



VAKOLA

PPA 1
03400 VIHTI
90-224 6211

VALTION MAATALOUSTEKNOLOGIAN TUTKIMUSLAITOS
STATE RESEARCH INSTITUTE OF ENGINEERING IN AGRICULTURE AND FORESTRY

VAKOLAN TUTKIMUSSELOSTUS 53

TIMO MATTILA - VESA VIROLAINEN

HELLÄVARAINEN PERUNANKORJUU

LOW DAMAGE POTATO HARVESTING

VIHTI 1989

VAKOLAN TUTKIMUSSELOSTUS 53

TIMO MATTILA - VESA VIROLAINEN

HELLÄVARAINEN PERUNANKORJUU

LOW DAMAGE POTATO HARVESTING

VIHTI 1989

Tekijät (toimielimestä: toimielimen nimi, puheenjohtaja, sihteeri) MATTILA, Timo & VIROLAINEN, Vesa	Julkaisun laji Tutkimusselostus		
	Toimeksiantaja Maa- ja metsätalousministeriö		
	Toimielimen asettamispvm		
Julkaisun nimi (myös ruotsinkielinen) Hellävarainen perunankorjuu			
Julkaisun osat			
Tiivistelmä Perunan tuleentumisen vaikutus vioittumisalttiuteen oli merkittävä. Tuleentumaton peruna vioittui herkästi ja eri säätöjen vaikutus vioittumiseen tuli selvästi esille. Tuleentunut peruna kesti melko kovakouraistakin käsittelyä vioittumatta, ja tällöin eri säätöjen väliset erot jäivät pieniksi. Betonimyllyllä suoritettu kolhintakoe mittasi varsin hyvin perunoiden kestävyyttä korjuukoneen aiheuttamaa vioittumista vastaan. Väärin säädettyt varsirullan ohjainraudat saattavat aiheuttaa suuren nostotappion ja runsaasti vioittumia. Ohjainrautojen asentoa ja painotusta voi porrastaa ja hyvissä olosuhteissa voidaan osa ohjainraudoista nostaa kokonaan ylös. Varsielevaattorin aiheuttama nostotappio ja perunoiden vioittuminen oli sitä runsaampaa mitä ylemmäksi perunat kulkeutuivat varsielevaattorilla. Varsielevaattorin kallistuskulman tulee olla riittävän jyrkkä ja seulaelevaattorin ja varsielevaattorin välin riittävän iso. Varsielevaattorin täryttäminen pienensi nostotappiota, mutta ei vioittanut perunoita. Varsijarrut aiheuttavat kuoriutumista, joten niitä tulee käyttää vain silloin kun mukulat eivät muuten irtoa varsista. Nosto on hellävaraisinta silloin kun seulaelevaattorin nopeus on mahdollisimman pieni ja ajonopeus mahdollisimman suuri. Tärytyksen ja etenkin haittojen tarpeetonta käyttöä tulee välttää. Nostotraktorissa tulisi olla riittävästi perunanostoon sopivia vaihteita. Tutkimus osoitti, että sekä maan että nostettavan perunan ominaisuudet saattavat vaihdella hyvinkin voimakkaasti saman lohkon sisällä. Korjuukoneen eri toimintoja tulisikin voida säätää nopeasti ja toisistaan riippumatta, jotta koneen toiminta voitaisiin mukauttaa muuttuviin olosuhteisiin ja jotta nosto voisi tapahtua hellävaraisesti.			
Avainsanat (asiasanat) Perunan vioittumisalttius, perunankorjuu, perunankorjuukone, perunan mekaaniset viat			
Huut tiedot Saatavissa Valtion maatalousteknologian tutkimuslaitokselta (VAKOLA), puh. (90) 224 6211			
Sarjan nimi ja numero VAKOLAn tutkimusselostus N:o 53	ISSN 0782-0054	ISBN	
Kokonaissivumäärä	Kieli suomi	Hinta 15 mk	Luottamuksellisuus
Jakaja	Kustantaja		

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	I
SAMMANFATTNING	III
CONCLUSIONS	V
ESIPUHE	VII

KIRJALLISUUSTUTKIMUS

1. PERUNAN MEKAANISET VIOITUKSET JA VARASTOTAUDIT	1
1.1. Kuoriviat	1
1.2. Maltoviat	1
1.3. Varastotaudit	3
2. PERUNAN VIOITTUMISALTTIUTEEN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT	4
2.1. Mukulan ominaisuudet	4
2.2. Lannoitus	5
2.3. Maalaji ja muokkaus	7
2.4. Riviväli ja penkin muoto	10
2.5. Siemen ja istutus	12
2.6. Hoitotyöt	14
2.7. Varsiston hävitys	15
3. PERUNANKORJUUKONEET	18
4. PERUNAN KAKSIVAIHEINEN KORJUU	20
5. PERUNAN VIOITTUMINEN KORJUUKONEESSA	23
5.1. Penkin nosto	23
5.2. Mullan seulonta	25
5.2.1. Seulaelevaattorin rakenne ja toiminta	26
5.2.2. Seulaelevaattorin säädöt	27
5.2.3. Seulontarullastot	31
5.3. Varrenerottelu	31
5.3.1. Varsirulla	32
5.3.2. Avoin varsimatto	33
5.3.3. Varsielevaattori	34

5.4. Kivien ja multakokkareiden erottelu	36
5.4.1. Kallistettu matto	36
5.4.2. Vaakasuora matto ja suiste	36
5.4.3. Erityismenetelmät	37
5.4.4. Käsinerottelu	37
5.5. Perunan siirto korjuukoneessa ja korjuukoneiden säiliöt	38
6. PERUNAN VIOITTUMISALTTIUDEN MITTAUS	41
6.1. Dynaamiset menetelmät	42
6.2. Staattiset menetelmät	46
7. YHTEENVETO VILJELY- JA KORJUUTEKNIIKAN VAIKUTUKSESTA MEKAANISIIN VIKOIHIN	48
<u>KENTTÄTUTKIMUKSET 1986-87</u>	
8. TUTKIMUSAINEISTO JA MENETELMÄT	51
8.1. Perunoiden vioittumisen määrittäminen	52
8.1.1. Kuoriutumisen	52
8.1.2. Mustelmoituminen	53
8.1.3. Kuoriutumisaluttius	53
8.2. Nostotappion määrittäminen	53
8.3. Seuloutumattoman multamäärän määrittäminen	54
8.4. Maan ominaisuuksien määrittäminen	54
8.4.1. Seuloutuvuus	54
8.4.2. Kosteus	54
8.4. Tutkimuksessa käytetyt korjuukoneet	55
8.5. Aineiston tilastollinen käsittely	56
9. TUTKIMUSTULOKSET	56
9.1. Kasvukauden 1986 sää	58
9.2. Kasvukauden 1987 sää	58
9.3. Kokeissa mukana olleet perunalajikkeet	60
9.4. Varsirullakokeet	62
9.5. Varsielevaattorikokeet	66
9.5.1. Vuoden 1986 kokeet	66
9.5.2. Vuoden 1987 kokeet	67

9.6. Seulaelevaattorikoe, Grimme LK 650	69
9.7. Seulaelevaattorikokeet, Teho-Juko	71
9.7.1. Seulaelevaattorin nopeus ja seulonnan tehostus sekä ajonopeus	71
9.7.2. Seulaelevaattorin nopeus ja tärytyskohta	74
9.7.3. Vertaileva säätökoe	75
9.8. Seulontatehokokeet	76
9.8.1. Seulalelevaattorin nopeus ja tärytyskohta	77
9.8.2. Seulaelevaattorin nopeus ja nousukulma	77
9.8.3. Seulaelevaattorin nopeus ja tärytyksen laajuus	78
9.9. Perunan vioittumisalttiuden mittaus kolhintakokeella	79
9.9.1. Näytteen säilytyslämpötilan ja säilytysajan vaikutus kolhintakokeen tulokseen	80
9.9.2. Näyteköön vaikutus kolhintakokeen tulokseen	81
9.9.3. Mukulakoon vaikutus kolhintakokeen tulokseen	82
10. TULOSTEN TARKASTELU	84
10.1. Yleistä	84
10.2. Varsirullakokeet	85
10.3. Varsielevaattorikokeet	85
10.4. Seulaelevaattorikokeet	87
10.5. Kolhintakoe	89
10.6. Korjuukoneiden kehittäminen	89
KIRJALLISUUS	91
LIITTEET	99

TIIVISTELMÄ

Tutkimus on osa maa- ja metsätalousministeriön rahoittamaa yhteistutkimusta, jonka tavoitteena on ruokaperunan laadun kehittäminen. Valtion maatalousteknologian tutkimuslaitoksen tutkimusalueena oli perunankorjuukoneen ajotavan ja säätöjen vaikutus nostotulokseen.

Tutkimukseen kuuluneet kenttäkokeet järjestettiin vuosina 1986 ja 1987 Perunantutkimuslaitoksella Lammilla. Keskeisimmät tutkimuskohteet olivat seulaelevaattorin ja varrenerotellun säädöt ja toiminta. Kokeet tehtiin Grimme LK 650 - ja Teho-Juko -korjuukoneilla. Kokeissa otettiin mm. kuoriutumista ja mustelmoitumisnäytteitä sekä seulantatehonäytteitä. Lisäksi joissakin kokeissa tutkittiin myös nostotappioita. Perunan kuoren kestävyuden määrittämiseen käytettiin vakioitua kolhintakoetta, joka tehtiin betoninsekoittimella.

Perunan tuleentumisen vaikutus vioittumisalttiuteen oli merkittävä. Tuleentumaton peruna vioittui herkästi ja eri säätöjen vaikutus vioittumiseen tuli selvästi esille. Tuleentunut peruna kesti melko kovakourastakin käsittelyä vioittumatta, ja tällöin eri säätöjen väliset erot jäivät pieniksi.

Väärin säädetyt varsirullan ohjainraudat saattavat aiheuttaa suuren nostotappion ja runsaasti vioittumia. Ohjainrautojen asentoa ja painotusta voi porrastaa ja hyvissä olosuhteissa voidaan osa ohjainraudoista nostaa kokonaan ylös.

Varsielevaattorin aiheuttama nostotappio ja perunoiden vioittuminen oli sitä runsaampaa mitä ylemmäksi perunat kulkeutuivat varsielevaattorilla. Vioittumista ja nostotappiota voitiin pienentää pitämällä varsielevaattorin kallistuskulma riittävän jyrkkänä ja seulaelevaattorin ja varsielevaattorin väli riittävän isona. Varsielevaattorin täryttäminen pienensi nostotappiota, mutta ei vioittanut perunoita. Varsissa tiukimmin kiinni olevat mukulat voidaan irrottaa varsijarrujen avulla, mutta koska jarrut myös aiheuttavat kuoriutumista, niiden tarpeetonta käyttöä tulee välttää.

Seulaelevaattorin seulontateho parani yleensä seulaelevaattorin nopeuden kasvaessa. Tärytyksen ja haittojen käyttö paransi seulontatehoa eniten silloin kun seulaelevaattorin nopeus oli pieni. Toisaalta ne aiheuttivat silloin myös eniten vioittumia. Tärytyksen ja etenkin haittojen tarpeetonta käyttöä tulisikin välttää. Nosto on hellävaraisinta silloin kun seulaelevaattorin nopeus on mahdollisimman pieni ja ajonopeus mahdollisimman suuri. Nostotraktorissa tulisi olla riittävästi perunannostoon sopivia vaihteita.

Betoninsekoittimella suoritettu kolhintakoe mittasi varsin hyvin perunoiden kestävyyttä korjuukoneen aiheuttamaa vioittumista vastaan. Kolhintakoetta käytettiin myös perunan kuorenkestävyyden kehittymisen seuraamiseen.

Tutkimus osoitti, että sekä maan että nostettavan perunan ominaisuudet saattavat vaihdella hyvinkin voimakkaasti saman lohkon sisällä. Korjuukoneen eri toimintoja tulisikin voida säätää helposti ajon aikana. Säädöt pitäisi pystyä tekemään itsenäisesti niin, että ne eivät vaikuta muihin säätökohteisiin.

SAMMANFATTNING

Denna undersökning är en del av en samundersökning, som var finansierad av jord- och skogsbruksministeriet. Undersökningen har syftat till att förbättra kvaliteten av matpotatis. Statens lantbruksteknologiska forskningsanstalt undersökte hur upptagarens körsätt och inställningar inverkar på skörderesultatet.

Fältförsöken pågick åren 1986 och 1987 vid Potatisforskningsanstalten i Lammi. Försöken gjordes med Grimme LK 650 - och Teho-Juko - potatisupptagare. De viktigaste forskningsobjekten var sållmattan och blastavskiljningen. Man undersökte bland annat flossighet och stötblåskador samt sållningseffekt och spill. Potatisens hanteringstålighet mättes med standardiserat stötprov, som gjordes med betongblandare.

Mognadsgraden inverkade betydligt på skadekänsligheten. Omoogen potatis skadades lätt och olika inställningars inverkan på skadorna kom tydligt fram. Mogen potatis tolererade ganska hårdhänt behandling utan att skadas och då var skillnader vid olika inställningar små.

Felinställda blaststyrare vid blastrullen kan förorsaka stort spill och en hel del mekaniska skador. Blaststyrarnas läge och belastning kan ställas in oberoende av varandra och om förhållanden är goda, kan en del av styrarna tas ur bruk.

Spillet och mängden av mekaniska skador förorsakade av blastelevatoren var desto större ju högre elevatoren förde knölarerna. Man kan minska spillet och skador genom att luta elevatoren tillräckligt och genom att öka sållmattans och blastelevatorns avstånd. Blastelevatorns skakning minskade spillet, men skadade inte knölarerna. Om potatisen inte lossnar från stolonerna, kan blastavstrykare används. Blastavstrykare förorsakar dock flossning, varför de borde används bara om det är nödvändigt.

Sållmattans sållningseffekt förbättrades när mattans hastighet ökade. Vid sambruk av skakning och jordklimpskrossare ökade sållningseffekten mest när sållmattans hastighet var låg. Men skadeförekomsten var då också störst. Därför borde man undvika onödig användning av skakare och särskilt jordklimpskrossar. Upptagningen är varsammast när sållmattans hastighet är så liten som möjligt och körhastigheten så stor som möjligt. Traktorn bör ha tillräckligt växlar som är lämpliga för potatisupptagning.

Med betongblandare gjort stötprov mätte ganska bra potatisens hanteringstålighet mot flossighet. Stötprov användes också för att bestämma utveckling av skalets hanteringstålighet.

Undersökningen visade att både jordens och potatisens egenskaper varierar starkt även på samma skifte. Olika arbetsorgan måste därför kunna regleras snabbt, steglöst och individuellt.

CONCLUSIONS

This study is part of a joint study, which was financed by the Ministry of Agriculture and Forestry. The aim of the study was to improve quality of table potatoes. The State Research Institute of Engineering in Agriculture and Forestry examined the influence of potato harvesters adjustments on the quality of the harvesting.

The fieldstudies were done in 1986 and 1987 in Lammi. Grimme LK 650 - and Teho-Juko - harvesters were used in the studies. The most important objects of the study were the operation and adjustments of the main web and haulm separation. For example peeling, blackspot, sieving efficiency and harvest losses were examined. The durability of potato skin against handling was measured with a standardized battering test by using a concrete mixer.

The degree of maturity of potatoes had a clear influence on the amount of peeling in the harvester. Unmatured potatoes peeled easily and the influence of various adjustments was clear. Matured potatoes were durable against even fairly rough treatment, and then the differences between various adjustments were small.

Mal-adjusted haulm roller guides can cause high harvest loss and a lot of injuries. The position and load of the guides can be staggered and in good conditions part of the guides can be taken out of use.

The harvest losses and injuries caused by haulm elevator increased when potatoes were carried up the elevator. Losses and injuries decreased when the haulm elevator angle was steep enough and when the distance between the main web and haulm elevator was long enough. Agitation of haulm elevator decreased harvest losses, but did not damage tubers. If tubers stick tightly to stalks, even the retaining fingers can be used but since they cause peeling, unnecessary use should be avoided.

Soil separation increased usually when the speed of main web increased. Use of agitation and clod breakers increased soil separation most when the speed of main web was low. On the other hand then they caused also a lot of injuries. Unnecessary use of agitation and above all clod breakers should be avoided. Potato damage can be reduced by slowing the main web speed and increasing the forward speed of the harvester. Tractor should have a good range of gears suitable for potato harvesting.

The battering test made with a concrete mixer did correspond quite well to the potato damages caused by the potato harvester. The mixer was also used to record the changes of the potato skin against damages.

The study shows that the properties of soil and tubers can vary strongly even in a small plot. That's why a potato harvester should be easy to adjust during harvesting. Adjustments should be able to be done independently so that they do not effect on other adjustments.

ESIPUHE

Vuonna 1985 käynnistyi maa- ja metsätalousministeriön rahoittama viisivuotinen yhteistutkimus nimeltään "Ruokaperunan laadun kehittäminen". Tutkimuksessa ovat mukana Helsingin yliopiston kasvinviljelytieteen laitos, Maatalouden tutkimuskeskuksen kasvinviljelyosasto, Perunantutkimuslaitos, Työtehoseura ja VAKOLA. VAKOLAn osuutena on ollut lähinnä selvittää korjuutekniikkaa sekä sen ja korjuukoneiden säätöjen vaikutusta nostotulokseen. Tutkimuskokonaisuuteen kuuluneen 2-vaiheisen perunankorjuun koetulokset julkaistaan erillisessä tutkimusselostuksessa.

Tutkimukseen liittyvät kenttäkokeet tehtiin syksyllä 1986 ja 1987 Perunantutkimuslaitoksella, Lammilla. Lisäksi tehtiin seulontatehokokeita kesällä 1987 VAKOLAssa.

Tutkimuksen tarkoituksena on ollut selvittää seulaeleვაატtorin ja varrenerottelun säätöjen vaikutusta perunankorjuukoneen toimintaan ja perunan vioittumiseen. Kokeissa on käytetty Teho-Juko ja Grimme LK 650 -korjuukoneita.

Timo Mattila suunniteli kenttäkokeet ja vastasi syksyn 1986 kokeiden käytännön toteutuksesta. Lisäksi hän on kirjoittanut tutkimukseen liittyvän kirjallisuustutkimusosan. Vuoden 1987 kenttäkokeista vastasi Vesa Virolainen, joka on myös koonnut tämän julkaisun. Perunantutkimuslaitoksen johtaja Paavo Kuisma on antanut asiantuntija-apua ja laitoksen henkilökunta on tehnyt vioittumisanalyysit. Tutkimuksen kenttäkokeissa ovat olleet lisäksi mukana tarkastaja Risto Sinisalo ja erikoisharjoittelija Mikko Oikarinen.

KIRJALLISUUSTUTKIMUS

1. PERUNAN MEKAANISET VIOITUKSET JA VARASTOTAUDIT

Perunan mekaaniset vioitukset voidaan jaotella pinta- eli kuorivikoihin ja maltovikoihin. Perunan maltoon ulottuvia vioittumia ovat haavat, ruhjeet, halkeamat, iskemät ja mustelmat (kuvio 1).

1.1. Kuoriviat

Peruna kuoriutuu runsaasti silloin kun se nostetaan tuleentumattomana. Tällöin kuori irtoaa helposti mukulan hankautuessa jotakin pintaa vasten. Kuoriutuminen sinänsä ei pilaa mukulaa eikä yleensä alenna sen käyttöarvoa, koska mukula kasvattaa kuoriutuneeseen kohtaan korkkikerroksen estämään veden liiallista haihtumista. Vettä saattaa kuitenkin haihtua runsaasti ennen korkkikerroksen muodostumista ja vioittunut kohta ruumentaa mukulan ulkonäköä. Varastotaudit voivat kuoriutuneen kohdan kautta helposti tarttua mukulaan (LAMPE 1959, s. 13-17, SEPPÄNEN 1968, DE HAAN 1981, MUSTONEN 1986 ym.). Myös matalat viillot ja haavat lasketaan yleensä kuorivioiksi silloin kun ne voidaan poistaa normaalissa kuorinnassa.

1.2. Maltoviat

Haavan tai leikkautuman voi aiheuttaa jokin terävä esine, esim. nostovannas tai sivuleikkuri. Mukulan ominaisuudet eivät niinkään vaikuta näihin vioittumiin, vaan esimerkiksi mukulan sijainti penkissä. Selvän leikkautuman saanut peruna on helppo poistaa lajittelun yhteydessä. SZEPTYCKIN (1981) mukaan useat tutkimuslaitokset laskevat matalamman kuin 1,7 mm haavan saaneet mukulat vioittumattomiksi.

Tylpän esineen isku voi aiheuttaa ruhjeen. Tällöin mukulan kuori ja mallon solukko rikkoutuvat. Ruhje ei välttämättä näy kovin selvästi. Vamma korkkiutuu kuitenkin hitaasti ja mukula voi menettää sen kautta paljon vettä. Varastotaudit

leviävät mukulaan erittäin helposti ruhjeiden kautta (LAMPE 1959, s. 17).

Halkeama syntyy yleensä mukulan pudotessa korkealta kovalle alustalle. Iskusta soluvälit repeävät ja mukulaan syntyy syviä halkeamia, jotka ovat kuitenkin usein vaikeasti havaittavissa (LAMPE 1959, s. 15-17, MUSTONEN 1986).

Voimakkaasta iskusta saattaa syntyä myös ns. iskemä, jossa mukulan sisällä rikkoutuu solukkoa. Mallossa vioittuma on usein hyvin selvä ja rajautunut, kun taas ulkopinnassa ei ole lainkaan vaurioita (HUGHES 1980).

Mustelma on kuoren alla tai syvemmillä oleva vioittunut kohta, joka on värjäytynyt tumman siniseksi tai mustaksi. Mustelma ei yleensä näy mukulan pinnassa ja se syntyy muutaman päivän kuluessa solukalvon rikkoutumisesta, kun tyrosiini-niminen fenoli-yhdiste hapettuu fenolaasientsyymillä tummaksi melaniini-pigmentiksi (HUGHES 1980).

TAPAHTUMA				MUKULAN OMINAISUUS
ISKU				
MUODONMUUTOS		HANKAUMA		MUKULAN KOVUUS
KUORI SÄILYY EIJÄNÄ *	*	KUORI RIKKOU- TUU *	KUORI RIKKOU- TUU JA IRTOAA	KUOREN KOVUUS JA KIINNITTYNEISYYS
*	*	*	*	MALLON KOVUUS
SOLUKALVOT RIKKOUTUVAT	SOLUSEINÄ RIKKOUTUU	SOLUSEINÄ RIKKOUTUU	*	TÄRKKELYKSEN OMINAISUUDET
*	*	*	*	TYROSIINI FENOLAASI
MUSTELMOI- TUMINEN	SISÄINEN RIKKOUTUMA, ISKEMÄ	RUHJE, HAAVA	KUORIUTUMINEN	
MALTOVIAT			KUORIVIAT	

Kuvio 1. Mukulan ominaisuuksien vaikutus iskun aiheuttamaan vioittumiseen (HUGHES 1980).

Lievästi vioittunut mukula voi olla käyttökelpoinen, jos se ei ole menettänyt liikaa kosteutta eikä ole nahistunut eikä varastotaudin pilaama. Ruokaperuna-asetuksen (ANON 1984) mukaan mukula katsotaan kelpaamattomaksi, jos siinä on "vioittuma, jonka poistaminen suoralla leikkauksella yksinään tai yhdessä muiden samalla tavalla poistettavien vioittumien kanssa aiheuttaa yli 10 % hävikin perunan painosta". Tämä koskee mekaanista vioittumaa ja kuivaa mätää. Märkkää mätää perunassa ei saa olla.

Perunan nostossa ja käsittelyssä syntyvät mekaaniset vioitukset ovat usein yleisin ja pahin ruokateollisuusperunan laatuvirhe (AHVENNIEMI 1986). Perunan sisäiset vioittumat voivat aiheuttaa perunan tai siitä tehdyn lopputuotteen hylkäämisen, mutta edeltäkäs in tapahtuvassa lajittelussa vioitusta on usein mahdoton havaita.

1.3. Varastotaudit

Mekaanisten vioitusten merkitys on vähäinen heti käyttöön menevässä ruokaperunassa. Lyhytaikainenkin varastointi tuo vioitusten vaikutukset selvemmin esille. Mukulan kuorivioitusten suurin haitta on varastotautien leviämisen helpottuminen. DE HAANin (1981) mukaan pienikin kuorivioittuma mahdollistaa varastotaudin leviämisen. HAMPSONin (1980) kokeissa varastotaudit pääsivät ruhjeista mukulaan helpommin kuin leikkautumasta, johon korkkikerros muodostui nopeasti.

Suomessa merkittävimmät varastotaudit ovat kuivamätä ja phoma-mätä. Kuivamädän aiheuttavia Fusarium-sieniä tunnetaan yli kymmenen, joista meillä yleisimpiä ovat F. solani, F. solani v. coeruleum, F. avenaceum ja F. sulphurum. Phoma-mädän aiheuttavat yleisimmin sienet Phoma exigua v. foveata ja P. exigua v. exigua. Mukulat saavat tartunnan saastuneesta maasta tai koneista. Mikäli perunan pinta ei ole rikkoutunut, ei tartuntakaan ole mahdollinen. Varastotautina esiintyy myös Erwinia carotovora v. carotovora -bakteerien aiheuttamaa märkämätää ja E. carotovora v. atroseptican aiheuttamaa tyvimätää (SEPPÄNEN 1979).

Vioittuneen mukulan käyttökelpoisuutta alentavat varsinaisen mekaanisen tai tautivioituksen lisäksi myös mukulassa syntyvät stressiaineenvaihduntatuotteet. Vioittumat aiheuttavat perunassa glykoalkaloidien, mm. solaniinin muodostumista. Lisäksi mm. Fusarium-sieni muodostaa toksineja, jotka leviävät tautikohdasta terveeseen solukkoon (SVENSSON 1987).

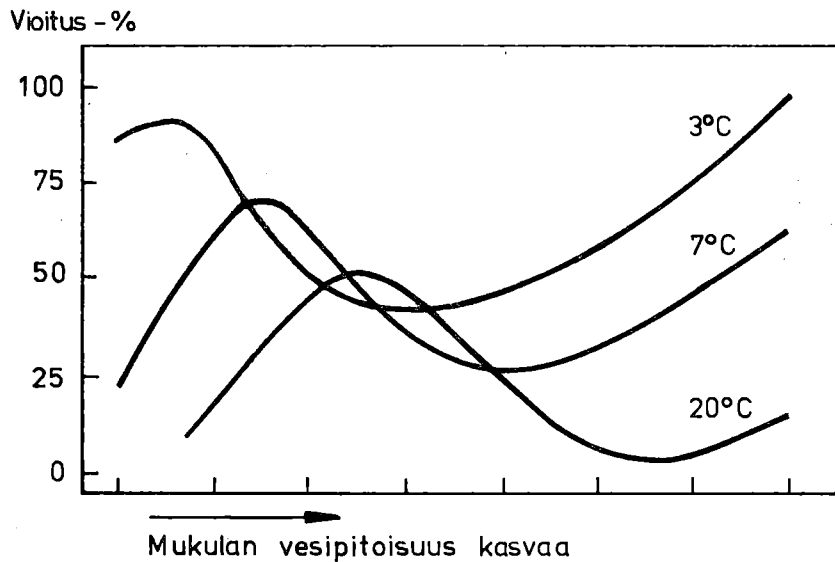
2. PERUNAN VIOITTUMISALTTIUTEEN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT

2.1. Mukulan ominaisuudet

Mukulun koko ja muoto vaikuttavat sen vioittumisalttiuteen. Pudotessa mukulan massa vaikuttaa sen liike-energiaan ja näin mukulaan kohdistuvan iskun voimakkuuteen. Suurikokoiset mukulat ovatkin pieniä mukuloita alttiimpia vioittumaan (SEPPÄNEN 1972). Pitkänomaiset ja epämuotoiset vioittuvat pyöreitä useammin (COMBRINK ja BRINSLÖD 1976). Toisaalta on myös esitetty, että eri painoisten tai eri muotoisten mukuloiden vioittumisalttiudessa ei kuitenkaan ole eroja (LAMPE 1959, s. 64).

