrä (kustannukset yhteensä), jonka alin piste kuvaa ihanteellista koneiden mitoituspinta-alaa kustannusten kannalta. Kun ajallisuuskustannus 1 pienenee perunan hinnan putoumisen takia ajallisuuskustannukseen 2, niin kokonaiskustannuskäyrä laskee myös siten, että käyrän alin kohta eli optimi 1 siirtyy suurempaan pinta-alaan päin optimiin 2.

2.2 Käytetty säähavaintoaineisto

Tutkimus pohjautui Maatalouden tutkimuskeskuksen säähavaintorekisteriin, mistä käyttöön otettiin 26 vuoden havaintoaineisto vuodesta 1970 vuoteen 1995. Säähavaintoaineistosta käytettiin seuraavia päivittäisarvoja:

- vuorokauden minimi-, maksimi- ja keskilämpötila 2 m korkeudesta mitattuna,
- ilman suhteellinen kosteus,
- vuorokauden sademäärä ja
- tuulen nopeus klo 15:00.

Havaintorekisteri sisältää tiedot kymmeniltä eri havaintopaikkakunnilta, mutta kaikkien havaintopaikkakuntien mukaan ottamista ei nähty mielekkääksi. Havaintopaikoista valittiin 4 paikkakuntaa, jotka edustavat keskeisiä perunantuotantoalueita maassamme. Nämä havainto-

paikkakunnat olivat Ruukki (Pohjois-Pohjanmaa), Ylistaro (Etelä-Pohjanmaa), Kokemäki (Satakunta) ja Lammi (Häme). Valitut säähavaintoasemat edustavat kohtuullisen hyvin valittuja suuralueita lukuun ottamatta Ruukkia, sillä Ruukin mikroilmasto on epäedullisempi kuin keskeisillä perunanviljelyalueilla Pohjois-Pohjanmaalla.

Säähavaintojen lisäksi tutkimuksessa käytettiin hyväksi tarkastelupaikkakunnilta saatuja viljelijämuistiinpanoja, joilla täydennettiin säähavaintoja kevään alkamisen osalta. Säähavaintorekisteristä oli saatavissa termisen kasvukauden alkamispäivät, mutta sitä ei voida luotettavana kevään alkamisen ilmaisijana.

2.3 Käytetty konekustannusten laskentamenetelmä

Kuten aiemmin jo esitettiin, eri töihin vuosittain käytettävissä oleva aika laskettiin taloudelliseen optimitarkasteluun perustuen. Tässä tarkastelussa erityisesti koneiden kiinteillä kustannuksilla suhteessa perunan hintaan on erityinen merkitys. Seuraavissa kappaleissa on esitetty menetelmät, joilla eri kustannusosat laskettiin.

Kiinteät ja muuttuvat konekustannukset

Suorat konekustannukset muodostuvat kahdesta osasta: kiinteistä ja muuttuvista kustannuksista. Kiinteillä kustannuksilla tarkoitetaan kustannuksia, jotka pysyvät muuttumattomina riippumatta koneen vuotuisesta käyttömäärästä. Muuttuvat kustannukset taas lisääntyvät suoraan verrannollisesti käyttömäärän lisääntyessä.

Jako kiinteisiin ja muuttuviin ei ole täysin yksiselitteinen. Esimerkiksi koneen poisto on lyhyellä tähtäyksellä kiinteä kustannus. Vähäinen koneen käyttö kuitenkin pidentää koneen vaihtoväliä, jolloin keskimääräiset vuosittaiset poistokustannukset pienenevät. Tällöin poistokustannukset saavat osittain muuttuvien kustannusten luonteen.

Tässä tutkimuksessa esitetyissä konekustannuslaskelmissa koneen poistoajan riippuvuus koneen käytöstä otettiin huomioon siten, että poistoaika laskettiin SOKAN (1994) kehittämän laskentamallin mukaisesti. Mallin peruseriaate on se, että koneen jäljellä oleva tekninen kestoikä alenee 3 - 5 % vuodessa ajan aiheuttaman rappeutumisen ja teknisen vanhentumisen takia ja loppuosa poistosta johtuu koneen käytöstä. Koneen korjauskustannuksina koko elinikä nä pidettiin tiettyä prosenttiosuutta koneen hankintahinnasta. Ulkomaalaisten tutkimusten perusteella esimerkiksi perunannostokoneilla tämä osuus on n. 50 % (WHITNEY 1988), jos koneen koko elinkaari on 2000 käyttötuntia. Muutoin konekustannuslaskenta tehtiin Työtehoseuran maataloustiedotteessa 468 (Järvenpää & Laaksonen 1996) esitetyn periaatteen.

Laskettaessa kustannukset edellä mainituin menetelmin, muuttuvien ja kiinteiden kustannusten summa riippuu suhteellisen lineaarisesti vuotuisesta käyttömäärästä. Tämän takia kustannukset oli mahdollista jakaa perinteisellä tavalla muuttuviin ja kiinteisiin kustannuksiin. Tarkasteluissa käytetyt eri koneiden kustannukset on esitetty liitteessä 1.

2.4 Ajallisuustekijä

Ajallisuustekijäksi sanotaan niitä välillisiä konekustannuksia, jotka tarkoittavat työn vääräaikaisuudesta johtuvia menetyksiä. Kasvinviljelystä saatavan sadon määrän ja laadun kannalta työvaiheisiin ihanteellisia olosuhteita voi vuosittain olla vain muutamia päiviä. Sadon kannalta on siis sitä parempi, mitä nopeammin työt saadaan tehdyksi. Tällöin varmistetaan se, että työ tulee tehdyksi mahdollisimman lähellä sen ihanteellista tekoajankohtaa.

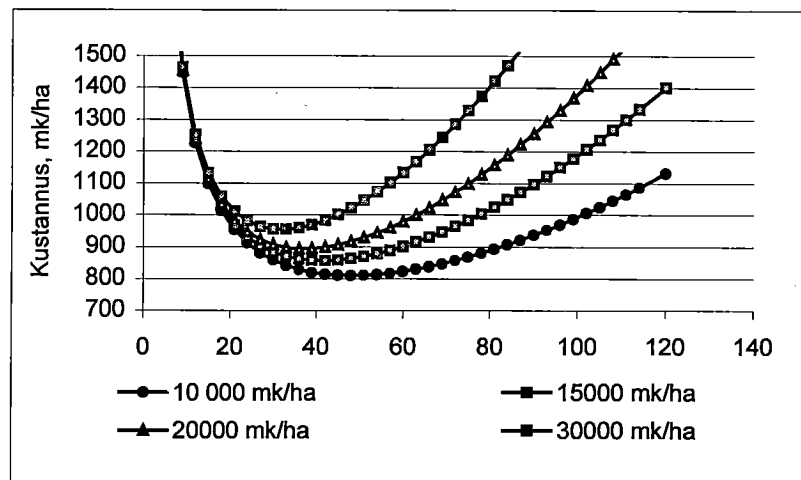
Perunantuotannossa konekapasiteetin mitoittamisen kannalta merkittävimmät ajallisuuskustannukset muodostuvat istutuksessa ja erityisesti nostossa. Ajallisuuskustannukset johtuvat joko sadon määrän tai laadun heikkenemisestä.

Tässä tutkimuksessa ajallisuuskustannukset laskettiin ainoastaan sadon määrän heikkenemisen mukaan. Rahallinen ajallisuuskustannus saatiin kun pitkän aikavälin keskimääräinen satomenetys kerrottiin perunan markkinahinnalla.

Taloudellinen optimi

Kun suorat konekustannukset ja ajallisuuskustannukset lasketaan yhteen, saadaan selville koneistuksesta aiheutuvat kokonaiskustannukset. Suure kuvaa työvaiheen kokonaishehtaarikustannuksia ja se muuttuu vuotuisen käyttömäärän funktiona. Kun koneen vuotuinen käyttö lisääntyy, kokonaishehtaarikustannukset pienenevät kiinteiden kustannusten alenemisen ansiosta. Riittävän suurella vuotuisella käyttömäärällä kustannusten aleneminen lakkaa, koska sääriskistä johtuvat ajallisuuskustannukset kumoavat suorien konekustannusten alentumisen. Vuotuisen käyttömäärän edelleen lisääntyessä kokonaiskustannukset alkavat nousta satoriskin lisääntymisen takia (kuva 3). Tämän kustannuskäyrän minimikohta kertoo sen sesongin mitoitusajan, mikä on konekustannusten minimoinnin kannalta ihanteellisin. Optimipisteen paikkaan vaikuttaa olennaisesti se, mikä on viljeltävän tuotteen hinta ja mitkä ovat laskelmassa käytettyjen koneiden kiinteät vuosikustannukset. **Kun tuotteen hinta laskee, myös ajallisuuskustannusten merkitys vähenee. Tällöin konekapasiteetin mitoituksen optimiarvo liikkuu kohti suurempaa vuotuista koneen käyttötuntimäärää (kuva 2).**

Tässä tutkimuksessa ajallisuuskustannuksen laskentamenetelmä vaihteli sen mukaan, mistä työstä milloinkin oli kyse, joskin kaikki menetelmät perustuivat käytettävissä olevan työajan ja sen hajonnan määrittämiseen. Laskentamenetelmät on esitetty erikseen kunkin työvaiheen kohdalla. Seuraavissa kappaleissa on esitetty käytetyt työpäivien laskentakriteerit ja niistä johdetut ajallisuuskustannusten laskentamenetelmät.



Kuva 3. Vuotuisen istutusalan vaikutus nelirivisen istutuskoneen aiheuttamiin istutuskustannuksiin Etelä-Suomessa. Kustannuskäyrät on laskettu neljälle eri sadonarvolle (sadarvo = sato x perunan hinta). Huomaa, että kun perunan hinta laskee, ihanteellinen istutuspinta-ala konetta kohti lisääntyy. Tämä johtuu siitä, että istutuskauden venymisestä aiheutuvan satomenetyksen taloudellinen merkitys vähenee. Istutuskoneen ja ajallisuuskustannuksen lisäksi kuvassa on huomioitu traktori kuljettajineen. Päivittäinen suoritus aika on oletettu 10 tunniksi ja viivästymisen aiheuttama satomenetys 0,5 %/ksi/pv.

2.4.1 Perunan istutukseen käytettävien päivien laskentaperusteet

Perunan istuttamiseen käytettävissä olevaa aika määritettiin tarkastelupaikkakunnille käyttäen säätilastojen lisäksi tarkastelupaikkakunnilta saatuja viljelymuistiinpanoja ko. ajalta.

Peruna on moniin viljelyskasveihin verrattuna kylmänarka viljelyskasvi. Istuttaminen kylmään maahan ei ole mielekäästä, sillä perunan kasvu kylmässä maassa on hidasta altistaen kasvuston perunaseittivioituksille. Kirjallisuuden mukaan maan lämpötilan tulisi olla vähintään 8 °C perunan istuttamisaikaan. Toisaalta perunanistutuksen ei tulisi venyä liian myöhäiseksi, sillä pe-

runan sadon on todettu pienentyvän 1-2 % (anon. 1992) päivässä istutuksen viivästyessä. Lämpötilan lisäksi maan tulee olla riittävän kuivaa, jotta maa saadaan muokattua kokkareettomaksi.

Lopullisessa tarkastelussa istutustöihin kelpoiseksi katsottiin työpäivä, joka täytti seuraavat ehdot:

- istutuspäivän sade ≤ 1 mm,
- edellisen päivän sade ≤ 5 mm ja sitä edeltävän päivän sade ≤ 10 mm,
- viiden edellisvuorokauden sadesumma ≤ 25 mm ja
- maan lämpötila $\geq 8^{\circ}\text{C}$, arvioituna viiden edellisvuorokauden keskilämpötilaksi.
- Lisäehtona istutusten aloittamiselle käytettiin paikkakunnilta kerättyjä viljankylvön aloituspäivämääriä.

Perunanistutuksen päättymisajankohtaa ei rajattu yksiselitteisesti, vaan tulokset laskettiin kolmelle eri loppumisajankohdalle (25.5., 31.5. ja 6.6.)

Istutustyön ajallisuuskustannuksien laskennassa perunan sadon oletettiin olevan 35 tn/ha, mikäli peruna saadaan istutettua optimiaikaan. Sadon oletettiin pienenevän yhden prosentin päivässä, kun istutus viivästyy tästä optimiajasta. Etelä-Suomessa täksi ajankohdaksi valittiin 25. toukokuuta ja Pohjanmaalla 31. toukokuuta. Idätetylle perunalle sadon aleneminen oletettiin puolta hitaammaksi, eli 0,5 %:ksi päivässä. Jälkimmäinen oletus perustuu Perunantutkimuslaitoksen havaintoihin. Niiden mukaan idätettävän perunan istutuksessa tapahtunut kehityksen viivästyminen puolittuu perunan taimettumiseen mennessä.

Edellä esitettyjen oletusten perusteella istutuksessa muodostuneet ajallisuuskustannukset pystyttiin laskemaan kullekin tarkasteluvuodelle erikseen tarkoitukseen tehdyn simulaatiomallin avulla. Laskenta-ajo toistettiin 1-20 päivän istutustyönmenekillä. Ajojen pohjalta voitiin laskea keskiarvo sille, kuinka ajallisuuskustannukset lisääntyvät työnmenekkivaatimuksen pidentyessä. Ajallisuuskustannuksen ja työnmenekkivaatimuksen välille etsittiin matemaattinen yhteys. Tätä yhteyttä voitiin edelleen käyttää optimitarkastelun pohjana.

2.4.2 Perunan kasvinsuojeluruiskutuksiin käytettävien päivien laskentaperusteet

Rikkakasviruiskutukseen käytettävissä oleva aika

Rikkakasviruiskutukseen käytettävissä oleva aika riippuu pitkälti siitä, minkä tyyppisiä herbisidejä käytetään. Tarjolla on sekä maa- että lehtivaikutteisia aineita, minkä lisäksi eroja on myös aineiden levitysajankohdassa. Eräät aineet (esim. Senkor ja Topogard) on saatava ruiskutettua ennen perunan taimettumista, mutta koska ne ovat osittain lehtivaikutteisia, tulisi rikkakasvuston olla jo taimettunut. Toiset aineet (esim. Titus) ovat ruiskutusajaltaan huomattavasti vapaampia, sillä ne eivät vaurioita perunakasvustoa. Tässä säätarkastelussa oletettiin, että käytettävänä on maa- ja lehtivaikutteinen herbisidi, ja että ruiskutus alkaa aikaisintaan neljä päivää ennen ensimmäisenä istutettujen perunoiden taimettumista. Ruiskutusajan katsottiin loppuvan viimeisenä istutettujen perunoiden taimettuessa. Taimettumisajankohta määritettiin laskennallisesti lämpösumman avulla perunan istutuksesta ja istutuksen oletettiin kestäneen 8 päivää. Lämpösummaan laskettiin kaikki 0°C ylittävät asteet ja perunan oletettiin taimettuneen 294°Cd lämpösummalla (Kaukoranta 1996, s. 312).

Ruiskutuspäivien lukumäärän laskeminen säähavainnoaineistosta oli hankalaa, koska käytettävissä oli ainoastaan vuorokausittaiset säähavainnot. Esimerkiksi hetkellisiä sadekuuroja ei voitu erottaa koko päivän kestäneestä tiikusateesta. Lopulliset mallissa käytetyt raja-arvot olivat seuraavat:

- päivän keskilämpötila korkeintaan 20 °C,
- päivän sademäärä korkeintaan 2 mm,
- tuulen nopeus klo 15:00 alle 4 m/s,
- päivän keskimääräinen suhteellinen ilmankosteus yli 30 %,
- ruiskutuksen aloitus 4 päivää ennen ensimmäisten perunoiden taimettumista ja
- lopetus ennen viimeisten perunoiden taimettumista olettaen, että perunan istuttaminen on kestänyt 8 päivää.

Ruttoruiskutuskierrökseen käytettävissä oleva aika

Ruttoruiskutukseen käytettävissä olevan ajan määrittäminen oli myös ongelmallista työn ennalta ehkäisevän luonteen takia. Ongelmallisuutta lisää myös se, että eri perunalajikkeiden ruttoherkkyys vaihtelee, minkä takia yleispätevää ruttoruiskutukseen vaadittavaa mitoitusaikaa on mahdotonta määrittää. Lisäksi perunan käyttötarkoitus vaikuttaa siihen, kuinka suuri torjuntavarmuus työssä vaaditaan.

Tässä tutkimuksessa ruttoruiskutuksiin käytettävissä olevaa aikaa pyrittiin arvioimaan MTT:ssä kehitetyn (Kaukoranta 1997) negatiiviennustemallin avulla. Kyseinen malli on kehitetty ilmastonmuutosten vaikutusten arviointiin, minkä takia sen katsottiin sopivan käyttötarkoitukseen kaikkein parhaiten. Malli toimi kohtuullisesti lukuun ottamatta Ruukin säähavaintoaineistoa. Ilmeisesti Ruukin kohtuullisen viileät yölämpötilat aiheuttivat sen, että malli antoi ylipäätään liian vähän ruiskutuskertoja ko. alueelle.

Negatiiviennusteen käyttö työajan laskennassa oli seuraava: ensimmäisenä negatiiviennustemalli ajettiin läpi oletuksella, että ruiskutustyö kestää yhden päivän. Tämän jälkeen malli toistettiin oletuksella, että ruiskutus kestää kaksi päivää. Kahden päivän työmenekillä saaduista tuloksista laskettiin ne päivät, jolloin perunalla ei ollut ruttosuoja. Saadusta luvusta vähennettiin yhden päivän työmenekillä lasketut ruttosuojattomat päivät ja näiden erotuksena saatiin luku, joka kuvaa sitä, kuinka paljon rutolle altistavia päiviä tulee lisää ruiskua kohti laske-
tun pinta-alan kasvaessa. Sama menettely toistettiin myös kolmen ja neljän päivän työmenekillä.

Varsinaisia rahallisia ajallisuuskustannuksia ei ruiskutuksille laskettu, koska aliruiskutuksen vaikutusta satoon ei ole helppo muuttaa kvantitatiiviseksi arvoksi.

2.4.3 Perunan kastelutiheyden määrittäminen

Peruna on hyvin runsaasti vettä tarvitseva viljelykasvi. Yhden perunakilon tuottamiseen tarvitaan noin 100 litraa vettä (Wikman ym. 1996), joten 40 perunatonnin sato vaatii n. 400 mm:n sadetta vastaavan vesimäärän. Koska Suomen keskimääräinen vuosisadanta on noin 530 mm ja keskeisten perunanviljelyalueiden touko-syyskuun sadanta n. 250-300 mm, on hyviin satoihin vaikea päästä ilman sadetusta.

Tässä tutkimuksessa pyrittiin määrittämään se, kuinka suurilla pinta-aloilla erityyppisiä sadet-
timia voidaan käyttää. Tämä on perusteltua siksi, että sadetuksessa ajallisuustekijä on liian har-
vasta sadetuksesta johtuva sadon alentuminen. Tarkastelussa rajauduttiin pelkästään sadetusko-
neisiin, koska niiden voidaan katsoa sopivan suurille pinta-aloille putki- ja putki-letkukalustoja
paremmin. Lisäksi tarkastelu rajattiin käsittämään ainoastaan kuivuudentorjuntaa. Lähtökohta-
na tarkastelulle oli se, että Suomen olosuhteissa perunakasvusto tarvitsee enimmillään noin 4
mm:n sademäärää vastaavan vesimäärän vuorokaudessa (Wikman ym. 1996), ja että maan
hyötykapasiteetti on noin 55 mm perunan kannalta.

Tyypillinen perunan kertasadetusmäärä on noin 20 mm, jolloin 4 mm:n päivittäisellä evapo-
transpiraatiolla sadetusväliksi tulee viisi päivää, mikäli luonnollisia sateita ei ole. Käytännössä
sateet kuitenkin venyttävät sadetusväliä, joten tarve ei ole aivan näin suuri. Jotta todennäköi-

simmästä sadetustarpeesta saataisiin säätilastoihin perustuva kuva, tehtiin kullekin paikkakunnalle sadannanvajaukseen perustuva sadetussimulointi, jossa määritettiin, kuinka paljon sadetusta tilastojen mukaan tarvittiin.

Tehty sadetussimulaatio perustui seuraaviin oletuksiin:

- perunapellon evapotranspiraatio on 0,8 mm/vrk istutuksesta 140 astepäivää eteenpäin,
- evapotranspiraatio nousee lineaarisesti arvosta 0,8 mm/vrk arvoon 4,0 mm/vrk välillä 140 - 440 astepäivää,
- evapotranspiraatio pysyy 4,0 mm:ssä 15. elokuuta saakka, jonka jälkeen veden tarpeen katsotaan loppuvan,
- 15. elokuuta jälkeen kasvuston evapotranspiraatio on 0,
- kertasadetuksen vesimäärä on 20 mm,
- pellon hyötykapasiteetti perunan kannalta on 55 mm ja istutus tapahtuu sadannanvajauksen ollessa 15 mm,
- sadetus alkaa kun sadannanvajaus on 43 mm ja
- perunan kasvu loppuu kun sadannanvajaus ylittää 55 mm.

Perunan istutusajankohtana käytettiin istutussimulaatiossa saatua ensimmäistä mahdollista istutuspäivää.

Sadetusvälin venytyksen ajallisuustekijä mallinnettiin simulaatiolla, missä sadetusväliä venytettiin 6-12 päivän mittaiseksi lisäämällä laskenta-algoritmiin ehto, mikä estää sadannanvajauksen perusteella lasketun sadetuksen, mikäli edellisestä sadetuksesta ei ollut kulunut riittävän monta päivää. Niille päiville, jolloin maan laskennalliset vesivarat olivat loppuneet, laskettiin suure, jota jatkossa kutsutaan sadetusvajaukseksi. Sadetusvajaus kuvaa sitä puuttumaan jäävää vesimäärää, jonka peruna tarvitsisi häiriöttömän kasvun varmistamiseksi. Esimerkki 1 kuvaa suureen laskennallista taustaa:

Esimerkki 1. Perunan päivittäinen vedentarve parhaassa kasvussaan on noin 4 mm. Esimerkkitapauksessa perunaa sadetetaan 20 mm/kerta seitsemän päivän välein samalla kun sen vedentarve on $7 \times 4 \text{ mm} = 28 \text{ mm}$. Tällöin täysin sateettomana aikana, kun maan vesivarat ovat vähissä, perunan sadetusvajaukseksi tulee 8 mm viikossa.

Sadetusvajauksien summana saatiin luku, joka kuvaa koko kasvukauden sadetusvajautta. Rajoittamalla sadetuksen toistumistiheyttä, saatiin erilaisia laskennallisia tilanteita, jotka kuvaavat sitä, minkälaiseksi sadetusvajaus muodostuu, kun peltopinta-ala yhtä sadetuskonetta kohti kasvaa. Estämällä sadetus kokonaan, saatiin luku, joka kuvaa koko kasvukauden sadannanvajautta perunan kannalta. Koska harvennetun sadetuksen vaikutuksesta perunan satoon ei ole maasamme tutkittu, oletettiin perunasadon pienenevän suoraan verrannollisesti laskettuun sadetusvajaukseen.

Perunantutkimuslaitoksen kenttäkokeiden mukaan (Wikman ym. 1996) Bintje perunan sato kasvaa sadetuksen ansiosta noin 5 t/ha. Tämä otettiin pohjaksi sadetuksen ajallisuustekijän rahallisia kustannuksia laskettaessa. Tehtyjen sadetusstimulaatioiden perusteella sadettamattoman pellon sadetusvajaus on Kokemäellä keskimäärin 83 (± 50) mm, mikä vastaa noin neljän sadetuskerran sademäärää. Sadettamattoman perunapellon heikomman sadon oletettiin johtuvan suoraan tästä vajauksesta, jolloin sadetusvajauksen aiheuttamaksi sadonalenemaksi saadaan:

$$5000 \text{ kg/ha} / 83 \text{ mm} \approx 60 \text{ kg/ha/mm.}$$

Venytetyn sadetuskierroksen rahalliset ajallisuuskustannukset hehtaarille saatiin siten kertomalla simulaatiosta saatu sadetusvajaus luvulla 60 kg/ha/mm.

2.4.4 Perunan nostoon käytettävien tuntien laskentaperusteet

Perunan noston kone- ja työkustannukset muodostavat hyvin merkittävän osan koko perunan tuotantokustannuksista. Tämän takia perunan nostokapasiteetin oikea mitoitus ratkaisee hyvin pitkälle perunanviljelyn kannattavuuden. Nostokapasiteetin alimitoittaminen voi pahimmillaan johtaa laadullisiin ja määrällisiin tappioihin, kun taas ylikapasiteetti nostaa voimakkaasti tuotannon kiinteitä kustannuksia.

Suomen olosuhteissa perunan nostoon käytettävissä olevaa aikaa rajoittaa ensisijassa kylmyys ja maan liiallinen kosteus. Perunan mekaaninen vioittuminen lisääntyy voimakkaasti, kun käsittelylämpötila on alle +10 °C:n. Tästä johtuen perunan noston myöhästyttäminen lisää mukuloiden vaurioitumisriskiä, minkä lisäksi yöpakkaset voivat vioittaa mukulasatoa. Toisaalta liian aikaisin nostettu peruna on tuleentumatonta ja vioittuu mekaanisesti tavallista herkemmin. Maan liiallinen kosteus heikentää perunan laatua, sillä märkänä nostettu peruna on altis varastotaudeille. Lisäksi märkyys voi aiheuttaa teknisiä esteitä perunan nostolle, joskin eri maalajien välillä on suuria eroja.

Perunan laatuvaatimukset ovat sidoksissa perunan käyttötarkoitukseen. Jos tavoitteena on esimerkiksi tuottaa hyvälaatuisia ruokaperunaa, on koneiden mitoittamisperusteet olennaisesti toiset kuin korjattaessa tärkkelysperunaa. Lisäksi perunan jatkokäsittely vaikuttaa siihen, minkä tyyppisissä olosuhteissa perunaa voidaan nostaa. Esimerkiksi jos käytössä on hyvä alukuivausjärjestelmä, kosteanakin korjattu peruna saadaan kuivattua nopeasti. Tällöin mahdollinen varastotautien riski saadaan alenemaan.

Korjuuseen käytettävien tuntien laskentaperiaate

Koska sadonkorjuuseen liittyviä ongelmia on paljon, perunankorjuuseen käytettävissä oleva aika määritettiin tässä tutkimuksessa kolmella eri kriteerillä. *Kriteeri A* kuvasi hyviä ruokaperunan korjuuseen käytettävissä olevia olosuhteita, *kriteeri B* kuvasi tyydyttäviä ruoka- ja ruokateollisuusperunan korjuuolosuhteita ja *kriteeri C* kuvasi suoraan tehtaalle toimitettavan tärkkelysperunan korjuuseen käytettävissä olevia olosuhteita. Olosuhdekriteereissä otettiin huomioon seuraavat tekijät: lämpötila, yöpakkasten ilmaantuminen, sateisuus tarkastelupäivältä, sitä edeltävältä päivältä ja viideltä edellisvuorokaudelta sekä tyypillinen perunankorjuun aloittamispäivä. Taulukossa esitettyjen pakkasrajojen lisäksi laskennassa käytettiin ehdotonta pakkasrajaa -5°C. Lievempiä yöpakkasia (alle -3 tai -4 °C) laskelmassa sallittiin 2 tai 4 sääkriteeristä riippuen.

Laskenta-ajo tehtiin jokaiselle tarkasteluvuodelle ja tarkastelupaikkakunnalle erikseen ja saaduista tuloksista laskettiin tilastolliset tunnusluvut, joilla eri pituisten korjuukausten todennäköisyys voitiin laskea. Sääilmiöt ovat tunnetusti hyvin tarkasti normaalijakautuneita, joten laskelmissa voitiin käyttää normaalijakautumaan perustuvaa tilastollista analyysiä.

Varastoitavan ruokaperunan korjuu ajoittuu tavallisesti syyskuun kolmelle ensimmäiselle viikolle. Jotta perunan laatu pysyisi mahdollisimman korkeana läpi koko varastointikauden, tulisi perunan oltava tuleentunutta nostettaessa. Maamme oloissa peruna ei kuitenkaan aina kerkeä tuleentua, minkä takia perunankorjuu aloitetaan käytännössä ennakkokokemuksiin perustuvan päivämäärän perusteella. Käytännössä tämä korjuun aloittaminen tapahtuu koko maassa elosyyskuun vaihteessa, jota pidettiin myös tässä tutkimuksessa korjuun aloittamisajankohtana.

Perunan korjuukauden loppumisen määrittäminen on hankalampaa kuin korjuun aloittamispäivämäärän määrittäminen, sillä siihen vaikuttavat merkittävästi paikalliset olosuhteet. Joissain olosuhteissa päivälämpötilan aleneminen johtaa perunankorjuun lopettamiseen, kun taas toisaalla korjuu loppuu koneiden käytön estytyttyä maan kantavuusongelmien takia. Tässä tutkimuksessa korjuukauden takarajaksi määrättiin pakkasöiden ilmaantuminen.

Kaikki korjuun alkamis- ja loppumispäivän väliset päivät eivät ole kelvollisia päiviä perunan korjuuseen. Perunan mekaaninen vioittuminen lisääntyy merkittävästi mukulan lämpötilan laskeessa siten, että +10 °C voidaan pitää tietynlaisena rajana. Koska tarkastelu tehtiin säätilastojen pohjalta, ei maan lämpötilan käyttäytymisestä ollut saatavilla tietoa. Tästä johtuen jouduttiin oletamaan, että maan lämpötila on likimain ilman lämpötila ja sopivan korjuusään kriteeriksi ruokaperunalla valittiin laatuperunalle +8 °C ja heikompilaatuiselle +6 °C. Päivittäinen lämpötilanvaihtelu oletettiin minimi- ja maksimilämpötilan välillä sinimuotoisesti vaihtelevaksi, minkä avulla pystyttiin laskemaan ne tunnit vuorokaudesta, milloin lämpötila on yli määritellyn raja-arvon.

Lämpötilan lisäksi perunan korjuunkestävyyteen ja teknisiin korjuumahdollisuuksiin vaikuttaa myös maan kosteus, mikä on suorassa suhteessa ajanjakson sateisuuteen. Tämän asian huomioimiseksi asetettiin saderaja korjuupäivän, edellisen päivän sekä viiden edellisvuorokauden sadesummalle. Viiden vuorokauden sadesummalla tavoiteltiin maan kantavuuden arviointia, joskin se on suuresti riippuvainen pellon maalajista.

Tarkastelussa laskettiin korjuutunnit neljällä eri paikkakunnalla, joiden maaperäominaisuudet todellisuudessa poikkeavat toisistaan. Pohjois-Pohjanmaalla peltomaat ovat yleensä kevyempiä kuin etelämpänä, joten tarkastelussa olisi ollut perusteltua käyttää eri saderajoja eri paikkakunnille. Tähän ei kuitenkaan lähdetty, sillä tämä olisi estänyt maalajiltaan samanlaisten peltolohkojen vertailemisen eri perunanviljelyalueilla. Käytettyjen sääkriteerien raja-arvot on esitetty taulukossa 3.

Taulukko 3. Tarkastelussa käytetyt perunankorjuuajan kriteerit.

	Kriteeri A	Kriteeri B	Kriteeri C
Korjuupäivän maksimi sademäärä mm	2	2	5
Edellisen päivän maksimi sademäärä mm	15	20	20
Viiden edellisvuorokauden maksimi sadesumma	40	40	40
Korjuun minimilämpötila °C	8	6	3
Korjuupäivän maksimi pituus h	10	10	10
Pakkasraja °C 2 m korkeudessa	-3	-4	-4
Korjuun aloituspäivä	1. 9.	28. 8.	1. 9.
Hallaöiden maksimimäärä ennen korjuun lopettamista	2	2	4

Perunannoston ajallisuustekijä laskettiin perunankorjuupäivien keskimääräisen lukumäärän ja sen hajonnan perusteella seuraavalla kaavalla, missä:

$$\text{satotappio} \quad \% (D) = \int_0^D \left(\frac{1 - \Phi (D , KA , \sigma)}{D} \right) dD \quad * 100 \quad \%$$

D on korjuupäivien lukumäärä, KA korjuupäivien pitkäaikainen keskiarvo, σ päivien hajonta ja $\Phi(D,KA, \sigma)$ on korjuupäivien jakauman kertymäfunktio.

3 TULOKSET

3.1 Perunan istutukseen käytettävissä oleva aika

Taulukossa 4 on esitetty laskelman tuloksena saadut kolmen paikkakunnan sopivien istutuspäivien määrät kolmeen eri loppumispäivämäärään saakka. Ilmoitetut päivät kuvaavat sitä, kuinka monta päivää istutukseen on käytettävissä annettulla todennäköisyydellä. Tuloksista voidaan nähdä, että istutusaikaa on toukokuun loppuun mennessä keskimäärin (50 % varmuus) Lamilla noin 14 päivää ja Ylistarossakin 13 päivää. Ruukissa päiviä on kuitenkin vain 8, mikä kuvastaa noin viikkoa myöhäisempää kevään tuloa.

Jos tavoitteena on saada istutus päätökseen toukokuun loppuun mennessä, näyttää istutuspäiviä keskimäärin riittävän koneiden taloudellisesti tehokkaaseen hyväksikäyttöön kaikilla tarkastelupaikkakunnilla lähes Pohjois-Pohjanmaata myöten. Keskimääräisiä lukuja ei kuitenkaan voida pitää lähtökohtana konekapasiteetin mitoittamisessa, sillä tällöin otettava sääriski kasvaa liian suureksi. Lisäksi on muistettava, että suurempi konekapasiteetti tukee satotason korottamista tavoitetta, sillä työt saadaan tehtyä nopeammin ja lähempänä optimaikkaa. Kapasiteetin mitoittamisen kannalta taulukossa esitetyt luvut eivät siis anna yksiselitteistä istutuspäivien määrää, vaan käytettävissä oleva aika on määritettävä ajallisuuskustannusmenetelmällä.

Päivien laskemiseen käytettiin seuraavia raja-arvoja: istutuspäivän sade ≤ 1 mm, edellisen päivän sade ≤ 5 mm, sitä edellisen päivän sade ≤ 10 mm, viiden edellisvuorokauden sadesumma ≤ 25 mm ja maan lämpötila ≥ 8 °C. Lisäehtona istutusten aloittamiselle käytettiin paikkakunnilta kerättyjä viljankylvön aloittamispäivämääriä.

Taulukko 4. Perunanistutukseen käytettävissä olevien päivien lukumäärä eri todennäköisyyksillä laskettuna kolmelle eri istutuksen päättämispäivämäärälle. Esimerkki: Lammilla on toukokuun loppuun mennessä 50 % todennäköisyydellä 14 istutuspäivää, mutta 80 % todennäköisyydellä vain 9.

Paikkakunta	Lopetuspäivä	Istutuspäivien lukumäärä eri todennäköisyyksillä						
		50 %	60 %	70 %	80 %	90 %	95 %	98 %
Lammi	6.6.	17	16	14	13	10	8	6
	31.5.	14	12	11	9	7	5	3
	25.5.	10	9	7	6	4	2	0
Kokemäki	6.6.	18	16	15	13	11	9	6
	31.5.	14	13	12	10	8	6	5
	25.5.	10	9	7	6	4	2	0
Ylistaro	12.6.	21	19	17	15	12	9	7
	6.6.	16	15	13	11	8	6	3
	31.5.	13	12	10	8	6	3	1
Ruukki	12.6.	14	13	12	10	7	6	3
	6.6.	11	10	8	7	5	3	1
	31.5.	8	6	5	3	1	0	0

Ajallisuustekijän määrittämiseksi tehtyjen simulaatioiden tuloksena löydettiin muodostuvan satotappion ja vaaditun työsesongin pituuden välille 2. asteen yhtälöllä esitettävissä oleva yhteys. Laskettujen satotappioiden ja niitä approksimoivien toisen asteen regressiokäyrien $R^2 = 0,996$. Kaavoissa on esitetty saadut regressioyhtälöt. Ne kuvaavat satotappioiden muodostumista suhteessa päivittäisiin oletussatotappioihin, kun työsesongin pituus kasvaa. Kaavoissa $s[\%]$ kuvaa todennäköistä satotappiota, $sd[\%]$ kuvaa viivästymisen aiheuttamaa päivittäistä satotappiota (laskelmissa käytetty oletuksena 1,0 %) ja X on työsesongin pituusvaatimus päivinä.

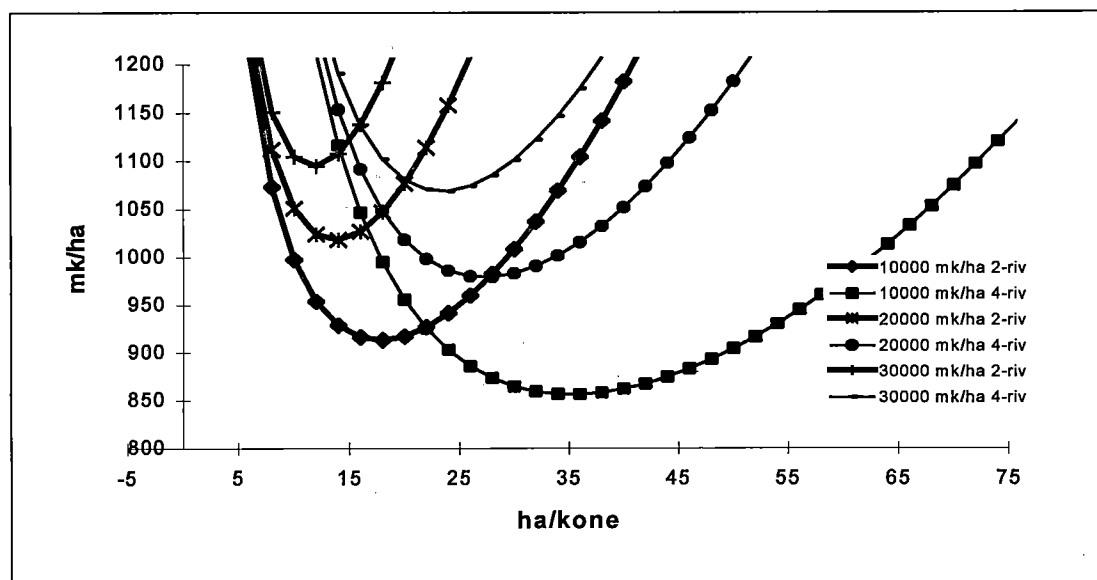
$$\text{Lammi} : \frac{s[\%]}{sd[\%]} = 0,030 * X^2 - 0,12 * X + 0,11$$

$$\text{Kokemäki} : \frac{s[\%]}{sd[\%]} = 0,035 * X^2 - 0,26 * X + 0,55$$

$$\text{Ylistaro} : \frac{s[\%]}{sd[\%]} = 0,023 * X^2 + 0,081 * X$$

$$\text{Ruukki} : \frac{s[\%]}{sd[\%]} = 0,029 * X^2 + 0,085 * X - 0,26$$

Taulukoissa 5 ja 6 on esitetty kyseisillä ajallisuuskustannuksilla optimaaliseksi saatu työajan pituus. Laskentamallin avulla ihanteelliseksi perunanistutusajan nettopituudeksi saatiin Etelä-Suomessa 5,5 - 6,5 päivää ja Pohjanmaalla 4,5-5,5 päivää, kun odotettavissa oleva sadon arvo on 15 000 - 20 000 mk/ha. Kun esi-idätyksen oletetaan puolittavan istutuksen viivästymisestä aiheutuvat satotappiot, istutusaikaa saadaan noin 1-2 päivää lisää. Toisaalta tulevan sadon arvostaminen 30 000 mk:ksi hehtaarilta lyhentää optimiaikaa noin 1-1,5 päivällä ja sadon arvottaminen 10 000 mk:ksi pidentää optimiaikaa saman verran. Toisin sanoen, perunan hintatason alentuminen pienentää myöhästymisestä aiheutuvia tappioita, jolloin myöhästymisen taloudellinen merkitys vähenee. Kuva 4 selventää asiaa.



Kuva 4. Esimerkki perunan istutuskustannusten muuttumisesta 2- ja 4-rivisellä istutuskoneella kolmella eri perunan hintatasolla. Laskelmissa on oletettu, että työpäivän työajan pituus on 8 tuntia. Ajallisuuskustannukset on laskettu Etelä-Pohjanmaan sääolosuhteille.

Istutuskustannusten minimoinnin kannalta on huomionarvoista, että konekustannusten optimaalinen alue on suhteellisen laaja (taulukot 5 ja 6). Jos istutuskoneen aiheuttamiin kustannuksiin hyväksytään 10 % liikkumavara, voidaan konekapasiteetti mitoittaa suhteellisen vapaasti etenkin silloin, kun perunan hinta on matala. Tällöin joustoa syntyy nimenomaan alikapasiteettiin päin. Kaikissa laskelmissa on oletettu, että muokkaus ja kylvötarpeiden kuljetus eivät kuluta istutusaikaa, vaan istutustyö toimii tässä suhteessa optimaalisesti.