Mukulun kuoren paksuus on lajikeominaisuus, mutta siihen vaikuttavat myös kasvuolot. GEHSE (1970, s. 61) mittasi syksyllä perunan korjuun jälkeen perunan kuoren, ts. korkkikerroksen paksuutta. Bintje-lajikkeen kuoressa oli 5 - 8 solukerrosta, joiden yhteinen paksuus vaihteli välillä 97 - 130 μm . Korkkikerroksen paksuus ei GEHSEN (1970) mukaan kuitenkaan vaikuttanut perunan käsittelynkestävyyteen. Toisaalta VARIS (1974) esittää, että perunan tuleentuessa sen kuoren käsittelynkestävyys lisääntyy.

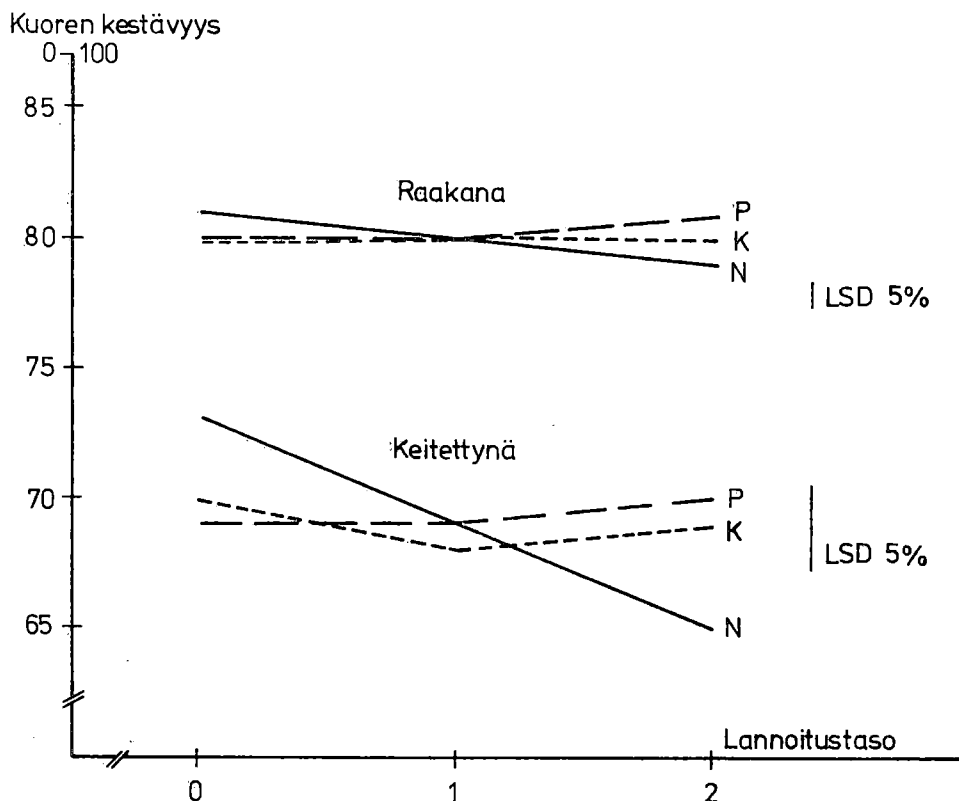
SMITTLE ym. (1974) ja HUGHES (1980) totesivat, että paljon vettä sisältävä mukula on altis ruhjevioituksille, ja vähän vettä sisältävä mukula mustelmoituu helposti. Mukulan vesipitoisuuden vaihtelun vaikutuksella vioittumisalttiuteen on kuitenkin merkitystä vain saman lajikkeen mukuloita keskenään verrattaessa (kuvio 2).



Kuvio 2. Mukulan vesipitoisuuden ja nostolämpötilan vaikutus mekaanisten vioitusten määrään (SMITTLE ym. 1974).

2.2. Lannoitus

Typpilannoituksen lisäys suurentaa perunan mukulapainoa (HUNNIUS 1969). VARIKSEN (1973 a) mukaan runsas typpilannoitus heikentää mukulan kuorta (kuvio 3). Koska suuret mukulat yleensä vioittuvat pieniä helpommin, voivat tekijät, jotka lisäävät mukulapainoa, myös lisätä perunan vioittumista (HUGHES 1974). Yksipuolinen typen lisäys myöhästyttää perunan tuleentumista (DAMBROTH 1967, s. 66-67). Jos peruna joudutaan nostamaan tuleentumattomana lisää se entisestään nostossa tapahtuvaa vioittumista. Yksipuolinen typen lisäys lisäsiikin perunan vioittumista DAMBROTHin (1967, s. 66-67) ja SPECHTin (1966, s. 22) kokeissa, mutta kun fosforilannoitusta lisättiin samanaikaisesti typen kanssa, vioittumisen lisääntymistä ei näissä kokeissa havaittu. Jos mukulakoon suurentumista ei oteta huomioon, HUNNIUKSEN ym. (1972) kokeissa typen lisäys 0:sta 120 kg/ha:een ei lisännyt perunan vioittumisalttiutta. ROGERS-LEWISin (1980) mukaan typpilannoituksen lisäys ei sinänsä lisää ainakaan perunan mustelmoitumista.

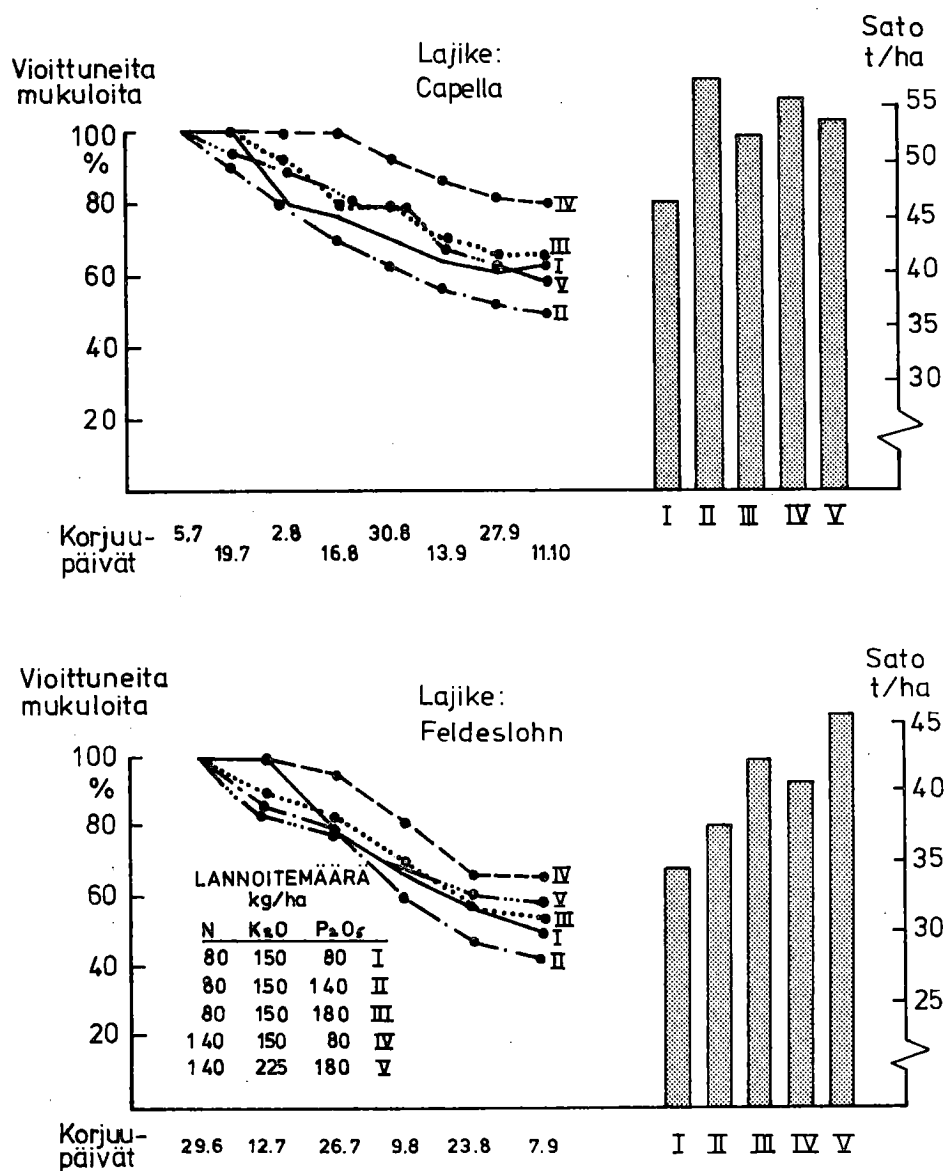


Kuvio 3. NPK-lannoituksen vaikutus mukuloiden kuoren kestävyteen. 0 = kuori kokonaan rikki, 100 = kuori ehjä. LSD = pienin tilastollisesti merkitsevä ero (VARIS 1973 a).

Fosforilannoituksen lisäys vähentää perunan vioittumista nostossa (DAMBROTH 1967, s. 86-89, VARIS 1973 a). Tähän vaikuttaa runsaan fosforilannoituksen tuleentumista nopeuttava vaikutus (BACHTHALER ja HUNNIUS 1971). PÄTZOLDin ja DAMBROTHin (1970) mukaan fosforilannoituksen edullinen vaikutus tulee esiin selvimmin varhaisessa nostossa (kuvio 4). Lisäksi jos tyypeä käytetään runsaasti, fosforin vaikutus on selvempi (vertaa edellinen kpl). Fosfori vahvistaa myös mukulan kuorta (BACHTHALER ja HUNNIUS 1971, VARIS 1973 a).

Kalilannoituksen lisäys vähentää ainakin joidenkin lajikkeiden mustelmoitumista (ROGERS-LEWIS 1980). DAMBROTHin (1967) kokeissa runsas kalilannoitus vähensi mekaanisia vioittumia. Kalin lisäys vähentää HUGHESin ym. (1975) mukaan solukon rikoutumisalttiutta. VARIKSEN (1973 a) kokeissa kalilannoitus

ei vaikuttanut mukulakokoon eikä kuoren kestävyyteen (kuvio 3).



Kuvio 4. Eri tavoilla lannoitetun perunan vioittuminen eri korjuukertoina (DAMBROTH 1967, s. 91).

2.3. Maalaji ja muokkaus

Maalaji, maan ravinnetila ja kosteus vaikuttavat perunan mukulan ominaisuuksiin ja sitä kautta vioittumisalttiuteen. Nostossa tapahtuvaan vioittumiseen vaikuttavat oleellisesti myös maan "mekaaniset" ominaisuudet kuten koneeseen nousevien

kivien ja kokkareiden määrä sekä maan seuloutuvuus. Seuloutuvuuteen vaikuttaa suuresti säätila ennen korjuuta. Kokkareiden määrään vaikuttaa myös istutusalueen muokkaus ja kasvuston hoitotyöt.

Kokkareet ovat perunanviljelyn ongelma monissa maissa. CAMPBELLin (1982) mukaan kokkareiden muodostuminen on perunanviljelyn haittana monilla alueilla Isossa Britanniassa. Näillä alueilla perunanviljelyn koneellistaminen on ollut vaikeampaa ja perunan viljely onkin osaksi siirtynyt sopivammille alueille. Vastaavista ongelmista Saksan Demokraattisessa Tasavallassa mainitsevat ZÄNKER ja KÜMPEL (1975). Suomessa ei ole tutkittu kokkareiden aiheuttamia ongelmia.

Peruna vaatii varsin syvän muokkauksen, muokkaussyvyudeksi suositellaan 12 - 20 cm. Suomessa ja Ruotsissa muokkaussyvyyden ohjearvoiksi annetaan 15 - 20 cm. (esim. KÄRHEIM 1983, MUSTONEN 1985). Kevätmuokkausta edeltää yleensä huolellinen syyskyntö (tai seuloutuvilla mailla kevätkyntö). Liian märän maan istutusmuokkaus aiheuttaa kokkareiden muodostumista (SCHOLZ 1971 a, 1974).

SCHOLZ (1971 a) pitää tärkeänä, että muokkausajokertoja on mahdollisimman vähän, jolloin välttyään turhalta kokkareiden muodostumiselta. Olisi lisäksi muokattava istutussuuntaan, koska istutussuuntaan nähden poikittain tehty muokkaus aiheuttaa istutussyvyyden vaihtelua, jolloin syvimmällä olevien mukuloiden sijainti vaihtelee. Korjuukoneen vannas on tällöin säädettävä syvimmällä olevien mukuloiden mukaan, mikä lisää koneeseen tulevaa multamäärää.

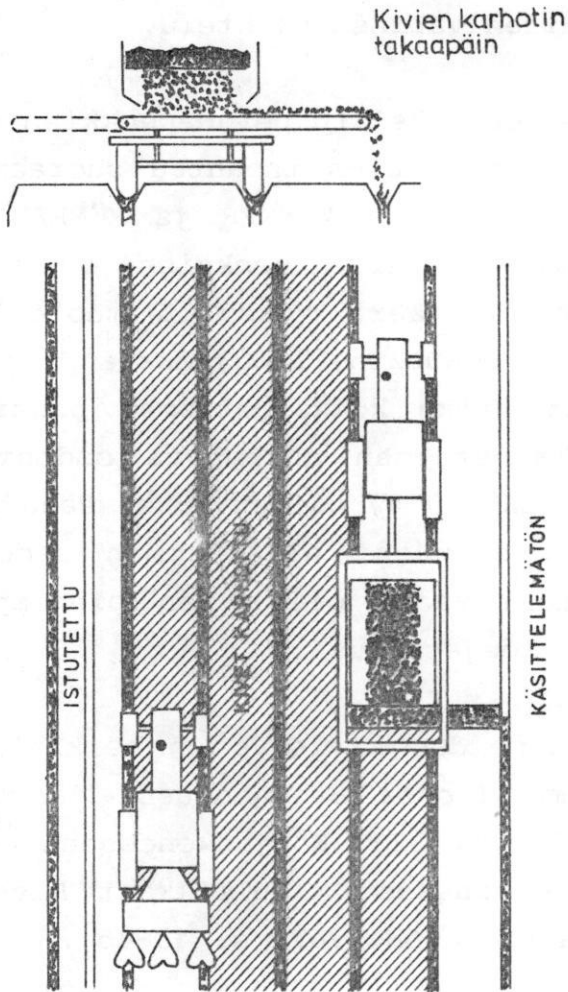
Ulkomaisten muokkauksoikeiden tulokset eivät välttämättä ole käyttökelpoisia Suomen oloissa. Ulkomailla on saatu hyviä kokemuksia vaakatasojyrsimestä (SCHOLZ 1974, 1980). CAMPBELL (1982) vertaili jousiäkeen, kelajyrsimen ja heilurijyrsimen muokkausjälkeä. Kokkareiden määrässä ei ollut eroja eri menetelmien välillä, mutta muokkauskerroksessa muokkauksen jälkeen olleista kokkareista oli vain neljäsosa jäljellä nostoaikana. Sekä FRENCH ja BLAKE (1965) että CAMPBELL (1982)

totesivat, että muokkauskokeiden koejäsenten sisäinen vaihtelu oli suurempi kuin koneiden välinen vaihtelu.

Kokkareiden vähentämiseksi on kokeiltu perunapenkkiä muotoilemista jo syksyllä, jolloin istutus tapahtuu suoraan penkeihin ilman edeltävää muokkausta. ZÄNKER ja KÜMPEL (1975) totesivat, että keväällä muotoilluissa penkeissä oli nostoaikaan kaksinkertainen kokkare määrä syksyllä muotoiltuihin penkeihin verrattuna. Myös SCHOLZIN (1980) mukaan tätä menetelmää soveltaen saadaan melko kokkareettomat penkit eikä sato eroa tavanomaisen menetelmän antamasta sadosta. Sen sijaan HUNNIUS ja BACHTHALER (1974) saivat kokeessaan syksyllä muotoillusta penkistä selvästi alhaisemman sadon eikä kokkareiden ja vioittumien määrä ollut sen pienempi kuin keväällä muokatuissakaan koejäsenissä.

Perunanviljelyyn sopivien maiden kivisyys on merkittävä ongelma monissa maissa, mm. Isossa Britanniassa ja Norjassa (STATHAM 1975, AUSTBØ 1983, s. 32). Korjuukoneeseen nousseet kivet vioittavat perunaa runsaasti. Kulmikkaat kivet ovat pyöreitä kovakouraisempia (LARSSON 1967, s. 43-46).

McRAEN (1980) mukaan useissa Euroopan maissa käytetään menetelmää, jossa kivet karhotaan perunavakojen väliin (kuvio 5). Menetelmä on hyvin kivisillä mailla yleisempi kuin kivien murskaus tai tavanomainen poiskuljetus. Ruotsissa tutkittiin yllä mainittua menetelmää jo 1970-luvulla. Muokattuun peltoon tehtiin tavallisten perunapenkkiä kaltaiset penkit, joista kaksirivisellä seulaelevaattorikoneella seulottiin kivet vakojen väliin. Tämän jälkeen istutettiin peruna. Menetelmä toimi hyvin maan ollessa kuivaa ja hyvin seuloutuvaa. Lohkolla, josta kivet oli karhottu, perunan vioittuminen nostossa oli selvästi vähäisempää kuin karhoamattomalla lohkolle (LARSSON ja JONSSON 1978).



Kuvio 5. Kaavakuva kivien karhoamismenetelmästä (ANDERSSON 1982).

2.4. Riviväli ja penkin muoto

Suomessa yleisimmin käytetty riviväli on nykyään 75 cm. SCHOLZin (1971 b) mukaan useissa Euroopan maissa 75 cm riviväli tuli käyttöön 1960-luvulla entisen 62,5 cm rivivälin sijasta. Leveämpi riviväli mahdollisesti suurempien traktorien käytön. Yhdysvalloissa ja Englannissa on jo kauan käytetty 80 - 90 cm:n riviväliä (BREDT 1981).

Perunan sato on yleensä suurempi tiheissä kuin harvoissa kasvustoissa. Mikäli istutusetiäisyyttä rivissä ei muuteta, vähentää rivivälin suurentaminen hieman satoa. Harvassa kas-

vustossa myös mukulakoko on suurempi kuin tiheässä. Perunan rivivälin kasvattaminen 75 cm:stä 90 cm:iin vaikuttaa perunan kasvuun suhteelliseen vähän, eikä yleensä edellytä istutusvälin pienentämistä (ANON 1985, s. 112-115). Myös BREDTin mukaan perunakasvusto mukautuu suurempaan riviväliin ja vasta yli 80 cm:in riviväli johtaa sadon alenemiseen kapeampaan riviväliin verrattuna.

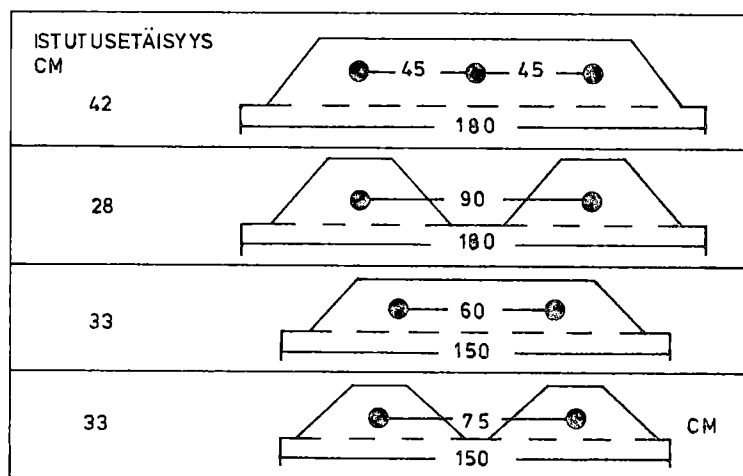
JARVIS (1972) vertasi 76 ja 91 cm:n rivivälejä. Rivivälin vaikutus satoon oli vähäinen, mutta leveästä penkistä nousi selvästi vähemmän kokkareita ja myös perunan vioittuminen jäi nostossa vähäisemmäksi kuin kapean penkin nostossa.

Traktorilla perunavaossa ajaminen synnyttää pyöränjalkeen kokkareita. BÖHMIGin ym. (1968) mukaan ajovaon alla maan tiiviys estää juurten kasvua ja johtaa sadon vähenemiseen vierisissä penkeissä. FURRER (1971) havaitsi sadon olevan 5-10 % muita penkkejä pienemmän penkeissä, joita ruiskutustraktorin pyörä oli sivunnut 3 - 6 kertaa.

Rivivälin leventäminen vähentää hoitotyön aiheuttamaa tallautumista. Nostotyössä tapahtuva penkin tallautuminen on vähentynyt sitä mukaa kuin sivulta nostavat korjuukoneet ovat yleistyneet. SPECHTin (1977) sekä GALLin ja PETERSENin (1981) mukaan penkkien välissä ajettaessa renkaan leveys saisi olla korkeintaan noin 30 cm (11").

Perunalle optimaalisen kasvutilan ja kosteusolojen saavuttamiseksi on kokeiltu viljelyä leveässä penkissä, jossa on rinnakkain useampi perunarivi (kuvio 6). Tämä monirivipenkkimenetelmä mahdollistaa suurien traktoreiden käytön (raideväli 180 cm), mutta vaatii leveäelevaattorisen korjuukoneen. Korjuukoneeseen nousee noin 50 % enemmän multaa kuin tavallisessa menetelmässä. Runsas multamäärä tekee noston hellävaraisemmaksi hyvin seuloutuvilla mailla, jollaisille menetelmän myös katsotaan parhaiten soveltuvan. Sato on yleensä hieman pienempi, mutta laatu parempi kuin perinteisellä yksirivipenkkimenetelmällä tuotetun perunan (SCHOLZ 1987, BRÜGGER-MEIER 1987). Perunantutkimuslaitoksen kokeessa kaksirivinen, 90 cm leveä penkki tuotti yhtä hyvän sadon kuin tavallinen

penkki ja nosto sujui tavallisella korjuukoneella (ANON 1985, s. 108-110).



Kuvio 6. Penkin koko yksirivi- ja monirivipenkkiviljelyssä 180:nen ja 150 cm:n raidevälejä käytettäessä. Istustiheys 40 000 mukulaa/ha (SCHOLZ 1987).

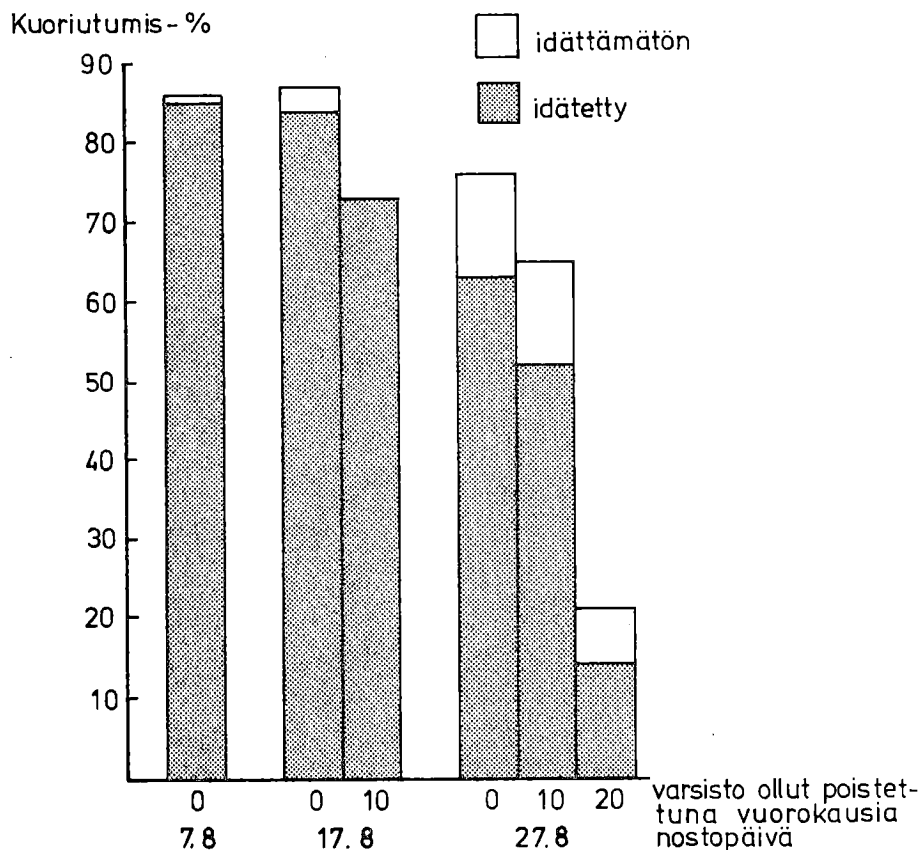
Ajourien käyttöä myös perunanviljelyssä on kokeiltu varsinkin Itä-Euroopassa. Tällöin traktorin pyörille varataan leveämmät rivivälit. Menetelmät perustuvat yleensä kuusirivisen istutuskoneen ja kaksirivisen nostokoneen käyttöön (Gall, ref. PETERS 1982, s. 38-39). Ajouria on tutkinut myös sveitsiläinen FURRER (1971). Menetelmät eivät kuitenkaan ole yleistyneet.

2.5. Siemen ja istutus

Siemenperunan idätys lisää sen fysiologista ikää, jolloin perunan kasvu ja sadonmuodostus nopeutuu. Tällöin peruna myös tuleentuu nopeammin ja se voidaan usein nostaa tuleentuneempana tai aikaisemmin kuin idättämättömällä siemenellä istutettu. Suomen oloissa on tarpeellista idättää ainakin myöhäiset lajikkeet (ANON 1985, KUISMA 1985, VARIS 1985).

VARIKSEN (1973 b) kokeissa idätys nopeutti perunan kasvurytmiä mutta heikensi aikaisen Barima-lajikkeen lopullista sadontuotoskykyä. Myöhäisemmän Amyla-lajikkeen satoa idätys lisäsi nostoajasta riippumatta. Perunantutkimuslaitoksella tehdyissä kokeissa Bintje-lajike ei hyötynyt idätyksestä, kun sato nostettiin tuleentuneena. Sen sijaan Saturna-lajikkeen syysnostossa viritysidätetyt (1 viikko yli +15 °C lämpötilassa) koejäsenet antoivat 7 % ja kunnolla valoidätetyt (4 viikkoa) 24 % suuremman sadon kuin idättämättömät koejäsenet (ANON 1985, s. 102-108).

RAHKON (1980) kokeessa Rekord-lajikkeella idätys lisäsi satoa varsinkin kun perunat korjattiin aikaisin. Idätetyn siemenen tuottama peruna kuoriutui myöhäisessä nostossa merkitsevästi vähemmän kuin idättämättömän siemenen tuottama peruna (kuvio 7). Maltovikojen määrään idätys ei vaikuttanut. Idätetty siemen tuotti suurimmat vioittumattomat sadot ja kokonaissadot. Kasvusto ei kuitenkaan vielä ehtinyt tuleentua myöhäiseen nostoon mennessä.



Kuvio 7. Varsiston poiston ja siemenen idätyksen vaikutus perunan kuoriutumiseen nostossa (RAHKO 1980, s. 66).

1960-luvulta lähtien peruna on istutettu yhä yleisemmin automaattisilla istutuskoneilla. Koska suurien perunamäärien idättäminen on hankalaa ja varsinkin vanhemmat automaattiset istutuskoneet katkovat ituja runsaasti, idätetyn perunan käytöstä on usein luovuttu tai perunoita idätetään vain 1 - 2 viikkoa.

Yleisimmissä automaatti-istutuskoneissa käytetään kuppielevaattoreita. Itujen vioittumisen välttämiseksi koneissa on vain muutama mukula kerrallaan syvennyksessä, josta kuppielevaattori poimii perunat. Erityyppiset kumihihna-istutuskoneet ovat kuppielevaattorikoneita hellävaraisempia, mutta niiden istutustarkkuus on huonompi (SPIESS ja HEUSSER 1986).

SPECHTin (1979) mukaan perunasato ei vielä alene, jos varhaisperunaa istutettaessa iduista ei katkea enempää kuin 15 %. Myöhäistä perunaa istutettaessa voi 25 % iduista katketa sadon pienenemättä. SVENSSONin ym. (1969) mukaan iduista voi katketa jopa 50 % eikä sekään vielä vaikuta satoon.

VAKOLAN tutkimuksissa Eho 240 istutuskone katkoi tai murskasi keskimäärin 39,5 % iduista ja Eho 242 23,4 %. Kokeessa käytetyn Saturna-perunan idut rikkoutuivat sitä runsaammin mitä nopeammin koneella istutettiin. Lisäksi noin 14 % iduista vaurioitui istutuskoneen säiliötä täytettäessä. Mukuloista 0,34 - 1,13 % sai pintavikoja tai ruhjeita istutuksissa (KARA ja HEIKKILÄ 1982).

2.6. Hoitotyöt

Perunakasvuston rikkaruohot on pidettävä kurissa joko mekaanisesti tai kemiallisesti, sillä runsas rikkaruohokasvusto alentaa satoa ja vaikeuttaa perunan korjuuta (LARSSON 1967, s. 36 ja SPECHT 1977). Perunapenkit on myös muotoiltava kehittyvälle perunasadolle riittävän tilaviksi. Sopiva penkin poikkileikkauspinta-ala on 650 - 700 cm² ja korkeus 20 cm (KUISMA 1984). Rikkaruohontorjuntaan käytettävien rivijyrsin-ten kokkareita vähentävästä vaikutuksesta on myönteisiä kokemuksia (CAMPBELL 1982). Irla (Ref. PETERS 1982, s. 89-90) ei

kuitenkaan havainnut rivijyrsimen käytön vähentävän kokkareita.

Sadetus suurentaa perunan satoa ja mukulakokoa. Lisäksi se parantaa sadon laatua, koska rupisten ja epämuotoisten mukuloiden osuus vähenee (LANNETTA 1972). WELLINGSin (1972) mukaan sadetus lisää suurten mukuloiden osuutta ja mahdollistaa suuremman typpilannoituksen käytön. BJÖRLINGin (1979) kokeissa sadetus ei vaikuttanut perunan vioittumiseen nostossa, kun tyypeä oli annettu 0 tai 100 kg/ha. Jos tyypeä oli levitetty 200 tai 300 kg/ha, sadetus vähensi hieman nostovioituksia.

2.7. Varsiston hävitys

Varsiston hävityksen tavoitteet ovat SEPPÄSEN (1980) mukaan mukulakoon säätely, mukuloiden suojeleminen rutolta, mukulan kuoren vahvistaminen, Phoma- ja Fusarium -mätien torjunta, virustautien leviämisen ehkäisy ja perunan noston helpottaminen.

DAMBROTHin (1967, s. 97-100) mukaan varsiston hävittäminen kaksi viikkoa ennen nostoa vähensi perunoiden vioittumista n. 20 %. VARIKSEN (1974) kokeessa Realta-peruna nostettiin 18, 27 ja 36 päivää varsiston hävityksen jälkeen. Pintavikoja oli ensimmäisessä ja toisessa nostossa ja maltovikoja kaikissa nostoissa vähemmän koejäsenissä, joista varsisto oli hävitetty. Varsien poisto ei vaikuttanut mustelmien määrään.

RAHKO (1980) totesi kuoren vahvistuvan suhteellisen hitaasti varsien tuhoamisen jälkeen. Vasta 20 päivää varsiston hävityksen ja noston välissä oli riittävä aika vähentämään selvästi kuoriutumista (kuvio 7). Sen sijaan jo 10 päivää ennen nostoa tapahtunut varsiston hävitys vähensi selvästi malto-
violetusten määrää. Varsiston hävitys alensi selvästi satoa.

Myös Perunantutkimuslaitoksen kokeessa varsiston hävitys vähensi nostovioituksia, vaikka perunat nostettiin hellävaraisella korjuukoneella. Jos varret hävitettiin aikaisin, jäivät sato ja mukulakoko pieneksi ja tärkkelyspitoisuus alhaiseksi.

Varret olisi kuitenkin tuhottava ajoissa, sillä alle 10 °C:een lämpötilassa mukulan kuori ei juuri vahvistu. Toisaalta varsiston hävityksen ja noston välinen aika ei saisi olla pidempi kuin 2 - 3 viikkoa, sillä tällöin Phoma-mädän ja bakteeritautien leviämiskaava suurenee. Sopiva varsiston hävitysaika kokeen perusteella on silloin, kun varsisto on jonkin verran alkanut tuleentua (PIETILÄ 1986).

Perunan varsisto voidaan hävittää murskaamalla, kemiallisesti tai nyhtämällä. Varsisto voidaan myös ensin murskata ja sen jälkeen hävittää se lopullisesti pientä hävityskemikaalimäärää käyttäen (SCHOLZ 1978, PIETILÄ 1986). Myös kasvuston hävittämistä lämpökäsittelyllä on kokeiltu (WERKHOVEN ja LEEUW 1974). Eri menetelmien etuja ja haittoja on esitelty taulukossa 1.

Varret voidaan murskata joko vaakasuunnassa tai pystysuunnassa pyörivillä murskaimilla. Vaakasuuntamurskauksessa käytetään joko ketjuja tai korjuukoneeseen kiinnitettävissä varsisilppureissa kiinteitä teriä. Pystysuunnassa leikkaavan kelamurskaimen akseliin on kiinnitetty joko leikkaavia teriä tai ketjuja. Terät ovat eri pituisia penkin muodon mukaan, joten kelamurskain katkoo varsia myös penkkien välistä. Kelamurskaimet vaativat tarkat rivivälit - murskaimen työleveyden tulisi olla sama kuin istutus- ja multauskoneiden työleveydet (SCHOLZ 1978).

Kemialliseen hävitykseen käytetään Suomessa yksinomaan Reglonea. Hävitys tehdään joko kertaruiskutuksena tai rehevässä kasvustossa kahteen kertaan ruiskuttamalla (SEPPÄNEN 1985).

Varsien nyhtämiseen tarvittavia koneita ei Suomessa ole kokeiltu. Menetelmässä käytetään yleensä traktorin edessä olevaa varrenmurskainta ja varsinainen nyhtämiskone on kiinnitetty traktorin taakse. Nyhtämiskoneessa on hihnat tai kumipallot, joiden väliin varsi puristetaan ja nykäistään irti (SCHOLZ 1978). Nyhtämistä on kokeiltu myös korjuukoneeseen yhdistettynä (AUSTBØ 1983, s. 15-17).

Taulukko 1. Varsien hävitysmenetelmien edut, +, ja haitat, -.

Murskaus	Kemiallinen menetelmä	Nyhtäminen
+ Ei vaaraa mukuloiden sisäisistä vioittumista, vaikka kasvusto kärsisi-kin kuivuudesta	+ Kasvustossa liikkuminen vähäistä, tallaus ja tautien leviäminen vähäistä (5)	+ Pysäyttää mukuloiden kasvun varmasti (5)
+ Ei torjunta-ainekustannusta	+ Nopea menetelmä	+ Vähentää tautien leviämistä (5)
- Kasvusto ei tuhoutu täydellisesti - runsas uudelleenkasvu (5)	- Kuivuudesta kärsivän kasvuston ruiskutus voi aiheuttaa torjunta-ainevioituksia (4)	- Mukulat saattavat nousta pintaan tai vioittua (1)(3)
- Ei sovi ruttoisten, viroottisten tai tyvimäntäisten kasvustojen hävittämiseen, koska taudinaiheuttajat pääsevät leviämään tehokkaasti (5)	-Runsas kasvusto vaatii kaksi ajokertaa (4)	- Erikoiskoneita vaativa hidas menetelmä
- Vaatii erikoiskoneet, nykyisten koneiden laatu on vaihteleva	- Phoma-mädän leviämiskaava on suuri, jos noston ja varsien hävityksen välillä on pitkä aika (2)(5)	
- Saattaa nostaa mukuloita pintaan (5)		

- Lähteet:
1. BOUMAN 1978
 2. SEPPÄNEN 1980
 3. IRLA ja HEUSSER 1984
 4. SEPPÄNEN 1985
 5. PIETILÄ 1986

3. PERUNANKORJUUKONEET

Suurin osa teollisuusmaiden perunasadosta korjataan korjuukoneilla. Länsi-Euroopassa korjuukone yleensä korjaa perunan avaamattomasta penkistä joko koneen säiliöön tai suoraan perävaunuun. Korjuukoneen vannas nostaa perunapenkin ns. seulaelevaattorille, jolla multa seuloutuu perunoista pudoten takaisin maahan. Korjuukone erottelee irtomullan lisäksi perunoista myös varret ja osan kivistä ja kokkareista. Erottelukoneistoja on eri tyyppisiä ja ne vaativat yleensä täydennykseksi käsinerottelun. Paitsi säiliöön tai vieressä kulkevaan perävaunuun, kone voi nostaa perunat myös suoraan varastolaitikoihin.

Korjuukoneet nostavat kerrallaan yhden tai useamman perunarivin. Useimmat korjuukoneet ovat hinattavia. Pienet korjuukoneet voivat olla myös traktorin nostolaitteisiin kiinnitettäviä. Useampaa kuin yhtä riviä nostavat koneet voivat olla myös itsekulkevia. Hinattavat korjuukoneet yleensä nostavat vetotraktorin pyörien välissä olevan penkin. Uudemmat yksiriviset korjuukoneet nostavat kuitenkin traktorin sivulla olevan penkin, jolloin vetotraktorilla ei tarvitse ajaa nostettavien penkkien välissä. SPECHTin (1985) mukaan jo 1950-luvulla valmistettiin pieniä sivulta nostavia korjuukoneita. 1960 ja 70-luvuilla keski-eurooppalaiset korjuukoneet olivat yleensä keskeltä nostavia, kun sen sijaan 1980-luvulla useiden valmistajien uudet yksiriviset mallit ovat jo sivulta nostavia.

Korjuukoneiden jako eri kokoluokkiin ei ole selvä. SPECHT (1977 b) jakaa yksiriviset korjuukoneet niiden nostotehon perusteella kolmeen luokkaan: pienet korjuukoneet, teho 0,5-1 ha, keskikokoiset 1 - 1,5 ha ja suuret 1,5 - 2 ha päivässä. Kaksirivisten koneiden teho on vähintään sama kuin suurten yksirivisten. Työtehoseuran mittausten (MATTILA 1986 a) mukaan keskikokoiset korjuukoneet tarvitsivat kuitenkin keskimäärin 13,7 tuntia hehtaarin nostoon, josta 65 % oli varsinaista nostoaikaa. Kahdeksan tunnin työpäivänä perunaa voitiin nostaa siis vain keskimäärin 0,6 ha 1 - 1,5 ha:n asemas-

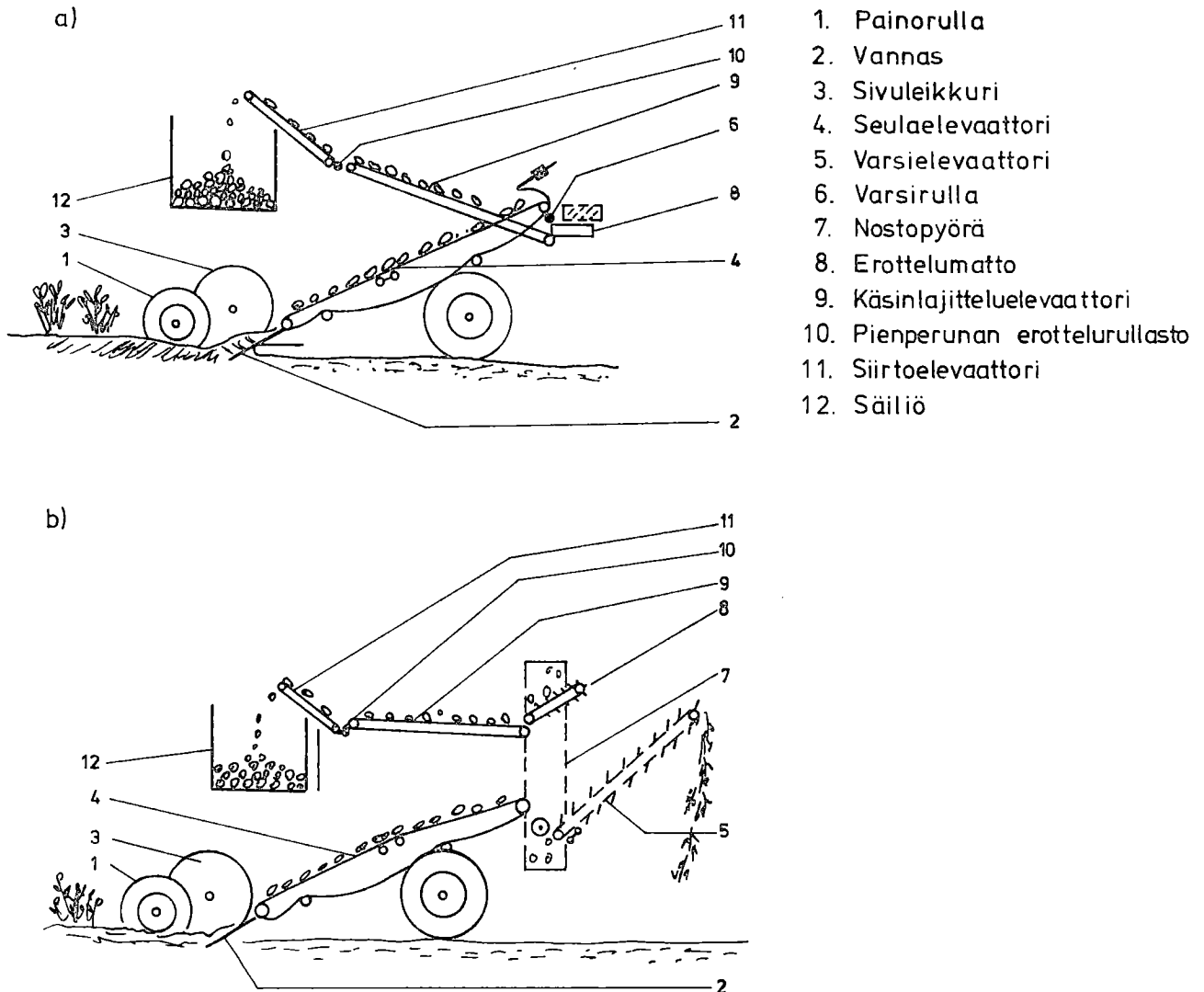
ta. SPECHTin (1977 b) luokittelu ei lienekään Suomen oloissa käyttökelpoinen.

Korjuukoneita voidaan verrata myös niiden painojen ja seula-elevaattoripinta-alojen perusteella. Suomessa syksyllä 1987 myynnissä olleiden pienten perunankorjuukoneiden painot vaihtelivat 870:stä 1170 kg:oon ja keskikokoisten koneiden 2450:stä 3100 kg:oon (ANON 1986). Ruotsin markkinoilla vuonna 1986 olleiden pienten korjuukoneiden painot vaihtelivat 870:stä 1280 kg:oon, keskisuurten 2600:sta 2980 kg:oon ja suurten yksirivisten säiliökoneiden 3200:sta 3800 kg:oon. Vastaavien koneiden seulaelevaattorien pinta-alat vaihtelivat 1,2:sta 2,1 m²:iin, 1,9:stä 2,7 m²:iin ja 2,2:sta 3,5 m²:iin (LARSSON 1986). Vaikka korjuukoneet ovat toimintaperiaatteeltaan yhdenmukaisia, ovat ne rakenneratkaisuiltaan erilaisia, mikä vaikuttaa niiden luokitteluun.

Eurooppalaiset säiliöön nostavat korjuukoneet voidaan lisäksi jaotella yksi- ja kaksikerroksisiin koneisiin (esim. SPECHT 1985). Kaksikerrokskoneissa kokkareet erotellaan melko korkealla, jonne seulaelevaattorilta tullut peruna nostetaan erillisellä kuljettimella, esimerkiksi nostopyörällä (kuvio 8). Yksikerrokskoneessa ei ole tällaista kuljetinta, vaan koneen seula- ja käsinlajitteluelevaattorit ovat melko jyrkästi nousevia. Yksikerrokskone on kaksikerroskonetta matalampi. Se on myös rakenteeltaan yksinkertaisempi, eikä se ole niin altis häiriöille kuin kaksikerrokskone. Toisaalta kaksikerrokskoneen seula- ja käsinlajitteluelevaattoreiden ei tarvitse siirtää perunaa pystysuunnassa, joten ne voidaan rakentaa vain loivasti nouseviksi ja siten hellävaraisiksi. Kaksikerrokskoneissa käsinlajittelijoiden työasennot ovat yleensä paremmat kuin yksikerrokskoneissa.

Korjuussa tarvittavan erotteluhenkilökunnan määrä voi myös olla korjuukoneen luokittelun perusta. Pienien korjuukoneiden kivien ja kokkareiden erottelu tapahtuu lähes yksinomaan käsityönä. Keskikokoisiin koneisiin on rakennettu erilaisia erottimia vähentämään käsityötä, ja suurella koneella korjattaessa käsityötä tehdään joko vain vähän tai kone on kokonaan miehittämätön. Korjuuolot, sadon käyttötarkoitus ja mahdolli-

nen varastokäsittelyn yhteydessä tapahtuva erottelu vaikuttavat toki korjuuväen tarpeeseen.



Kuvio 8. a) Yksikerroksinen perunankorjuukone,
b) Kaksikerroksinen kone.

4. PERUNAN KAKSIVAIHEINEN KORJU

Peruna voidaan korjata joko yhdessä tai kahdessa vaiheessa. Yksivaiheisessa korjuussa sama kone nostaa perunat penkistä, tekee erottelutyön ja kokoaa perunat säiliöön. Kaksivaiheinen korjuu muistuttaa tavallaan perinteistä perunannostoa, jossa heittopyörä- tai elevaattorikoneella maan pinnalle nostetut perunat poimitaan niiden kuivahdettua.

Nykyään Keski-Euroopassa käytetyssä kaksivaiheisessa korjuussa kahden (joskus useammankin) rivin perunat nostetaan karholle (kuvio 9). Karho korjataan perunoiden kuivuttua 2 - 3 tunnin ajan (BRENNER ja GRIMM 1960, SPECHT 1983). Kaksivaiheista korjuuta on käytetty joillakin alueilla Yhdysvalloissa yleisesti jo 1950 - 60 -luvulla (HECHELMANN ja SPECHT 1966, s. 40-43). Keski-Euroopassa ja Tanskassa menetelmä on alkanut yleistyä 1980-luvulla. Menetelmää on kokeiltu myös Ruotsissa (CARLSSON ja LARSSON 1987).

SPECHTin (1983 ja 1985 b) mukaan kaksivaiheisen noston etuja ovat:

- puhtaampi ja vaaleampi peruna. Peruna saadaan kuivana varastoon ja kauppakunnostuksen yhteydessä tarvittavan harjaamisen tarve vähenee.
- nostovioittumien määrä vähenee, koska mukula lämpenee nopeasti karholla ja sen kuori kuivuu.
- nostoteho on suurempi kuin yksivaiheisen noston, joten hyvät korjuuolot voidaan käyttää paremmin hyödyksi.

Kylmä peruna vioittuu varsinkin iskusta paljon herkemmin kuin lämmin peruna (esim. SPIESS 1976). Siksi perunoiden lämpeneminen karholla saattaa vähentää oleellisesti vioittumista yksivaiheiseen korjuumenetelmään verrattuna.

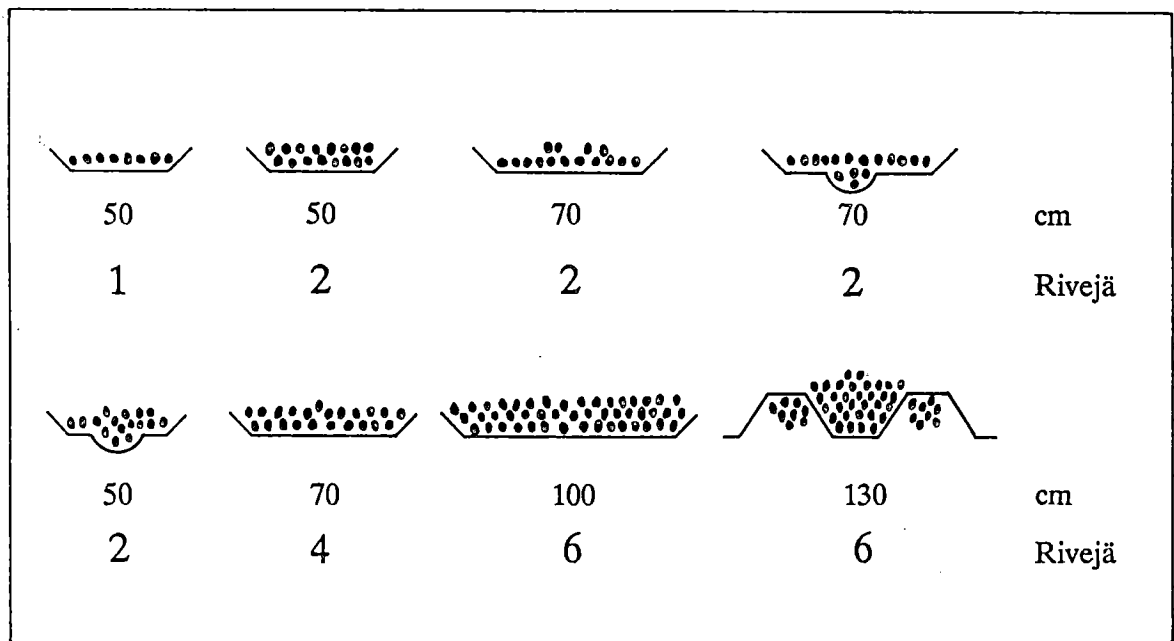
Korjuukoneen lisäksi kaksivaiheinen korjuu tarvitsee erillisen karhottimen. Yksinkertaisimmat karhottimet on kehitelty käsinnostoa varten suunnitelluista kaksirivisistä elevaattorinostokoneista. Karhottimessa on yleensä moniosaiset vantaat ja työsyvyys säädetään painorullien avulla. Lisäksi karhotin tasaa karhon pohjan (SPECHT 1986).

Karholta nostoa varten korjuukoneen vantaan tilalle asennetaan yleensä syöttöakseli. Se on nykyisin yhä useammin hydraulikäyttöinen. Penkin päällä kulkevaa painorullaa ei voida yleensä käyttää, vaan työsyvyys säädetään tukipyörien avulla. Karholta nousee korjuukoneeseen vain vähän multaa, joten korjuukone on säädettävä hellävaraiseksi. Toisaalta kaksinker-

tainen perunamäärä vaatii tehokkaan koneen (BRENNER ja GRIMM 1960, SPECHT 1983).

Jotta kaksivaiheinen korjuu kävisi sujuvasti, on nosto-olojen oltava kuivat ja peltojen kivettömät. Kahdessa vaiheessa korjattava peruna joutuu kulkemaan mahdollisten kivien ja kokkareiden kanssa paljon pitemmän matkan kuin yksivaiheisessa korjuussa. Hyvin kivisillä lohkoilla pelkkä karholla ajo voi aiheuttaa perunan vioittumista enemmän kuin yksivaiheinen nosto (ANON 1984 b, SPECHT 1986). Ennen kaksivaiheista korjuuta perunan varsisto on hävitettävä, koska varret estävät perunan kuivumista karholla. Varret olisi murskattava, koska kuolleetkin varret saattavat vaikeuttaa karhon nousua korjuukoneeseen (CARLSSON ja LARSSON 1987). Kylmällä ja pilvisellä ilmalla peruna ei lämpene eikä karhoamisesta ole hyötyä. Mikäli sade kastelee karhon, perunan kuivaaminen nostokuntoon voi kestää kauan (SPECHT 1985 b).

SPECHTin (1983) mukaan perunan vihertyminen karholla on ongelma vasta, kun karhoamisen ja noston välillä on kulunut aikaa enemmän kuin yksi päivä. CARLSSONin ja LARSSONin (1987) tutkimuksessa 0 - 4 tunnin kuivuminen karholla ei vaikuttanut perunan solaniinipitoisuuteen.



Kuvio 9. Erilaisia karhoja (SPECHT 1983).

5. PERUNAN VIOITTUMINEN KORJUUKONEESSA

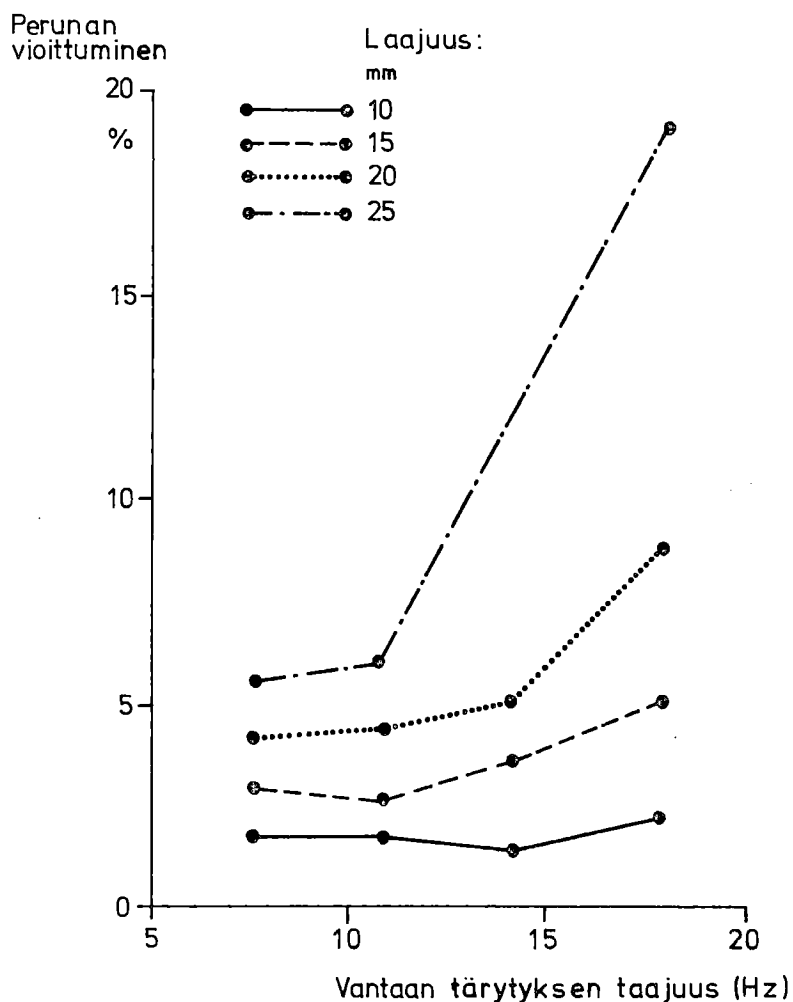
5.1. Penkin nosto

Korjuukoneessa on yleensä kolmiosainen kiinteä levyvannas, joka nostaa penkin koneeseen. Vannas voi olla myös kaksi- tai yksiosainen. Se on pinnaltaan suora ja sen molemmilla sivuilla on pyörivät kiekkoleikkurit. Aikaisemmin korjuukoneissakin on käytetty kaksiosaisia lapiovantaita. Lapiovannas nostaa runsaasti maata koneeseen, mutta tukkeutuu helpommin kuin moniosainen levyvannas. Rakenteeltaan yksinkertaiset lapiovantaat ovat vielä yleisiä elevaattorinostokoneissa.

Nostovantaan olisi toimittava valitussa työsyvyudessa tukkeutumatta ja siirrettävä penkki koneeseen rikkomatta mukuloita. Kiinteä nostovannas ei voi siirtää penkkiä kovin paljon ylöspäin, koska penkki pyrkii silloin leviämään sivuille. Se vaatii myös melko paljon vetovoimaa. Moniosainen vannas toimii yksiosaisista paremmin (JAKOB ym. 1980).

Vaikeisiin oloihin on pyritty kehittämään kiinteän (passiivisen) vantaan tilalle aktiivisia vantaita. JOHNSONIN (1974) raportoimassa tutkimuksessa verrattiin tärytettävää vannasta ja kiinteää vannasta. Kokeissa olivat sekä karhotin että korjuukone, joiden vantaan värinän taajuus oli n. 7,5 Hz ja laajuus 19 - 33 mm. Nämä koneet vioittivat vaihtelevissa oloissa ajettaessa merkittävästi vähemmän perunaa kuin tavallisin vantain varustetut vastaavat koneet. Vioittumisen vähäisyys johtui siitä, että tärytettävää vannasta käytettäessä seulaelevaattorin nopeus voitiin säätää pienemmäksi ja sen tärytys hellävaraisemmaksi kuin tavallista vannasta käytettäessä.

MISENERIN (ym. 1984) kokeissa tärytettävä vannas (suurin taajuus 5,8 Hz ja suurin laajuus 25 mm) seuloi maata tehokkaasti, kun ajonopeus oli alle 0,83 m/s. AL-JUBOURIN ja McNULTYN (1983) mukaan tärytettävän vantaan aiheuttama perunan vioittuminen lisääntyy, jos värinän laajuutta tai taajuutta suurennetaan, mutta samalla seulonta tehostuu ja vetovoimantarve pienenee (kuvio 10).