Taulukko 5. Ihanteellinen istutuskoneen käyttöpäivien lukumäärä pyrittäessä minimikustannuksiin. Päivät on laskettu neljälle eri sadon arvolle. Suluissa on ilmoitettu mitoitusväli, minkä sisällä istutuskonekustannukset pysyvät 10 %:n liikkumavaran sisällä minimikustannuksista. Esimerkki: Jos perunan sato on 30 tn/ha ja hinta 50 p/kg on sadon arvo 15 000 mk/ha. Tällöin Lammilla istutuskustannukset ovat minimissä, kun koneen vuosittainen käyttö suunnitellaan 6 päiväksi.

Sadon arvo, mk/ha	Käyttöpäivien lukumäärä, vrk			
	Lammi	Kokemäki	Ylistaro	Ruukki
10000	7 (4,5 - 10,5)	7,5 (5 - 11)	6 (3,5 - 10)	6 (3 - 9)
15000	6 (4 - 9)	6,5 (4,5 - 9,5)	5,5 (3,5 - 8,5)	5 (3,5 - 7)
20000	5,5 (4 - 8)	6 (4,5 - 8,5)	5 (3 - 7,5)	4,5 (3 - 6,5)
30000	5 (3,5 - 7)	5,5 (4 - 7,5)	4 (2,5 - 6)	4 (2 - 5,5)

Taulukko 6. Ihanteellinen istutuskoneen käyttöpäivien lukumäärä pyrittäessä minimikustannuksiin, kun perunan siemen on esi-idätettyä. Päivät on laskettu neljälle eri sadon arvolle. Suluissa on ilmoitettu mitoitusväli, minkä sisällä istutuskonekustannukset pysyvät 10 %:n liikkumavaran sisällä minimikustannuksista. Esimerkki: Jos perunan sato on 30 tn/ha ja hinta 50 p/kg on sadon arvo 15 000 mk/ha. Tällöin Lammilla istutuskustannukset on minimissä, kun koneen vuosittainen käyttö suunnitellaan 7,5 päiväksi.

Sadon arvo, mk/ha	Käyttöpäivien lukumäärä, vrk			
	Lammi	Kokemäki	Ylistaro	Ruukki
10 000	8,5 (5-13,5)	9 (5,5-13,5)	8 (4,5 -13)	7,5 (4,5 -12)
15 000	7,5 (4,5-11,5)	8 (5-12)	7 (4 -11)	6,5 (4 -10)
20 000	7 (4,5 -10,5)	7,5 (4,5-11)	6 (3,5 -10)	6 (3,5 - 9)
30 000	6 (4,5 - 9,5)	6,5 (4,5-9,5)	5,5 (3,5 -8,5)	5 (3 -7,5)

3.2 Perunan kasvinsuojeluruiskutuksiin käytettävissä oleva aika

3.2.1 Rikkakasviruiskutukset

Simulaatioissa saadut tulokset on esitetty taulukossa 7. Kuten näemme, keskimääräinen ruiskutusaika on likimain sama kaikilla tarkastelualueilla. Pohjois-Pohjanmaalla ruiskutuspäiviä näyttäisi olevan hieman enemmän, koska istutuksessa muodostunut kehitysasteiden porrastuneisuus pysyy suurempana aina ruiskutukseen asti. Etelässä perunan alkukehitys on kuitenkin huomattavasti nopeampaa, minkä takia istutuksessa muodostuneeksi oletettu 8 päivän mittainen kehitysero pienenee. Simuloidut tulokset ovat vain suuntaa antavia, sillä käytetyt aineet vaikuttavat käytettävissä olevaan aikaan paljon merkittävämmän kuin vallitsevat sääolosuhteet. Lisäksi kasvinsuojelukapasiteetin määrän ratkaisee pääasiallisesti ruttoruiskutukset eivätkä niinkään rikkakasviruiskutukset.

Taulukko 7. Simuloimalla saadut kasvinsuojeluruiskutukseen käytettävissä olevat päivät, eri varmuustasoilla, kun käytetään maa- ja lehtivaikutteista kasvinsuojeluinetta. Laskelmassa on oletettu, että istutukseen on käytetty aikaa 8 päivää.

Onnistumisvarmuus	Ruiskutuspäiviä, vrk		
	Kokemäki	Ylistaro	Ruukki
50 % varmuus	7,3	6,9	8,6
80 % varmuus	4,5	3,7	5,8
90 % varmuus	3,0	2,0	4,3
hajonta	3,4	3,8	3,3

3.2.2 Ruttoruiskutukset

Taulukkoon 8 on koottu tulokset, jotka malliajoissa saatiin. Taulukon pohjalta voidaan havaita, että Etelä-Suomessa ruttosuojattomien päivien lukumäärä alkaa lisääntyä merkittävästi, kun ruiskutustyö kestää yli 2 päivää. Etelä-Pohjanmaalla vastaava riski saavutetaan työn kestäessä kolme päivää ja Pohjois-Pohjanmaalla yli neljä päivää.

Lukujen käytännön soveltaminen on vaikeaa, sillä suojaamattomien päivien aiheuttaman riskin arvioiminen rahassa on hyvin vaikeaa. Vaikeutta lisää se, ettei riski kohdistu tasaisesti joka vuodelle, vaan kysymys on usein yksittäisistä vuosista. Tämän takia menetykset saattavat olla suuriakin, mikäli ruiskutuskapasiteetti mitoitetaan liian pieneksi. Karkeasti voidaan sanoa, että Etelä-Suomessa ruiskutukseen ei saisi kulua kahta ja pohjoisempana kolmea päivää enempää aikaa.

Taulukko 8. Ruttoruiskutukseen tarvittavan ajan lisääntymisen vaikutus suojaamattoman ajan määrään. Ohessa on myös keskimääräiset tarvittavat ruttoruiskutuskerrat negatiiviennustemallin avulla laskettuna. Laskennassa käytettiin vuosien 1975 - 1995 säähavaintoaineistoja.

Ruiskutuksen työmenekki		1 päivä	2 päivää	3 päivää	4 päivää
Lammi	suojattomia päiviä, keskim.	0	3,2	8,0	11,9
	Ruiskutuskertoja, keskim.	3,0	2,9	2,6	2,3
Kokemäki	suojattomia päiviä, keskim.	0	3,9	9,2	12,0
	Ruiskutuskertoja, keskim.	3,3	3,2	3,1	3,0
Ylistaro	suojattomia päiviä, keskim.	0	1,1	3,9	9,4
	Ruiskutuskertoja, keskim.	2,5	2,4	2,3	2,1
Ruukki	suojattomia päiviä, keskim.	0	0,3	0,7	2,5
	Ruiskutuskertoja, keskim.	0,9	0,9	0,8	0,8

3.3 Optimaalinen sadetustiheys

Sadetussimuloinnin perusteella saatiin selville, kuinka usein ja taajaan olisi pitänyt sadetta, jotta perunan kasvu ei olisi kärsinyt kuivuudesta. Mitoitusongelman suhteen nimenomaan sadetuksen taajuusvaatimus on mielenkiintoinen, sillä se määrää sen pinta-alan, miten suurella alueella sadetuskalustoa voidaan käyttää. Sadetuskertojen lukumäärällä ei ole sadetuskapasiteetin mitoittamisen niin suurta merkitystä, joskin vähäiset sadetuskerrat lisäävät yhdelle sadetuskerralle kohdistuvia kiinteitä kustannuksia

Taulukossa 9 on kuvattu simuloinneista saadut tulokset. Taulukossa esitetyt prosenttiosuudet kuvaavat sitä, kuinka usein eri pituisia sadetusvälejä esiintyy suhteessa kaikkiin sadetuksiin eri tarkastelupaikkakunnilla. Taulukosta voidaan havaita, että noin 20 - 25 %:ssa jatkosadetuskerroista (tarkoittaa sadetusta ensimmäisen sadetuskerran jälkeen) sadetusväli voi olla yli 10 päivää, mutta maksimaalinen viiden päivän välein toistuva sadetus tarvitaan yli kolmasosassa kaikista jatkosadetuksista. Mielenkiintoista tuloksissa oli se, että kasvukaudessa tarvittavien sadetuskertojen lukumäärällä ei näyttänyt olevan yhteyttä tarvittuun sadetustiheyteen. Esimerkiksi vuosina, jolloin tarvittiin vain kaksi sadetuskertaa, sadetusten keskimääräinen väli oli 7,5 päivää. Luku on likimain sama kuin niinä kesinä, jolloin sadetuksia tarvittiin 5 - 7.

Taulukko 9. Perunan sadetuskertojen jakautuminen eri paikkakunnilla, kun pyritään sadettamaan tarvittaessa. Luvut kuvaavat sitä, miten aina tarvittaessa sadetetun lohkon sadetustiheydet jakaantuvat eri mittaisiin sadetuksen toistokertoihin. Esimerkiksi Ruukissa sadetus pitää suorittaa 36 % :ssa tapauksista viiden päivän kuluttua edellisestä sadetuksesta, jos kertasadetusmäärä on 20 mm.

Paikkakunta	Sadetuksen toistumisvälin jakauma, %			
	Ylistaro	Lammi	Ruukki	Kokemäki
Sadetuskertojen väli, vrk				
yli kymmenen	21	25	17	21
kymmenen	1	5	13	1
yhdeksän	7	3	4	3
kahdeksan	8	5	8	14
seitsemän	14	5	11	9
kuusi	12	22	11	16
viisi	37	35	36	36

Sadetuksen viivästymisestä on sadon alenemisen lisäksi seurauksena perunan laadun heikkeneminen, minkä takia sadetusvajauksen taloudellisen vaikutuksen arvioiminen on vaikeaa. Tulosten perusteella voidaan kuitenkin sanoa, että mikäli sadetuskalusto on mitoitettu siten, että sillä ehditään sadettamaan peruna-ala seitsemässä vuorokaudessa, sadetustarve voidaan tyy-

dyttää 50 prosentissa tapauksista. Jos mitoitusperusteena on kuuden päivän sadetuskierro, voidaan sadetus taata noin 2/3-osassa tapauksista.

Mikäli sadetuksen tavoitteena on ainoastaan sadon lisääminen eikä niinkään sen laadun parantaminen tai varmistaminen, voi sadetusvälin pidentäminen olla mielekäs vaihtoehto. Tutkimuksessa tehdyn sadetusvälin venytyssimulaation tulokset ja saadut ajallisuuskustannukset on esitetty taulukossa 10. Taulukosta nähdään, että ajallisuuskustannukset kasvavat sadetusvälin kasvaessa. Viimeisessä sarakkeessa on kokonaan sadettamaton vaihtoehto, missä ajallisuuskustannukset tarkoittavat kuivuudesta johtuvia satomenetyksiä.

Taulukossa esitetyn laskelman mukaan sadetus kannattaa aina, kun perunan hinta ylittää 40 penniä. Tätä alemmalla hinnalla sadetuksen satoa lisäävä vaikutus ei pysty kompensoimaan kaluston kiinteitä ja muuttuvia kustannuksia. Sadetusvälin venyttäminen tulee kysymykseen, kun perunan hinta on välillä 0,40 - 1,20 mk/kg. Nimenomaan hintaluokassa 0,55 - 0,65 mk/kg sadetuksen optimitiheysväli näyttää olevan hyvin joustava, sillä tällöin perunan sadon lisääntyminen kattaa niukasti tiheämmästä sadetuksesta aiheutuneet lisäkustannukset.

Laskelmassa sadetuskoneen kiinteät kustannukset olivat 10 000 mk/vuosi ja ihmistyöstä johtuvat muuttuvat kustannukset $55 \text{ mk/h} * 1,5 \text{ h/ha} = 82,50 \text{ mk/ha}$ sadetuskertaa kohti. Traktorin kiinteinä kustannuksina käytettiin 27 markkaa tunnissa ja muuttuvina kustannuksina 17,5 mk/h. Sadetuskoneen päivittäisenä käyttöaikana käytettiin 15 tuntia ja sadetusalanana 2,25 ha/pv.

***Taulukko 10.** Sadetuksen kokonaiskustannukset ajallisuustekijä mukaan luettuna, kun sadetuksen toistokerrat ja perunan hinnat vaihtelevat, ja kokonaan sadettamatta jätetyn pellon satomenetys on 5000 kg/ha (oletuksena on, että satomenetys on suoraan verrannollinen sadetusvajaukseen). Esimerkkilaskelmassa ja sen simulaatiossa on käytetty Kokemäen säähavaintoja ja hyötykapasiteetiksi on oletettu 55 mm.*

Sadetusväli pv.	5	6	7	8	9	10	11	12	∞	
Sadetuskerrat	4,0	3,8	3,6	3,5	3,3	3,1	3,0	2,9	2,6	
keskimäärin										
Sadetusvajaus keskim. mm	0,0	3,0	7,5	11,4	14,6	18,4	21,2	22,9	82,9	
Sadon alentumisen keskim. tn	0,0	0,2	0,5	0,7	0,9	1,1	1,3	1,4	5,0	

Kone- ja ajallisuuskustannuksien summa [mk] eri yksikköhinnoilla ja sadetusväleillä.

Perunan hinta, mk/kg										Sadetuksen nettohyöty, mk
	5	6	7	8	9	10	11	12	∞	
0,25	2403	2230	2124	2041	1972	1903	1855	1815	1250	-565
0,40	2403	2257	2192	2143	2104	2069	2047	2022	2000	-23
0,45	2403	2266	2215	2178	2148	2124	2110	2091	2249	158
0,55	2403	2284	2260	2246	2236	2235	2238	2229	2749	520
0,60	2403	2293	2282	2280	2279	2291	2302	2298	2999	720
0,65	2403	2302	2305	2314	2323	2346	2366	2367	3249	947
0,80	2403	2329	2373	2417	2455	2512	2557	2574	3999	1670
1,00	2403	2366	2463	2554	2631	2734	2813	2850	4999	2633
1,20	2403	2402	2553	2691	2807	2956	3068	3126	5999	3597
1,40	2403	2438	2644	2828	2982	3177	3324	3402	6998	4596

3.4 Perunan nostoon käytettävissä oleva aika

Perunankorjuuaikasimulaation tulokset on esitetty taulukoissa 11-13. Kriteerillä A (taulukko 3, sivu 13) laskettuna Kokemäellä on keskimäärin (50 % todennäköisyys) yli 256 tuntia perunankorjuuaikaa ja Ruukissakin 170. Kriteerillä B korjuuaikaa on keskimäärin Kokemäellä 346 ja Ruukissa 236 tuntia. Keskimäärin aikaa siis riittää perunanostokoneen tehokkaaseen käyttöön.

Taulukko 11. Perunankorjuuseen käytettävissä oleva aika tiukimmilla sääkriteereillä (kriteeri A) laskettuna. Alimmilla riveillä on laskennallinen satomenetys, kun nostokapasiteetti mitoitetaan esitetyn todennäköisyyden perusteella. Esimerkki: Kokemäellä on 80 % varmuudella ainakin 199 h korjuuaikaa. Kun nostokapasiteetti mitoitetaan sen perusteella, keskimääräinen satomenetys on 4,3 %.

Perunankorjuuseen käytettävissä oleva aika eri todennäköisyyksillä*, h								
Paikkakunta	Hajonta, h	50 %	60 %	70 %	80 %	90 %	95 %	98 %
Lammi	67	231	214	196	174	145	120	93
Kokemäki	68	256	239	220	199	169	144	117
Ylistaro	77	204	185	164	139	106	77	46
Ruukki	62	170	154	137	117	90	67	42
Laskennallinen satomenetys:								
Etelä-Suomessa %				6,5	4,3	2,3	1,2	0,5
Pohjanmaalla %				9,3	6,4	3,6	2,1	1,1

*)Työpäivän maksimipituudeksi on oletettu 10 tuntia ja korjuu on oletettu aloitettavan 1.9.

Taulukko 12. Perunankorjuuseen käytettävissä oleva aika lievemmillä sääkriteereillä (kriteeri B) laskettuna. Työpäivän maksimipituudeksi on oletettu 10 tuntia ja korjuu on oletettu aloitettavan 28.8.

Perunankorjuuseen käytettävissä oleva aika eri todennäköisyyksillä, h								
Paikkakunta	Hajonta, h	50 %	60 %	70 %	80 %	90 %	95 %	98 %
Lammi	65	311	295	277	257	228	204	178
Kokemäki	76	346	326	306	281	248	220	189
Ylistaro	96	278	254	228	197	155	120	80
Ruukki	71	236	218	199	176	145	119	90

Taulukko 13. Perunankorjuutuntien todennäköisyys kaikkein lievimmillä sääkriteereillä (kriteeri C) laskettuna. Jos nosto aloitettaisiin 21. elokuuta, olisi korjuutunteja 85 enemmän.

Perunankorjuuseen käytettävissä oleva aika eri todennäköisyyksillä, h								
Paikkakunta	Hajonta, h	50 %	60 %	70 %	80 %	90 %	95 %	98 %
Lammi	78	392	372	351	327	292	264	233
Kokemäki	98	420	395	369	338	295	259	219
Ylistaro	130	332	299	264	222	165	118	64
Ruukki	104	277	251	223	190	144	106	63

Tosiasia kuitenkin on, että keskimääräiset korjuutunnit saavutetaan ainoastaan viitenä vuotena kymmenestä, minkä takia keskiarvoluvut eivät käy lähtökohdaksi konekapasiteetin mitoittamiseen. Konekapasiteetin mitoittamisessa on oltava tietty varmuustaso, mikä määräytyy muodostuvista ajallisuuskustannuksista. Kun perunan markkinahinta laskee, satotappioriskien taloudellinen merkitys vähenee. Tällöin on edullista ottaa suurempi riski (kuva 2). Sopivaa var-

muustasoa ei voida kuitenkaan määrittää yksiselitteisesti, koska siihen vaikuttavat erittäin monet tekijät. Siksi tavoitteellinen käyttökauden pituus määritettiin siten, että muodostuville ajalisuus- ja konekustannuksille muodostettiin summayhtälö. Tavoitteelliset käyttökauden pituudet saatiin etsimällä yhtälön minimikohta.

Taulukkoon 14 on koottu laskelmien tuloksena saadut perunannostokoneen tavoitteelliset käyttökauden pituudet kriteerillä A. Tarkastelemalla lukuja voidaan havaita, että käyttökausi pitenee silloin, kun perunan markkinahinta laskee. Vertaamalla lukuja taulukon 10 lukuihin voidaan havaita, että oikea mitoitusvarmuus liikkuu 80 - 95 % välillä riippuen siitä, mikä perunan hintataso on. Taulukoissa 15 ja 16 on esitetty tavoitteelliset käyttökauden pituudet kriteereillä B ja C.

Taulukko 14. Sääkriteerin A perusteella laskettu perunan nostoon käytettävissä oleva aika tunteina, kun nostosta aiheutuvat kustannukset pyritään minimoimaan.

Satoriskin arvo mk/ha **	Perunankorjuuseen käytettävissä aikaa, h			
	Lammi	Kokemäki	Ylistaro	Ruukki
10 000	165 (110-225)*	185 (125-245)*	140 (95-205)*	125 (85-175)*
15 000	150 (100-200)*	165 (115-220)*	125 (80-175)*	110 (75-150)*
20 000	140 (95-185)*	155 (110-205)*	115 (75-160)*	100 (70-135)*
30 000	125 (90-165)*	145 (100-185)*	100 (70-140)*	90 (60-120)*

*) Lukujen perässä sulkuihin merkittynä on alue, joka kuvaa aikarajoja silloin, kun korjuukustannuksiin sallitaan 10 %:n lisäys. **) Satoriskin arvo kuvaa sitä menetystä, mikä korjaamatta jäävästä perunasta muodostuu.

Taulukko 15. Sääkriteerin B perusteella laskettu perunan nostoon käytettävissä oleva aika tunteina, kun nostosta aiheutuvat kustannukset pyritään minimoimaan.

Satoriskin arvo mk/ha	Perunankorjuuseen käytettävissä aikaa, h			
	Lammi	Kokemäki	Ylistaro	Ruukki
10 000	230 (155-295)*	250 (165-115)*	180 (115-260)*	165 (110-230)*
15 000	215 (145-275)*	230 (155-300)*	160 (105-225)*	150 (110-200)*
20 000	205 (140-260)*	220 (150-280)*	150 (95-205)*	140 (95-185)*
30 000	195 (135-240)*	205 (140-260)*	130 (90-185)*	125 (85-165)*

*) Lukujen perässä sulkuihin merkittynä on alue, joka kuvaa aikarajoja silloin, kun korjuukustannuksiin sallitaan 10 %:n lisäys. **) Satoriskin arvo kuvaa sitä menetystä, mikä korjaamatta jäävästä perunasta muodostuu.