Kuvio 10. Vantaan tärytyksen taajuuden ja laajuuden vaikutus perunan vioittumiseen (AL-JUBOURI ja McNULTY 1983).

Konevoimaisesti pyöriviä kiekkovantaita on kehitetty ja käytetty mm. Skotlannissa. Kiekkovannas ei tukkeudu kovinkaan helposti märissäkään oloissa ja toisaalta kuivissa oloissa penkin nousu koneeseen on sujuvaa myös alamäkeen nostettaessa (McRAE 1977, 1983). Kiekkovannas nostaa koneeseen selvästi enemmän multaa kuin tavanomainen kiinteä levyvannas ja päinvastoin kuin tärytettävä vannas, se myös lisää seulaelevaattorin kuormitusta.

LARSSONin (1967) tutkimuksissa kiinteä nostovannas vioitti 3 - 6 % perunasta. Vannas aiheutti jopa puolet korjuussa syntyvistä vakavista vioista. LARSSONin (1967, s. 50-51) mukaan ajovirheiden aiheuttamien vioitusten välttämiseksi vantaan

työleveyden tulisikin olla 65 - 70 cm ja korjuukoneessa pitäisi olla hydraulinen vantaan sivusiirto. SMITTELEN (ym. 1974) mittauksissa nostovannas vioitti keskimäärin 7 % perunasta. Korjuukone kokonaisuudessaan vioitti yhteensä n. 40 % perunasta.

Vantaan työsyvyys säädetään useimmissa koneissa penkin päällä kulkevan painorullan avulla. THAERIN (1967) mukaan työsyvyys pystytään säätämään kuitenkin tarkemmin syvimpien mukuloiden sijainnin mukaiseksi välivaoissa kulkevien kannatuspyörien avulla.

Riittävän syvältä nostettaessa vannas vioittaa vain vähän perunaa. SCHOLZ (1971 a) ja SPECHT (1977 a) esittävät kuitenkin, että mikäli maassa on kokkareita tai kiviä, penkki on nostettava mahdollisimman matalalta, koska tarpeettoman syvältä nostettaessa koneeseen nousevat kivet ja kokkareet vioittavat perunaa runsaasti.

Myös vantaan takapäen ja seulaelevaattorin etupään korkeusero vaikuttaa perunan vioittumiseen. Vannas voi olla asetettu loivaan kulmaan ja niin, että vantaan takapää on seulaelevaattorin taittopyörien puolivälin korkeudella. Tällöin penkki hajoaa tehokkaasti ja seulaelevaattori helpottaa penkin liukua vantaalla. Tällöin peruna voi vioittua noustessaan seulaelevaattorille.

5.2. Mullan seulonta

Nostovannas siirtää perunapenkin seulontaelimelle, joka lähes kaikissa nykyisissä korjuukoneissa on seulaelevaattori. Aikaisemmin korjuukoneissa on käytetty myös heittoseuloja tai seularumpua. Keski-Euroopassa käytetään huonosti seuloutuvilla mailla jonkin verran ns. säleikköpohjakoneita. Näissä koneissa on kiinteä säleikköseula, jonka yli multa ja perunat siirretään seulan päällä kulkevan kolakuljettimen avulla. Mullan seulontaan voidaan käyttää myös erilaisia rullastoja (PETERS 1982, s. 121-123).

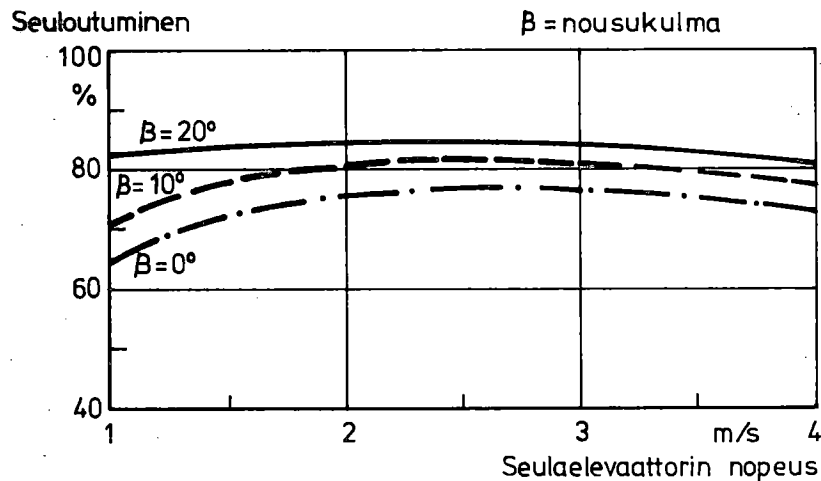
5.2.1. Seulaelevaattorin rakenne ja toiminta

Eurooppalaisen korjuukoneen seulaelevaattori on kokoonpantu sivuilla olevien hihnojen avulla. Hihnoja yhdistävät 8 - 10 mm:n paksuiset teräspuikot, joiden vapaa väli on 22 - 36 mm. Elevaattorinostokoneiden ja amerikkalaisten korjuukoneiden seulaelevaattorissa ei yleensä ole sivuhihnoja, vaan elevaattoripuikot on taivutettu päistään ketjuksi. Yksirivisissä korjuukoneissa seulaelevaattorin leveys on 60 - 75 cm. Hellävaraiseen nostoon pyrittäessä tai käytettäessä konetta hyvin seuloutuvalla maalla elevaattorin puikot voidaan päällystää pehmentävällä muovi- tai kumiletkulla (KARWOWSKI 1974, s. 20-28).

Seulaelevaattori seuloa mullan perunoista. Mikäli seulonta kuitenkin on syystä tai toisesta liian tehokasta, mukulat joutuvat kosketukseen paljaiden elevaattoripuikkojen kanssa jo elevaattorin alkupäässä, jolloin ne vioittuvat helposti. Lisäksi, jos multaa on hyvin vähän, mukulat voivat vierähdä elevaattoria pitkin. Pehmentävän multakerroksen puutetta ja mukuloiden takaisinvierimistä perunaa nostettaessa pitävät monet tutkijat merkittävänä syynä sen vioittumiseen (HESEN ja KROESBERGEN 1960, LARSSON 1967, s. 29, STATHAM 1975, McRAE 1977). LARSSON (1967, s. 27), SPECHT (1977) ja MATTILA (1986 b) toteavat lisäksi, että seulaelevaattori on suurin perunan vioittumisen aiheuttaja korjuukoneissa, joiden toiminta perustuu juuri seulaelevaattorin tehokkaaseen seulontaan.

Tehokas seulonta saadaan tekemällä seulaelevaattorista pitkä. LARSSONin (1967, s. 29-32) mukaan pitkä elevaattori voi nostaa perunat hellävaraisesti, koska sen seulontateho on hyvä, vaikka elevaattoria käytetäänkin hitaasti ja täryttämättä. Pitkä elevaattori on tarpeen jos maa on huonosti seuloutuvaa, vanna seuloa maata vain vähän tai jälkiseulontaa ei tehdä nostopyörässä tai erottelurullastossa. McRAE ym. (1986) kokeilivat korjuukonetta, jonka seulaelevaattorin pituus oli säädettävissä. Tärytetyn seulaelevaattorin pituuden kaksinkertaistaminen vähensi korjattujen kokkareiden määrää 37 % mutta lisäsi vioittumista 33 %.

NOACKin (1959) kokeissa seulaelevaattorin nousukulman jyrkentäminen paransi seulontaa (kuvio 11). Mukuloiden takaisinvierevimisen estämiseksi nousukulma ei SPECHTin (1977 a) mukaan saisi olla jyrkempi kuin 20° . Vierimisen estämiseksi useissa korjuukoneissa seulaelevaattorin alkupään jyrkempää nousua on loppupäässä loivennettu. Mukuloiden vierimistä voidaan myös estää porrastamalla seulaelevaattorin puikot kahteen korkeuteen tai jopa käyttämällä elevaattorin päällä kulkevaa kola-kuljetinta.



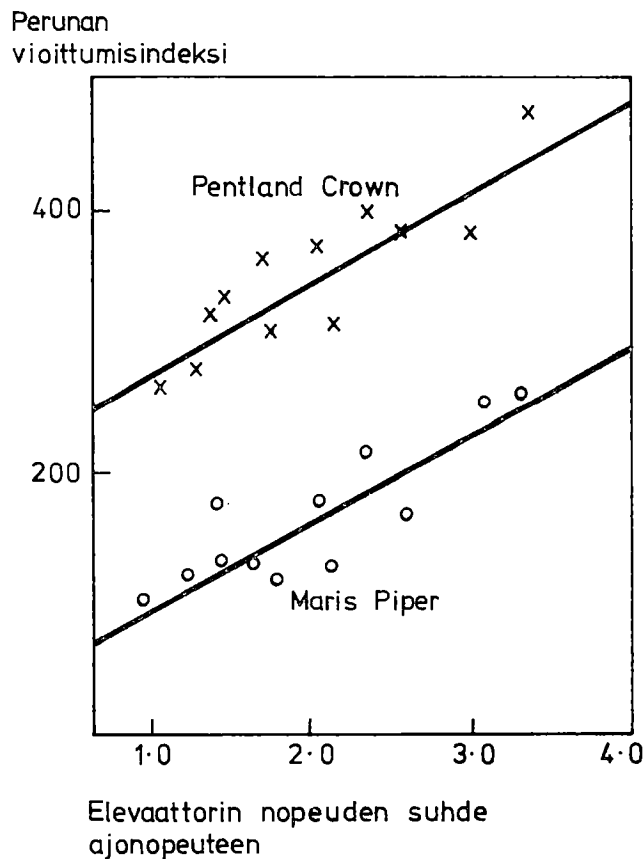
Kuvio 11. Seulaelevaattorin nousukulman ja nopeuden vaikutus seulontaan (NOACK 1959).

5.2.2. Seulaelevaattorin säädöt

Useiden tutkijoiden mukaan seulaelevaattorin nopeuden lisääminen lisää perunan vioittumista, mikäli korjuukoneen ajonopeutta ei samanaikaisesti suurenneta. Multa seuloutuu nopeasti liikkuvalla elevaattorilla aikaisemmin kuin hitaasti liikkuvalla elevaattorilla (SPIESS 1976, SHOTTON 1980, TOWNSEND ja UPADHYADA 1980). BUTSON ja HAMILTON (1978) havaitsivat, että suuri elevaattorin nopeus aiheutti selvästi enemmän perunan maltoon ulottuvia vakavia vioittumia kuin hidas nopeus (kuvio 12). Perunan kuoriutumiseen ja lievien vioittumien määrään elevaattorin nopeus vaikutti hyvin vähän.

NOACKin (1959) kokeissa vaakasuoran seulaelevaattorin seulon-
tateho oli suurimmillaan sen nopeuden ollessa 2,5 m/s. 20°
kulmassa nousevan elevaattorin seulon-
tateho vaihteli sen si-
jaan hyvin vähän nopeuksien vaihdella välillä 1 - 4 m/s.
SPECHTin (1977 a) mukaan seulaelevaattorin seulonta on yleen-
sä tehokkainta nopeudella 1,5 - 2,5 m/s. Hellävaraiseen nos-
toon SPIESS (1976) ja SPECHT (1977 a) suosittelevat hitaampia
elevaattorinopeuksia kuin 1,5 m/s.

Toisaalta mm. SPIESSin (1976) ja SPECHTin (1977 a) mukaan
ajonopeuden kasvaessa perunan vioittuminen vähenee, mikäli
seulaelevaattorin nopeutta ei lisätä. Useat tutkijat pitävät-
kin seulaelevaattorin nopeuden ja ajonopeuden suhdetta tärke-
ämpänä kuin kumpaakaan nopeutta erikseen (SMITTLE ym. 1974,
PETERSON ym. 1975).



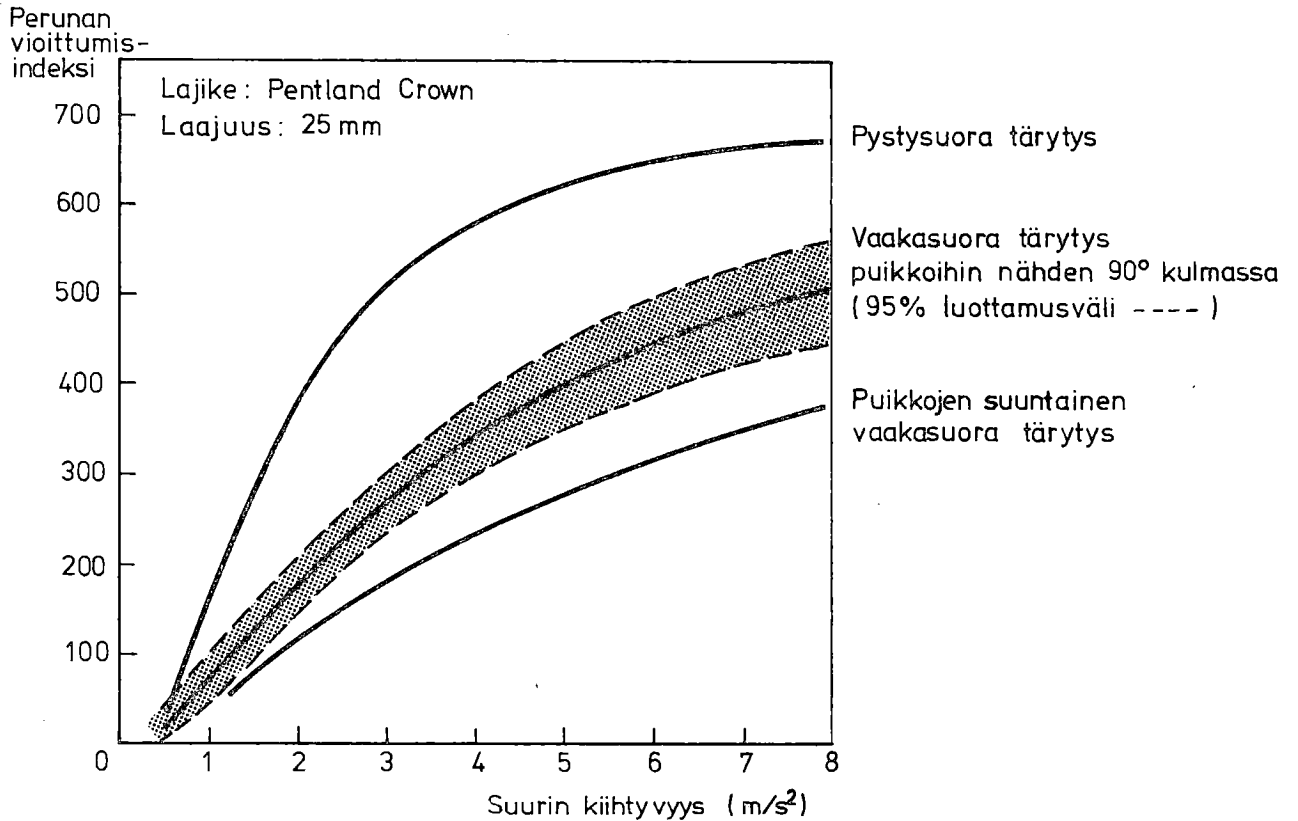
Kuvio 12. Seulaelevaattorin nopeuden ja ajonopeuden suhteen
vaikutus perunan vioittumiseen (BUTSON ja HAMILTON
1978).

Yleisenä säätöohjeena hellävaraiseen nostoon annetaankin, että korjuukoneen pyörimisnopeuden olisi oltava mahdollisimman pieni ja ajonopeuden mahdollisimman suuri. Koska traktorin pyörimisnopeus määrää myös korjuukoneen pyörimisnopeuden, voidaan ajonopeutta säätää riippumattomasti vain traktorin ajovaihteilla. Säätöjen mahdollistamiseksi ja nopeuttamiseksi on korjuukoneiden toiminta pyritty saamaan traktorin pyörimisnopeudesta riippumattomaksi. TOWNSEND ja UPADHYAYA (1980) tutkivat korjuukonetta, jonka elevaattorien nopeudet säädettiin hydrauliiikan avulla. Vastaavaan, mekaanisella voimansiirrolla varustettuun koneeseen verrattu vioittuminen jäi 31 % alhaisemmaksi. HYDE ym. (1983) saivat hyviä tuloksia korjuukoneesta, joka itse sääteli seulaelevaattorinsa nopeutta elevaattorilla olevan mullan massan perusteella.

Elevaattorin seulontatehoa voidaan lisätä täryttämällä elevaattorimattoa pystysuunnassa. Yleisimmin tärytys saadaan aikaan soikeiden pyörien avulla. Pyörät ovat hammastettuja ja pyörivät maton käyttäminä (passiivinen tärytys). Mattoa voidaan täryttää myös epäkeskon käyttämän tärytysyksikön avulla. Tärytys ei saa käyttövoimaansa itse matosta, joten sitä voidaan kutsua aktiiviseksi tärytykseksi (KARWOWSKI 1974, s. 58-60). Useimmissa koneissa käytetään tärytystehon säätämiseksi soikeaa ja sileää kannatuspyörää peräkkäin. Sileän pyörän avulla tärytyspyörä voidaan laskea irti matosta. Aktiivista tärytystä säädetään muuttamalla tärytyspyörästä iskunpituutta tai taajuutta. Jotta tärytyksen teho olisi hyvä ja perunan vioittuminen silti kohtuullista, tulisi tärytysyksikkö Gerasimovin (ref. KARWOWSKI 1974, s. 60) mukaan sijoittaa seulaelevaattorin alkuosaan eikä sen keskelle tai loppuosaan.

McGECHANin (1977) mukaan pystysuuntainen tärytys lisää seulontaa vain vähän ja vioittaa perunoita runsaasti. Tehokkaampaa ja hellävaraisempaa olisi vaakasuuntainen heilunta joko maton pituussuuntaan, ts. poikittain puikkoihin nähden, tai puikkojen suuntaisesti (kuvio 13). Elevaattorimatton vaakasuuntainen heilunta on kuitenkin paljon vaikeampi toteuttaa kuin pystysuora tärytys. Skotlannissa rakennettussa koekoneessa (McRAE ym. 1986) oli tavanomaisen, täryttämättömän seulaelevaattorin lisäksi toinen elevaattori, jota voitiin

heiluttaa vaakasuunnassa. Mattoa heilutettiin joko puikkojen suuntaan tai maton pituussuuntaan laajuuden ollessa 25 mm ja taajuuden korkeintaan 4,5 Hz. Puikkojen suuntainen heilunta vioitti 13 - 23 % enemmän perunaa ja seuloi 30 % tehokkaammin kuin maton pituussuuntainen heilunta. Yleensä heilunta lisäsi maton seulontatehoa ja vähensi perunan vioittumista 17 - 30 % tärytykseen verrattuna.



Kuvio 13. Seulaelavaattorin eri täristys- ja heiluntamenetelmien vaikutus perunan vioittumiseen kiihtyvyyden kasvaessa (McGECHAN 1977).

McGECHANin (1977) mukaan maton seulontateho kasvaa ja perunan vioittuminen lisääntyy, kun tärytyksen aiheuttama maton kiihtyvyys kasvaa. Suuri hetkellinen, mutta kuitenkin hellävaraisempi kiihtyvyys voidaan saavuttaa kun tärytyksen laajuus on suuri ja taajuus pieni. Ensinmainitulla tavalla myös seuloutuminen on tehokkaampaa, kuin jos laajuus on pieni ja taajuus suuri.

Maton nopeus määrää passiivisen tärytyksen taajuuden. BAA-DERin (1961) kokeissa soikeilla pyörillä tärytetyn maton seulontateho oli kuitenkin lähes muuttumaton maton nopeuden vaihdellessa 0,8:sta 3 m/s:iin. Varsinkin hitaasti liikkuvaa mattoa saatiin tärytettyä tehokkaammin aktiivisella menetelmällä kuin passiivisella menetelmällä.

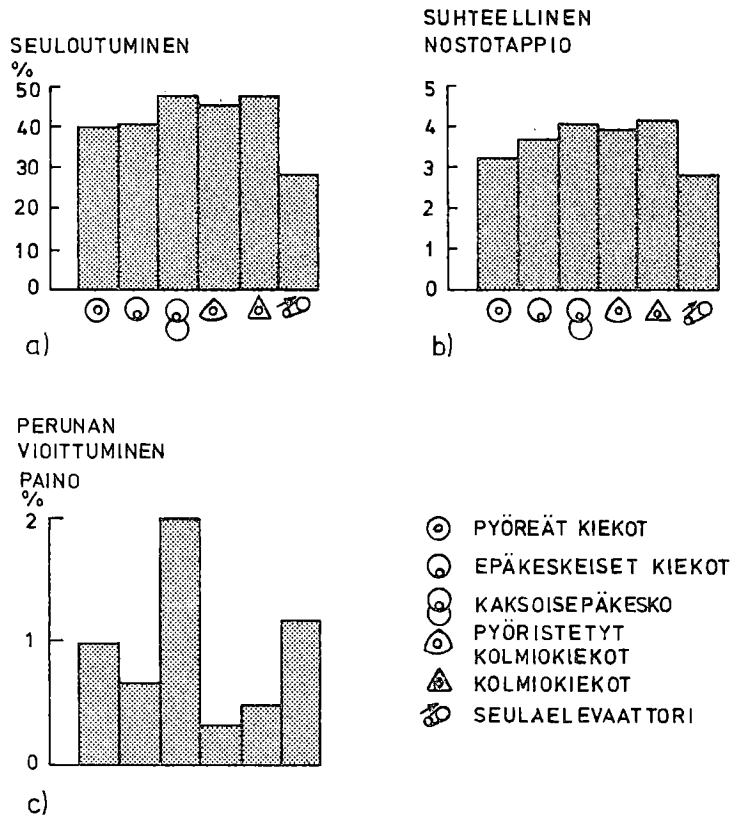
Kokkareiden rikkomiseksi ja seulontatehon parantamiseksi ele-vaattorin päälle voidaan asentaa erilaisia haittoja tai kokkaremattoja. Haitat ovat yleensä kumipatukoita ja niitä käytetään ensi sijassa seulaelevaattorin alkupäässä, missä multa vielä suojaa perunoita. Haittojen käyttö muissa kuin erittäin vaikeissa oloissa aiheuttaa kuitenkin tarpeetonta perunan vioittumista (KARWOWSKI 1974, s. 73).

5.2.3. Seulontarullastot

Seulontaan voidaan käyttää myös erityyppisiä rullastoja. Yleisemmin rullastoja käytetään alikokoisten perunoiden erottelemiseen (ns. rullaseulat). ZIEMS (1969) vertasi viisiakselista seulontarullastoa, jonka pinta-ala oli 0,92 m², 1,48 m²:n seulaelevaattoriin (kuvio 14). Rullasto seuloi maata 10 % tehokkaammin ja vioitti perunaa selvästi vähemmän kuin ele-vaattori. Pyöreistä tai kolmikulmaisista kiekkoista (halkaisija 240 mm, paksuus 14 mm) tehdyt rullastot tukkeutuivat kuitenkin helposti kosteissa oloissa.

5.3. Varrenerottelu

Mukuloiden irrottamiseksi maavarsista tarvitaan Gluchichin (ref. KARWOWSKI 1974, s. 74) mukaan 3 - 10 N voima. Mukulan paino ei siis yksin riitä irrottamaan tuleentumatonta mukulaa varresta. Korjuukoneissa on erilliset koneistot, joiden avulla mukulat erotellaan ja varsimassa siirretään takaisin peltoon. Yleisimmät varrenerottimet ovat varsirulla, avoin varsimatto ja varsielevaattori.

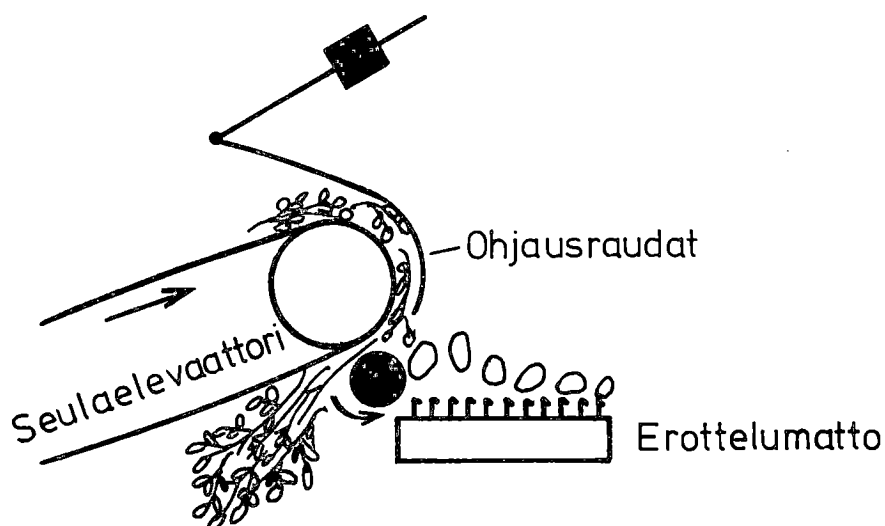


Kuvio 14. Erilaisten seulontarullastojen ja seulaelevaattorin aiheuttama perunan vioittuminen sekä seulontaominaisuudet (Ziems 1969).

5.3.1. Varsirulla

Varsirulla (varsitela) on seulaelevaattorin levyinen ja pyörä sen liikkeeseen nähden vastakkaiseen suuntaan (kuvio 15). Varsirullan halkaisija on 60 - 90 mm ja se on yleensä sijoitettu seulaelevaattorin käyttöpyörien alapuolelle. Rulla vetää varret itsensä ja elevaattorin välistä ja pudottaa ne peltoon. Mukulat eivät mahdu tästä välistä vaan jäävät siirtoelevaattorille (KARWOWSKI 1974, s. 75). Varsirullia voi olla myös kaksi yhdessä. Tällöin rullat pyörivät vastakkain ja jouset puristavat ne yhteen. Varret vedetään rullien välistä peltoon.

Varsirulla toimii hyvin jos varsistoa ja rikkaruohoja on vähän. KARWOWSKI (1974, s. 74-75) mukaan varsirulla toimii tyydyttävästi, jos eroteltavan kuivuneen varsiston massa on alle 1 - 1,5 t/ha. SPECHT (1979) mainitsee ylärajaksi 0,75 t/ha. Varsiston on lisäksi tultava rullalle tasaisesti. Kasat aiheuttavat tukoksia ja suuria tappioita.



Kuvio 15. Varsirulla.