Taulukko 16. Sääkriteerin C perusteella laskettu perunan nostoon käytettävissä oleva aika tunteina, kun nostosta aiheutuvat kustannukset pyritään minimoimaan.

Satoriskin arvo mk/ha	Perunankorjuuseen käytettävissä aikaa, h			
	Lammi	Kokemäki	Ylistaro	Ruukki
8 000	295(195-390)*	305 (190-410)*	220 (135-330)*	195 (120-285)*
10 000	285 (185-370)*	290 (185-385)*	200 (125-300)*	180 (115-260)*
15 000	270 (180-340)*	270 (175-355)*	175 (110-260)*	155 (100-225)*

*) Lukujen perässä sulkuihin merkittynä on alue, joka kuvaa aikarajoja silloin, kun korjuukustannuksiin sallitaan 10 %:n lisäys. **) Satoriskin arvo kuvaa sitä menetystä, mikä korjaamatta jäävästä perunasta muodostuu.

Taulukon luvut on esitetty tavoitteellisina käyttötuntimäärinä. Luvut voidaan muuttaa hehtaareiksi jakamalla tunnit taulukossa 17 esitetyillä työnmenekkiluvuilla. Näin saadaan kunkin tyyppiselle perunankorjuukoneelle ihanteellinen korjuuala. Esimerkissä 2 on kuvattu taulukoiden soveltamista.

Esimerkki 2. Etelähämäläinen laatuperunaa tuottava tuotantorengas on hankkinut kaksirivisen säiliöllä varustetun perunannostokoneen ja tavoitteena on lisätä perunapinta-alaa niin, että korjuun kustannukset saadaan minimiin. Alueen keskimääräinen satotaso on ollut 31 tn/ha ja perunan arvo heti noston jälkeen ilman kauppakunnostusta uskotaan olevan tulevaisuudessa 65 penniä/kg. Kuinka suureksi perunapinta-ala voidaan mitoittaa?

Perunasadon arvoksi hehtaaria kohti tulee $31000 \text{ kg/ha} \times 0,65 \text{ mk/kg} \approx 20\,000 \text{ mk/ha}$. Tämä kuvaa siis menetystä tilanteessa, että osa perunasta jää nostamatta säätötilan takia. Taulukon 14 mukaan sääkriteerin A mukaisissa olosuhteissa hinnan ollessa 65 p/kg Lammilla edullisin vaihtoehto saadaan mitoittamalla konekapasiteetti 140 vuotuisen käyttötunnin mukaan. Taulukon 17 mukaan kaksirivisen nostokoneen suoritusajan työnmenekki nostettaessa laatikkoon on 4,3 h/ha, eli koneen vuotuinen pinta-ala voidaan mitoittaa ($140 \text{ h} / 4,3 \text{ h/ha} \approx 33 \text{ ha}$):ksi.

Esimerkissä 2 oletettiin, että peruna jätetään nostamatta, mikäli hyvää säätä laatuperunan nostoon ei ole. Käytännössä näin ei juuri koskaan tehdä, vaan peruna pyritään nostamaan säästä huolimatta. Tällöin satoa ei menetetä siltä osin kokonaan, vaan ainoastaan sen käyttöarvo laskee. Tämä vaikuttaa koneiden mitoittamiseen käyttökautta pidentävästi. Esimerkki 3 valottaa mitoitusperusteita tällaisissa tilanteissa.

Esimerkki 3. Edellisessä esimerkissä esitetty laatuperunaa tuottava perunantuotantorengas on tavallisesti onnistunut myymään heikkolaatuisen peruna-aineksen tärkkelysperunaksi tai rehukseksi, mutta tällöin saatu hinta on yleensä puolittunut. Kuinka tämä mahdollisuus muuttaa korjuukapasiteetin mitoittamista?

Edellisessä esimerkissä nostamatta jäävän sadon arvoksi saatiin $20\,000 \text{ mk/ha}$. Nyt hyvissä olosuhteissa nostamatta jäävän sadon aiheuttama menetys on pienempi, koska huonoissa olosuhteissa nostettu perunakin saadaan myös myytyä, joskin puolta halvemmalla. Tällöin säätötilan aiheuttama riski on ($0,65 \text{ mk/2} \times 31000 \text{ kg/ha} \approx 10000 \text{ mk/ha}$). Taulukon 14 mukaan tavoitteellinen nostoaika lisääntyy 165 tuntiin, eli pinta-ala kasvaa ($165 \text{ h} / 4,3 \text{ h/ha} \approx 38 \text{ ha}$):ksi.

Taulukko 17. Erityyppisten korjuukoneketjujen työnmenekki (sato 30 tn/ha).

Menetelmä	Pienet korjuukoneet	Keskisuuret korjuukoneet	Suuret yksiriviset	Kaksiriviset Säiliölliset	Kaksiriviset lastausele-vaattorikoneet
Työryhmä, henkilöä	1 + 2	1 + 2	1 + 2	1 + 4	1 + 4
Ajonopeus, km/h	1,2	2,0	3,5	3,0	3,0
Säiliön koko, kg	< 600	1800	3000	4500	-
Hintaluokka, mk	100 000	200 000	300 000	550 000	450 000
<i>Työmenekki nostossa, tyhjennys laatikoihin</i>					
Suoritusajan työnmenekki, h/ha	18,6	10,4	6,9	4,3	3,5
Työajan työnmenekki, h/ha	22,4	12,4	8,2	5,1	4,2
<i>Työmenekki irtoperunan nostossa</i>					
Suoritusajan työnmenekki, h/ha		9,9	6,4	3,8	3,5
Työajan työnmenekki, h/ha		11,8	7,6	4,5	4,2

4 TULOSTEN TARKASTELU

4.1 Istutusaikalaskelmien tarkastelu

Tulosten perusteella perunan istutukseen käytettävää aikaa ei kannata venyttää kovin pitkäksi, sillä muodostuva satotason lasku voi mitätöidä muuten saatavat säästöt. Huonolla työn järjestyksellä käytettävissä olevasta ajasta jää varsinaiseen istutukseen ainoastaan osa, mikäli sama vetokone tai työntekijä muokkaa pellon ja kuljettaa kylvötarvikkeet pellolle. Työn suunnittelussa pitäisi pyrkiä siihen, että kalliit erikoistyöhön tarkoitettut koneet ovat ajossa koko ajan, kun sää sallii työnteon. Perunan istutus on toteutettava esimerkiksi koneketjuna, jossa toinen työntekijä hoitaa muokkaustyön ja toinen työntekijä istutusyön. Mikäli muokkauskalustossa on ylikapasiteettia, muokkaava työntekijä hoitaa myös kylvötarpeet pellolle. Joissain tapauksissa ketjussa on mielekästä olla myös kolmas työntekijä turvaamassa sitä, ettei istutuskoneen tarvitse pysähtyä siemenhuollon ym. tekijän takia. Tämä tulee kysymykseen etenkin silloin, kun tuotantoyksikön pellot ovat hajallaan. Kun koko ketju toimii hyvin, käytävissä olevassa ajassa on mahdollista istuttaa suuriakin aloja. Taulukossa 18 on esitetty viiden tyyppillisen perunanistutusmenetelmän suoritusajan työnmenekit. Istutuskoneen kustannusten kannalta ihanteellinen istutusala saadaan kertomalla tavoitteellinen istutuspäivien määrä taulukossa 5 tai 6 päivittäisen suoritusajan pituudella ja jakamalla tulo istutuskoneketjun työnmenekillä (esimerkki 4).

Esimerkki 4. Satakuntalainen koneosuuskunta on hankkinut nelirivisen perunanistutuskoneen, jota suunnitellaan käytettäväksi tärkkelysperunan istutukseen. Koneen käyttö on suunniteltu toteuttavaksi kahdessa vuorossa aamu seitsemästä puoleen yöhön, joten päivittäinen työaika on 17 tuntia, josta varsinaista suoritusaikaa on noin 15 tuntia. Kuinka suurelle pinta-alalle koneen voidaan katsoa riittävän, kun perunasta saatava hinta on noin 40 p/kg ja alueelta saatu keskiarvo on 38 tn/ha?

Koska kone on yhteiskäytössä, työketjuun saadaan riittävästi traktoreita tehokkaan työketjun aikaansaamiseksi. Tällöin työnmenekkinä voidaan käyttää taulukossa 18 esitetyn ketjun E työnmenekkiä, mikä on 1,3 h/ha. Odotettavissa oleva sadon arvo on $(0,4 \text{ mk/kg} \times 38 \text{ 000 kg/ha} \approx) 15 \text{ 000 mk/ha}$, eli taulukon 5 mukaan istutuskapasiteetti kannattaa mitoittaa 6,5 päivän perusteella. Näillä perusteilla tavoitteellinen vuosittainen istutusala koneelle on $(15 \text{ h/pv} \times 6,5 \text{ pv/vuosi} / 1,3 \text{ h/ha} \approx) 75 \text{ ha/vuosi}$.

Taulukko 18. Viiden tyyppillisen istutusmenetelmän suoritusajan työnmenekit standardiaikojen perusteella laskettuna. Jos istuttaja kuljettaa myös kylvötarpeet pellolle, niin tämä työmenekki on lisättävä taulukon lukuihin.

Menetelmä	A	B	C	D	E
Koneen rivimäärä	2	2	4	4	4
Ajonopeus, km/h	5	5	5	5	5
Säiliön täyttö	käsin 20 kg laatikoista	trukilla kipaten 1 m ³ laatikosta	käsin 20 kg laatikoista	trukilla kipaten 1 m ³ laatikosta	Perävaunusta kippaamalla
Lannoitesäiliön täyttö	40 kg säkistä käsin	suursäkistä valuttaen	suursäkistä valuttaen	suursäkistä valuttaen	Suursäkistä valuttaen
Suoritusajan työnmenekki h/ha	2,8*	2,7*	1,8*	1,5*	1,3*

*) Taulukoissa käytetyn ajonopeuden lisääminen kaksinkertaiseksi lisää työsaavutusta noin 30 %:lla.

Kuvassa 3 oli esitetty nelirivisen perunanistutuskoneen ja traktorin kuljettajineen aiheuttamat konekustannukset perunan istutuksessa. Kuvasta selviää hyvin konekapasiteetin mitoittamiseen liittyviä ongelmia. Jos sadon arvo on 20000 mk/ha, optimaalinen pinta-ala 4-riviselle istutuskoneelle näyttää olevan noin 40 ha. Kustannusten noususta huolimatta kyseinen kone on

todennäköisesti taloudellisin vaihtoehto myös 60 ha:n tilalla, vaikka vuotuisen istutuspinta-alan nostaminen nostaa kustannuksia välillisten konekustannusten muodossa kuvan mukaan noin 80 mk:lla/ha. 60 ha:n tilalla tämä tarkoittaa 4800 mk:n satomenetyksiä vuodessa optimiin nähden. Lisäkustannus on samaa suuruusluokkaa kuin pelkän kaksirivisen istutuskoneen kiinteät vuosikustannukset, mutta koska toisen koneen käyttöönotto vaatisi ilmeisesti myös muun kaluston tai ainakin sesonkityövoiman hankintaa, on yhden koneen käyttö taloudellisesti edullisempaa. Vaikka istutuskauden venyttäminen siis lisää istutuksen välillisiä konekustannuksia, tuotantoyksikön näkökulmasta peruskaluston hyväksikäytön tehostuminen voi kompensoida nämä kustannukset.

4.2 Ruiskutusaikalaskelmien tarkastelu

Kaikki tutkimuksen työaikatarkastelut tehtiin sellaisen säähavaintoaineiston perusteella, jossa käytettävissä oli ainoastaan päivittäisen keski- tai ääriarvot. Tämä havaintoaineisto havaittiin olevan liian epätarkka luotettavien arvioiden antamiseen, sillä esimerkiksi tuulisuus vaihtelee huomattavasti eri vuorokaudenaikoina. Lisäksi ruiskutuksen ajallisuustekijä on erittäin vaikea määrittää.

Tulosten mukaan rikkakasviruiskutuksiin oli käytettävissä keskimäärin 5 - 9 päivää. Aikaa on siis runsaasti verrattuna ruttoruiskutuksiin, joissa suojaamattomien päivien keskimääräinen lukumäärä alkaa lisääntyä huomattavasti, kun ruiskutus kestää Etelä-Suomessa kaksi päivää ja Etelä-Pohjanmaalla kolme päivää. Konekanta on siis mitoitettava ruttoruiskutusten mukaan, mikä tarkoittaa, että viljelykset on voitava ruiskuttaa 2 - 3 päivässä.

Vaikka ruiskutuskaluston käyttöaika jääkin lyhyeksi, ei se kuitenkaan ole kovin suuri ongelma konekustannusten kannalta. Perunan ruttoruiskutuksia tehdään keskimäärin 3 kasvukaudessa, minkä lisäksi tulee ainakin rikkakasviruiskutus ja varsiston hävitys. Näin ruiskutuskalustolle saadaan noin 10 työpäivää kasvukaudessa. Olennaisempi kysymys onkin, kuinka suuri osa tästä ajasta saadaan tehokkaaseen käyttöön.

Tyypillisesti kasvinsuojeluruiskun teoreettinen työsaavutus on hyvin korkea, sillä jo pienimpien ruiskujen työleveys on melkoinen. Käytännössä suurin osa ajasta menee kuitenkin joko käänöksiin tai ruiskun täyttöön. Tämän takia näihin kysymyksiin tuleekin kiinnittää enemmän huomiota kuin varsinaiseen työpäivien lukumäärään. Käänösten osalta ainoa rationalisointikeino on peltolohkojen suurentaminen, mikä kuitenkaan ei aina tule kysymykseen. Ruiskun täytön kannalta taas täyttövesihuollon järjestäminen on ensiarvoisen tärkeää.

4.2.1 Ruiskutuskaluston kapasiteetti

Oheisessa taulukossa on laskettu työnmenekki kahdelle erityyppiselle ruiskulle: nostolaitesovitteiselle 12 m ja 600 litran säiliöllä varustetulle ruiskulle sekä hinattavalle 16 m ja 2400 litran säiliöllä varustetulle ruiskulle. Molempien ajonopeudet on oletettu samoiksi ja täytön on oletettu vaativan 1,4 min/100 l. Molempien ruiskujen suoritusajan työnmenekit ajomatkan täyttöpäikalle vaihdellessa on esitetty taulukossa 19.

Taulukosta voidaan huomata, että hinattavan kasvinsuojeluruiskun tehokkuus tulee esille silloin, kun ajomatka täyttöpäikan ja pellon välillä kasvaa. Kun yhteen suuntaan ajettavaan matkaan kuluu yli 15 minuuttia, on hinattava ruisku noin kaksi kertaa nopeampi nostolaitesovitteiseen ruiskuun verrattuna. Kuitenkin nostolaitesovitteisen ruiskun teho on saatavissa lähes hinattavan ruiskun tasolle, jos ruiskun vesihuolto saadaan järjestettyä pellon reunaan. Tässä suhteessa tehon lisääminen veden kuljetuskalustolla voi olla huomattavasti edullisempaa kuin isomman ruiskun hankkiminen. Jo esimerkkilaskelman pienemmälläkin ruiskulla ehditään ruiskuttaa n. 28 hehtaarin alue päivässä, jos vedenhaku-aika on minimissä (1 min) ja päivittäinen suoritus-aika on 8 tuntia.

Taulukko 19. Vedenhakuetaisyyden vaikutus kasvinsuojeluruiskutuksen suoritusajan työmenekkiin.

Edestakainen ajoaika Min	Työmenekki, min/ha	
	Nostolaite-sovitteinen ruisku	Hinattava ruisku
1	16,8	13,0
2	17,4	13,2
5	19,1	13,6
10	22,0	14,4
20	27,9	15,8
30	33,7	17,3
40	39,5	18,7

4.3 Nostoaikalaskelmien tarkastelu

Esitettyjen laskelmien perusteella tavoitteellinen perunakorjuuaika ei ole kovin pitkä. Laskelmissa käytetty ruokaperunan noston yöpakkasraja saavutetaan Ylistarossa keskimäärin lokakuun 9., mutta joka kymmenes vuosi jo 23. syyskuuta. Kokemäellä pakkasraja saavutetaan keskimäärin vasta 29. lokakuuta, mutta joka kymmenes vuosi jo 26. syyskuuta. Tämän takia laatu- ja korjuukauden pituutta ei juurikaan voida venyttää lokakuun puolelle edes eteläisimmässä Suomessa. Laadukasta ruokaperunaa tuotettaessa sopiva korjuuajan mitoituspituus on siis Etelä-Suomessa 130 - 160 tuntia ja Pohjanmaalla 90 - 115 tuntia. Luvut ovat samaa luokkaa kuin vastaavat Ruotsissa lasketut arvot, sillä Orreniuksen (1993) mukaan Pohjois-Ruotsissa on käytettävissä noin 100 tuntia perunan korjuuseen, Ahvenanmaan korkeudella noin 120 tuntia ja Etelä-Ruotsissa 180 - 200 tuntia. Pohjois-Saksassa korjuuaikaa on hieman Etelä-Ruotsin olosuhteita enemmän, Blumen (1988) laskelmien mukaan 199 - 248 tuntia.

Lyhyt korjuujakso heikentää siis merkittävästi mahdollisuuksiamme kilpailla tuotannon tehokkuudessa keskeisten kilpailijamaidemme kanssa. Ainoa realistinen keino tehokkuuden lisäämiseksi on se, että perunan korjuussa tapahtuvat katkokset pyritään minimoimaan, jolloin kaikki tarjolla oleva työaika tulee mahdollisimman tehokkaaseen käyttöön. Tavanomaisella perheviljelmällä työvoiman puute rajoittaa usein tehokasta koneiden käyttöä, koska samat henkilöt vastaavat sekä perunan nostosta että varastoinnista. Rationalisoimalla noston koneketjua esimerkiksi siten, että nostossa on aina henkilö, joka huolehtii sadon kuljetuksesta varastoon, voidaan perunan korjuuseen käytettävissä olevat tunnit hyödyntää tehokkaasti. Myöskin kaksivuorotyön mahdollisuutta tulisi harkita, sillä korjuukoneen työpäivän jatkaminen 10 tunnista 16 tuntiin (60 %) lisää vuosittaista säältään hyvää (kriteeri A) korjuuaikaa 30 - 40 %:lla ja tyydyttävää korjuuaikaa (kriteeri B) 40 - 50 %:lla. On kuitenkin huomattava, ettei korjuukauden pituus kasva suoraan päivänpituuden suhteessa, sillä kaikki syysyöt eivät ole riittävän lämpimiä perunan nostoon. Tämän takia kolmivuorotyö ei ole mielekäs vaihtoehto perunankorjuun tehostamiseen.

5 OPTIMAALINEN KONEISTUS ERI KOKOISILLE PERUNATUOTANTOTILOILLE

5.1 Perunan istutus

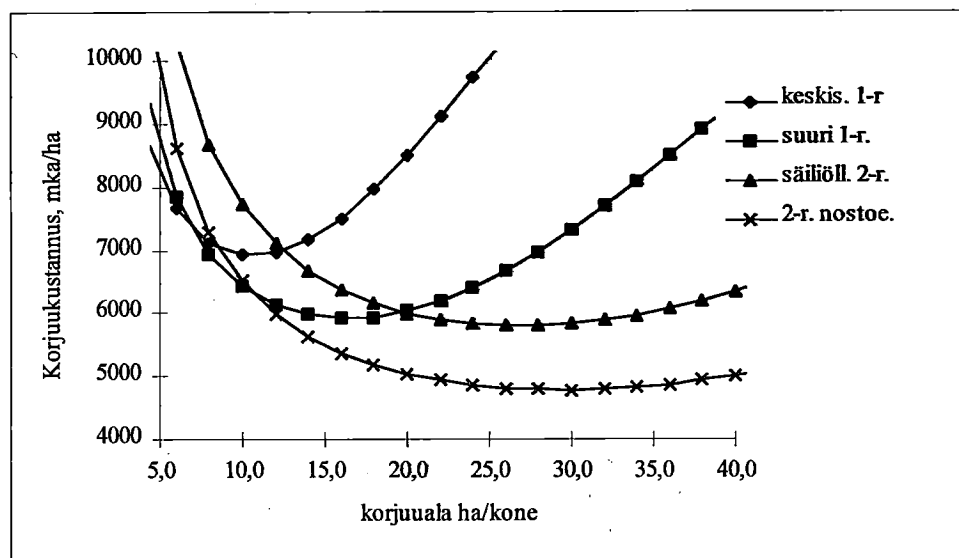
Suomessa erikoistuneet perunanviljelijät käyttävät pääasiassa joko 2- tai 4-rivistä automaattista perunanistutuskonetta. Koneiden varsinaisen istutustekniikka on lähes identtinen, runkorakenteen ja suurempien säiliöiden takia nelirivisen koneen hinta on kuitenkin lähes kolminkertainen vastaaviaan kaksiriviseen nähden. Korkeammasta hinnasta johtuen samalla vuotuisella käyttötuntimäärällä nelirivisen istutuskoneen aiheuttamat konekustannukset ovat korke-

ammat kuin kaksirivisellä, mutta kun lähes puolta pienempi traktorityön tarve otetaan huomioon, ketjun kustannukset tulevat likimain samoiksi jo suhteellisen pienillä vuotuisilla käyttöpinta-aloilla. Pinta-alarajaa, jolla nelirivinen istutuskone tulee edullisemmaksi on vaikea määrittää yksiselitteisesti, koska se riippuu perunan hinnasta. Ruokaperunalla raja liikkuu 15 ha:n tuntumassa ja teollisuusperunalla 20 - 25 ha:n tuntumassa, jos istutuskoneen käyttö on tehokasta ja siemenhuolto toimii hyvin. Kuvassa 4 on esimerkkilaskelma, jossa on laskettu perunan istutuskustannukset kolmella eri perunan hintatasolla.

5.2 Perunan nosto

Sopivimman korjuukaluston valintaan vaikuttavat hyvin monet eri asiat, mm. tilalla olevien traktorien ja perävaunujen koko ja määrä sekä sesonkityövoiman saatavuus. Tämän takia yksiselitteisiä suosituksia esimerkiksi siitä, milloin keskisuuresta yksirivisestä koneesta tulisi siirtyä kaksiriviseen nostokoneeseen ei voida antaa. Tässä tutkimuksessa koneenvalintakysymystä tarkasteltiin esimerkkilaskelmalla, jossa testattiin erilaisien nostokoneketjujen vaikutusta perunan korjuukustannuksiin neljällä eri nostokoneketjulla, jotka olivat seuraavanlaisia:

- keskisuuri 1-rivinen nostokone, 2 traktoria, 2 perävaunua ja 3 työntekijää (keskisuuri 1-r)
- suuri 1-rivinen nostokone, 2 traktoria, 3 perävaunua ja 4 työntekijää (suuri 1-r)
- säiliöllinen 2-rivinen nostokone, 2 traktoria, 3 perävaunua ja 7 työntekijää (säiliöllinen 2-r.)
- 2-rivinen elevaattorinostokone, 3 traktoria, 2 perävaunua ja 7 työntekijää (2-r nostoelevaattori)



Kuva 5. Perunan korjuukustannusten muuttuminen, kun vuotuinen nostoala lisääntyy. Korjuukustannukset on laskettu neljälle eri nostokonevaihtoehdolle. Keskis 1-r tarkoittaa keskisuuria yksirivistä korjuukonetta, suuri 1-r tarkoittaa suurta yksirivistä korjuukonetta, säiliöll. 2-r tarkoittaa säiliöllistä kaksirivistä nostokonetta ja 2-r nostoe. tarkoittaa lastauselevaattorilla varustettua 2-rivistä nostokonetta. Laskelma on tehty Ylistaron säähavaintoihin perustuen.

Eri koneketjujen aiheuttamat nostokustannukset laskettiin 5 - 60 ha:n perunapinta-aloille. Tulokset koottiin samaan kuvaan josta voidaan nähdä eri koneketjujen suhteellinen edullisuus (kuva 5). Sadon arvoksi oletettiin 20000 mk/ha ja olosuhteina käytettiin Ylistaron sääolosuhteita kriteerillä A (korjuuaikaa 50 %:n todennäköisyydellä 204 h, 60 %:n todennäköisyydellä 185 h jne.) Muut oletukset on esitetty on liitteessä 1.

Esimerkkilaskelman mukaan tyypillisellä suomalaisella 10 ha:n perunatilalla, jossa käytetään keskisuuria yksirivistä korjuukonetta, hehtaarille laskettu korjuukustannus on noin 7000 mk/ha. Tuotannon laajuus on likimain optimissa käytetylle kalustolle, sillä pinta-alan lisääminen 12

hehtaariin alentaa korjuussa muodostuvia kustannuksia ainoastaan hieman. Kuvassa on huomioitava eräs merkittävä seikka: kaksirivisen lastauselevaattorinostokoneketjun aiheuttamat nostokustannukset ovat lähes saman suuruiset huolimatta nostokoneen 16 000 mk/v suuremmista kiinteistä kustannuksista. Ero kompensoituu pienemmällä satoriskillä sekä vähemmällä traktori-, perävaunu- ja ihmistyötunneilla. Käytännössä tulos on sikäli harhainen, että kaksirivinen lastauselevaattorikone ei sovellu yksittäisien perheviljelmän käyttöön, koska koneketju vaatii lyhytaikaisesti runsaasti työvoimaa ja vähintään kolme traktoria.

Esimerkkilaskelmassa keskisuurta 1-rivistä ja 2-rivistä lastauselevaattorikonetta edullisemmaksi vaihtoehdoksi jo 10 ha:n alalla näyttää kuitenkin tulevan suuri 1-rivinen nostokone. Koneen korjuuvarmuus on keskisuurta konetta parempi, minkä lisäksi se mahdollistaa peruskoneiden tehokkaamman hyväksikäytön. Suuri yksirivinen kone näyttääkin olevan edullisin kone 10 ha:n ruokaperunatilalle, vaikka tuotannon laajuus ei olekaan ihanteellinen korjuukustannusten kannalta. Nostokustannuksia voitaisiin pienentää yli 500 mk/ha lisäämällä perunapinta-ala 20 hehtaarin tuntumaan, vaikka korjuuvarmuus alenisi tällöin 96 prosentista 90 prosenttiin. 90 %:n mitoitusvarmuus tarkoittaa sitä, että yhdeksänä vuotena kymmenestä kaikki perunat saadaan nostettua hyvissä olosuhteissa ja joka kymmenes vuosi osa perunasta jää nostettavaksi huonommissa olosuhteissa tai kokonaan nostamatta.

Kuvaa tulkittaessa on kuitenkin muistettava eräs seikka: tulos on pätevä ainoastaan silloin, kun lukujen lähtöoletukset ovat voimassa. Jos esimerkiksi korkotaso nousee oletetusta 5 prosentista, koneiden pääomakustannukset nousevat huomattavasti ja pieni edullinen kone parantaa suhteellista edullisuuttaan huomattavasti. Samoin käy sadon arvon edelleen alentuessa. Käyrien nousu oikealle päin vähenee ja hinnaltaan halpa kone tulee jälleen edullisemmaksi. Ilmiö on siis samanlainen kuin kuvassa 4 esitetty istutuskoneen kustannuskäyttäytyminen. Lisäksi on huomioitava, ovatko muut lähtöoletukset voimassa. Esimerkiksi iso yksirivinen nostokone ei ole edullisempi vaihtoehto, jos tilalta ei löydy siihen sopivaa vetokonetta.

Laskelmassa oli huomioitu kaikki nostoketjussa käytettävät koneet. Nykytilanteessa tämä tuntuu teoreettiselta, koska tavallisesti tiloilla on joka tapauksessa riittävästi traktoreita ja kuljetuskalustoa. Tulevaisuudessa tilanne voi kuitenkin olla toinen, sillä maatalouden kiristytvä tilanne aiheuttanee sen, että ikääntyviä peruskoneita ei ole mahdollista uusina entiseen tahtiin. Tällöin myös peruskoneiden määrä saattaa muuttua koneistuksen rakennetta ohjaavaksi tekijäksi. Kaksirivisillä lastauselevaattorinostokoneilla näyttää olevan selvä kilpailuetu muihin korjuuteknikoihin nähden ainakin silloin, kun niiden vuotuinen käyttömäärä saadaan riittävän suureksi. Kyseisellä korjuuketjulla on mahdollista päästä noin 1000 mk/ha edullisempiin korjuukustannuksiin kuin yksirivisillä korjuukoneilla. Lastauselevaattorikoneen edullisuus perustuu siihen, että mm. kallis säiliörakenne voidaan korvata koneilla joita tiloilla jo on, kuten traktoreilla ja perävaunuilla.

Kokonaisuudessaan perunantuotantoyksikön optimikoneistuksen määrittäminen on hyvin vaikeaa, eikä siihen ole yhtä ainoaa totuutta. Esimerkiksi täysin perunantuotantoon erikoistuneella tilalla optimaalinen koneistus on toinen kuin tilalla, jolla harjoitetaan myös muuta kasvinviljelyä. Ero johtuu siitä, että erikoistuneella perunaviljelytilalla kaikki peltokoneiden aiheuttamat kiinteät kustannukset kohdistuvat perunantuotantoon, kun taas monipuolista tuotantoa harjoittavalla tilalla kiinteät kustannukset jakaantuvat kaikille tuotannonhaaroille. Tästä johtuen erikoistuneen perunatilan konekustannukset ovat korkeat, jos viljelyala on pieni, joten konekustannusminimi liikkuu kohti suurempaa perunapinta-alaa konetta kohti. Tämän tutkimuksen taulukoissa esitetyt ihanteelliset käyttötuntiluvut on laskettu siten, että kyseessä olevan työvaiheen lisäksi traktoria on oletettu käytettävän 350 tuntia. Täysin erikoistuneella perunantuotantotilalla muuta käyttöä ei välttämättä tule näin paljon ja siksi optimaaliset koneiden mitoitusalat nousevatkin 10 - 20 % suuremmiksi.

II Kyselytutkimus

1 JOHDANTO

Perunan tuotannolla on Suomessa parempi kilpailukyky verrattuna useimpiin muihin viljelykasveihin. Perunan hintataso vaihtelee vuosittaisen tuotantotilanteen mukaan, mutta on kuitenkin melko lähellä EU:n hintatasoa. Tärkkelys- ja ruokateollisuusperunalle maksetaan siirtymäkauden tukea. Tuen poistuessa viljelijän perunakilosta saama hinta laskee 10 - 15 %. Ruokaperunan hinta vaihtelee kulloisenkin markkinatilanteen mukaan. Rajasuojan poistuessa myös tuontiperuna kilpailee Suomen perunamarkkinoista. Edellä mainituista syistä perunantuotannon kilpailukykyä on parannettava.

Tärkein perunan kilpailutekijä on hinnan ohella laatu. Hyvälaatuista perunaa on helppo markkinoida kuluttajalle ja teollisuudelle. Laadun edellytyksenä ovat oikeat viljelymenetelmät ja ajanmukaiset viljelykoneet ja varastot.

Perunanviljelyn ongelmana Suomessa on pieni yksikkökoko ja lyhyt kasvukausi. Keskimääräinen viljelyala ruokaperunan viljelyssä on 5-7 ha. Tärkkelys- ja ruokateollisuusperunaa viljellään noin 10 ha yksiköissä. Toisaalta Esimerkiksi lähimmässä EU-maassa Ruotsissa keskimääräinen ruokaperuna-ala on 10 ha ja ruokateollisuusperuna-ala 9,1 ha (Lunneryd 1996). Pääosa ruokateollisuusperunasta viljellään Etelä-Ruotsissa, jossa viljelyolot ovat selvästi edullisemmat kuin Suomessa.

Pienestä yksikkökoosta aiheutuu sekä laadullisia että tuotannollisia ongelmia. Yksittäisen viljelijän on vaikea toimittaa markkinoilla vaadittavia eriä tasalaatuista perunaa. Käsittely- ja jakelukustannukset tulevat kohtuuttoman suuriksi. Jos tuotantoyksikkökoko saadaan kasvamaan, pystytään perunanviljelyn kustannuksia tuotettavaa perunakiloa kohti laskemaan. Entistä suuremmat ja tasalaatuisemmat perunaerät on lisäksi helpompi markkinoida ja toimittaa.

Suuremmissa yksiköissä on myös mahdollista tuottaa entistä parempilaatuista perunaa. Perunan laatua parantavat mm. parantunut viljely- ja käsittelytekniikka. Yhteisyrityksissä työntekijä voi erikoistua määrättyyn työvaiheeseen, jolloin työn laatu paranee. Myös uudenaikaiset ja hellävaraiset koneet voivat parantaa perunan laatua. Esimerkiksi 4-rivisen istutuskoneen käyttö tekee perunapellosta tasalaatuisemman ja vähentää hoitotöissä aiheutuvia vaurioita. Perunavarasto voidaan isommissa yksiköissä varustaa paremmilla ja hellävaraisemmilla kauppakunnostuslaitteilla.

Mahdollisuuksia tuotannollisen yksikkökoon kasvattamiseen on monia. Viljelijät voivat perustaa yhteisyrityksiä tai konerenkaita, jotka vuokraavat koneita jäsenilleen. On myös mahdollista käyttää erikoistuneita koneurakoitsijoita, jotka tekevät kalleimmat työvaiheet.

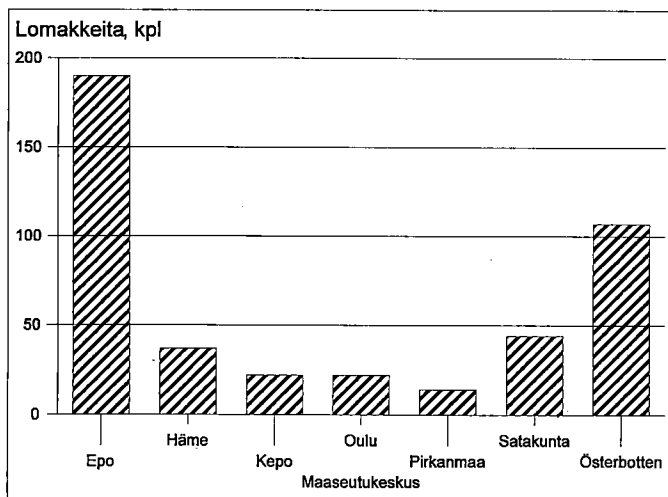
Kyselytutkimuksen avulla kerättiin tietoa perunatiloilla käytössä olevista koneista, työvoiman määrästä ja työsaavutuksista eri työvaiheissa. Lisäksi selvitettiin viljelijöiden kokemuksia ja halukkuutta kone- ja markkinointiyhteistyöhön ja viljelijöiden suunnitelmia lisätä tai vähentää peruna-alaa.

2 TOTEUTUS

Kyselyn kohteeksi valittiin Etelä-Pohjanmaan, Österbottenin, Keski-Pohjanmaan, Oulun, Satakunnan, Hämeen ja Pirkanmaan perunanviljelijät. Näillä alueilla tuotetaan Maaseutukeskusten perunatilanteen selvityksen mukaan noin 85 % ruokaperunasta. Alueen tiloilla viljellään myös tärkkelys- ja ruokateollisuusperunaa. Kyselylomake lähetettiin niille perunanviljelyyn erikoistuneille tiloille, joilla on yli 40 tn perunavarasto ja jotka olivat vastanneet Maaseutukeskusten

liiton perunatilanteen selvitykseen 15.10.1995. Kyselylomakkeita lähetettiin kaikkiaan 1250 kappaletta. Lomakkeet postitettiin vuoden 1996 syksyn perunatilanteen selvityksen yhteydessä. Maaseutukeskusten perunakonsulentit hoitivat oman alueensa lomakkeiden postituksen.

Lomakkeita palautettiin kaikkiaan 439 kappaletta, joten vastausprosentti oli 35 %. Otoksen katsottiin olevan riittävän laaja luotettavan kokonaiskuvan saamiseksi. Suurin osa tiloista sijaitsee perunan päätuotantoalueella Etelä-Pohjanmaan- ja Österbottens Svenska -maaseutukeskusten alueella (kuva 1).



Kuva 1. Tilakyselyn palautettujen lomakkeiden jakauma maaseutukeskuksittain. Keskimääräinen palautusprosentti oli 35 %.

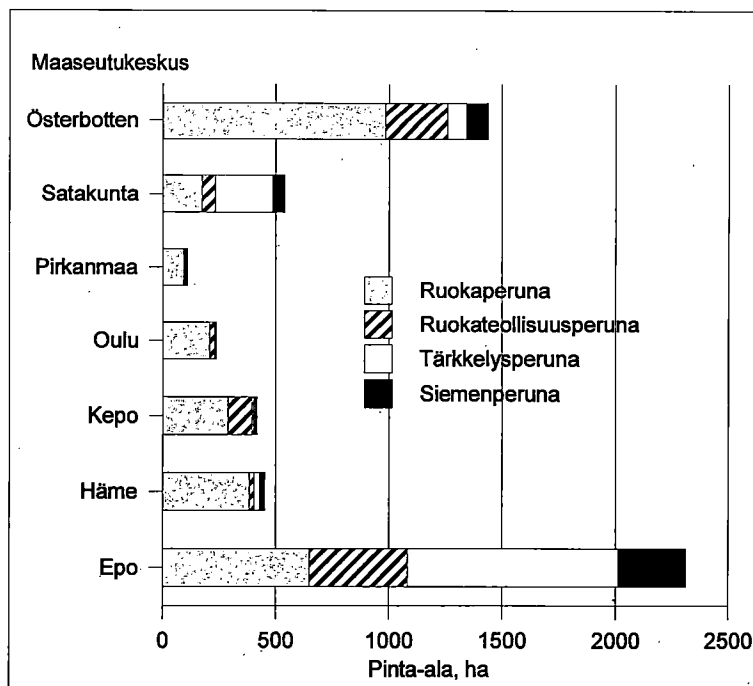
3 TULOKSET

3.1 Tilojen koko

Kyselyyn vastanneiden tilojen keskipinta-ala oli 31 ha, josta omaa peltoa oli keskimäärin 22,3 ha. Vuokramaita oli 69 %:lla tiloista keskimääräisen vuokra-alan ollessa 13,4 ha.

Perunan viljelyalat maaseutukeskuksittain nähdään kuvassa 2. Suurimmat ruokaperuna-alat ovat ruotsin- ja suomenkielisellä Etelä-Pohjanmaalla, jossa myös suurin osa ruokateollisuusperunasta viljellään. Tärkkelysperunan viljely on keskittynyt Etelä-Pohjanmaan ja Satakunnan maaseutukeskusten alueelle. Verrattuna vuonna 1992 tehtyyn kyselytutkimukseen (Sariola & Leppälä 1993) tähän kyselyyn vastanneilla tiloilla tärkkelysperuna-ala oli kaksinkertainen, samoin ruoka- ja ruokateollisuusperunan viljelyala on hieman suurempi.

Kuva 2. Perunan viljelyalat maaseutukeskuksittain tutkimusaineistossa.

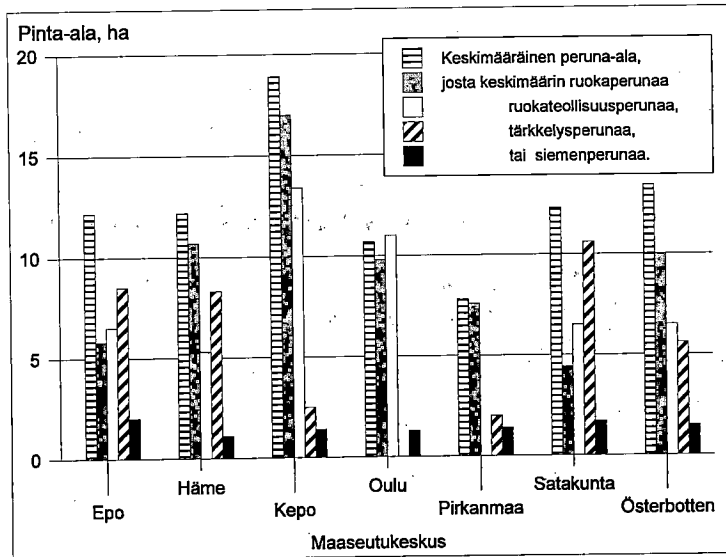


Taulukko 1. Kyselyyn vastanneiden tilojen peruna-alat suhteessa tilojen keskimääräiseen kokonaispinta-alaan.