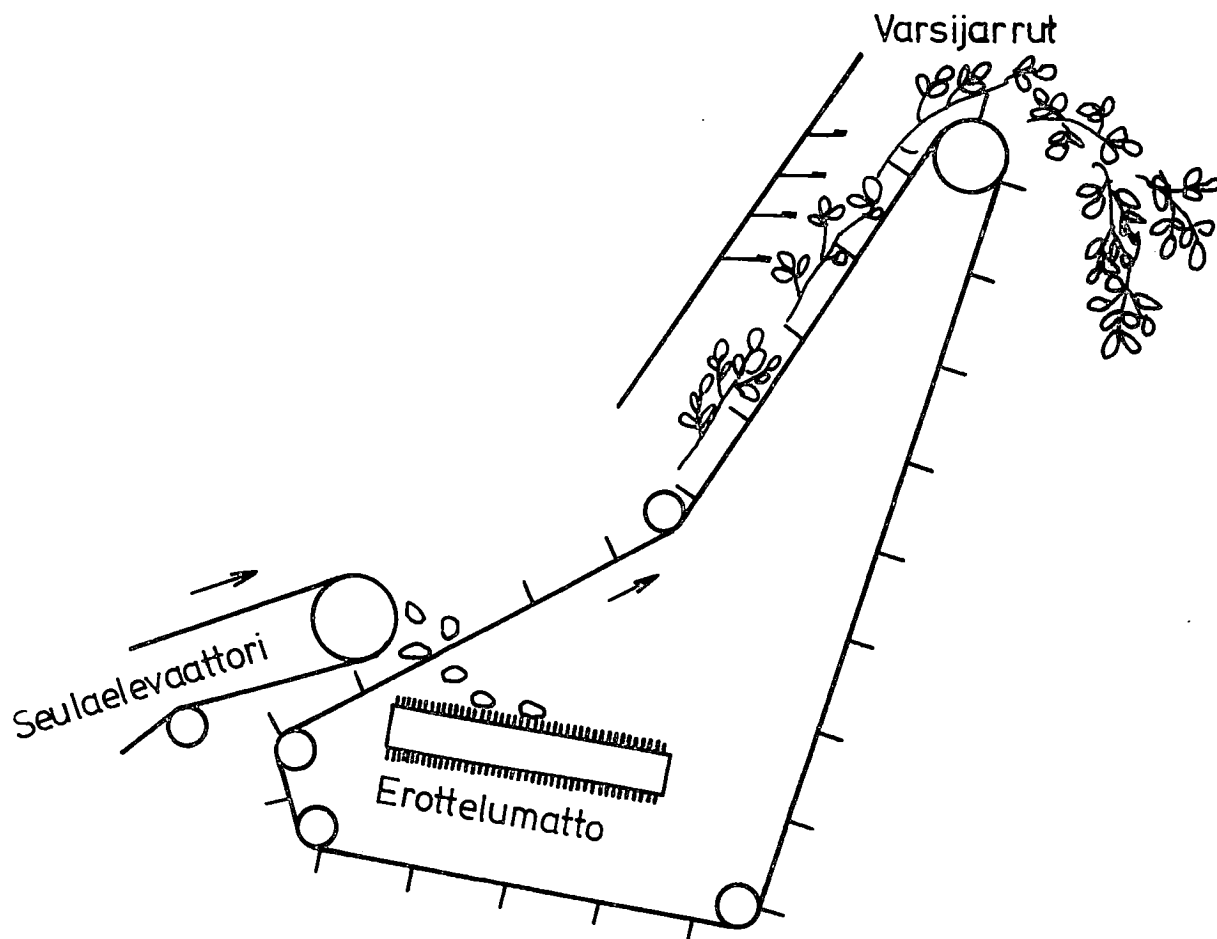
5.3.2. Avoin varsimatto

Avoin varsimatto on harva elevaattori, josta perunat ja multa putoavat läpi. Maton päälle jäävät varret elevaattori siirtää peltoon koneen taakse (kuvio 16). Avoimen varsimaton puikkoväli on 130 - 150 mm ja se on yleisimmin sijoitettu seulaelevaattorin taakse. Varsimatto voi olla myös seulaelevaattorin päällä ja käyttää samoja etupään taittopyöriä. Avoimen varsimaton nopeus on seulaelevaattorin nopeutta hitaampi (KARWOWSKI 1974, s. 75-77).

Avoin varsimatto ei erottele kovin hyvin pieniä ruohoja tai varrenpätkiä. Näiden poistamiseksi on joihinkin koneisiin asennettu varsimaton lisäksi varsirulla. Yleisesti avoin varsimatto on hellävaraisempi varrenerottelumenetelmä kuin var-

sirulla tai varsielevaattori. Varsielevaattori on kuitenkin tehokkaampi kuin avoin varsimatto (KARWOWSKI 1974, SPECHT 1977 a).

PETERSin (1984, s. 35) mukaan avoin varsimatto on perunankorjuukoneiden yleisin varrenerottelumenetelmä. Saksan Liittotasavallassa käytössä olevissa koneissa menetelmä ei kuitenkaan ole kovin yleinen. Suomessa avoin varsimatto on toistaiseksi harvinainen.

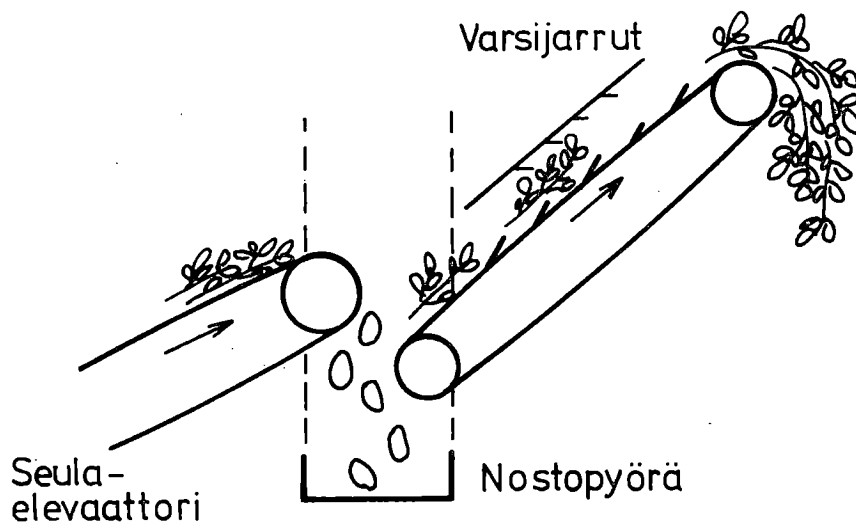


Kuvio 16. Avoin varsimatto.

5.3.3. Varsielevaattori

Varsielevaattori eli tiheä varsimatto on vinosti nouseva elevaattori, joka vie varret koneen taakse peltoon. Irronneet mukulat vierivät elevaattoria alas ja putoavat sen alapuolella olevalle kuljettimelle (kuvio 17). Varsielevaattorin nousukulma voidaan säätää, elevaattorimattoa voidaan täryttää ja

tiukasti kiinni olevien mukuloiden irroittamiseen voidaan käyttää varsijarruja.



Kuvio 17. Varsielevaattori.

Varsielevaattorissa voidaan käyttää poikittaisia puikkoja, mutta myös kuminappulamattoa on kokeiltu. Varsien nousu elevaattorin mukana on varmistettu n. 10 cm pituisilla elevaattoriin kiinnitetyillä tapeilla, jotka tarttuvat varsiin. Sekä elevaattorin tapit että puikot ovat kumipäällysteisiä.

Varsielevaattorin nopeus on 1,2 - 2,2 m/s ja nopeutta voidaan yleensä myös säätää muusta koneen nopeudesta erillisesti. Blumen (ref. PETERS 1984, s. 49) mukaan perunan vioittumisen välttämiseksi varsielevaattorin nopeus pitäisi olla niin hidas kuin mahdollista ja yleensä alle 1,2 m/s.

Seulaelevaattorin ja varsielevaattorin välissä käytetään joissakin koneissa siirtopyörää (lokeropyörää), joka siirtää varret ja perunat varsielevaattorille. Siirtopyörä pudottaa seulaelevaattorilla valmiiksi irronneet mukulat kuljettimelle, jolloin niiden putoamismatka pienenee. PETERSin (1984) kokeissa uudentyyppistä siirtopyörää käytettäessä varsielevaattorin aiheuttama vioittuminen jäi neljänneksen pienemmäksi verrattuna koneeseen, jossa siirtopyörää ei käytetty.

5.4. Kivien ja multakokkareiden erottelu

Korjuukoneeseen nousseiden kivien ja kokkareiden erottelu mukuloista perustuu eroteltavan materiaalin ominaisuuksiin. Kappaleet erotellaan koneellisesti niiden koon, tiheyden ja vierintäkyvyn perusteella. Yleisimmin erotteluun käytetään kuminappulamattoja, joiden nappuloiden väliin epäpuhtaudet putoavat. Matto vie epäpuhtaudet mennessään, nappuloiden päällä "kelluvat" mukulat voidaan siirtää toiseen suuntaan.

5.4.1. Kallistettu matto

Kuminappulamatto voi olla kallistettu joko nousevaksi tai sivulle 10° - 30° . Perunoiden kulkusuunta on tällöin joko päinvastainen tai sivusuuntainen maton liikkeeseen nähden. 0,4 - 0,6 m/s liikkuva matto vie mukanaan suuren osan epäpuhtauksista, mutta perunan mukulan kokoiset ja suuremmat kivet ja kokkareet vierivät perunoiden mukana (KARWOWSKI 1974, s. 89). SCHÄFERin (1960) kokeissa saatiin kallistetuilla, sileäpintaisilla matoilla aikaan tarkempi kivien erottelu kuin vastaavaan tapaan toimivilla kuminappulamatoilla. LARSSONin (1967, s. 38-40) mukaan perunoiden kulkusuuntaa vasten kallistettu puikkomatto erotteli varsia ja multaa kohtuullisesti, mutta kiviä huonosti. Maton kallistuskulman jyrkentäminen lisäsi perunan vioittumista.

5.4.2. Vaakasuora matto ja suiste

Vaakasuoralta kuminappula-erottelumatoilta mukulat eivät vierit itsestään vaan ne pakotetaan pois matolta kiinteän tai liikkuvan suisteen avulla. Tämä menetelmä perustuu enemmän kappaleen massaansa kuin muotoon (RÖHRS 1964). Perunoita raskaammat kivet painuvat maton nappuloiden väliin ja matto vie ne suisteen ali peltoon.

RÖHRS (1964) käytti kokeissaan kuminappulamattoa ja pyörivää harjatelaa, joka oli $24,5^{\circ}$ kulmassa maton kulkusuuntaan nähden. Maton nopeuden kasvaessa 0,5:stä 1,8 m/s:iin pieneni

perunan joukkoon lajittelussa jääneiden kivien osuus, mutta harjan ali peltoon joutuneiden mukuloiden määrä kasvoi. Optimaalinen maton nopeus oli 0,9 m/s. KARWOWSKI (1974, s. 88) mukaan harjan avulla ei pystytä erottelemaan multakokkareita perunoista. Lisäksi varsien pätkät ja ruohot haittaavat harjan toimintaa.

Harjoja yleisemmin perunan siirtoon pois kuminappulamatoilta on käytetty kiinteitä tai liikkuvia levysuisteita. Suisteita voi olla useampia peräkkäin, jolloin perunat, kivet ja kokkareet tulevat eri kohdista käsinlajittelutasolle (SEIDEL ja ADELMANN 1986).

5.4.3. Erityismenetelmät

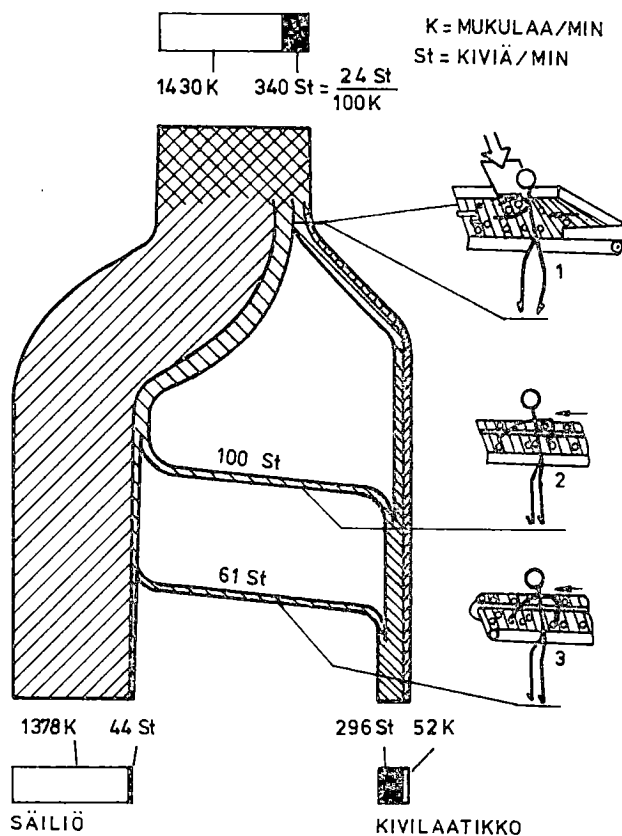
Kokkareiden ja kivien erottelemiseksi on kehitetty myös ilmavirtaa hyväksi käytettäviä menetelmiä. Jotta perunat siirtyisivät ilmavirran mukana tarvitaan kuitenkin hyvin tehokas puhallin (KARWOWSKI 1974, s. 92-93). Myös elektroniikan avulla toimivia menetelmiä on kehitetty jo vuosia (LARSSON 1967, s. 40). Ensimmäiset laitteet ovat erottaneet perunat muista esineistä röntgensäteiden avulla. Tämän tyyppisiä laitteita on käytössä sekä suurissa korjuukoneissa että ns. puhdistuskuormaimissa (McRAE 1980).

5.4.4. Käsinerottelu

Käytännössä lopullinen erottelu tehdään yksirivisissä korjuukoneissa käsityönä (kuvio 18). Tällöin voidaan myös poistaa pilaantuneita tai vihertyneitä mukuloita. Kaksirivisten korjuukoneiden käsittelemä perunamäärä on kuitenkin niin suuri, että käsinlajittelun merkitys on vähäinen.

Käsinlajittelutyön tehokkuuteen vaikuttavat mm. työolot. Työasennot ovat monissa koneissa vaikeat ja lajittelijat ovat yleensä alttiina sään vaihteluille (esim. ANON 1984 c). KRAUSEN (1963) mukaan pitkäaikaisessa lajittelutyössä yksi henkilö voi poistaa noin 170 "rikkaa" minuutissa. Näin suuri la-

jitteluteho saavutetaan kuitenkin vain kun rikkoja on tarjolla huomattavasti enemmän. Yksi henkilö pystyy poistamaan kaikki käsinlajittelutasolle tulevat rikat, jos niitä tulee korkeintaan noin 100 - 110 kpl/min. LARSSON (1972, s. 16-18) mittasi yksirivisten korjuukoneiden käsinlajittelijoiden poistaneen keskimäärin 380 kg epäpuhtauksia tunnissa.



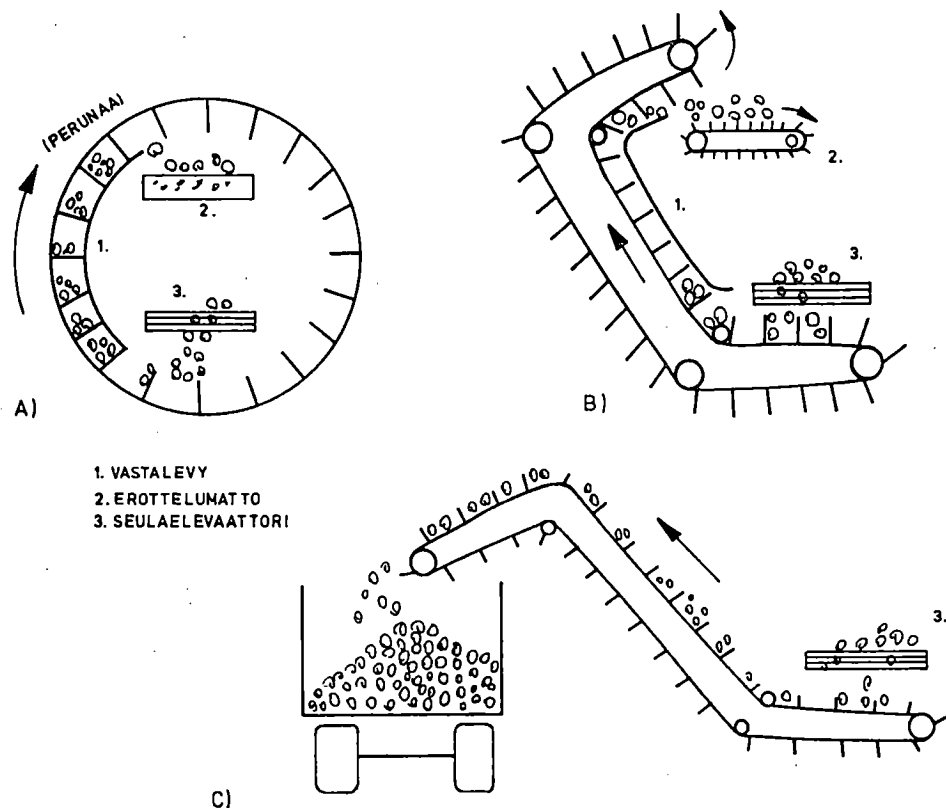
Kuvio 18. Esimerkki kolmen henkilön tekemästä lajittelutyöstä. Käsinlajitteluelevaattorin alkupää on kallistettu lajittelutyön helpottamiseksi (SCHÄFER ja THAER 1964).

5.5. Perunan siirto korjuukoneessa ja korjuukoneiden säiliöt

Edellisissä luvuissa käsiteltyjen seula-, erottelu- ja käsinlajitteluelevaattorin lisäksi korjuukoneissa voi olla laitteita, joiden tehtävä on yksinomaan siirtää perunaa. Käsinlajitteluelevaattorilta tulevat perunat siirtää säiliöön lyhyt

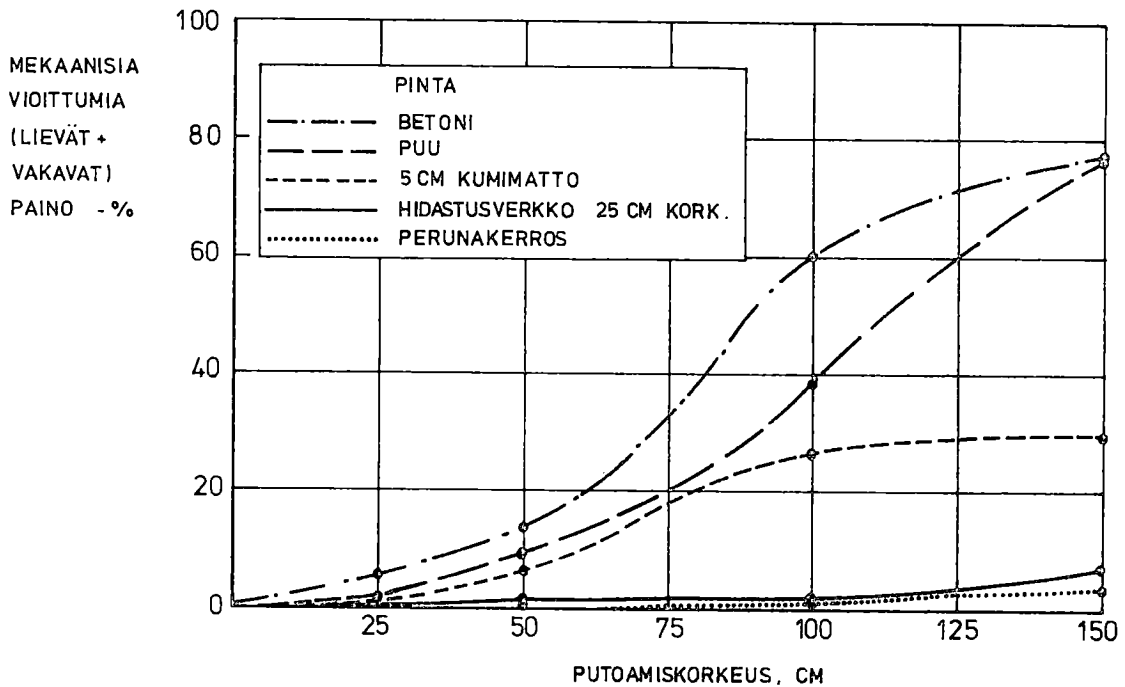
kuljetin. Siirto ei yleensä vioita perunaa, vaan putoaminen (vertaa kuvat 20 ja 21). Pudotuskorkeus kuljettimelta säiliöön onkin usein säädettävissä.

Kaksikerroksisissa korjuukoneissa käytetty suurikokoinen nostopyörä ei SPECHTin (1977) mukaan aiheuta paljoakaan vioittumia, jos perunan kanssa kosketuksiin joutuvat osat on kunnolla pehmustettu. LARSSONin (1967, s. 32-34) mukaan perunan vioittuminen lisääntyy nostopyörän kehänopeuden kasvaessa. Tutkimuksessa selvitetty nopeusalue oli 0,3 - 1,0 m/s. Heliävarainen kehänopeus olisi 0,5 - 0,7 m/s. Mikäli peruna putoaa nostopyörään korkealta, voi putoaminen kuitenkin vioittaa perunaa enemmän kuin itse nostopyörä. Kivisissä oloissa nostopyörä voi olla oleellinen perunan vioittaja. Nostopyörä on muutamissa uusissa korjuukoneissa korvattu tavanomaisella lokeroelevaattorilla. Lokeroelevaattoreita käytetään myös kuormattaessa peruna korjuukoneesta jatkuvasti vierellä kulkevaan perävaunuun (kuvio 19).



Kuvio 19. a) Nostopyörä, b) lokerokuljetin säiliökoneen nostoelevaattorina ja c) perävaunuun nostettaessa.

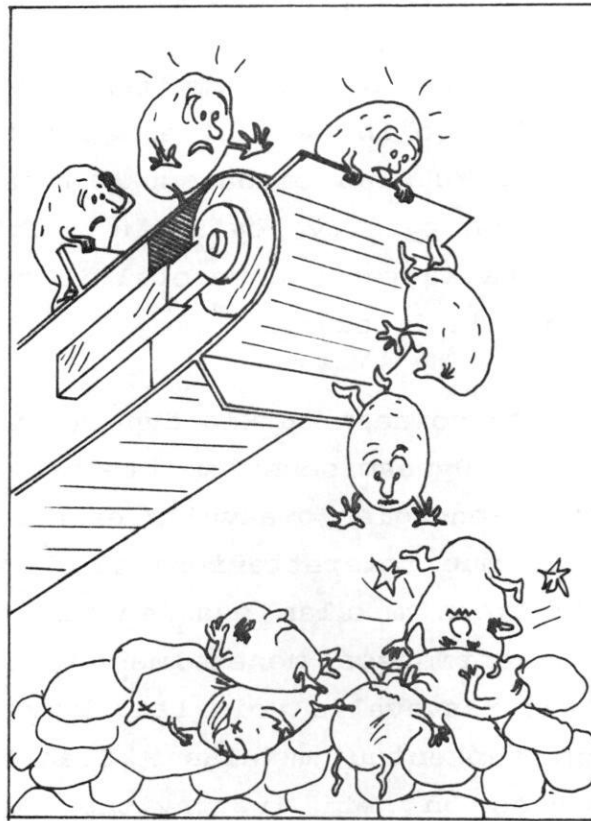
Korjuukoneen säiliön hellävaraisuuteen vaikuttaa oleellisesti pudotuskorkeus ja säiliön pohjan laatu (kuvio 20). Peruna ei juuri vioitu, jos se putoaa pehmustetulle pinnalle tai perunakerroksen päälle. Jo HESEN ja KROESBERG (1960) totesivat, että (500 kg) suurlaatikoihin purettu peruna oli laatikon pohjalla selvästi pahemmin vioittunutta kuin muualla laatikossa.



Kuvio 20. Pudotuskorkeuden vaikutus erilaisille pinnoille pudotetun perunan vioittumiseen (LARSSON 1966, s. 14).

Iso-Britanniassa tehdyssä tutkimuksessa (STATHAM 1975) todettiin säiliön purku liian korkealta yleiseksi perunan vioittumisen syyksi. Korjuukoneen elevaattoripohjaisen säiliön purkukorkeus on yleensä portaattomasti säädettävissä, joten elevaattorisäiliö voidaan tyhjentää hellävaraisemmin kuin kippisäiliö (LARSSON 1972, s. 21-23, SPIESS 1976). Elevaattorisäiliöt ovat yleensä myös matalarakenteisempia ja niihin mahtuu enemmän perunaa kuin kippisäiliöihin. Perunan korjuu säiliön sijasta suoraan varastolaatikoihin olisi periaatteessa hellävarainen menetelmä. Käytännön ratkaisut eivät kuitenkaan ole

olleet riittävän helppokäyttöisiä eivätkä siksi ole yleistyneet. LARSSONin ja BENGTTSSONin (1987) mukaan korjuussa syntyvät perunan vioitukset johtuvat nykyäänkin suurelta osin liian korkeista ja vaimentamattomista pudotuksista (kuvio 21). Oleellinen merkitys on myös putoavan perunan lämpötilalla. Kylmässä peruna vioittuu herkästi, joten alle 10 °C:n lämpötila on perunankorjuulle jo liian kylmä. (Vertaa myös LARSSON 1967, s. 49 ja 1972, s. 24-26, MATTILA 1986 b, s. 79).



Kuvio 21. Piirtäjä Gutekunstin näkemys perunan kohtalosta kuljettimella (LARSSON ja BENGTTSSON 1987, s. 53).

6. PERUNAN VIOITTUMISALTTIUDEN MITTAUS

Iskut ja hankaus vaikuttavat eri perunalajikkeisiin eri tavoin. Esimerkiksi uusia lajikkeita jalostettaessa onkin syytä tutkia, miten risteytysten tuloksena saadut kloonit reagoivat iskuihin. Myös erilaisia viljelytekniisiä toimia tutkittaessa

olisi syytä selvittää, miten viljelytekniikka vaikuttaa perunan kykyyn kestää mekaanisia rasituksia. Tällaista tutkimusta kutsutaan tässä perunan vioittumisalttiuden määrittämiseksi.

Saksan Liittotasavallassa säännöllinen vioittumisalttiustutkimus aloitettiin 1966 (SPECHT ja BALBACH 1986). Tutkimuksen tarkoituksena on helpottaa jalostusmateriaalin valintaa ja luoda arvosteluasteikko saadulle materiaalille. Lisäksi Saksan Liittotasavallassa on pidetty tärkeänä tutkia kunkin lajikkeen vioittumista eri oloissa, jotta voitaisiin kehittää oikea viljelytekniikka kullekin lajikkeelle (kuvio 22).

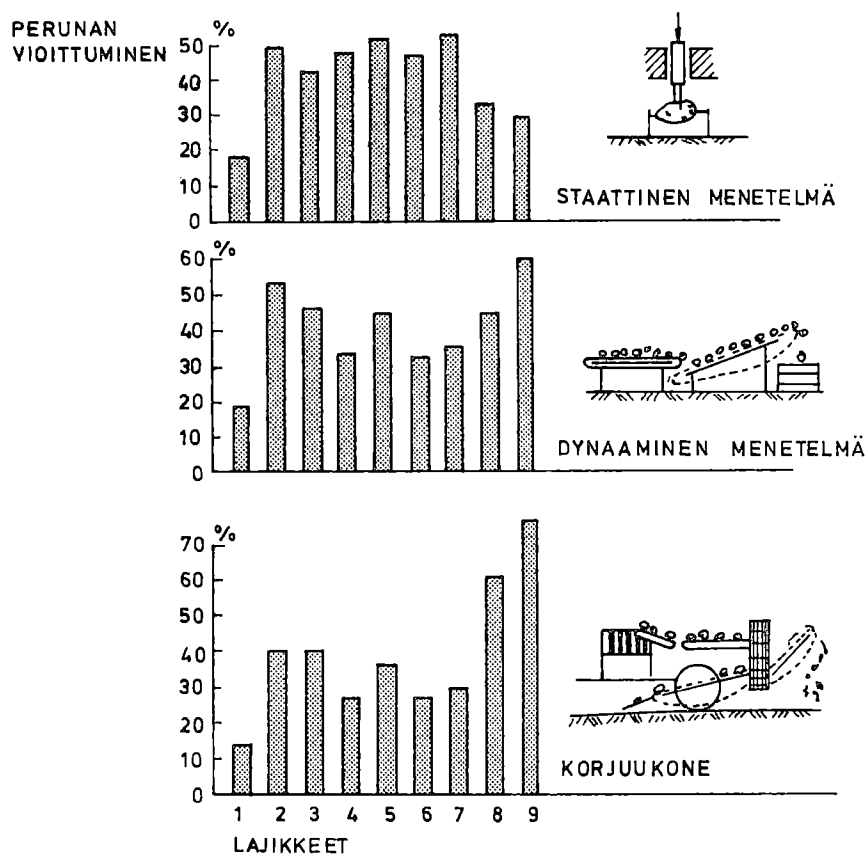
Vioittumisalttiutta tutkitaan useimmiten kohdistamalla mukulaan tai perunaerään jokin mekaaninen käsittely, jonka seuraukset tutkitaan. Mukulan ominaisuuksia ja sen sisältämiä aineita tutkimalla on pyritty löytämään syitä vioittumisalttiudelle. Eri maissa käytettyjä menetelmiä on koottu taulukkoon 3 tämän kappaleen loppuun.

Mukulan vioittumista voidaan tutkia dynaamisilla tai staattisilla menetelmillä. Dynaamisessa menetelmässä mukulaa isketään määrätyn liike-energian omaavalla esineellä tai mukulaan kohdistetaan jokin muu toistettavissa oleva kolhintakäsittely. Käsittelyn jälkeen mukulan saamien vioittumien vakavuus arvostellaan. Staattisessa menetelmässä mittauskappaletta painetaan mukulaan kasvavalla voimalla, kunnes mukulan kuori pettää ja esine tunkeutuu mukulaan. Staattisen menetelmän antama mittaustulos on heti luettavissa ilman mukulan tai vammaan arvostelua (LAMPE 1959, s. 24-25).

6.1. Dynaamiset menetelmät

Dynaamisissa kokeissa annettava isku jäljittelee perunan noston ja käsittelyn aikana mukulaan kohdistuvia iskuja. Käsittelykestävyyttä pyritään myös testaamaan tekemällä nostoja tavallisella korjuukoneella. Tällöin mukulan vioittumiseen vaikuttavat myös nosto-olot, kuten maan kosteus ja lämpötila ja kivien määrä. Tällaisten kokeiden vertailtavuus onkin huono (DAMBROTH 1967, s. 8). SPECHTin ja BALBACHin (1986) selos-

tamissa jo 20 vuotta jatkuneissa kokeissa perunat on aina nostettu samalla korjuukoneella, joka on aina säädetty samalla tavalla. Nosto on myös tehty aina 14 - 16 °C lämpötilassa. Käsittelykestävyyttä on rinnakkaisesti tutkittu laboratorioissa 1 m/s:n nopeudella käytetyllä seulaelevaattorilla. Näillä kahdella koemenetelmällä on saatu hyvin yhtäpitäviä tuloksia. Myös LAMPE (1959) vertasi oman menetelmänsä tuloksia laboratoriossa käytetyn seulaelevaattorikoneen aiheuttamaan kolhintaan.



Kuvio 22. Erilaisten perunan kolhintakoemenetelmien vertailu (SPECHT ja BALBACH 1986).

Koejärjestelyiltään helppo ja käytännössä tapahtuvaa kolhiutumista vastaava menetelmä tutkia perunan vioittumista on pudottaa mukula kovalle alustalle tietyltä korkeudelta. Tässä kokeessa pudotuskorkeus, alustan laatu ja mukulan paino vaikuttavat selvästi vioittumiseen (VOLBRACHT ja KUHNKE 1956, LARSSON 1966, s. 11-19, UMAERUS ja UMAERUS 1976). UMAERUKSEN

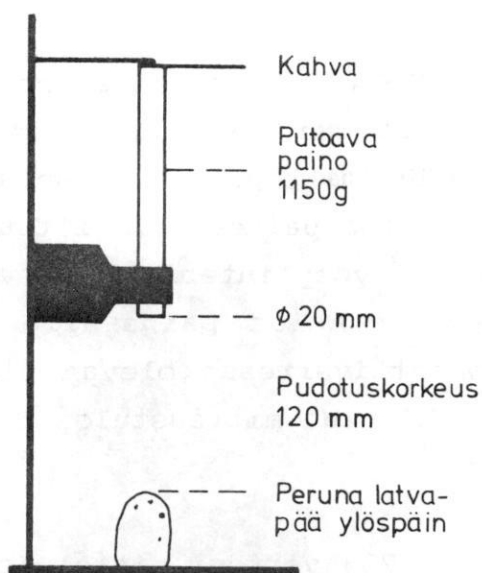
ja UMAERUKSEN (1976) kokeissa lajikkeiden väliset erot ruhjeiden ja halkeamien määrässä tulivat hyvin esille pudotettaessa mukulat 1,0 m:n korkeudelta (vertaa taulukko 2). Testikorkeudeksi valittiin 1,0 m, vaikka mustelmoitumisen erot olivat selvimmillään hieman matalammalta pudotettaessa. Kokeessa pudotettiin 100 kpl tasakokoisia (ϕ 40 - 50 mm) mukuloita puupohjaiseen, pehmeäreunaiseen laatikkoon.

Taulukko 2. Perunan vioittuminen pudotuskokeessa, pudotuskorkeus 100 cm (MUSTONEN 1986).

Lajike	Jakauma %				
	Terveet	Mustelmat	Iskemät	Ruhjeet	Halkeamat
Rekord	58	1,6	3,3	3,0	2,5
Bintje	32	0,6	4,1	4,3	13,6
Pito	12	6,5	11,3	11,0	15,8
Sabina	10	1,1	4,1	4,3	11,5

Eliminoidakseen mukulan painon vaikutuksen käyttivät Werner (1931, Ref. DAMBROTH 1967) sekä VOLLBRACHT ja KUHNKE (1956) laitteita, joissa punnukseen kiinnitetty halkaisijaltaan 10 mm:n rautatappi pudotettiin perunan päälle. DAMBROTH (1967) käytti kokeissaan ns. Bodendörfer-laitetta, jossa 1150 g painava rauta putosi 12 cm:n matkan halkaistun perunan latva-päähän (kuvio 23).

SEPPÄSEN (1972) kokeissa perunaa voitettiin yksinkertaisella heilurilla. Heilahdusvarren päässä oleva halkaisijaltaan 8 mm:n puikko iski perunaa määrätyllä nopeudella. Isku kohdistettiin mukulan keskelle ja mukula pääsi liikkumaan iskun voimasta.



Kuvio 23. Mukulan vioittumisalttiuden tutkimista varten kehitetty Bodendörfer-laite (GEHSE 1970, s. 6).

GALL ym. (1967) tutkivat perunan mukulan joustavuutta. Sitä mitatakseen he kehittivät takaisiniskuheilurin (Rückschlagspendel). Heilurin varren päässä olevassa massakappaleessa (190 g) on halkaisijaltaan 9,4 mm:n kuula, jonka osuessa mukulaan heilahdusvarsi on pystysuorassa. Heilurin heilahtaessa iskun jälkeen takaisinpäin heilahduskulma mitataan. Mitattu kulma kuvaa mukulan joustavuutta ts. käsittelynkestävyyttä. Mukuloita ei tarvitse lainkaan analysoida.

BAILEY ja JELLIS (1981) tutkivat 45 tilan perunat takaisiniskuheilurilla ja vertasivat saatuja tuloksia tilojen korjuukoneilla nostettujen perunoiden nostovioitusten määrään. Joustavuus korreloi vioittumisen kanssa ensimmäisenä tutkimusvuonna tilastollisesti hyvin merkitsevästi ja toisena vuonna melkein merkitsevästi. Tutkijat totesivat, että vaikka perunan vioittumisalttius vaikuttaa vioittumiseen nostossa, nosto-oloilla on kuitenkin suurempi merkitys.

6.2. Staattiset menetelmät

WITZ (1954) ja LAMPE (1959) tutkivat perunan käsittelynkestävyyttä staattisella menetelmällä mittaamalla voiman, joka tarvitaan työntämään mittapuikko perunaan. WITZin (1954) koe-laitteet toimivat ilmanpaineella. Mittaustulos oli mittapuikkoa liikuttavassa työsylinterissä tarvittava paine. LAMPEN (1959) laitteessa mukulaa painavalle puikolle siirrettiin lisää painoa momenttivarressa olevan siirtopunnuksen avulla. Mukulan kuoren puhjettua mittaustulos luettiin momenttivarren asteikolta grammoina.

LAMPE (1959, s. 65-70) vertasi mittalaitteensa antamia tuloksia laboratoriossa käytetyn nostokoneen aiheuttamaan vioittumiseen ja totesi niiden yhtäpitävyyden. DAMBROTHin (1967, s. 23-28) kokeissa vioittuminen dynaamisessa kokeessa ja korjuukoneessa oli samanlaista, mutta LAMPEN koelaitte antoi näistä poikkeavia tuloksia. Myös SPECHT ja BALBACH (1985) toteavat staattisella menetelmällä saadut tulokset epävarmoiksi ja menetelmän käytöstä Dethlingenin tutkimuslaitoksen lajikevertailuissa onkin luovuttu.

WITZ (1954) tutki mukulan kuoren irtoamiseen tarvittavaa voimaa. Hänen menetelmänsä ei kuitenkaan ollut tarkka. LAMPE (1959, s. 35) pitikin mahdottomana mitata tarkasti kuoren lujuutta ja kiinnittyneisyyttä. Myös MOHSENIN (1965) tutki perunan kuoriutumiseen tarvittavaa kitkaa ja painetta ja löysi eroja tutkimiensä lajikkeiden välillä. Lisäksi keväällä kuoriutumiseen tarvittiin suurempi voima kuin noston jälkeen.

Taulukko 3. Vioittumisalttiuden mittaamenetelmät eurooppalaisissa tutkimuslaitoksissa (UMAERUS 1978).

Tutkimuksen käyttö-tarkoitus	Mittausmenetelmä						
	Korjuukone	Pudotuskoe	Putoava kuula	Ravistuslaite	Heiluri (GALL 1967)	Staattinen mitta	Muu
Lajikekokeet	9	-	1	1	2	-	1
Jalostusain. valinta	2	1	-	-	3	1	2
Koneiden testaus	2	1	-	-	-	-	-
Perunan laadun tarkkailu	2	-	-	-	-	-	1
Muu tutkimus	5	2	3	1	3	-	1
Mukuloita/näyte	100 kpl -25 kg	20- 100 kpl	20- 100 kpl	10- 100 kpl	25- 600 kpl	2-30	10
Ajankäyttö/näyte	5 min -3 h	10 min -2 h	10-45 min	30 min	20-60 min	50 min	10-30 min

7. YHTEENVETO VILJELY- JA KORJUUTEKNIIKAN VAIKUTUKSESTA MEKAANISIIN VIKOIHIN

Korjuutyön tai kauppakunnostuksen aiheuttama vioitus alentaa mukulan käyttöarvoa joko itse mekaanisen vian tai sen kautta tarttuneen varastotaudin takia. Korjuun aikana tapahtuvaan perunan vioittumiseen vaikuttavat tekijät voidaan jakaa kolmeen ryhmään: a) mukulan ominaisuudet korjuuhetkellä, b) korjuuolot ja c) korjuutekniikka. Eri tekijät vaikuttavat myös toisiinsa, joten yksittäisen tekijän vaikutuksen selville saaminen on yleensä vaikeaa.

Tuleentumaton, heikkokuorinen mukula on altis pintavioituksille. Raskas mukula vioittuu kevyttä helpommin varsinkin pudotessaan. Paljon vettä sisältävä mukula on yleensä herkkä ruhjoutumaan, kun taas korkean kuiva-ainepitoisuuden omaava mukula saa helpommin mustelmia. Yhtä lajiketta tutkittaessa muidenkin mukulan ominaisuuksien vaikutus voi olla todettavissa. Eri lajikkeita verrattaessa vioittumista on kuitenkin vaikea selittää pelkästään mukuloiden ominaisuuksilla.

Viljelytoimet voivat vaikuttaa sekä mukuloiden ominaisuuksiin että korjuuoloihin. Lannoitus vaikuttaa perunan ominaisuuksiin selvästi. Runsas typpilannoitus myöhästyttää kasvua ja tuleentumista. Fosfori taas nopeuttaa perunan kasvurytmiä ja mahdollistaa perunan korjuun tuleentuneempana. Runsas kalilannoitus vähentää joidenkin tutkimusten mukaan perunan mustelmoitumista.

Multakokkareet aiheuttavat perunan vioittumista ja lisätyötä korjuun aikana. Kokkareiden syntymistä voidaan ehkäistä viljelemällä perunaa siihen sopivilla mailla ja tekemällä kevätmuokkaus tarpeeksi syvään, mutta vasta pellon kuivahdettua riittävästi. Muokkaustulosta on pyritty parantamaan jyrsinmuokkauksen ja ajourien avulla sekä muotoilemalla penkit valmiiksi jo muokkausta edeltävänä syksynä. Koejäsenten suuri sisäinen hajonta on kuitenkin tavallista muokkauskokeissa, joten johtopäätösten teko on vaikeaa.

Leveä riviväli on eduksi perunan hoitotöiden ja korjuun kannalta. Keski-Euroopan seuloutuvilla mailla on kokeiltu perunan viljelyä jopa 180 cm leveissä monirivipenkeissä. Optimaalisesta kasvutilasta huolimatta monirivipenkit eivät anna sadonlisäyksiä, mutta tallausvauriot jäävät vähäisiksi ja korjuukoneeseen saadaan nousemaan runsaasti multaa.

Ainakin myöhäisten lajikkeiden idättäminen on Suomen oloissa välttämätöntä kasvurytmin nopeuttamiseksi. Kovakourainen istutus rikkoo helposti ituja, mutta useimmat uudet istutuskonetyypit ovat varsin hellävaraisia, ja idätetyn perunan istutus käy myös automaattisilla koneilla.

Koska perunan koneellinen korjuu vaatii onnistuakseen tuleentuneen perunan, varsiston hävitys 10 - 15 vrk ennen korjuuta on yleensä tarpeen muiden kuin varhaisten lajikkeiden tuleentuttamiseksi. Myös korjuulämpötilalla on merkitystä: kylmä mukula vioittuu paljon herkemmin kuin lämmin mukula. Perunan vioittumisalttiuden lisäksi myös korjuukoneen ja varsinkin sen käyttötavan merkitys on suuri.

Korjuukoneen säätöjen vaikutusta ei ole Suomessa tutkittu laajemmin ennen vuotta 1986. Ulkomailla erilaisia tutkimuksia on kuitenkin tehty runsaasti. Myöskään keski-Euroopassa yleistynyttä kaksivaiheista korjuuta ei ole manner-Suomessa kokeiltu ennen tätä tutkimusta. Kaksivaiheisen korjuun etuina ovat mukuloiden lämpiämisen ja kuivahtamisen takia paremmin käsittelyä kestävä, puhtaampi peruna sekä hieman suurempi korjuuteho kuin yksivaiheisessa korjuussa.

Suomessa perunan korjuuseen käytetään useimmiten yksirivisiä säiliökoneita. Pienemmät koneet voivat nostaa myös suoraan säkkeihin, mutta nostoa suoraan 1 m³ varastolaatikoihin ei vielä ole pystytty järjestämään nykyisissä korjuukoneissa toimivasti.

Korjuukoneen pääosat ovat vannas, seulaelevaattori, varsien ja kokkareiden erottimet, käsinlajitteluelevaattori ja säiliö. Mullan erottelu seulaelevaattorilla ja mukuloiden putoa-

minen säiliöön ovat useimmiten suurimmat syyt perunan vioittumiseen.

Korjuukoneen vannas ei vioita perunaa, mikäli se on säädetty kulkemaan riittävän syvällä penkissä. Kokkareista ja huonosti seuloutuvaa penkkiä nostettaessa työsyvyys on kuitenkin pidettävä matalana, jolloin syvempänä olevien mukuloiden ruhjoutuminen on mahdollista. Vaikeita oloja varten on kehitetty maata seulovia täryttäviä vantaita. Toisaalta on kehitetty myös lautasvantaita, jotka nostavat runsaasti maata seulaelevaattorille.

Seulaelevaattorin nopeuden tulisi olla hidas, vain vähän korjuukoneen ajonopeutta suurempi, jotta vioittuminen pysyisi vähäisenä. Elevaattorimattoa ei myöskään saisi tarpeettomasti täryttää, jotteivät mukulat vierisi ja pomppisi elevaattorilla. Mullan seulonta ei ylipäänsä saisi olla liian tehokasta, koska multakerros pehmentää mukuloiden kulkua elevaattorimatolla.

Tuleentumaton peruna vioittuu erittäin helposti kaikentyypissä varsien erottimissa, koska mukulat ovat heikkokuorisia ja tiukasti varsissa kiinni. Tällöin mukulan oma massa ei riitä alkuunkaan irrottamaan sitä.

Lopullinen multakokkareiden ja kivien erottelu tehdään yksirivisissä koneissa yleensä käsityönä. Työtä helpottamassa on kuitenkin kokkareenerotin, tavallisimmin kuminappulamatto. Kokkareiden erottimet ovat yleensä hellävaraisia, mikäli tukoksia ei synny.

Korjuukoneen säädöt ovat ainoa tekijä, johon korjuuhetkellä enää voidaan vaikuttaa. Korjuukoneen säädöt ovat optimoita- vissa joidenkin tiettyjen korjuuolosten mukaisiksi. Korjuuolot muuttuvat kuitenkin nopeasti ja ovat eri osissa lohkoa hyvin- kin erilaiset. Korjuukoneen säätäminen on yleensä hidasta ja se ei onnistu ainakaan ajon aikana. Jotta sadon laatu pysyisi hyvänä, ei perunaa nykyisillä koneilla tulisi korjata tuleen- tumattomana.

KENTTÄTUTKIMUKSET 1986-87**8. TUTKIMUSAINEISTO JA MENETELMÄT**

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää seulaelevaattorin ja varrenerottelun säätöjen vaikutusta perunankorjuukoneen toimintaan ja perunoiden vioittumiseen. Tutkimuksessa pyrittiin kehittämään myös perunan kuoriutumisalttiuden määrittämissä menetelmää.

Tutkimukseen kuuluneet kenttäkokeet tehtiin Perunantutkimuslaitoksella syksyllä 1986 ja 1987. Tämän lisäksi tehtiin VAKOLAssa kesällä 1987 seulontatehokokeita.

Kokeissa käytettiin Oy Juko Ltd:n toimittamaa Teho-Juko -korjuukonetta ja Kesko Oy:n toimittamaa Grimme LK 650 -korjuukonetta. Käyttötraktoreina olivat David Brown 996, Fiat 680 ja Valmet 702. Lisäksi käytettiin Valmet Oy Traktoritehtaan koekäyttöön toimittamaa Valmet 405-4 -traktoria. Vuonna 1987 käytettiin varsiston poistoon Mäenpää & Salonen Ky:n toimittamaa 4-rivistä Varsipoika-murskainta.

Perunoiden vioittuminen määritettiin lähinnä kuoriutumisen perusteella ja joissakin kokeissa tehtiin myös mustelmoitumismäärittämiä. Varrenerottelukokeissa määritettiin varrenerottelun aiheuttama nostotappio ja seulaelevaattorikokeissa seulaelevaattorin yli kulkeutuneen mullan määrä. Nosto-olojen selvittämiseksi otettiin koekentiltä kosteusnäytteitä ja määritettiin maan seuloutuvuus erityisen seulakoneen avulla.

Vuoden 1986 kokeet olivat lohkoittain satunnaistettuja ja niissä oli kolme kerrannetta. Olosuhteiden aiheuttamasta hajonnasta johtuen kerranteiden määrä osoittautui kuitenkin liian pieneksi, joten vuoden 1987 kokeissa kerranteiden määrää lisättiin neljään. Osa kokeista järjestettiin latinalaisen neliön muotoisena, minkä tarkoituksena oli eliminoida nosto-olojen vaihtelun vaikutusta koetuloksiin.

8.1. Perunoiden vioittumisen määrittäminen

8.1.1. Kuoriutuminen

Korjuukone pysäytettiin kesken ajon kuoriutumisenäytteen ottoa varten. Näyte otettiin yleensä käsinvalintatasolta ja joissakin kokeissa myös seulaelevaattorilta. Näytteessä oli noin 100 mukulaa, jotka poimittiin käsin varovasti muovikassiin.

Näytteet pyrittiin analysoimaan mahdollisimman nopeasti näytteenoton jälkeen. Mikäli analysointi kuitenkin siirtyi näytteenoton jälkeiseksi päiväksi, muovikassit suljettiin kuivumisen estämiseksi.

Perunoiden kuoriutuminen määritettiin pyrokatekiinivärjäyksen avulla. Perunanäytteet pestiin verkkosäkeissä, jonka jälkeen ne upotettiin pyrokatekiiniliuokseen vähintään minuutiksi. Näytteiden annettiin kuivahtaa 5 - 10 minuuttia, jolloin kuoriutuneet kohdat värjäytyivät tumman punaiseksi. Tämän jälkeen mukulat lajiteltiin silmävaraisesti kuoriutumisen perusteella viiteen eri luokkaan seuraavan taulukon mukaisesti:

Luokka	Pinnasta kuoriutunut %	Kerroin (luokkakeskiarvo)
1. Terveet	< 1	0
2. Lievästi kuoriutuneet	1 - 10	4,5
3. Kohtalaisesti	"- 10 - 25	17,5
4. Pahasti	"- 25 - 50	37,5
5. Pilalle	"- > 50	74,5

Mukulat lajitteli aina sama, tehtävään hyvin harjaantunut henkilö. Eri luokkien mukulat punnittiin ja niiden lukumäärät laskettiin. Tämän jälkeen, eri luokkien painojen perusteella, laskettiin näytteen keskimääräinen kuoriutumisprosentti käyttäen kertoimina luokkakeskiarvoja.

8.1.2. Mustelmoituminen

Mustelmoitumisnäytteet otettiin samalla tavalla kuin kuoriutumisenäytteetkin. Näytekoko oli noin 100 mukulaa. Mustelmoitumisen määrittämiseen käytettiin pika-analyysimenetelmää, johon kuuluu näytteiden pitäminen lämpökaapissa noin 35 °C:n lämpötilassa noin puoli vuorokautta. Tämän jälkeen perunat kuorittiin kuorimakoneella ja niistä määritettiin mustelmoituminen silmävaraisesti. Luokittelu oli sama kuin kuoriutumismäärityksessä.

8.1.3. Kuoriutumisalttius

Perunoiden kuoren käsittelynkestävyyttä tutkittiin vakioidulla kolhintakokeella, jossa mukuloihin kohdistettiin mekaaninen, kuorta irrottava käsittely. Kolhintakoe tehtiin betoninsekoittimella, josta oli poistettu toinen sekoitusliipi. Sekoittimen pyörimisnopeus oli 28,5 r/min ja tilavuus 75 litraa. Kolhintakokeessa betoninsekoitinta pyöritettiin sähkömoottorilla kaksi täyttä kierrosta.

Talikolla perunapenkistä nostetut mukulat pestiin ja niiden annettiin kuivua 3 - 4 tuntia. Näytekoko oli noin 3 - 4 kg. Kuivahtaneet perunat kaadettiin varovasti betoninsekoittimeen ja niille tehtiin kolhintakäsittely. Tämän jälkeen perunat laitettiin verkkosäkkeihin ja ne värjättiin pyrokatekiinillä. MATTILA (1986 b) on käyttänyt samaa menetelmää perunan kuoren käsittelynkestävyyden määrittämiseen. Menetelmän käyttökel- poisuutta ja toistettavuutta tutkittiin tämän tutkimuksen yhteydessä erillisessä kolhintakokeessa (vrt. kpl. 9.9.).

8.2. Nostotappion määrittäminen

Nostotappioksi on laskettu ainoastaan varrenerottelussa syntyneet tappiot. Nostotappio määritettiin korjuukoneen takaosaan kiinnitetyn kankaan avulla. Mukulat kerättiin kankaalta, jonka jälkeen ne lajiteltiin 30 mm:n seulan avulla kah-

teen osaan, jotka punnittiin. Vuonna 1986 tappiot kerättiin 8 metrin matkalta ja vuonna 1987 10 metrin matkalta.

8.3. Seuloutumattoman multamäärän määrittäminen

Seulaelevaattorin yli tullut multa otettiin Teho-Jukossa talteen nappulamaton pään alapuolelle sijoitettuun laatikkoon kolmen tai neljän rivimetrin matkalta suisteen ollessa ylösnostettuna. Grimme LK-650 -korjuukoneessa seulaelevaattorin yli tullutta multaa ei voitu koneen rakenteesta johtuen ottaa talteen nappulamatoilta, vaan näyte otettiin käsinvalintatason kivikaistalta, joka oli päällystetty kankaalla. Tällöin multamäärä jäi kuitenkin pieneksi ja erot eivät tulleet hyvin esille.

8.4. Maan ominaisuuksien määrittäminen

8.4.1. Seuloutuvuus

Maan seuloutuvuus määritettiin VAKOLAssa kehitetyllä seulontakoneella, jossa oli 20 ja 5 mm:n seulat. Perunapenkistä kuorittiin ensin pois noin 5 cm:n paksuinen pintakerros. Tämän jälkeen otettiin tasapohjaisella kauhalla noin 5 cm paksu, 4 - 6 kg painanut maanäyte, joka kaadettiin seulontakoneeseen. Konetta käytettiin 15 sekuntia, jona aikana se teki 15 kaksoisiskua. Tämän jälkeen punnittiin eri jakeet. Seuloutuvuus laskettiin 5 mm:n seulan läpäisseen jakeen osuutena näytteen kokonaispainosta. Kustakin näytteenottokohdasta tehtiin 3 rinnakkaismääritystä vierekkäisiltä riveiltä.

8.4.2. Kosteus

Kosteusnäytteet pyrittiin ottamaan mahdollisimman kattavasti koekentän eri osista. Näytteet otettiin kauhalla penkistä, jonka jälkeen ne suljettiin tiiviisti muovipusseihin.

Maan kosteus määritettiin kuivauskaappi-menetelmää soveltaen. Näytekoko oli 50 g ja näytteitä kuivattiin 105 °C:n lämpötilassa noin 1/2 vuorokautta. Kuivauksen aikana tapahtunut painonkevennys laskettiin haihtuneeksi vedeksi. Maan kosteus laskettiin prosentteina märkápainosta.

8.5. Tutkimuksessa käytetyt korjuukoneet

Tutkimuksessa olivat mukana Teho-Juko ja Grimme LK 650 -korjuukoneet. Koneiden vuosimalli oli 1986 ja niissä oli elevaattoripohjainen säiliö. Teho-Juko on rakenteeltaan yksikerroksinen (vrt. kpl. 3) ja varsiston erottelee varsirulla. Grimme LK 650 on puolestaan kaksikerroksinen korjuukone, jossa varret erottelee varsielevaattori.

Teho-Jukon alkuperäinen varsirulla oli metallinen ja siinä oli metalliset rivat. Vuoden 1986 kokeissa käytettiin myös rivatonta kumipäällysteistä varsirullaa, johon päällyste oli kiinnitetty liimaamalla. Tämä rullatyyppi osoittautui kuitenkin kestävyydeltään heikoksi, joten se korvattiin vuoden 1987 kokeissa varsirullalla, jonka kumipäällyste oli vulkanoitu.

Teho-Jukoon rakennettiin vuoden 1987 kokeita varten ylimääräinen tärytin 95 cm alkuperäisen täryttimen etupuolelle. Alkuperäisestä täryttimestä käytetään tässä esityksessä nimitystä takatärytin ja jälkeempäin rakennettua tärytintä kutsutaan etutäryttimeksi. Kumpaakin tärytintä voitiin käyttää toisistaan riippumatta ja tärytyksen laajuutta voitiin säätää.

Koneeseen lisättiin myös kolmas välitys, jolla pystyttiin alentamaan koneen käyntinopeutta suhteessa traktorin voa:n nopeuteen siten, että traktorin voa:n nopeuden ollessa 270 r/min seulaelevaattorin nopeudet olivat 0,75, 1,0 ja 1,25 m/s. Vastaavat varsirullan kehänopeudet olivat 0,7, 0,9 ja 1,1 m/s. Tärytyksen taajuus vaihteli seulaelevaattorin nopeudesta riippuen välillä 1,3 - 2,2 kaksoisiskua/s. Seulaelevaattorin pinta-ala oli 1,9 m².

Grimme LK 650 - korjuukoneen koneiston käyntinopeutta voitiin säätää ainoastaan traktorin voa:n nopeutta muuttamalla. Seulaelevaattorin nopeus oli 1,12 m/s voa:n nopeuden ollessa 270 r/min. Varsielevaattorin nopeutta voitiin muuttaa myös välitystä vaihtamalla, jolloin saavutettiin nopeudet 0,92 ja 1,06 m/s. Seulaelevaattorin pinta-ala oli 1,4 m².

8.6. Aineiston tilastollinen käsittely

Kuoriutumis- ja kosteusprosentit laskettiin ja muunnokset tehtiin mikrotietokoneella VAKOLassa. Varsinaiseen tilastolliseen analyysiin käytettiin Hewlett Packard -tietokoneen ohjelmia Statistics 1 ja 2. Pääasiallinen analyysimenetelmä oli varianssianalyysi, mutta lisäksi laskettiin keskiarvoja ja korrelaatioita ja tehtiin vertailuja Tukeyn testillä.

Tilastolliset merkitsevyydet on ilmoitettu seuraavasti:

Todennäköisyys	Merkitsevyys		Merkintä
90 %	tilastollisesti	suuntaa-antava	o
95 %	"-	merkitsevä	*
99 %	"-	hyvin merkitsevä	**
99,9 %	"-	erittäin merkitsevä	***

9. TUTKIMUSTULOKSET

Taulukkoon 4 on kerätty keskeisimmät tiedot kokeiden suoritusajankohdista, käytetystä kalustosta ja eräistä taustamuutujista. Kokeet on jaettu varsirullakokeisiin, varsielevaattorikokeisiin ja seulaelevaattorikokeisiin pääasiallisen tutkimuskohteen perusteella.

Syksyllä 1986 tehtiin lisäksi alustavia kokeita koemenetelmien selvittämiseksi. Alustavien kokeiden tulokset on esitetty liitteessä 2.

Taulukko 4. Kooste tehdyistä kokeista.