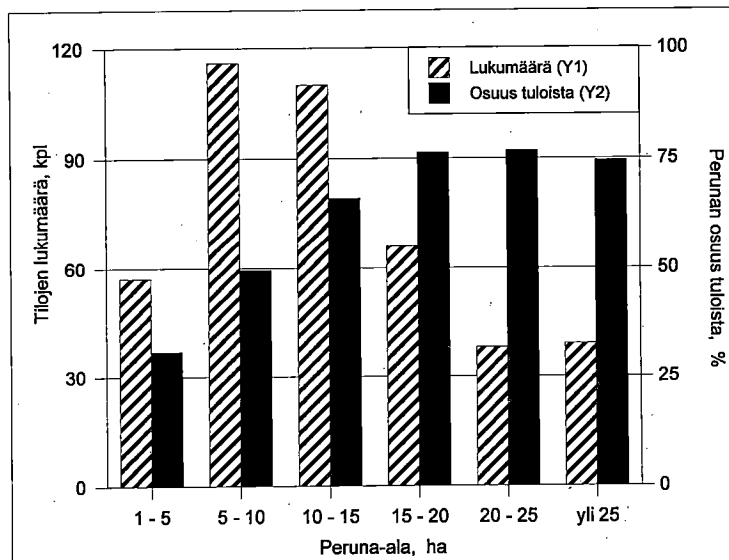
Pellon käyttö	Keskimääräinen pinta-ala, ha	Vastauksia, kpl	Pinta-ala yhteensä, ha	Osuus kokonaisalasta, %
Keskipinta-ala	31	431	13 350	100
Ruokaperunaa	8,2	332	2 720	20
Ruokateollisuusperunaa	6,9	132	910	7
Siemenperunaa	1,8	287	510	4
Tärkkelysperunaa	8,4	154	1 300	10
Muita kasveja (arvio)	-	-	7 910	59

Perunaviljelmien keskikoko kyselyyn vastanneilla viljelijöillä on 12,5 ha ja tiloilla on keskimäärin 68 % perunan viljelyyn sopivaa maata, joskin alueelliset erot ovat suuret. Tilakoko on kasvanut noin 8 % ja tilojen peruna-ala noin 9 % viidessä vuodessa. Suurimmat viljelmät näyttäisivät olevan Keski-Pohjanmaalla, jossa keskimääräinen peruna-ala tilalla on noin 19 ha (kuva 3). Otoksessa on kuitenkin vain 22 havaintoa ja niihin sisältyy 6 (27 %) yli 20 ha perunatilaa. Koko aineistossa on yli 20 ha perunatiloja 71 kappaletta eli 16 %. Tässä pääasiassa ruokaperunan viljelijöille suunnatussa kyselyssä oli 55 %:lla tiloista viljelyksessä ruokaperunan lisäksi joko ruokateollisuusperunaa tai tärkkelysperunaa tai molempia.

Perunan viljelyn ja kauppakunnostuksen osuus tilojen tuloista oli keskimäärin 60 %. Näillä tiloilla peruna-ala oli 10 - 15 ha (kuva 4). Vaihtelu on kuitenkin hyvin suurta riippuen muusta tiloilla harjoitettavasta tuotannosta. Hieman yli 20 % vastaajista ilmoitti, että perunantuotannosta saadaan vähintään 90 % tilan tuloista. Tällaisella tilalla viljeltiin keskimäärin 18 ha perunaa. Tilan kokonaispeltoala on keskimäärin 23 ha, josta on



Kuva 3. Perunaviljelmien kokojakauma maaseutukeskuksittain luokiteltuna. Musta pylväs kuvaa keskimääräistä peruna-ala tilalla. Muut pylväät kuvaavat ko. perunatyypin keskimääräistä viljelyalaa per tila ko. maaseutukeskuksen alueella. Yhdellä tilalla viljellään usein sekä ruoka- että teollisuusperunaa.



Kuva 4. Tilojen jakautuminen eri kokoluokkiin perunan viljelyalan mukaan ja perunan osuus tilan kokonaistuloista.

ilmoituksen mukaan keskimäärin 88 % perunanviljelyyn sopivaa peltoa. Näillä tiloilla suurin osa sopivista pelloista on jatkuvasti perunan viljelyksessä, jolloin viljelykierto on täysin riippuvainen vaihtomaiden saatavuudesta.

Kysyttäessä viljelijöiden aikeita lisätä tai vähentää peruna-alaa vastanneista 28 % ilmoitti lisäävänsä peruna-alaa keskimäärin 3 ha ja 15 % vastaavasti vähentävänsä peruna-alaa keskimäärin 4 ha. Kokonaan lopettavia oli noin 2 % koko aineistosta. Näyttäisi siltä, että ammattiviljelijöiden peruna-ala olisi hitaasti kasvamassa ja tilojen määrä hieman laskussa. On kuitenkin otettava huomioon, että kyselyn tekovuonna (1996) ruokaperunan tuottajahinta laski 30 - 40 % verrattuna 90-luvun alun tasoon. Hinnanlaskun vaikutus ei todennäköisesti vielä näy vastauksissa koko painollaan.

Koko maassa perunan viljelyala sen sijaan on laskenut vuoden 1988 noin 45 000 ha:sta vuoden 1997 33 000 ha:iin (MMM tietopalvelukeskus). Perunasato on viime vuosina vaihdellut 700 - 800 miljoonan kilon välillä. Perunan vienti on ollut satunnaista. Ylituotantotilanteissa perunaa on viety Ruotsiin, Norjaan ja Venäjälle (Ala-Orvola 1997).

3.2 Perunakoneiden ikä ja omistussuhteet

Tilakyselyssä selvitettiin tärkeimpien perunan viljelyssä käytettävien koneiden ikäjakauma, omistussuhteet sekä arvioitua työsaavutukset ja työvoiman käyttö. Tärkeimmät perunanviljelyssä tarvittavat erikoiskoneet ovat perunan istutus- ja korjuukone. Näillä koneilla tehdään kriittisimmät työvaiheet ja ne muodostavat merkittävän osan perunan viljelyn konekustannuksista. Näiden lisäksi tarvitaan ainakin perunan multain ja kunnollinen kasvinsuojeluruisku.

Perunan istutus- ja korjuukoneen keskimääräinen ikä on hieman yli 10 vuotta (taulukko 2). Käytössä on entistä vanhempia koneita, sillä esimerkiksi perunan korjuukoneen keskimääräinen ikä vuonna 1992 oli 7,6 vuotta (Sariola & Leppälä 1993). Tämä ei kuitenkaan välttämättä merkitse sitä, että koneiden tekninen käyttöikä olisi tullut täyteen. Korjuukoneen vuotuiseksi käyttömääräksi keskimääräisellä perunaviljelmällä voidaan arvioida 120 - 150 h. Samalla tavalla arvioiden istutuskoneen vuotuiseksi käyttömääräksi tulee ainoastaan 30 - 35 h. Tällöin korjuukonetta on keskimäärin käytetty arviolta 1200 - 1500 h ja istutuskonetta 300 - 350 h.

Urakoitsijoita tai vuokrakoneita ei perunan viljelyssä kovin paljon käytetä. Yhteisomistuksessa koneita on konetyypistä riippuen 10 - 20 % konekannasta. Eniten yhteiskäytössä on kasvinsuojeluruiskuja ja perunaharoja tai -multaimia. Myös istutuskoneita on aika paljon yhteiskäytössä. Korjuukoneita on yhteiskäytössä selvästi muita perunakoneita vähemmän johtuen perunan nostoon käytettävissä olevan ajan rajallisuudesta. Noin 10 % tiloista omistaa kaksi istutuskonetta. Kakkoskone on usein puoliautomaattikone, jota käytetään varhaisperunan istutukseen. Kaksi korjuukonetta on noin 20 % tiloista. Kakkoskone on usein tilan vanha korjuukone, jota käytetään nostokauden työhuippujen tasaukseen tai säilytetään varakoneena konerikkojen varalta.

Taulukko 2. Perunakoneiden ikäjakauma ja omistussuhteet.

Kone	Vastauksia, kpl	Keski-ikä, v	Omistussuhteet, % koneiden lukumäärästä		
			omia	yhteisiä	urakoitsija/ vuokrakone
Istutuskone	429	10,7	81,8	14,9	3,3
Istutuskone 2	46	10,2	73,9	23,9	2,2
Korjuukone	423	10,5	90,8	7,6	1,6
Korjuukone 2	90	13,0	83,3	14,5	2,2
Kasvinsuojeluruisku	394	8,5	79,4	17,5	3,1
Hara/multain	327	8,4	81,4	16,5	2,1

3.3 Työsaavutukset ja koneketjut

3.3.1 Perunan istutus

Ammattiviljelijät istuttavat perunan yleensä 2- tai 4- rivisellä automaattikoneella. Kaksirivisiä puoliautomaattikoneita tai niin sanottuja kuppikoneita käytetään lähinnä varhaisperunan istutuksessa ja hyvin pienillä perunaviljelmillä. Puoliautomaattikoneilla istutettaessa tarvitaan kuljettajan lisäksi kaksi muuta työntekijää syöttämässä perunaa istutuslaitteistoon. Automaattikoneilla istutettaessa ei välttämättä tarvita aputyöntekijöitä. Käytännössä yksi aputyöntekijä voi olla varmistamassa perunan valumista istutuslaitteistoon ja hoitamassa siemenen ja lannoitteen täyttöä ja kuljetusta pellolle.

Istutuskoneen siemensäiliö täytetään tavallisesti suoraan 1 m³ laatikosta traktorin trukkihaarukalla. Varhaisperuna on usein 20 kg idätyslaatikoissa. Laatikot joko tyhjennetään automaattisen istutuskoneen säiliöön tai perunat istutetaan puoliautomaattikoneella suoraan laatikosta. Istutuskoneen lannoitesäiliöt täytetään joko 40 kg piensäkeistä tai 600 kg suursäkeistä. Nopein tapa täyttää tehokkaan istutuskoneen säiliöt olisi käsillä sekä lannoitetta että siementä irtotavarana, jolloin täyttö tehtäisiin siilosta tai täyttövaunusta.

Jos sama henkilö tekee sekä muokkauksen että istutuksen työsaavutus luonnollisesti pienenee. Samoin varhaisperunan istutus kuppikoneella on hitaampaa kuin esimerkiksi ruokaperunan istutus automaattikoneella. Työsaavutus paranee, jos istutuskone voi toimia mahdollisimman yhtäjaksoisesti eli yksi henkilö hoitaa muokkauksen, toinen istutuksen ja kolmas siemen- ja lannoitehuollon.

Istutuskoneet on suhteellisen helppo jakaa kahteen teholuokkaan sen mukaan onko kone 2- vai 4- rivinen. Kaksirivisiin koneisiin sisältyy sekä automaatti että puoliautomaattikoneita. Viimeksi mainittuja tosin käytetään pääasiassa varhaisperunan istuttamiseen tai pienillä alle 5 ha peruna-aloilla. Neliriviset istutuskoneet ovat kaikki automaattikoneita. Suurin osa käytössä olevista koneista on 2-rivisiä (taulukko 3).

Taulukko 3. Viljelijöiden arvioima perunan istutuskoneen keskimääräinen työsaavutus ja perunan istutuksessa käytetty työvoima

Istutuskoneen tyyppi	Osuus koneista %	Keskimääräinen peruna-ala ha	Keskimääräinen työsaavutus (vaihtelu) ha/vrk	Keskimääräinen työvoima henkilöä
2-rivinen	81,2	12	2,6 (0,5 - 5)	1,6 (1 - 3)
4-rivinen	18,8	20	5,5 (2 - 12)	1,7 (1 - 3)

Perunan viljelyn standardiaikojen avulla arvioituna kaksirivisen automaattikoneen suoritusajan työmenekki 5 km/h ajonopeudella on 2,8 h/ha ja nelirivisen automaattikoneen vastaavasti 1,5 h/ha sisältäen istutuskoneen täytön, mutta ei siemenen tai lannoitteen kuljetusta pellolle (Peltonen 1995). Tähän verrattuna viljelijöiden ilmoittamat keskimääräiset työsaavutukset merkitsevät noin 8 tuntia tehollista istutusaikaa päivässä, mikä on varsin realistinen arvo. Suuri vaihtelu selittyy erilaisilla työmenetelmillä ja koneketjuilla. Myös ajonopeus, peltokuviot, lannoitteen levitystapa yms. seikat vaikuttavat työsaavutukseen. Kuitenkin esimerkiksi 12 ha:n työsaavutus 4-rivisellä istutuskoneella edellyttää käytännössä vähintään 15 h:n istutusaikaa ja noin 1,3 h/ha työmenekkiä.

Noin 50 % tiloista oli sellaisia, että perunan istutti yksi henkilö ja noin 40 % tiloista sellaisia, että istuttamassa oli kaksi henkilöä. Tässä aineistossa työntekijöiden määrän lisääntyminen yhdestä kahteen lisäsi työsaavutusta 2-rivisillä istutuskoneilla keskimäärin 15 % ja 4-rivisillä 20 %. Toinen työntekijä nopeuttaa koneen täyttöä. Vaihtelu oli kuitenkin hyvin suurta, koska

todennäköisesti monessa tapauksessa toinen työntekijä on ollut lähinnä varmistamassa automaattisen istutuskoneen toimintaa eli vähentämässä tarkastus- ja häiriöaikaa. Kolme henkilöä istutti perunaa 10 %:lla tiloista. Tällöin joko istutetaan puoliautomaattikoneella tai 4-rivisellä automaattikoneella ja kolmas työntekijä hoitaa siemenen ja lannoitteet.

3.3.2 Perunan korjuu

Perunan korjuukoneet ovat ammattiviljelijöillä tyypillisesti 1-rivisiä säiliöön alta tai sivulta nostavia koneita. 2-riviset koneet ovat nykyään jonkin verran yleistymässä, mutta tässä tutkimuksessa niitä oli mukana vain yksi kappale. 2-riviset koneet voivat olla säiliöön nostavia tai suoraan perävaunuun purkavia. Säkkiin tai laatikkoon nostavia pienempiä korjuukoneita käytetään lähinnä varhaisperunan nostossa ja niitä oli tässä tutkimuksessa vain muutama kappale.

Ruokaperunan nostossa tarvitaan vähintään kaksi tai tavallisimmin kolme työntekijää, joista yksi ajaa traktoria ja loput ovat korjuukoneen päällä esilajittelemassa perunoita ja poistamassa kiviä ja multakokkareita. Tärkkelysperunan nostossa käsinvalinnan työmäärä on pienempi kuin ruokaperunan nostossa, koska seulonta ja täristys voidaan säätää voimakkaammaksi. Varhais- ja kesäperuna taas on nostettava hellävaraisesti, jolloin käsinvalinnan työmäärä yleensä lisääntyy huomattavasti.

Korjuukoneen säiliö tyhjennetään tavallisesti peräkärriillä oleviin 1 m³ laatikoihin. Jos peruna viedään varastoon noston aikana, tarvitaan tätä varten lisää yksi tai useampi henkilö ja traktori peräkärriineen riippuen nostokoneen tehosta ja kuljetusmatkasta varastoon.

Perunankorjuukoneet luokitellaan usein nostotehon mukaan pieniin, keskisuuriin ja suuriin. Perunan korjuun työsaavutukseen vaikuttavat kuitenkin korjuuolot, peltokuviot, työvoiman määrä, nostettavan perunan ominaisuudet ja muut vastaavat tekijät niin paljon, että koneiden jakaminen eri teholuokkiin ei tuntunut mielekkäältä. Taulukossa 4 korjuukoneiden työsaavutukset onkin luokiteltu koneiden lukumäärän perusteella. Tässä on huomattava se seikka, että monessa tapauksessa toinen korjuukone on varakone, jota ei välttämättä käytetä yhtä aikaa ykköskoneen kanssa.

Taulukko 4. Viljelijöiden arvioima perunan korjuukoneen keskimääräinen työsaavutus ja perunan korjuussa käytetty työvoima luokiteltuna korjuukoneiden lukumäärän mukaan.

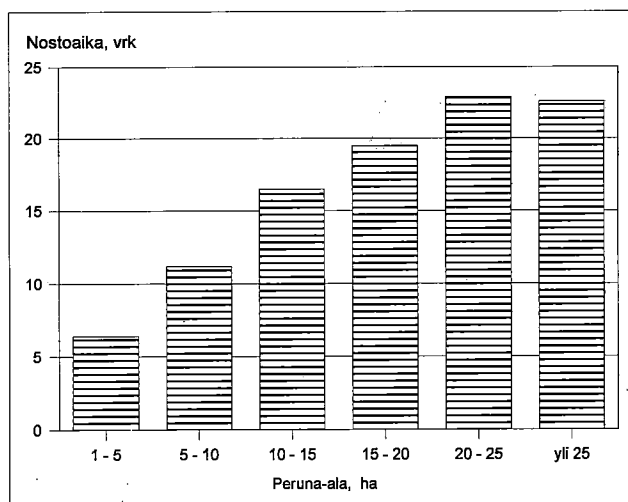
Korjuukoneiden lukumäärä tilalla	Osuus tiloista %	Keskimääräinen Peruna-ala, ha	Keskimääräinen työsaavutus (vaihtelu) ha/vrk	Keskimääräinen työvoima, henkilöä
1	80	11,5	0,8 (0,1 - 3)	2,8 (1 - 6)
2	1	17,1	1,1 (0,2 - 4)	3,5 (1 - 7)

Keskimääräinen työsaavutus vaihteli kyselyyn osallistuneilla tiloilla huomattavasti. Noin 90 % ilmoitetuista työsaavutuksista kuitenkin keskittyi alueelle 0,5 - 2 ha päivässä. Alle 0,5 ha/vrk nostavia tiloja oli noin 7 %. Sellaisia tiloja, jotka ilmoittivat työsaavutuksen olevan vähintään 2 ha/vrk oli 5 %. Käytännössä 2 ha työsaavutus yhdellä 1-rivisellä koneella edellyttää tehokkaan koneen ja työketjun lisäksi todella hyviä korjuuoloja. Kun työsaavutus jää alle 0,5 ha/vrk on normaalioloissa kyseessä pieni nostokone tai varhaisperunan nosto. Tärkkelysperunan nostossa on mahdollista päästä ruokaperunan nostoa parempaan työsaavutukseen.

Keskimääräinen työsaavutus 0,8 ha/vrk yhdellä koneella on lähellä keskikokoisen korjuukoneen työnormia 0,7 ha/8 h (Peltonen 1995). Jos tilalla on kaksi konetta, keskimääräinen työsaavutus on selvästi suurempi eli 1,1 ha/vrk, koska osalla tiloista perunan nostossa käytetään yhtä aikaa kahta korjuukonetta. Kahta korjuukonetta käyttämällä voidaan päästä normaaliolois-

sa 1,5 - 2 ha työsaavutukseen. Työsaavutuksista voidaan päätellä, että perunan nostoon kuluva aika on keskimäärin 15 vrk. Nostoaika on suhteessa tilan peruna-alaan (kuva 5). Isommilla peruna-aloilla tarvitaan sen vuoksi yli 20 hyvää nostopäivää syksyllä. Käytettävissä olevaa nostoaikaa on mahdollista pidentää viljelemällä osalla peruna-alasta varhais- tai kesäperunaa.

Työntekijöitä perunan nostossa yhdellä koneella nostettaessa oli 75 % tapauksista kahdesta kolmeen keskiarvon ollessa 2,8 työntekijää. Työntekijöiden määrä on pitkälti riippuvainen tilan työvoimatilanteesta, sillä tavallisesti kaikki liikenevät työntekijät osallistuvat perunan nostoon. Jos nostetaan kahdella koneella yhtä aikaa, on 4 - 5 työntekijää minimimiehitys, jolla koneet saadaan kulkemaan. Optimimäärä voisi olla 7 työntekijää, jolloin kummallakin koneella olisi 3 työntekijää ja yksi hoitaisi perunoiden kuljetuksen. Monilla tiloilla oma työvoima ei riitä kahden nostokoneen käyttöön. Lisätyövoimaa tarvitaan yleensä myös varhaisperunan nostossa.



Kuva 5. Perunan korjuuseen menevän ajan riippuvuus tilan peruna-alasta.