Koe	Ajankohta	Korjuu- kone	Traktori	Peruna- lajike	Mukula- sato kg/ha	Varsi- sato kg/ha	Kuoriu- tuminen kolh.ko- keessa %	Maalaji	Maan seulou- tuvuus %	Maan kos- teus %
Varsi- rulla	10.-11.9.1986	Teho- Juko	DB 996	Saturna	41 000	16 500	8,9	KHT	31,3	-
Varsi- elev.	11.-12.9.1986	Grimme LK 650	Fiat 680	Saturna	41 000	13 800	4,3	KHT	31,3	-
Varsi- elev.	27. ja 30.8.1987	Grimme LK 650	Valmet 405-4	Saturna	29 200	24 700	13,0	KHT	34,3	18,6
Seula- elev.	23. ja 25.9.1986	Grimme LK 650	Valmet 405-4	Saturna	-	-	1,0	KHT	-	22,8
Seula- elev.	17.-18.9. ja 30.9.1986	Teho- Juko	Valmet 405-4	Saturna (30.9. Prevalent)	-	-	3,3	KHT	-	23,5 16,8
Seulon- tateho	20.-24.7.1987	Teho- Juko	Valmet 702	-	-	-	-	SHs/Hes/ Hts	48,2 51,9	-
Seula- elev.	18.-19.8.1987	Teho- Juko	DB 996	Ostara	24 800	-	18,1	rm hHt	56,7	18,1
Seula- elev.	15.9.1987	Teho- Juko	DB 996	Pito	19 900	-	2,1	rm Ht	26,5	19,9

9.1. Kasvukauden 1986 sää

Touko- ja kesäkuu olivat hieman pitkäaikaista keskiarvoa lämpimämmät, ja kesäkuu oli myös keskimääräistä kuivempi (taulukko 5). Loppukesä oli huomattavasti keskimääräistä kylmempi. Elokuussa keskilämpötila oli 3,3 °C pitkäaikaista keskiarvoa alempi ja syyskuussa eroa oli peräti 4,6 °C. Elokuu oli myös poikkeuksellisen runsassateinen, kun taas syyskuun sademäärä oli jotakuinkin pitkäaikaista keskiarvoa vastaava. Tehoisan lämpötilan summa oli touko-syyskuun välisenä aikana 991 °C, joka on 91 % pitkäaikaisesta keskiarvosta.

Taulukko 5. Kuukausittaiset keskilämpötilat ja sademäärät Perunantutkimuslaitoksella (PTL) kasvukauden 1986 aikana verrattuna Lammin biologisen aseman (BA) pitkäaikaisiin keskiarvoihin.

Kuukausi	Keskilämpötila °C			Sademäärä mm		
	1986 PTL	1931-60 BA	Erotus	1986 PTL	1931-60 BA	1986 % pit- käaikaisesta keskiarvosta
Toukokuu	9,8	8,8	+1,0	57	42	136
Kesäkuu	15,0	14,0	+1,0	41	49	84
Heinäkuu	14,8	16,7	-1,9	84	70	120
Elokuu	11,5	14,8	-3,3	137	76	180
Syyskuu	5,1	9,7	-4,6	61	60	102

9.2. Kasvukauden 1987 sää

Kasvukausi 1987 oli kokonaisuudessaan poikkeuksellinen (taulukko 6). Kuukausittaiset keskilämpötilat olivat koko kesän normaalia alemmat. Elokuussa poikkeama pitkäaikaisesta keskiarvosta oli -3,9 °C. Kesä oli myös normaalia sateisempi. Touko-syyskuun sademäärä, 403 mm, oli 36 % pitkäaikaista keskiarvoa suurempi. Tehoisan lämpötilan summa touko-syyskuussa oli vain 737 °C, mikä on 67 % pitkäaikaisesta keskiarvosta.

Taulukko 6. Kuukausittaiset keskilämpötilat ja sademäärät Perunantutkimuslaitoksella (PTL) kasvukauden 1987 aikana verrattuna Lammin biologisen aseman (BA) pitkäaikaisiin keskiarvoihin.

Kuukausi	Keskilämpötila °C			Sademäärä mm		
	1987 PTL	1931-60 BA	Erotus	1987 PTL	1931-60 BA	1987 % pit- käaikaisesta keskiarvosta
Toukokuu	7,2	8,8	-1,6	44	42	105
Kesäkuu	11,5	14,0	-2,5	75	49	153
Heinäkuu	13,2	16,7	-3,5	78	70	111
Elokuu	10,9	14,8	-3,9	109	76	143
Syyskuu	6,4	9,7	-3,3	97	60	162

Tehoisan lämpötilan summat jäivät kumpanakin tutkimusvuotena pitkäaikaista keskiarvoa alhaisemmiksi, joten myöhäiset perunalajikkeet eivät ehtineet tuleentua. Syksyt olivat keskimääräistä kylmempinä ja sateisempinä, joten nosto-olot olivat tavanomaista huonommat. Tutkimukseen kuuluneet kokeet pyrittiin kuitenkin tekemään mahdollisimman hyvissä oloissa, jotta säätekijöiden vaikutus jäisi mahdollisimman vähäiseksi. Joidenkin kokeita jouduttiin laajuuden vuoksi tekemään usean päivän aikana, jolloin nosto-olojen muutokset ovat saattaneet lisätä tulosten hajontaa.

Tutkimuksessa pyrittiin selvittämään maan ominaisuuksia kosteus- ja seuloutuvuusnäytteiden avulla. Seulakoneella määritetyn maan seuloutuvuuden ja nostokoneesta mitatun seuloutumattoman multamäärän välillä ei ollut selvää tilastollista riippuvuutta ja tulosten hajonta oli yleensä suuri. Seuloutuvuusnäytteiden määrä oli melko vähäinen, alle 10 lohkolta, ja lisäksi näyte otettiin penkin yläosasta, jolloin näyte ei edustanut koko penkin ominaisuuksia. Toisaalta seulakoneen ja

seulaelevaattorin toimintatavat poikkeavat melko paljon toisistaan, mikä vaikuttanee osaltaan tulosten erilaisuuteen.

Maan kosteus vaihteli melko selvästi koekenttien eri osissa. Kostuserot vaikuttavat kasvukauden aikana kasvuston kehitykseen ja myös nosto-oloihin. Tässä tutkimuksessa maan kosteudella ei kuitenkaan havaittu olevan selvää riippuvuutta maan seuloutumisen tai perunoiden vioittumisen kanssa.

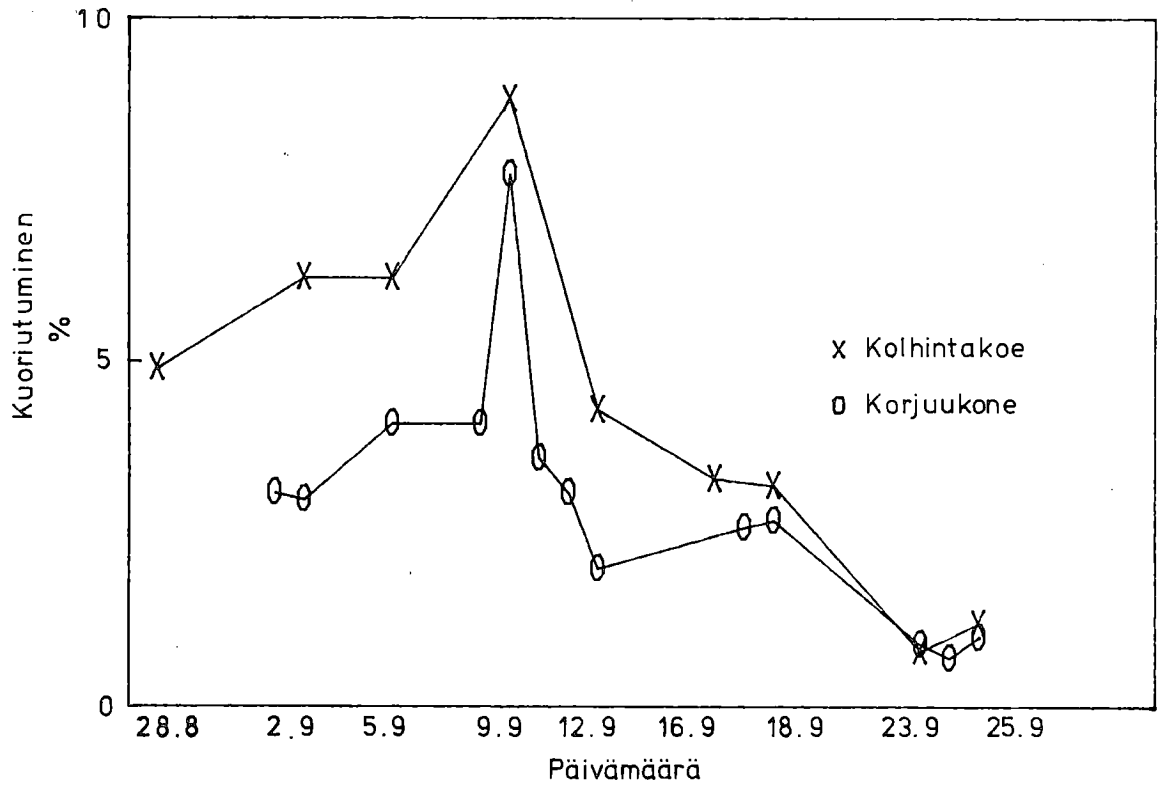
Mukuloiden lämpötilalla on huomattava vaikutus vioittumisalttiuteen. Tässä tutkimuksessa perunoiden lämpötilaa ei kuitenkaan mitattu.

9.3. Kokeissa mukana olleet perunalajikkeet

Vuoden 1986 kokeet tehtiin kaikki samalla lohkolla, ja lajikkeena oli Saturna (poikkeuksena 30.9. ajettu kerranne, jossa lajikkeena oli Prevalent). Koekentän maalaji oli karkea hiehta.

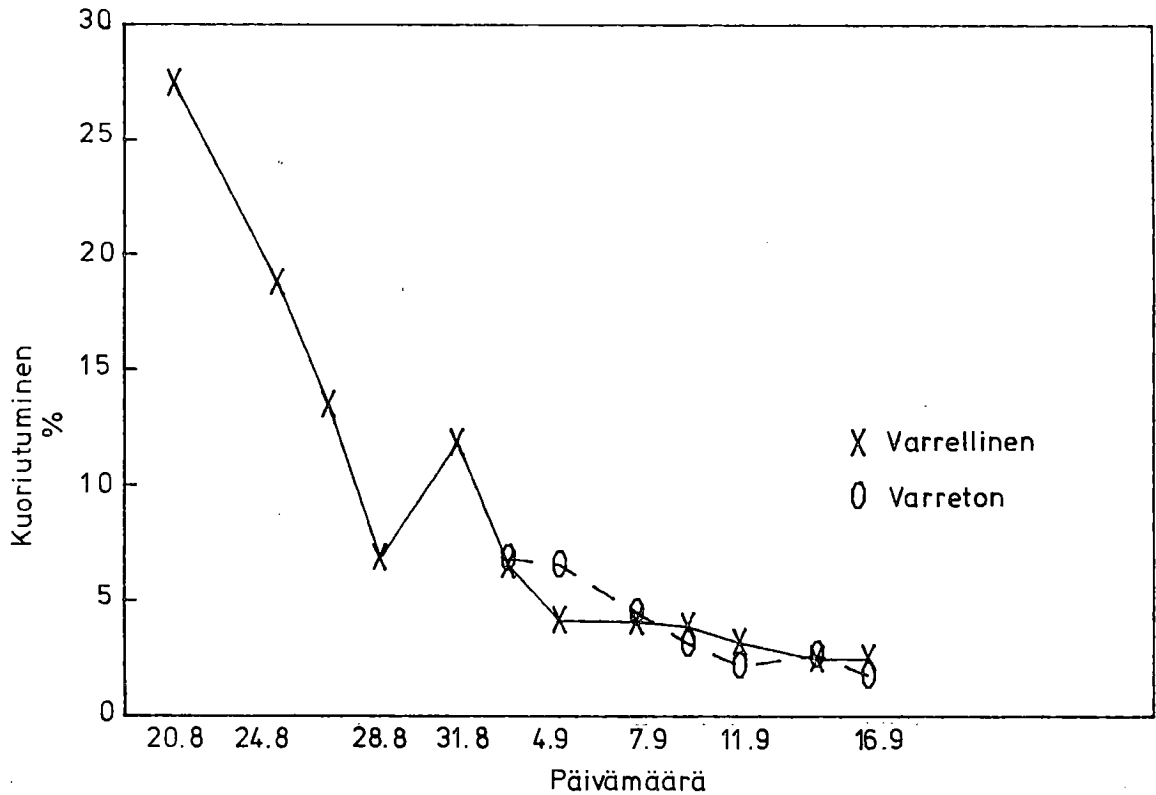
Saturnan käsittelykestävyyttä seurattiin kaksi kertaa viikossa kolhintakokeen avulla. Tällöin otettiin kerralla kolme noin 3 - 4 kg:n näytettä vierekkäisistä penkeistä. Näytteet pestiin ja niiden annettiin kuivua noin 4 tuntia ennen kolhintakoetta. Betoninsekoittimella tehty kolhintakoe mittasi varsin hyvin perunan kuoren kestävyyttä nostossa syntyvää vioittumista vastaan (kuvio 24).

Kuoriutumisen korjuukoneessa oli 11.9.1986 jälkeen kuitenkin niin vähäistä, että eri säätöjen ja menetelmien välisiä eroja ei voitu kunnolla osoittaa. Sen sijaan koekentän sisällä oli havaittavissa selviä eroja.



Kuvio 24. Saturnan kuoriutumisen kolhintakokeessa ja korjuukoneessa vuonna 1986.

Vuoden 1987 kokeet tehtiin usealla eri lohkollla, ja lajikkeina olivat Saturna, Pito, Ostara ja Bintje. Bintje-lohkolle perustettiin koekenttä, jossa seurattiin kuoren kestävyiden kehittymistä kolhintakokeen avulla 20.8 - 16.9 välisenä aikana 3 kertaa viikossa. 1.9 hävitettiin varsisto osasta koeluetta. Varsiston poiston vaikutus oli kuitenkin vähäinen, sillä perunan kuori oli muutenkin jo melko kestävä. Bintjen kuoren kestävyiden kehittyminen on esitetty kuviossa 25.



Kuvio 25. Bintjen kuoriutuminen kolhintakokeessa vuonna 1987.

Liitteeseen 1 on kerätty tiedot kokeissa mukana olleista perunalajikkeista, lannoituksesta ja kasvinsuojelusta. Kaikki lohkot mullattiin kerran kasvukauden aikana.

MUSTOSEN (1985) mukaan Ostara on aikainen lajike, Bintje melko aikainen, Saturna melko myöhäinen ja Prevalent ja Pito myöhäisiä lajikkeita.

9.4. Varsirullakokeet

Vuoden 1986 kokeessa Teho-Juko -korjuukone varustettiin joko tavanomaisella metallisella varsirullalla tai uudentyyppisellä kumipäällysteisellä rullalla. Vertailevat rullatyyppikokeet tehtiin perättäisinä päivinä, jolloin nosto-olojen muuttuminen on saattanut vaikuttaa tuloksiin.

Kokeessa tutkittiin lisäksi kahta erilaista varsiston ohjainrautojen asetusta siten, että joko kaikki 5 ohjainrauta olivat alaslaskettuina (5/5) tai sitten 2. ja 4. ohjainrauta oli taivutettu n. 10 cm irti varsirullasta (3/5).

Seulaelevaattorin nopeus oli 1,0 m/s ja varsirullan kehänopeus 0,9 m/s. Traktorin voa:n nopeus oli 270 r/min. Kerranteita oli kolme ja koe oli lohkoittain satunnaistettu. Kokeen tulokset on kerätty taulukkoon 7.

Taulukko 7. Vuoden 1986 varsirullakokeen tulokset.

Varsirullatyyppi	Ajono- peus m/s	Ohjain- rautojen asento	Varsia käsini- lajit- teluun kg/ha	Kuoriu- tuminen %	Tervei- tä pe- runoita %	Nosto- tappio kg/ha
A	B	C				
Metalli	0,34	3/5	556	3,9	43,5	361
		5/5	281	2,5	63,0	161
	0,42	3/5	1328	3,8	46,8	186
		5/5	424	4,4	51,2	272
Kumi	0,34	3/5	576	2,6	59,4	208
		5/5	306	4,0	49,5	333
	0,42	3/5	598	4,2	57,0	189
		5/5	230	3,5	62,1	383
Merkitsevät erot						
A			-	-	*	-
B			-	-	-	-
C			o	-	-	-
A x B			o	-	*	-
A x C			-	-	**	-
B x C			-	-	-	-
A x B x C			-	*	**	-

Varrenerotteluteho

Koealalta nyhtämällä määritetty varsisato oli 16 500 kg/ha. Varsisilppuri poisti vajaat 50 % lakoisesta kasvustosta, joten varsistoa nousi korjuukoneeseen keskimäärin 0,66 kg/m. Kumirulla poisti seulaelevaattorille nousseesta varsistosta keskimäärin 93 % ja metallirulla 89 %. Ero ei ole tilastolli-

sesti merkitsevä. Myöskään ajonopeuden vaikutus varrenerottelutehoon ei ollut merkitsevä, mutta ajonopeuden ja rullatyyppin yhteisvaikutus oli tilastollisesti suuntaa-antava. Kumirullaa käytettäessä ajonopeuden kasvu ei juurikaan vaikuttanut varrenerottelutehoon, mutta metallirullaa käytettäessä käsinlajittelutasolle tullut varsimäärä oli yli kaksinkertainen.

Varsiston ohjainrautojen asennon vaikutus varsiston poistoon oli tilastollisesti suuntaa-antava. Kun 2. ja 4. ohjainrauta oli taivutettu ylöspäin, käsinlajittelutasolle tulleen varsiston määrä oli lähes 2,5-kertainen verrattuna siihen, että kaikki ohjainraudat olivat alhaalla.

Kuoriutumisen

Kuoriutumisnäytteet otettiin käsinlajitteluelevaattorilta. Perunoiden pinnasta kuoriutui keskimäärin vain 3,6 %, ja koejäsenten väliset erot eivät olleet tilastollisesti merkitseviä.

Sen sijaan ajonopeuden, ohjainrautojen asennon ja varsirullatyyppin yhteisvaikutus oli tilastollisesti merkitsevä. Kumirullaa käytettäessä ajonopeuden kasvu lisäsi kuoriutumista 1,6 %-yksikköä, kun 2. ja 4. ohjainrauta oli nostettu ylös. Kun kaikki ohjainraudat olivat alhaalla, ajonopeuden kasvu vähensi kuoriutumista 0,5 %-yksikköä.

Metallirullaa käytettäessä ajonopeuden kasvu ei vaikuttanut kuoriutumiseen, jos kaksi ohjainrauta oli ylhäällä. Kun kaikki ohjainraudat olivat alhaalla, ajonopeuden kasvu lisäsi kuoriutumista 1,9 %-yksikköä.

Terveenä säilyneet perunat

Terveiden perunoiden osuus oli kumirullaa käytettäessä 57 % ja metallirullaa käytettäessä 51 %. Ero oli tilastollisesti merkitsevä. Ajonopeus ja ohjainrautojen asento eivät yksinään

selittäneet terveiden perunoiden määrää tilastollisesti merkitsevästi, mutta niillä oli tilastollisia yhteisvaikutuksia muiden koejäsenten kanssa.

Ajonopeuden ja rullatyyppin yhteisvaikutus oli tilastollisesti merkitsevä. Ohjainrautojen asennon ja rullatyyppin yhteisvaikutus oli tilastollisesti hyvin merkitsevä. Lisäksi rullatyyppin, ohjainrautojen asennon ja ajonopeuden välinen yhteisvaikutus oli tilastollisesti hyvin merkitsevä.

Kun kaksi ohjainrautaa oli nostettu ylös, ajonopeuden kasvu ei juurikaan vaikuttanut terveinä säilyneiden mukuloiden määrään. Kun kaikki ohjainraudat olivat alhaalla, ajonopeuden kasvu lisäsi kumirullaa käytettäessä terveiden perunoiden määrää 12,6 %-yksikköä. Metallirullaa käytettäessä ajonopeuden kasvu sen sijaan vähensi terveiden perunoiden määrää 11,8 %-yksikköä.

Nostotappio

Nostotappioksi on laskettu ainoastaan varrenerottelussa syntynyt, yli 30 mm:n mukuloista koostuva tappio.

Varsirullatyyppin vaikutus nostotappioon ei ollut tilastollisesti merkitsevä, mutta kumirulla aiheutti selvästi suuremman tappion kuin metallirulla silloin kun kaikki ohjainraudat olivat alhaalla. Ajonopeus ei juurikaan vaikuttanut nostotappion määrään. Nostotappio oli kaikkien ohjainrautojen ollessa alhaalla keskimäärin 22 % suurempi kuin jos kaksi ohjainrautaa oli ylösnostettuna. Ohjainrautojen asennon vaikutus ei ollut kuitenkaan tilastollisesti merkitsevä. Keskimääräinen nostotappio oli melko pieni, 260 kg/ha.

Alustavissa kokeissa koneiston käyntinopeuden lisäys pienensi yleensä nostotappiota (vrt. liite 2).

9.5. Varsielevaattorikokeet

9.5.1. Vuoden 1986 kokeet

Vuonna 1986 tutkittiin varsielevaattorin kiinnityspaikan (etu/taka-asento) ja tärytyksen sekä ajonopeuden vaikutusta nostotappioihin ja kuoriutumiseen. Kokeet ajettiin Grimme LK 650 -korjuukoneella, jonka seulaelevaattorin nopeus oli 1,12 m/s ja varsielevaattorin nopeus 1,06 m/s. Traktorin voa:n nopeus oli 270 r/min. Kerranteita oli 3 ja koe oli lohkoittain satunnaistettu.

Nostotappio

Varsielevaattorin tärytyksen vähentäminen suurimmasta arvosta pienimpään aiheutti nostotappion kolminkertaistumisen. Ero oli tilastollisesti erittäin merkitsevä. Kun varsielevaattori oli etuasennossa, nostotappio oli keskimäärin 45 % suurempi kuin jos se oli taka-asennossa. Ero ei kuitenkaan ole tilastollisesti merkitsevä. Myöskään ajonopeuden vaikutus ei ole merkitsevä, mutta kun ajonopeus kasvoi 0,36 m/s:sta 0,44 m/s:n nostotappio lisääntyi 28 %. Yli 30 mm:n mukuloista muodostuva nostotappio oli keskimäärin 550 kg/ha (taulukko 8).

Korjuukoneen käyntinopeuden lisäys pienensi alustavissa kokeissa varsielevaattorin aiheuttamaa tappiota selvästi (liite 2).

Kuoriutuminen

Vioittumisnäytteet otettiin käsinlajitteluelevaattorilta. Perunat kuoriutuivat keskimäärin vain 2,3 % ja ainoastaan varsielevaattorin sijainnin vaikutus kuoriutumiseen oli tilastollisesti merkitsevä. Kun varsielevaattori oli etummaisessa asennossa, perunat kuoriutuivat keskimäärin 2,9 % ja takim-

maisessa asennossa vain 1,8 %. Varsielevaattorin tärytyksen ja ajonopeuden vaikutus kuoriutumiseen oli melko pieni.

Taulukko 8. Vuoden 1986 varsielevaattorikokeen tulokset.

Varsielevaattorin kiinnitys- paikka A	tärytys B	Ajonopeus m/s C	Nostotappio kg/ha	Kuoriutumisen %
Etu	-	0,36	814	2,6
		0,44	1233	2,8
	+	0,36	256	4,2
		0,44	308	2,0
Taka	-	0,36	586	2,3
		0,44	742	1,4
	+	0,36	283	1,5
		0,44	188	2,0
Merkitsevät erot				
A			-	*
B			***	-
C			-	-

+ = käytössä, - = ei käytössä

9.5.2. Vuoden 1987 kokeet

Vuonna 1987 tutkittiin varsielevaattorin säätöjen vaikutusta perunan kuoriutumiseen, mustelmoitumiseen ja nostotappioihin. Varsielevaattori oli takimmaisessa asennossa ja sen nopeus oli 1,06 m/s. Traktorin ajonopeus oli noin 0,5 m/s ja voa:n nopeus 270 r/min. Koejärjestelynä oli latinalainen neliö, kerranteita oli 4. Koekenttä oli ominaisuuksiltaan varsin epätasainen, mikä ilmeni suurena hajontana. Koekentän aiheuttamaa vaihtelua ei saatu kokonaan eliminoitua koejärjestelyn avulla.

Kokeessa käytettiin kahta varsielevaattorin kallistuskulmaa. Loivassa asennossa varsielevaattorin kallistuskulma oli 48° ja jyrkässä 59°. Varsielevaattorin tärytys oli joko täysillä tai pienimmillään. Varsijarrut olivat joko kokonaan poiskään-

nettyinä tai sitten ne oli säädetty alhaalta ylöspäin kiristyviksi. Kokeen tulokset on kerätty taulukkoon 9.

Taulukko 9. Vuoden 1987 varsielevaattorikokeen tulokset.

Varsielevaattorin kallistuskulma	tärytys	Varsi- jarrut	Kuoriu- tuminen %	Mustel- moitu- minen %	Nosto- tappio kg/ha
59°	-	-	10,4	6,0	3127
48°	-	-	12,0	12,4	10487
48°	+	-	12,6	5,2	5520
48°	-	+	17,4	7,2	6880
Merkitsevät erot			-	o	***

+ = käytössä, - = ei käytössä

Kuoriutumisen

Kuoriutumisenäytteet otettiin sekä seulaelevaattorilta että käsivalintatasolta. Seulaelevaattorin puolivälistä otetuista näytteistä määritetty kuoriutumisen oli keskimäärin 4,3 % ja käsivalintatasolta otetuista näytteistä 17,4 %. Näistä kahdesta muuttujasta laskettiin varsielevaattorin aiheuttama kuoriutumisen vähentämällä käsivalintatasolta otetuista näytteistä määritetystä kuoriutumisprosentista seulaelevaattorilta määritetty kuoriutumisprosentti. Perunat kuoriutuivat vähiten, 10,4 %, jyrkkää kallistuskulmaa käytettäessä, kun taas varsijarrut ja loiva varsielevaattorin kallistuskulma aiheuttivat eniten, 17,4 %, kuoriutumista. Erot eivät kuitenkaan olleet tilastollisesti merkitseviä (taulukko 9).

Mustelmoituminen

Mustelmoitumisenäytteet otettiin käsivalintatasolta. Perunat mustelmoituivat keskimäärin 7,7 %. Loiva varsielevaattorin

kallistuskulma aiheutti eniten, 12,4 %, mustelmia. Mustelmoituminen väheni 7,2 %-yksikköä, kun varsielevaattoria tärytettiin. Varsijarrujen käyttö vähensi mustelmoitumista 5,2 %-yksikköä. Erot olivat tilastollisesti suuntaa-antavia (taulukko 9).

Nostotappio

Varsielevaattorin aiheuttama nostotappio muodostui koejärjestelystä johtuen poikkeuksellisen suureksi. Koelohkolla peruna oli vielä melko tuleentumatonta ja varsia oli paljon. Lisäksi maa oli varsin vaikeasti seuloutuvaa. Nostotappioksi on laskettu yli 30 mm:n suuruiset mukulat.

Varsielevaattorin aiheuttama nostotappio oli pienimmillään, 11 %, käytettäessä jyrkkää kallistuskulmaa, kun taas loiva kulma ilman varsijarruja ja tärytystä aiheutti yli kolme kertaa suuremman tappion. Tappiota voitiin pienentää huomattavasti käyttämällä tärytystä tai varsijarruja. Säättöjen vaikutus nostotappioon oli tilastollisesti erittäin merkitsevä (taulukko 9).

9.6. Seulaelevaattorikoe, Grimme LK 650

Syksyllä 1986 tutkittiin seulaelevaattorin nopeuden ja tärytyksen sekä ajonopeuden vaikutusta seuloutumattomaan multamäärään sekä perunoiden kuoriutumiseen ja mustelmoitumiseen. Kokeen tulokset on kerätty taulukkoon 10.

Seuloutumaton multamäärä

Seulaelevaattorin yli tulleen mullan määrä mitattiin käsinlajittelutason kivikaistalta. Seuloutumaton multamäärä pieneni 42 %, kun seulaelevaattorin nopeutta lisättiin neljänneksellä. Ero oli tilastollisesti hyvin merkitsevä.