3.3.3 Kasvinsuojelu

Perunanviljelijöillä on tavallisesti työlevydeltaan 10 - 12 m kasvinsuojeluruisku, jonka säiliön tilavuus on 600 - 800 l. Ruiskutuksessa tarvitaan vain yksi työntekijä, joten se ei ole kriittinen työvaihe tilan käytettävissä olevan työvoiman kannalta. Perunanviljelyssä ruiskutuksia tehdään kuitenkin lukumääräisesti paljon. Rikkakasveja ruiskutetaan 1 - 2 kertaa, mutta ruttoruiskutuksia tehdään kosteusoloista riippuen jopa 2 - 6 kertaa kasvukauden aikana. Sateisina ajanjaksoina ruttoruiskutukset on tehtävä viikoittain (Rahkonen 1997). Koko peruna-ala pitäisi siis pystyä ruiskuttamaan lyhyessä ajassa.

Tilakyselyaineistossa keskimääräinen ruiskutuksen työsaavutus oli 11,5 ha päivässä. Hajonta oli hyvin suurta, mutta 95 % työsaavutuksista oli alueella 4 - 30 ha päivässä. Taulukossa 5 nähdään keskimääräinen työsaavutus luokiteltuna tilan peruna-alan mukaan. Taulukosta voidaan päätellä, että noin 10 ha peruna-alaan saakka ruiskutus on keskimäärin mahdollista tehdä päivässä, 10 - 20 ha peruna-aloilla ruiskutukseen menee todennäköisesti 2 päivää ja sitä suuremmilla aloilla 3 päivää.

Taulukko 5. Kasvinsuojeluruiskun keskimääräinen työsaavutus eri kokoisilla peruna-aloilla.

Tilan peruna-ala ha	Osuus tiloista %	Keskimääräinen Työsaavutus ha/vrk
1 - 5	13,4	8,7
5 - 10	27,2	8,9
10 - 15	25,8	11,0
15 - 20	15,5	12,3
20 - 25	8,9	11,8
yli 25	9,2	15,5

Viljelijät ilmoittivat ruiskuttavansa 2 - 3 ha tunnissa. Tämän mukaan voitaisiin 8 h päivässä ruiskuttaa 16 - 24 ha. Jos ruiskun vesi täytetään säiliöstä ja vedenhakumatka on lyhyt, kasvainsyönteistä vielä tästäkin. Käytännössä eivät viljelijät kuitenkaan tähän pääse, koska ruiskutusvesi haetaan yleensä talouskeskuksesta ja lohkot ovat usein kaukana toisistaan. Ruiskuttaa ei voi myöskään liian kovalla tuulella, joten päivässä ei aina ole 8 h sopivaa ruiskutusaikaa.

3.3.4 Perunan lajittelu ja pakkaus

Perunan lajittelu ja pakkaus eli kauppakunnostus tehdään isommissa varastoissa perunavaraston yhteydessä olevassa lajittelutilassa. Pienemmissä varastoissa erillistä lajittelutilaa ei välttämättä ole. Tässä aineistossa lajittelutila oli 55 % :ssa varastoista. Ruokaperuna kauppakunnostetaan aina ennen myyntiä. Talvitoimituksiin menevä ruokateollisuusperuna lajitellaan ja varastoidaan siihen asti kunnes se voidaan toimittaa tehtaalle. Tärkkelysperunaa ei lajitella vaan se toimitetaan mahdollisen välivarastoinnin jälkeen tehtaalle.

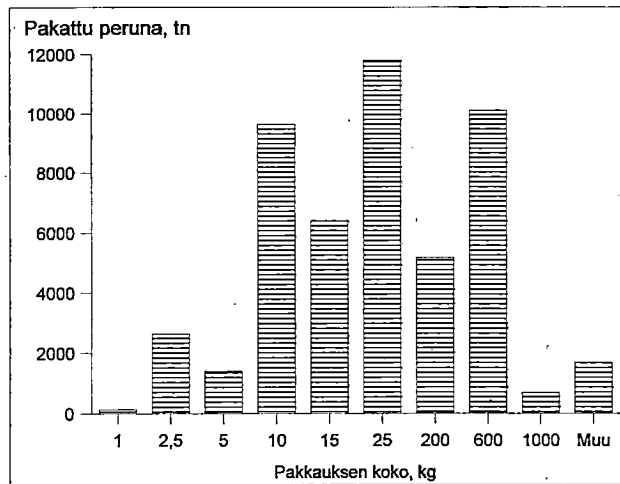
Perunan lajittelu- ja pakkausketjut ovat hyvin monimuotoisia. Koska jokainen viljelijä hankkii laitteet yleensä komponentti kerrallaan oman tarpeensa mukaan, ei kahta samanlaista lajittelu- ja pakkausketjua useinkaan tule vastaan. Kaikissa lajitteluketjuissa tarvitaan kuitenkin vähintään 1) laatikon tyhjennys/syöttölaite, jossa on jonkinlainen syötönsäätö, 2) hihnakuljetin, jolla peruna siirretään syöttölaitteesta eteenpäin ja 3) lajittelukone. Lajittelukoneeseen kuuluu käsinvalintapöytä, jossa lajittelijat poimivat kelpaamattomat perunat pois linjalta. Lajittelukoneella voidaan pakata suoraan 1 m³ laatikoita. Lajittelukoneessa on usein myös sulkulaitteet, joiden avulla voidaan auttavasti täyttää säkkejä. Tavallisesti käytetään kuitenkin yksinkertaista vaa'alla varustettua pakkauskonetta. Tämän lisäksi lajitteluketjussa on tavallisesti ennen kokolajittelijaa harjakone, joka puhdistaa perunat mullasta.

Kun tilalla pakataan enemmän perunaa, lajittelukoneen jälkeen on pakkauslinja, jossa on yksi tai useampia pakkauskoneita. Linjaan voi lisäksi kuulua varastosiiloja ja syöttölaiteita pakkauskoneita varten. Lisäksi voi olla pesulinja, jossa peruna pestään ennen pakkausta. Pesulinjaan kuuluu tavallisesti myös käsinvalintapöytä, koska pestyissä perunassa kaikki vioitukset näkyvät selvemmin.

Kyselyyn vastanneilla tiloilla keskimääräinen työsaavutus perunan lajittelussa oli 1,8 tn/h ja pakkaamisessa 1,2 tn/h. Työvoimaa sekä lajittelussa että pakkaamisessa oli keskimäärin 2 henkilöä. Yksinkertaisimmissa lajitteluketjuissa perunat pakataan heti lajittelukoneen jälkeen. Jos työntekijöitä on vain 2, on lajittelukone monasti pysäytettävä pakkausten punnituksen ajaksi. Tällöin toinen työntekijä hoitaa lajittelukoneen pysäyttämisen ja toinen käy punnitsemassa perunapakkausten. Säkkiin pakattaessa säkit suljetaan aina lajittelujakson lopussa. Jos lajitteluketjussa on lajittelukoneen jälkeen välivarasto, työ käy joustavammin. Perunat lajitellaan ensin välivarastoon, josta ne siirretään kuljettimella pakkauslinjalle. Tällöin tullaan toimeen minimissään yhdellä työntekijällä. Toisaalta mitä useampi työntekijä on käytettävissä, sitä useampi työvaihe voidaan tehdä samanaikaisesti. Kaikista kyselyyn vastanneista perunatiloista on noin 85 % tiloista sellaisia, joissa on korkeintaan 2 henkeä työssä perunavarastossa. Keskimääräisellä perunatilalla käytettävissä oleva työvoiman määrä riippuu viljelijäperheen koosta. Vain suurimpien pakkaajien kannattaa pakata ulkopuolista työvoimaa perunan lajitteluun ja pakkaukseen.

Taulukoissa 6 ja 7 työsaavutukset ja työvoiman määrä lajittelussa ja pakkauksessa on ryhmitelty tilalla pakattavan perunamäärän mukaan. Keskimääräinen työsaavutus vaihtelee hyvin paljon johtuen lajiteltavan perunan ominaisuuksista ja käsinlajittelun tarkkuudesta. Jos peruna on tasalaatuista ja pyöreää eikä käsinlajittelua tarvita, niin pienillä ja keskimääräisillä lajittelukoneilla voi hyvinkin lajitella 4 - 6 tn perunaa tunnissa. Lajittelu- ja pakkausteho kasvaa selvästi, kun tilalla lajiteltavan perunan määrä on yli 600 tonnia. Tällaisia tiloja aineistossa oli vain 5 %. Suurten perunamäärien lajitteluun ja kauppakunnostukseen käytettävät koneet ovat

tehokkaita ja sallivat monipuolisen pakkausvalikoiman. Esimerkiksi alle 10 kg säkkien pakkaaminen on hyvin suuri-
töistä pienten pakkaamojen yksinkertaisilla laitteilla. Kuvassa 6 nähdään pakatun perunan jakautuminen eri pakkauskokoihin. Yleisimmät pakkaukset ovat 10 ja 25 kg:n paperisäkit, joihin peruna on helppo pakata yksinkertaisillakin laitteilla. Suuremmissa säkissä myös pakkauksen hinta perunakiloa kohti ja työkustannukset jäävät pienemmäksi kuin pienissä pakkauksissa. Pienten pakkausten kannattava pakkaaminen vaatii kalliit automaattikoneet, joihin pienillä yksiköillä ei ole varaa. 600 kg:n pakkaus tarkoittaa käytännössä pakkaamatonta perunaa, joka myydään 1 m³ perunalaatikossa.



Kuva 6. Pakatun perunan jakautuminen eri pakkauskokoihin kyselyyn vastanneilla tiloilla. 600 kg pakkaus tarkoittaa 1 m³ perunalaatikkoa.

Taulukko 6. Perunan lajittelun keskimääräinen työsaavutus ryhmiteltynä tilalla pakattavan perunamäärän mukaan. Vastauksia oli 305 kappaletta.

Tilalla vuodessa pakattavan perunan määrä tn	Osuus tiloista %	Keskimääräinen työsaavutus (vaihtelu) tn/h	Keskimääräinen työvoima henkilöä
alle 150	52	1,3 (0,2 - 5)	1,9 (1 - 4)
150 - 300	25	1,8 (0,5 - 10)	2,1 (1 - 4)
300 - 600	18	2,2 (0,8 - 8)	2,0 (1 - 4)
yli 600	5	4,1 (1 - 15)	3,3 (2 - 7)

Taulukko 7. Perunan pakkauksen keskimääräinen työsaavutus ryhmiteltynä tilalla pakattavan perunamäärän mukaan. Vastauksia 197 kappaletta.

Tilalla vuodessa pakattavan perunan määrä tn	Osuus tiloista %	Keskimääräinen työsaavutus (vaihtelu) tn/h	Keskimääräinen työvoima henkilöä
alle 150	52	0,9 (0,1 - 3)	1,8 (1 - 4)
150 - 300	25	1,2 (0,5 - 2,5)	1,9 (1 - 4)
300 - 600	18	1,5 (0,5 - 3)	2,0 (1 - 4)
yli 600	5	3,3 (1,5 - 15)	3,2 (1 - 7)

3.4 Konekapasiteetin riittävyys

Suurimmat ongelmat konekapasiteetin riittävydessä olivat perunan nostossa, jossa 27 % vastanneista ilmoitti konekapasiteetin riittämättömäksi. Tärkeimmät syyt nostokapasiteetin riittämättömyyteen olivat liian alhainen koneteho ja työvoiman puute. Taustalla olevia syitä ovat lyhyt kasvukausi, huonot korjuuolot ja epäedulliset peltokuviot. Perunan nostossa konekapasiteettia voi nostaa korjuukonetta suurentamalla, mutta tämä ei ole useinkaan taloudellisesti mielekäs vaihtoehto. Työtä rationalisoimalla ja käyttämällä kaikki mahdollinen nostoaika tarkasti hyödyksi, korjuutehoa voidaan lisätä, kunhan työvoimaa on riittävästi. Työvoiman riittävyys kiireaikoina on eräs perheviljelmien pahimpia ongelmia.

Toiseksi pahimmat ongelmat olivat perunan lajittelussa ja pakkauksessa. Lajittelussa alikapasiteettia oli 15 % ja pakkaamisessa 18 % tiloista. Syyt olivat jälleen konetehon ja työvoiman puute. Syyt ovat tässäkin osaksi riippuvaisia toisistaan, sillä suuremmalla työvoimalla myös konetehto lisääntyy jonkin verran varsinkin, jos tilalla sekä lajitellaan että pakataan perunaa.

Vähemmän ongelmia oli perunan istutuksessa, jossa vain 8 % oli alikapasiteettia. Perunan istutuksen koneketjua ja työjärjestelyä on helpompi parantaa kuin esimerkiksi perunan noston, koska istutuksessa tarvittava kokonaistyövoiman määrä on pienempi ja työ itsessään paljon nostoa nopeampaa.

Kasvinsuojelussa ei viljelijöillä ollut alikapasiteettia. Normaalin kasvinsuojeluruiskun työsaavutus on riittävän suuri keskikokoisen ja suuremmankin perunaviljelmän ruiskutuksiin.

Tärkeimmät esteet konekapasiteetin nostoon ovat taloudellisia. Perunan viljelyn kannattavuus on perunan viime vuosien aikaista alhaisemmista hinnoista johtuen ollut laskeva. Viljelijät ovatkin lykänneet koneinvestointeja ja pitävät koneita selvästi pidemmän aikaa kuin ennen. Osa viljelijöistä on pystynyt alentamaan konekustannuksia koneiden yhteiskäytöllä, mutta kalteimman koneen eli korjuukoneen yhteiskäytön järjestäminen on kaikkein vaikeinta. Konekustannuksia on myös mahdollista alentaa yksikkökoko kasvatamalla. Tähän ammattiviljelijät ovat viime vuosina selvästi pyrkineetkin ja perunaviljelmien koko onkin noussut viljelijöiden pyrkiessä hyödyntämään nykyisen konekapasiteetin mahdollisimman tarkkaan.

3.5 Tilojen välinen yhteistyö

Taulukon 2 mukaan 10 - 15 % perunan viljelyssä käytettävistä koneista on yhteisomistuksessa. Samoin noin 10 % viljelijöistä käyttää yhteistä perunavarastoa. Yhteistyötapoja on monenlaisia. Tavallisin on perinteinen naapuriapu ja perunavarastoja on myös viljelijöiden yhteisvarastoina. Varsinaisia konerengkaita on vielä hyvin vähän.

Koneyhteistyötä koskevaan kysymykseen vastasi 318 viljelijää. Yli puolet eli 57 % vastanneista oli ainakin kokeillut koneyhteistyötä jossakin muodossa. Kokemuksia omaavista viljelijöistä 36 % kokemukset koneyhteistyöstä olivat selkeästi hyviä ja 20 % huonoja. Loput 44 % eivät tarkemmin perustelleet kokemustensa laatua.

Parhaiten koneyhteistyö näyttää toimivan samanhenkisten naapurien kanssa. Tärkeimmät edut ovat viljelijöiden mukaan säästöt konekustannuksissa ja työvoiman parempi riittävyys. Myös investointikustannusten aleneminen oli tärkeä syy yhteishankinnoille. Moni viljelijä korosti joustavan mielenlaadun merkitystä koneyhteistyön onnistumiseksi. Huonoina puolina mainittiin ensisijaisesti työhuippujen yhtäaikaisuus varsinkin perunan nostossa ja tautien leviäminen. Osalla viljelijöistä oli myös huonoja kokemuksia koneiden puutteellisesta hoidosta ja rikkoon-tumisesta.

Koneyhteistyössä töiden järjestely ja sopiminen niin, että ne tulevat ajallaan tehdyiksi kaikilla osakkailla, on ensiarvoisen tärkeää. Työtehoa parantaa koneen käyttäjien hyvä ammattitaito, joten tärkeimmillä koneilla kuten istutus- ja nostokoneilla kannattaisi olla vakiokuljettajat, jotka vastaavat työn sujumisesta ja koneen huollosta.

Lisäksi tarvitaan selvät ja mielellään kirjalliset säännöt, joiden mukaan toimitaan esimerkiksi riitatapauksissa. Tilojen tautitilanne saisi myös olla yhtenevä. Jos jollakin viljelijällä on pelkoa tautien leviämisestä naapurin puolelta, ei hän luonnollisestikaan ole kovin innostunut yhteistyöstä. Erilaisia ohjeita ja oppaita koneyhteistyön järjestämiseksi on olemassa useita. Tällaisia ovat esimerkiksi Työtehoseuran 1998 julkaisemat "Konerengasopas" ja tiedote "Yritysmuodot ja maatilojen yhteistyö".

Tilojen välistä markkinointiyhteistyötä koskevaan kysymykseen vastasi 262 viljelijää. Kokemuksia markkinointiyhteistyöstä oli 29 % vastanneista. Tavallisin yhteistyötapa on pakkauttaa

perunat naapurilla tai yhteispakkaamalla, josta perunat myydään yhteisesti eteenpäin. Jonkin verran on myös perustettu perunarenkaita, joilla on nimetyt henkilöt hoitamassa perunan myyntiä ja tarvikkeiden hankintaa. Markkinointiyhteistyö näyttäisi olevan lisääntymässä. Monet viljelijät ovat sitä mieltä, että yhteistyöhön on nykytilanteessa pakko mennä.

Markkinointiyhteistyöllä saavutettavista eduista tärkeimpiä on myyntierien kasvu järkevän kokoiseksi, jolloin ne kiinnostavat paremmin perunan ostajaa. Esimerkiksi niin sanotuista alikokoisista perunoista menee viljelijöiden ilmoituksen mukaan noin 15 % suoraan kaatopaikalle ja noin 60 % rehuksi. Samoin ylikokoisista perunoista menee muutama prosentti suoraan kaatopaikalle. Yksittäisen tilan ei ole helppo myydä tällaisia vaikeasti markkinoitavia eriä. Kuitenkin kaikki peruna pitäisi saada myydyksi edes jonkinlaisella hinnalla.

III Yhteenveto

Nyky-Suomessa perunanviljelyn kuten monen muunkin tuotannonalan ongelmana on tuotteesta saatavan hinnan pysyväisluonteinen aleneminen. Hinnanlaskun kompensoimiseksi tuotantokustannuksia on pystyttävä alentamaan. Perunanviljelyssä tarvittaviin erikoiskoneisiin ja rakennuksiin sitoutuvat kiinteät pääomakustannukset muodostavat merkittävän osan perunantuotannon kokonaiskustannuksista. Ruokaperunan viljelyssä tulevat lisäksi markkinointi- ja pakkauskustannukset.

1 KONEKUSTANNUSTEN VÄHENTÄMINEN

Istutus- ja korjuukone sekä traktori ja kuljetuskalusto ovat tärkeimmät ja kalleimmat perunanviljelyssä tarvittavat koneet. Korjuukone yksinään voi muodostaa lähes puolet konekustannuksista. Suurimmat säästöt ovatkin luonnollisesti saatavissa korjuukustannuksia pienentämällä. Lisäksi korjuun työnmenekki on suuri, joten yhteisen korjuukoneen merkitys kustannusten alentamisessa on merkittävä. Toisaalta riskitkin ovat mahdollisten korjuun epäonnistumisten aiheuttamien sadon menetysten takia suuret.

Konekustannusten osuus perunan tuotantokustannuksista alenee peruna-alan ja koneiden vuotuisen käyttömäärän kasvaessa. Pienillä tiloilla koneiden koko kapasiteetti ei useinkaan tule täysimääräisesti hyödynnettyä. Monet viljelijät ovat tämän jo huomanneet ja pyrkineet lisäämään peruna-alansa niin suureksi kuin se on nykyisellä kalustolla mahdollista hoitaa. Tilan pinta-alan kasvattaminen voi onnistua naapurin tilan tai peltolohkojen ostamisen tai vuokraamisen kautta. Kaikille peruna-alan lisääminen ei sopivan maan puutteen tai jonkin muun syyn takia kuitenkaan onnistu. Tällöin konekustannuksia voi vähentää koneiden käyttöikä pidentämällä eli käyttämällä samaa konetta kauemmin. Tämänkin vanha keino on ollut viljelijöillä jo kauan käytössä. Esimerkiksi istutus- ja korjuukoneiden keski-ikä on noussut 7 vuodesta 10 vuoteen tämän vuosikymmenen aikana. Koneen käyttöiän pidentäminen vaatii myös huolellista ennakkohoitoa, jotta kone ei rikkoontuisi juuri käyttökauden ollessa parhaimmillaan.

1.1 Koneiden yhteiskäyttö

Ehkä paras mutta ei helpoin tapa tehostaa koneiden käyttöä on tilojen välinen yhteistyö. Mikäli yhteistyö toimii, saavutetaan useita etuja: säästetään konekustannuksissa, työt joutuvat paremmin ja työvoimapula kiireaikoina helpottaa. Työt tehdään yhdessä, jolloin tilapäisen palkkatyövoiman tarve vähenee. Jo palkkakustannuksissa säästäminen voi olla riittävä syy koneyhteistyölle. Lisäksi nykyisin voi olla hyvin vaikeaa löytää osaavaa työvoimaa kiireajoiksi. Sel-

vää on, että koneyhteistyö edellyttää joustavaa mielenlaatua ja hieman suuripiirteisyyttä onnistuakseen.

Koneiden yhteiskäytön muotoja on useita. Yksinkertaisin järjestelmä on vanha naapuriapusysteemi. Yhteiskäyttö voi perustua yhteisomistukseen tai yksittäisten viljelijöiden omistamiin koneisiin. Viljelijät voivat perustaa yhteisyrityksiä tai konerenkaita, jotka vuokraavat koneita jäsenilleen. On myös mahdollista käyttää erikoistuneita koneurakoitsijoita, jotka tekevät kaikkein työvaiheet. Urakoitsijat ovat myös oman alansa ammattilaisia, jotka tiedoillaan ja taidoillaan pitävät koneensa kunnossa ja oikein säädettyinä niin, että työ tulee tehdyksi laadukkaasti ja ripeästi.

Koneita vuokraava tai muille urakoiva hyötyy konerenkaaseen liittymisestä siinä mielessä, että hänen ei tarvitse mainostaa toimintaansa asiakkaiden saamiseksi. Konerenkaaseen liittyvä koneiden tarvitsija puolestaan varmistaa sen, että saa koneen tai urakoitsijan oikeaan aikaan paikalle. Mikä on oikea tapa millekin perunantuotantosuunnalle ja viljelyalueelle, riippuu paikallisista olosuhteista ja markkinoista.

1.2 Koneyhteistyöstä sopiminen

Hankittaessa koneita yhteiskäyttöä varten koko koneketju kannattaa miettiä mahdollisimman tarkasti etukäteen, ettei mihinkään työvaiheeseen synny pullonkauloja. Ainakin tärkeimmille koneille kuten korjuu- ja istutus koneelle on oltava koneista vastaavat vakiokuljettajat ja mielellään myös vakiotraktorit. Näiden koneiden käyttö on suunniteltava siten, että ne voivat työskennellä keskeytyksettä koko työpäivän ajan. Apukalustoa kuten perävaunuja on oltava riittävä määrä.

Suurin pelko koneyhteistyötä kohtaan liittyy useimmiten siihen, saako viljelijä koneen käyttöönsä oikea-aikaisesti. Mikäli konekapasiteetti on mitoitettu alle tarpeiden ja töiden suunnittelu ei ole onnistunut, töiden myöhästymisen johdosta aiheutuvat ajallisuuskustannukset voivat muodostua suuriksi. Koneketjujen järkevällä suunnittelulla ja koneiden kapasiteetin mitoituksella pystytään pitämään ajallisuuskustannukset kurissa ja selvittää myös esimerkiksi säätekiöiden aiheuttamista vaikeista olosuhteista ilman, että konekustannukset muodostuvat liian suuriksi.

Koneyhteistyö vaatii sopimista ja selkeät pelisäännöt, muuten yhteistyössä ajaudutaan ennen pitkää vaikeuksiin. Sovittavia asioita ovat mm. toiminnan ja hankintojen rahoittaminen, vakuutusasiat ja konerenkaan vetäjän valinta.

Erityisesti koneiden yhteisomistuksessa koneiden huolto ja korjaus voi muodostua ongelmaksi. Kaikki ovat halukkaita käyttämään koneita, mutta aikaa ja vaivaa vaativa ennaltaehkäisevä koneiden huolto ja kustannuksia aiheuttavat korjaukset jätetään mielellään muiden osakkaiden vastuulle. Ongelmien välttäminen vaatii tässäkin asiassa etukäteissopimista ja sopimuksista kiinni pitämistä.

1.3 Tautien ja tuholaisten torjuminen

Perunantuotannossa taudit ja kasvintuhoojat voivat helposti levitä pellolta toiselle yhteiskoneiden välityksellä. Siksi perunakoneet on aina huolellisesti puhdistettava lohkolta ja erityisesti viljelijältä toiselle siirryttäessä. Koneiden säännöllinen puhdistaminen ja rasvaaminen pidentävät myös niiden elinikää.

Koneiden käytön ja hoidon pelisääntöjen lisäksi yhteistyössä olevien tilojen on mukautettava kaikki viljelytoimet kasvinsuojelullisesti saman tasoisiksi. Tämä merkitsee mm. sitä, että nou-

datetaan saman tyyppistä viljelykiertoa, käytetään saman tasoista siementä ja kaikki kasvukauden aikaiset kasvinsuojelutoimet tehdään noudattaen yhtenäisiä periaatteita.

1.4 Myyntiyhteistyö

Pakkaus- ja markkinointiyhteistyöllä voidaan välttää pienestä yksikkökoosta aiheutuvia laadullisia ja tuotannollisia ongelmia. Yksittäisen viljelijän on vaikea toimittaa markkinoilla vaadittavia eriä tasalaatuista perunaa. Kauppaan pieniä määriä toimitettaessa myös käsittely- ja jakelukustannukset tulevat kohtuuttoman suuriksi.

Teollisuusperunan viljely on sopimustuotantoa, jossa viljelijä ei voi vaikuttaa perunan hinnoitteluperusteisiin. Ruokaperunan hinta sen sijaan riippuu markkinatilanteesta. Yhteisen pakkaus- ja markkinointiyhtiön tai -osuuskunnan perustaminen vaikuttaakin nykytilanteessa erittäin järkevältä toimenpiteellä.

Viljelijät voivat esimerkiksi säilyttää perunat omissa varastoissaan ja keskittää perunan pakkaamisen ja markkinoinnin yhteen paikkaan. Tällöin on mahdollista investoida parempiin ja nopeampiin pakkauslaitteisiin ja ennen kaikkea myydä isompia määriä perunaa yhdestä ja samasta paikasta. Tämä on aina ostajan kannalta mukavaa ja voi olla eduksi hintaneuvotteluissa. Lisäksi pystytään paremmin markkinoimaan ns. myyntikelvottomat erät, jotka muuten saattaisivat mennä kaatopaikalle. Pakkaamon kannattavuus paranee, vaikka näistä jämäeristä ei saisi kuin 20 p/kg, kunhan joku vain käy tavarahan siihen hintaan hakemassa.

IV Kirjallisuus

ALA-ORVOLA, L. 1997. Elintarvikkeiden hintamarginaalit vuosina 1990 - 1996. MTTL:n selvityksiä 4/97.

ANON. 1992. Perunan tuotanto. Tieto Tuottamaan 64. Maaseutukeskusten liitto.

BLUME, DR. 1988. Einsatzgrenzen und Kosten der Kartoffelernteverfahren. Der Kartoffelbau, 39. Jg. (11) 1988.

JÄRVENPÄÄ, M. & LAAKSONEN, K. 1996. Maatalouskoneiden kustannuslaskenta ja konetöiden hinnoittelu. Työtehoseuran maataloustiedote 2/1996 (468).

KAUKORANTA, T. 1996. Impact of global warming on potato late blight: risk, yield loss and control. Agricultural and food science in Finland. Vol. 5(1996): 311-327.

LUNNERYD, D. 1996. Produktion och vidareförädling av matpotatis på gårdsnivå - en enkätundersökning bland större potatisodlare. JTI-rapport Lantbruk och industri 231: 1 - 87.

ORRENIUS, J. 1993. Odling och lagring av matpotatis på gårdsnivå. SLU. Institutionen för ekonomi.

PELTONEN, M. 1995. Maatalouden työnormit: Perunan viljely. Työtehoseuran maataloustiedote 2/1995 (454).

RAHKONEN, A. 1997. Ajankohtaista perunan kasvinsuojelusta. Perunantutkimuslaitoksen tiedote 1/1997. 15 s.

SARIOLA, J. & LEPPÄLÄ, J. 1993. Hellävarainen perunan kauppakunnostus. Vakolan tutkimus- selostus 65: 1 - 132.

SOKKA, K. 1994. Maatalouskoneen kestoiän määrittäminen. Peltosalmen maaseutuopisto. Iisalmi (moniste).

PELTONEN, M. 1995. Maatalouden työnormit: Perunan viljely. Työtehoseuran maataloustiedote 454: 1 - 8.

WHITNEY, B. 1988. Choosing and Using Farm Machines 412 p. Harlow.

WIKMAN, U., TORTTILA, A., VIRTANEN, A. & KUISMA, P., Perunan vesitalous ja sadetus. Perunantutkimuslaitoksen julkaisu 3/1996: 10 s.

Liite 1. Laskelmissa käytettyjen koneiden kiinteät(KiKu) - ja muuttuvat kustannukset (MuKu). Huomaa, että osa poisto- ja korjauskustannuksesta on laskettu muuttuviksi kustannuksiksi. Työvoiman palkkakustannus on 55 mk/h, eikä sitä ole sisällytty esitettyihin lukuihin.

Kone	MuKu, mk/h	KiKu, mk/v
Traktori, 60 kW	43	17500
Traktori, 50 kW	36	15230
Multain, 2-rivinen	14	1070
Multain, 4-rivinen	24	1840
Istutuskone 2-rivinen	47	3690
Istutuskone 4-rivinen	137	8610
Kasvinsuojeluruisku	13	1370
Korjuukone, suuri 1-rivinen	156	22400
Korjuukone, keskisuuri 1-rivinen	106	15750
2-rivinen lastauselevaattorikone	257	31750
Säiliöllinen 2-rivinen nostokone	274	38460
Perävaunu, 8 tn	8	2240
Tasojyrsin, 2,5 m	23	2492
Aura, 3-s	20	2060
Äes, 3,1 m	10	910

Tekijät (toimielimestä: toimielimen nimi, puheenjohtaja, sihteeri) Juha Sariola, Juha Kilpeläinen, Antti Lavonen		Julkaisun laji Tiedote	
		Toimeksiantaja	
		Toimielimen asettamispv	
Julkaisun nimi (myös ruotsinkielinen) Perunaviljelmän edullisin koko Suomessa			
Julkaisun osat I Sääolosuhteisiin pohjautuva tarkastelu, II Kyselytutkimus, III Yhteenveto, IV Kirjallisuus			
Tiivistelmä <p>Tutkimus jakaantui kahteen osaan: sääolosuhteisiin perustuvaan tarkasteluun, jonka pohjalta laskettiin eri viljelytoimenpiteisiin käytettävissä oleva aika ja sen perusteella töiden tekemiseen tarvittava koneketju. Tutkimuksen toinen osa oli kysely tiloilla käytettävissä olevista menetelmistä ja viljelyn laajuudesta. Kyselyn perusteella kävi ilmi, että on monta onnistunutta ja toimivaa ratkaisua. Parhaiten koneyhteistyö näyttää toimivan samanhenkisten naapurien kanssa. Tärkeimmät edut ovat viljelijöiden mukaan säästöt konekustannuksissa ja työvoiman parempi riittävyys. Myös investointikustannusten aleneminen oli tärkeä syy yhteishankinnoille. Moni viljelijä korosti joustavan mielenlaadun merkitystä koneyhteistyön onnistumiseksi. Konekustannusten osuus perunan tuotantokustannuksista alenee peruna-alan ja koneiden vuotuisen käyttömäärän kasvaessa. Pienillä tiloilla koneiden koko kapasiteetti ei useinkaan tule täysimääräisesti hyödynnettyä. Monet viljelijät ovat tämän jo huomanneet ja pyrkineet lisäämään peruna-alansa niin suureksi kuin se on olemassa olevalla kalustolla mahdollista hoitaa. Tilan pinta-alan kasvattaminen voi onnistua naapurin tilan tai peltolohkojen ostamisen tai vuokraamisen kautta. Kaikille peruna-alan lisääminen ei sopivan maan puutteen tai jonkin muun syyn takia kuitenkaan onnistu. Tällöin konekustannuksia voi vähentää koneiden käyttöikä pidentämällä eli käyttämällä samaa konetta kauemmin. Tämäkin vanha keino on ollut viljelijöillä jo kauan käytössä. Esimerkiksi istutus- ja korjuukoneiden keski-ikä on noussut 7 vuodesta 10 vuoteen tämän vuosikymmenen aikana. Koneen käyttöiän pidentäminen vaatii myös huolellista ennakkohuoltoa, jotta kone ei rikkoontuisi juuri käyttökauden ollessa parhaimmillaan.</p> <p>Perunantuotannossa taudit ja kasvintuhoajat voivat helposti levitä pellolta toiselle yhteiskoneiden välityksellä. Siksi perunakoneet on aina huolellisesti puhdistettava lohkolta ja erityisesti viljelijältä toiselle siirryttäessä. Koneiden säännöllinen puhdistaminen ja rasvaaminen pidentävät myös niiden elinikää.</p> <p>Tilojen välistä markkinointiyhteistyötä koskevaan kysymykseen vastasi 262 viljelijää. Kokemuksia markkinointiyhteistyöstä oli 29 %:lla vastanneista. Tavallisin yhteistyötapa on pakkauttaa perunat naapurilla tai yhteispakkaamalla, josta perunat myydään yhteisesti eteenpäin. Jonkin verran on myös perustettu perunarenkaita, joilla on nimetyt henkilöt hoitamassa perunan myyntiä ja tarvikkeiden hankintaa. Markkinointiyhteistyö näyttäisi olevan lisääntymässä. Monet viljelijät ovat sitä mieltä, että yhteistyöhön on nykytilanteessa pakko mennä.</p>			
Avainsanat (asiasanat) Perunan tuotanto, konekustannukset, koneketjut, ajallisuuskustannukset, tilojen välinen yhteistyö, koneiden yhteiskäyttö			
Muut tiedot Saatavana: Maatalouden tutkimuskeskus maatalousteknologian tutkimus (MTT/Vakola) puhelin (09) 224 251 telekopio (09) 224 6210			
Sarjan nimi ja numero Vakolan tiedote 84		ISSN 0355-1415	ISBN
Kokonaissivumäärä	Kieli Suomi	Hinta	Luottamuksellisuus Julkinen
Jakaja MTT/Vakola, Vakolantie 55, 03400 VIHTI		Kustantaja	

VAKOLAn tutkimuslöstuksia

- 42 Kasviöljyt dieselmoottorin polttoaineena
- 43 Traktorin polttoaineenkulutukseen vaikuttavia seikkoja
- 44 Alipaineilmanvaihto kotieläinsuojissa. 1986.
- 45 Kompostoinnin vaikutus lietelannan laatuun ja käsiteltävyyteen. 1987.
- 46 Käyttökokemuksia 80-luvulla rakennetuista kalustovajoista, varastokuivureista ja pihatoista. 1987.
47. Lannoitteenlevityksen tasaisuus. 1987.
48. Jauhituksen tilantarve ja pölyhaittojen vähentäminen. 1987.
49. Maatalouskoneiden tietokanta. 1988.
50. Lannanpoistolaitteiden toiminta ja kestävyys. 1988.
51. Pienten pihatoiden ilmanvaihdon erityisvaatimukset. 1988.
52. Tuotantorakennusten suunnittelu ja rakentaminen käytännössä. 1988.
53. Hellävarainen perunankorjuu. 1989.
54. Syyskyntöä korvaavien muokkausmenetelmien vaikutus kevätvehnän satoon 1975-1988.
Pitkäaikaisen aurattoman viljelyn vaikutukset hiesusaven rakenteeseen ja viljavuuteen 1989.
55. Ei julkaisua.
56. Kosteiden pintojen kosteudentuotanto navetoissa. 1989.
57. Kylmäilmakuivurin mitoitus ja käyttö. 1990.
58. Leikkuupuimurin kulkukyky vaikeissa olosuhteissa. 1990.
59. Lietelantajärjestelmien toimivuus. 1990.
60. Heinän varastokuivaus. 1991.
61. Viljankuivauksen pölyhaitat. 1992.
62. Säilörehun siirto ja käsittely talvella. 1991.
63. Naudanlihan tuotantomenetelmät ja -rakennukset. 1992.
64. Kiedotun pyöröpaalisäilörehun valmistustekniikka ja laatu. 1993.
65. Hellävarainen perunan kauppakunnostus. 1993.
66. Naudanlihan tuotantomenetelmät ja -rakennukset II. 1993.
67. Betonit ja muovit navetan lattiamateriaaleina. 1993.
68. Lannankäsittelyn taloudellisuuden ja lannan ravinteiden hyväksikäytön parantaminen. 1994.
69. The effect of ground profile and plough gauge wheel on ploughing work with a mounted plough. 1994.
70. Järeän sahatavaran mekaaniset ominaisuudet. 1995.
71. Järeän sahatavaran käyttö rakennuksissa, rakennejärjestelmät ja liitokset. 1997.
72. Lannan levitys kasvustoon. 1996.
Osa 1. Lietelannan sijoituslaitteen rakenteelliset vaatimukset suomalaisissa olosuhteissa.
73. Lannan levitys kasvustoon. 1996.
Osa 2. Lietelannan levitysmahdollisuudet kasvavaan viljanoraaseen.
74. Kylmäkasvattamoiden kuivikepohjien toimivat vaihtoehdot. 1996.
75. Konetöiden turvallisuuden ja tehokkuuden parantaminen. 1996.
76. Laboratorioiden työn ja työympäristön kehittäminen. 1996.
77. Pienmoottoreiden päästöt. 1997

VAKOLAn rakennusratkaisuja

- 1/1994 Kylmä osakuivikepohjainen emolehmäkasvattamo.
- 2/1995 Rehtijärven keinokosteikko.
- 3/1995 Puurakenteiset ruokinta-aidat ja parrenerottimet.
- 4/1996 Perustamistapojen hintavertailu.
- 5/1997 Havaintoja kylmäpihattojen lannankäsittelystä.
- 6/1997 Kalustohallista toimiva sikala

VAKOLAn tiedotteita

- 50/91 Pölyn ja roskien talteenotto lämminilmakuivaamossa
- 51/92 Viherkesannon perustaminen ja hoito
- 52/92 Kaasut ja pöly eläinsuojien ilmanvaihdossa
- 53/93 Lannoitteenlevittimien levitystasaisuus
- 54/93 Maaseudun koerakentamisen ohjelmointi
- 55/93 Pyöröpaalisäilörehun korjuu, varastointi ja laatu
- 56/93 Maaseuturakentamisen ideakilpailu
- 57/93 Syyskylvöjen varmentaminen
- 58/93 Maatilan ja maatilamatkailun jätehuolto
- 59/93 Maatilamyymälätoiminta vanhassa maatilan asuinrakennuksessa
- 60/93 Tyhjen maatarakennusten uusi käyttö
- 61/94 Lietelannan varastointi ja levitys
- 62/94 Tuotantorakennusten alapohjia ja piha-alueiden päällysrakenteita
- 63/94 Turvallinen puunpilkonta
- 64/94 Itkupinta-tuloilmalaitteen vaikutus eläinsuojassa
- 65/94 Oksainen hake pienpolttimissa
- 66/94 Pako- ja savukaasujen analysointi
- 67/94 Käyttökokemuksia jyrsäilylannoittimista
- 67S/94 Brukserehener av vältkombisämaskiner
- 68/94 Käsikäyttöisten liekittimien käyttöominaisuuksia
- 69/95 Renkaiden vaikutus traktorin vetokykyyn ja maan tiivistymiseen
- 70/95 Hakkeen kuivaus imuilmalla
- 71/95 Klapiattiloiden käyttöominaisuudet
- 72/96 EPS-rakeet ja EPS-rouhe sikalan lietesäiliön katteena
- 73/96 Kevytsaviharkkojen kuivuminen ja lujuus
- 74/97 Rikkakasvien torjunta viljoista riviväliharauksella
- 75/97 Öljypellavan leikkuupuinti
- 76/97 Tilasäiliöopas
- 77/98 Yrttikuivurin suunnittelu ja käyttö
- 78/98 Väkilannoitteen sijoituslaitteet nurmiviljelyssä
- 79/98 Lietelannan ilmastus
- 80/00 Lannan aumavarastointi
- 81/00 Pienen pyöreän puun käyttö rakentamisessa I
Pyöreän puun lujuus, mänty ja kuusi
Pyöreän puun liitokset
- 82/00 Pienen pyöreän puun käyttö rakentamisessa II
Suomen rakennuspuuvarat
Rakennuspuun korjuukustannukset
Rakennuspuun tuotantokustannukset
- 83/00 Pienen pyöreän puun käyttö rakentamisessa III
Rakenteet, liitokset, rakennusesimerkit
- 84/00 Perunaviljelmän edullisin koko Suomessa
Sään rajoittama viljelytöiden aika
Viljelmien nykytilanne kyselyn perusteella