Ajonopeuden vaikutus oli tilastollisesti suuntaa-antava. Kun seulaelevaattorin nopeus oli 1,25 m/s, ajonopeuden kasvu ei juurikaan vaikuttanut seuloutumattomaan multamäärään. Sen sijaan kun seulaelevaattorin nopeus oli 1,0 m/s, seuloutumaton multamäärä oli suurimmalla ajonopeudella selvästi suurempi kuin kahdella pienimmällä.

Kokeessa tutkittiin kahta erilaista tärytystä: passiivista, seulaelevaattorista käyttövoimansa saavaa tähtipyörätärytystä ja aktiivista, epäkeskon käyttämää kiertokankitärytystä (vrt. s. 29). Tärytyksen vaikutus oli melko vähäinen. Kiertokankitärytys pienensi seuloutumatonta multamäärää keskimäärin 11 % ja tähtipyörätärytys 7 % verrattuna täryttämättömään koejäseneseen. Erot eivät olleet tilastollisesti merkitseviä.

Kuoriutuminen

Kuoriutuminen oli kokeessa hyvin vähäistä, keskimäärin vain 0,94 %. Eri säätöjen väliset erot olivat hyvin pieniä ja ne eivät olleet tilastollisesti merkitseviä (taulukko 10).

Mustelmoituminen

Mustelmoitumisnäytteet otettiin tässä kokeessa vain kolmesta koejäsenestä ja kahdesta kerranteesta. Pieni ajonopeus ja suuri seulaelevaattorin nopeus aiheuttivat merkitsevästi enemmän mustelmia kuin suuremmat ajonopeudet, kun taas tärytyksen käyttö ei vaikuttanut mustelmoitumiseen merkitsevästi. Perunat mustelmoituivat keskimäärin vain 1,0 % (taulukko 10).

Taulukko 10. Vuoden 1986 seulaelevaattorikokeen tulokset,
Grimme LK 650

Seulaele- vaattorin nopeus m/s A	Ajono- peus m/s B	Tärytys C	Seuloutu- maton mul- tamäärä kg/ha	Kuoriu- tumisen % %	Mustelmoi- tumisen % %
1,0	0,23	-	8800	0,8	-
		kiertokanki	5200	1,1	-
		tähtipyörä	5840	0,8	-
	0,33	-	6907	1,1	1,0
		kiertokanki	7173	1,0	0,7
		tähtipyörä	6453	1,0	0,9
0,46	-	8427	1,1	1,0	
	kiertokanki	10907	1,0	0,8	
	tähtipyörä	9600	1,0	1,0	
1,25	0,23	-	6667	1,0	-
		kiertokanki	4533	1,1	-
		tähtipyörä	5627	0,6	-
	0,29	-	4480	0,8	1,3
		kiertokanki	3760	0,9	1,5
		tähtipyörä	7070	0,9	1,4
0,42	-	6613	1,0	-	
	kiertokanki	5840	1,1	-	
	tähtipyörä	4347	0,8	-	
Merkitsevät erot					
A			**	-	
B			o	-	
C			-	-	

9.7. Seulaelevaattorikokeet, Teho-Juko

9.7.1. Seulaelevaattorin nopeus ja seulonnan tehostus sekä ajonopeus

Vuoden 1986 kokeessa tutkittiin seulaelevaattorin nopeuden, tärytyksen ja haittojen sekä ajonopeuden vaikutusta seuloutumattomaan multamäärään, perunoiden kuoriutumiseen ja mustelmoitumiseen. Koe järjestettiin lohkoittain satunnaistettuna osaruutukokeena ja kerranteita oli 3.

Seuloutumaton multamäärä

Ajonopeus vaikutti seuloutumattomaan multamäärään tilastollisesti hyvin merkitsevästi. Kun ajonopeus kaksinkertaistui, seuloutumaton multamäärä lisääntyi 2,4-kertaiseksi (taulukko 11).

Pienemmällä seulaelevaattorin nopeudella seuloutumaton multamäärä oli keskimäärin 14 % suurempi kuin suuremmalla nopeudella. Seulaelevaattorin nopeuden vaikutus ei ollut kuitenkaan tilastollisesti merkitsevä. Seulaelevaattorin nopeuden lisääminen pienensi seuloutumatonta multamäärää ainoastaan silloin kun seulontaa ei tehostettu tärytyksen tai haittojen avulla.

Tärytyksen käyttö pienensi seuloutumatonta multamäärää keskimäärin 25 % ja tärytyksen ja haittojen yhtäaikainen käyttö 57 %. Seulonnan tehostuksen vaikutus oli tilastollisesti hyvin merkitsevä.

Ajonopeuden ja seulonnan tehostuksen yhteisvaikutus oli tilastollisesti suuntaa-antava. Tärytys ja haitat lisäsivät seulontatehoa eniten silloin kun ajonopeus oli pieni.

Kuoriutumisen

Keskimääräinen kuoriutumisprosentti oli vain 2,8 % ja erot eri koejäsenten välillä olivat hyvin pieniä. Suurin ajonopeus, 0,52 m/s, oli keskimäärin hellävaraisin. Ajonopeuden vaikutus oli tilastollisesti merkitsevä. Myös ajonopeuden ja seulaelevaattorin nopeuden yhteisvaikutus oli tilastollisesti merkitsevä.

Käytetyistä ajonopeuksista keskimäinen oli kovakouraisin, silloin kun ei käytetty seulonnan tehostusta. Jos käytettiin sekä tärytystä että haittoja, kuoriutuminen oli runsainta silloin kun ajonopeus oli pienin. Seulonnan tehostuksen vaikutus ei kuitenkaan ollut tilastollisesti merkitsevä. Sen sijaan ajonopeuden, seulaelevaattorin nopeuden ja seulonnan

tehostuksen yhteisvaikutus oli tilastollisesti suuntaa-antava. Nosto oli hellävaraisinta silloin kun seulaelevaattorin nopeus oli pienin, ajonopeus suurin ja seulonnan tehostusta ei käytetty.

Taulukko 11. Vuoden 1986 seulaelevaattorikokeen tulokset, Teho-Juko.

Ajo- nopeus m/s A	Seulaele- vaattorin nopeus m/s B	Seulonnan tehostus C	Seuloutumaton multamäärä t/ha	Kuoriutumisen %
0,26	1,0	-	69	2,3
		tärytys	27	2,8
		tärytys ja haitat	7	3,2
	1,25	-	30	2,6
		tärytys	55	2,5
		tärytys ja haitat	8	3,9
0,38	1,0	-	86	3,2
		tärytys	53	3,9
		tärytys ja haitat	25	2,6
	1,25	-	58	3,2
		tärytys	44	2,7
		tärytys ja haitat	45	3,1
0,52	1,0	-	130	1,9
		tärytys	78	2,1
		tärytys ja haitat	49	2,9
	1,25	-	75	3,0
		tärytys	75	3,1
		tärytys ja haitat	57	2,1
Merkitsevät erot				
A			**	*
B			-	-
C			**	-
A x B			-	*
A x C			o	-
B x C			-	-
A x B x C			-	o

9.7.2. Seulaelevaattorin nopeus ja tärytyskohta

Seulaelevaattorin nopeuden ja tärytyskohdan vaikutusta kuoriutumiseen ja seuloutumattomaan multamäärään tutkittiin vuonna 1987 lohkoittain satunnaistetussa kokeessa, jossa oli neljä kerrannetta. Ajonopeus oli 0,52 m/s ja traktorin voa:n nopeus 270 r/min. Täryttämättömällä koejäsenellä käytettiin lisäksi voa:n nopeutta 345 r/min, jotta pystyttiin aikaansamaan seulaelevaattorin nopeus 1,6 m/s. Kahdessa kerranteessa käytettiin metallista varsirullaa ja kahdessa kumipäällysteistä. Tärytyksen laajuus oli 3,5 cm.

Seuloutumaton multamäärä

Seuloutumaton multamäärä pieneni seulaelevaattorin nopeuden kasvaessa. Ero oli tilastollisesti erittäin merkitsevä. Seulaelevaattorin nopeuden nostaminen 1,25:stä 1,6 m/s:een ei kuitenkaan enää parantanut seulontatehoa.

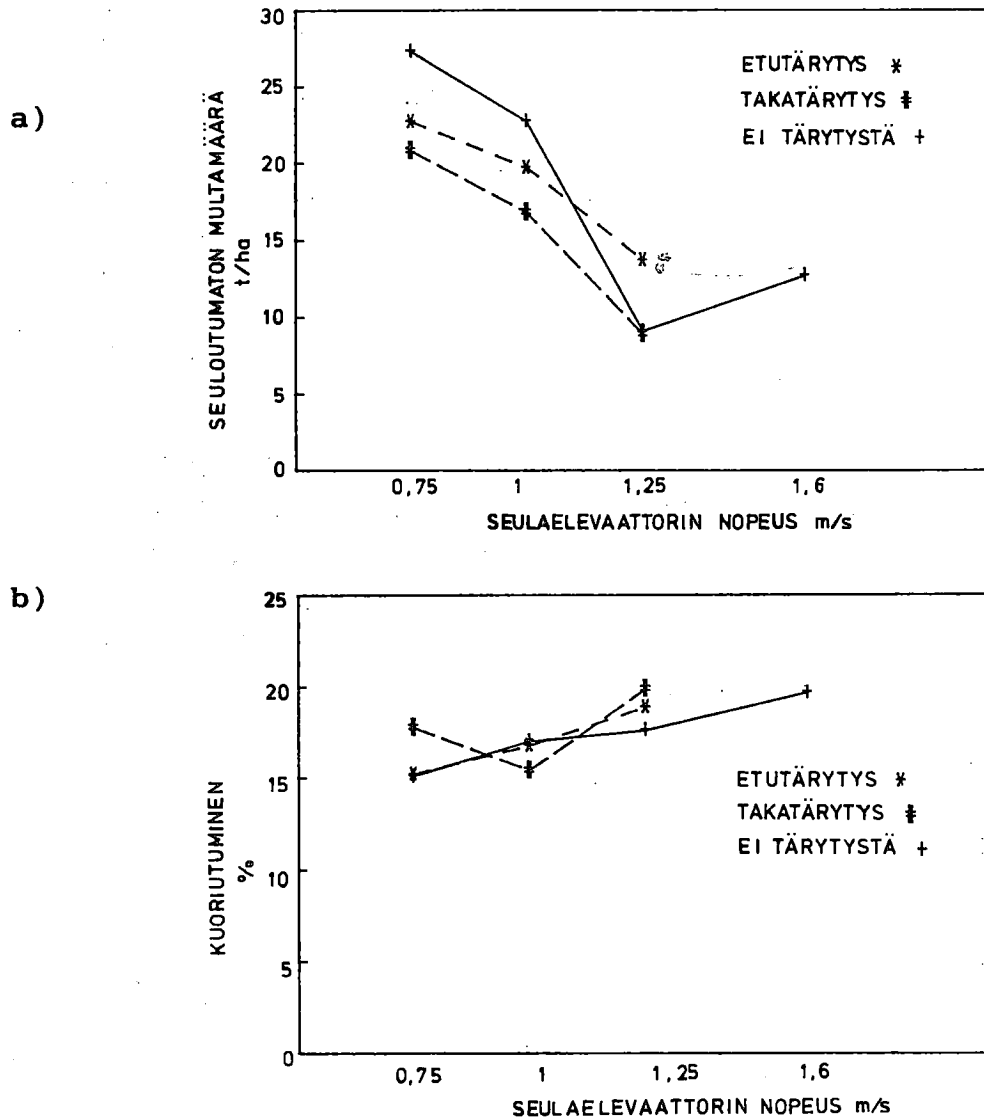
Tärytyksen tilastollinen vaikutus ei ollut merkitsevä, mutta takatärytys seuloi multaa hieman etutärytystä tehokkaammin (kuvio 26 a).

Kuoriutuminen

Kuoriutuminen lisääntyi seulaelevaattorin nopeuden kasvaessa. Pienintä nopeutta käytettäessä perunat kuoriutuivat keskimäärin 16 % ja suurinta nopeutta käytettäessä lähes 19 %. Ero oli tilastollisesti merkitsevä. Perunat kuoriutuivat keskimäärin 17,3 % (kuvio 26 b).

Tärytyksen käyttö ei vaikuttanut tilastollisesti merkitsevästi kuoriutumiseen, mutta takatärytys oli kovakouraisinta kun seulaelevaattorin nopeus oli 0,75 tai 1,25 m/s. Etutärytyksen käyttö ei sen sijaan juurikaan lisännyt kuoriutumista.

Ero saattoi johtua osittain siitä, että kumirullakoe ajettiin päivää myöhemmin kuin metallirullakoe. Lisäksi varsiston ohjausraudat oli säädetty tällöin kireämmälle.



Kuvio 26. Seulaelevaattorin nopeuden ja tärytyskohdan vaikutus seuloutumattomaan multamäärään (a) ja kuoriutumiseen (b).

9.7.3. Vertaileva säätökoe

Vertailevassa säätökokeessa tutkittiin neljän eri säätöyhdistelmän vaikutusta kuoriutumiseen ja mustelmoitumiseen. Koejärjestelynä oli latinalainen neliö ja kerranteita oli neljä. Kokeessa käytettiin etutärytystä, jonka laajuus oli 2 cm.

Traktorin voa:n nopeus oli 270 r/min. Kokeen tulokset on kerätty taulukkoon 12.

Taulukko 12. Vertailevan säätökokeen tulokset.

Ajonopeus m/s	Seulaele- vaattorin nopeus m/s	Tärytys +	Kuoriu- tuminen %	Kuoriutu- mattomia perunoita %	Mustel- moitu- minen %
0,30	0,75	-	3,0	58,0	0,2
0,38	1,0	+	3,4	46,7	0,1
0,38	1,25	+	3,0	51,1	0,3
0,54	1,25	+	2,3	52,3	0,3
Merkitsevät erot			-	-	-

- = ei käytössä, + = käytössä

Käsittelyiden väliset kuoriutumiserot eivät olleet tilastollisesti merkitseviä, mutta kuoriutumisen oli vähäisintä kun ajonopeus oli suurin. Terveenä säilyneiden, kuoriutumattomien, perunoiden osuus oli puolestaan suurin silloin kun seulaelevaattorin nopeus ja ajonopeus olivat pienimmät ja kun tärytystä ei käytetty. Erot eivät kuitenkaan olleet tilastollisesti merkitseviä.

Perunat mustelmoituivat keskimäärin vain 0,2 % ja erot eri käsittelyiden välillä olivat hyvin pieniä.

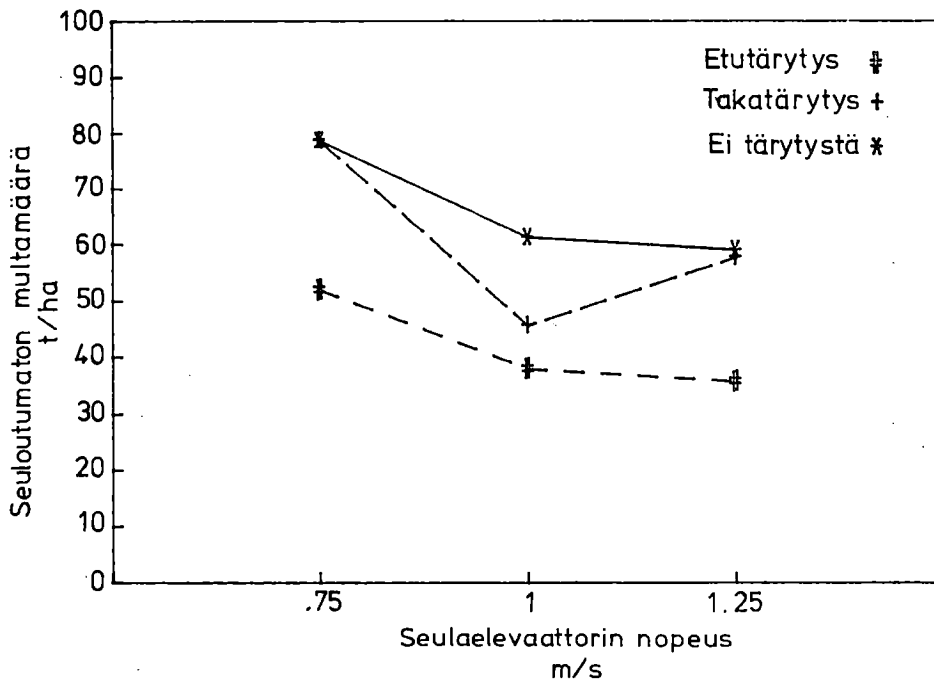
9.8. Seulontatehokokeet

Seulontatehokokeet tehtiin kesällä 1987. Kokeita varten oli tehty keväällä penkkejä, joihin ei oltu istutettu perunaa. Koealueella oli paikoitellen varsin runsaasti rikkaruohoja ja turpeita. Traktorin voa:n nopeus oli seulontatehokokeissa 270 r/min.

9.8.1. Seulaelevaattorin nopeus ja tärytyskohta

Seulaelevaattorin nopeuden ja tärytyksen vaikutusta seuloutumattomaan multamäärään tutkittiin lohkoittain satunnaistetussa kokeessa, jossa oli 6 kerrannetta. Maalaji oli savinen hiesu. Ajonopeus oli 0,31 m/s. Sekä etu- että takatärytyksen laajuus oli n. 6 cm.

Sekä tärytyksen että seulaelevaattorin nopeuden vaikutus oli tilastollisesti hyvin merkitsevä. Etutärytyksen käyttö pienensi seuloutumatonta multamäärää 37 %. Takatärytyksestä oli sen sijaan hyötyä vain keskimmaisella seulaelevaattorin nopeudella (kuvio 27).



Kuvio 27. Seulaelevaattorin nopeuden ja tärytyskohdan vaikutus seuloutumattomaan multamäärään.

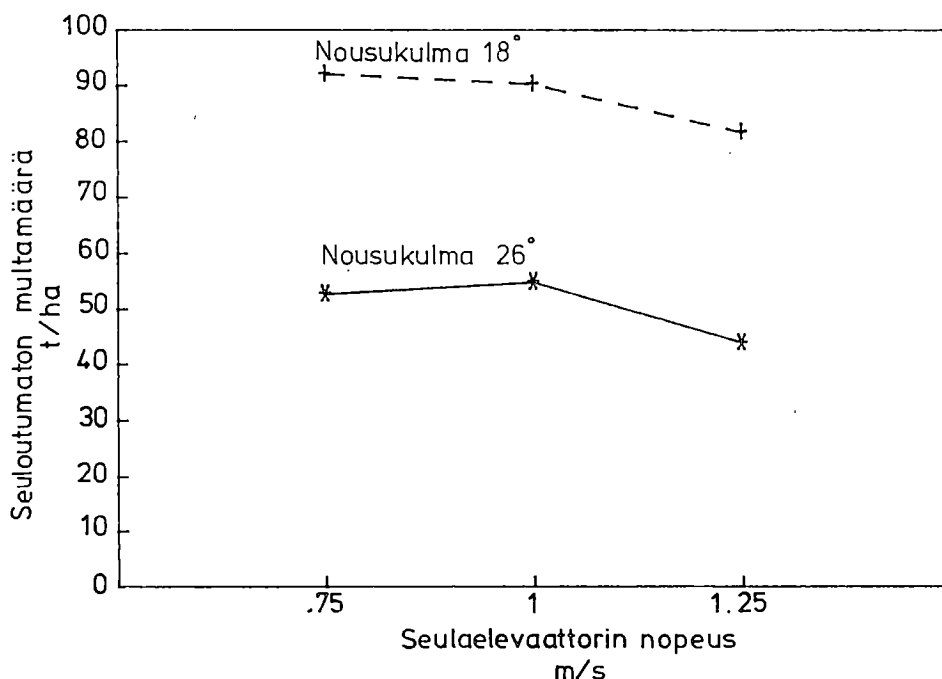
9.8.2. Seulaelevaattorin nopeus ja nousukulma

Seulaelevaattorin nopeuden ja nousukulman vaikutusta seulontatehoon tutkittiin ajamalla nostokonetta rinteessä, jonka kaltevuus oli 4°. Ajonopeus ylämäkeen oli 0,29 m/s ja alamä-

keen 0,33 m/s. Tärytystä ei käytetty. Kerranteita oli 6 ja maalaji oli HeS/HtS.

Suurimmalla seulaelevaattorin nopeudella seuloutumaton multamäärä oli n. 13 % pienempi kuin kahdella pienimmällä nopeudella. Seulaelevaattorin nopeuden vaikutus ei ollut kuitenkaan tilastollisesti merkitsevä.

Seulaelevaattorin nousukulma vaikutti sen sijaan tilastollisesti erittäin merkitsevästi multamäärään. Ylämäkeen ajettaessa multamäärä oli lähes 75 % suurempi kuin alamäkeen ajettaessa huolimatta luiston takia hieman pienemmästä ajonopeudesta (kuvio 28).



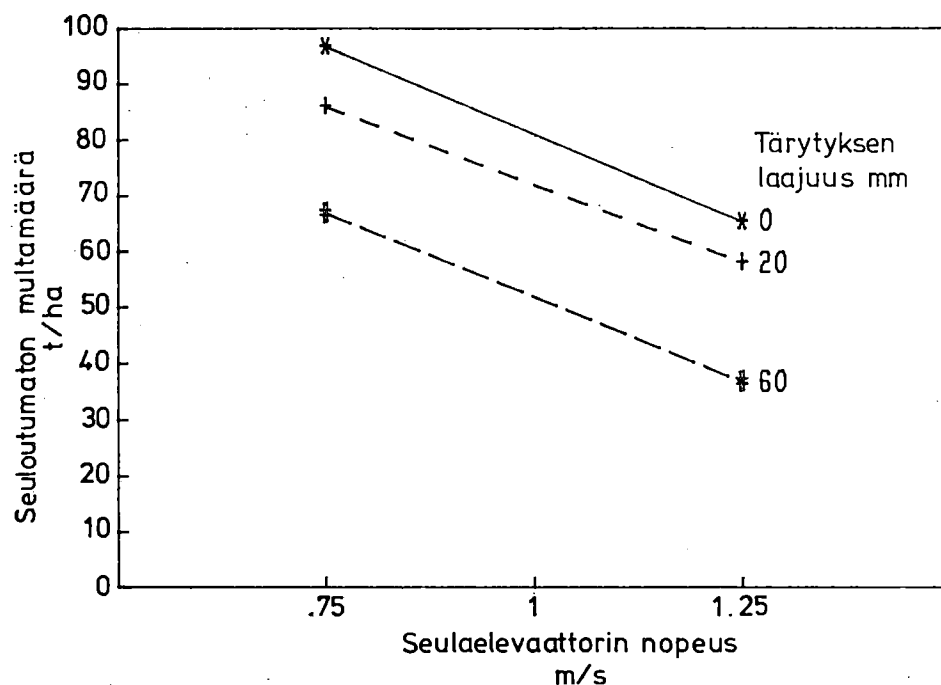
Kuvio 28. Seulaelevaattorin nopeuden ja nousukulman vaikutus seuloutumattomaan multamäärään.

9.8.3. Seulaelevaattorin nopeus ja tärytyksen laajuus

Lisäksi tutkittiin seulaelevaattorin nopeuden ja tärytyksen laajuuden vaikutusta seuloutumattomaan multamäärään. Koe oli lohkoittain satunnaistettu ja siinä oli 6 kerrannetta. Ajo-

nopeus oli 0,31 m/s ja kokeessa käytettiin etutärytystä. Maa-
laji oli HeS/HtS.

Sekä seulaelevaattorin nopeus että tärytyksen laajuus vaikut-
tivat seuloutumattomaan multamäärään tilastollisesti erittäin
merkittävästi. Mitä suurempi oli tärytyksen laajuus, sitä
tehokkaammin seulaelevaattori seuloi multaa. Seulaelevaatto-
rin nopeuden ollessa 1,25 m/s seuloutumaton multamäärä oli n.
36 % pienempi kuin nopeudella 0,75 m/s (kuvio 29).



Kuvio 29. Seulaelevaattorin nopeuden ja tärytyksen laajuuden vaikutus seuloutumattomaan multamäärään.

9.9. Perunan vioittumisalttiuden mittaus kolhintakokeella

Betoninsekoitinta käyttäen tehdyn kuoriutumisalttiusmäärityk-
sen käyttökelpoisuutta ja toistettavuutta tutkittiin kolhin-
takokeen avulla. Lisäksi haluttiin selvittää eri tekijöiden
vaikutusta kokeen tuloksiin.

Kokeessa tutkittiin näytteen säilytyslämpötilan ja säilytys-
ajan sekä näytekoon ja mukulakoon vaikutusta kuoriutumisal-
ttiusmäärityksen tuloksiin (vrt. s. 53). Lajikkeena oli Bint-

je, josta oli hävitetty varsisto mekaanisesti noin viikkoa ennen korjuuta. Kerranteita oli 5 ja koe tehtiin 9.-11.9.1987. Kolhintakokeen varianssitaulut ovat liitteessä 3.

9.9.1. Näytteen säilytyslämpötilan ja säilytysajan vaikutus kolhintakokeen tulokseen

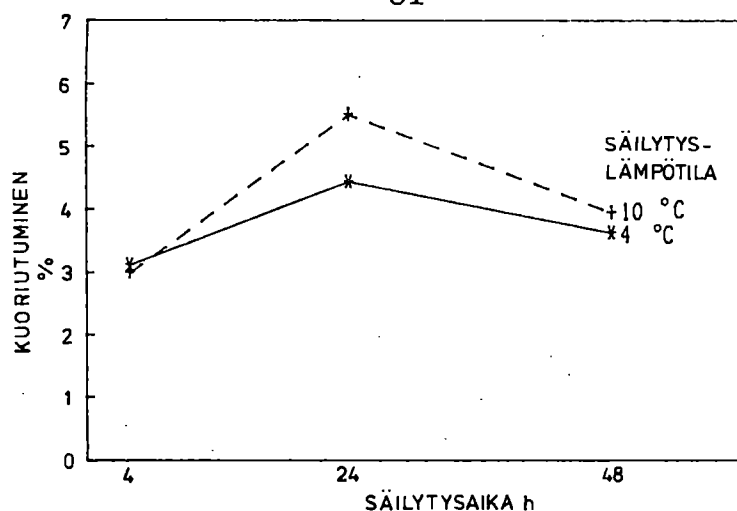
Kokeessa käytettiin kolmen kilon lajittelemattomia näytteitä. Säilytyslämpötilan vaikutus ei ollut tilastollisesti merkitsevä, mutta 10 °C:n lämpötilassa säilytetyt perunat kuoriutuivat keskimäärin 4,1 % ja 4 °C:n lämpötilassa säilytetyt 3,7 % (kuvio 30 a).

Säilytysajan vaikutus oli tilastollisesti erittäin merkitsevä. Perunat kuoriutuivat herkimmin 24 tunnin säilytyksen jälkeen, jolloin kuoriutumisen oli merkittävästi runsaampaa kuin 4 ja 48 tunnin jälkeen. Perunan kuoren kiinnittyneisyydessä tapahtuu ilmeisesti muutoksia noston jälkeen.

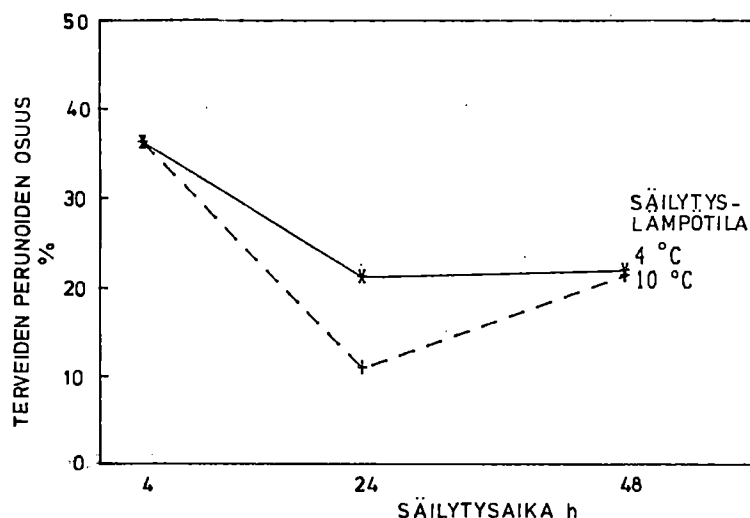
Terveiden, alle 1 % kuoriutuneiden perunoiden osuus oli 4 °C:n lämpötilassa 26,5 % ja 10 °C:n lämpötilassa 22,9 %. Ero ei ole tilastollisesti merkitsevä (kuvio 30 b).

Säilytysajan vaikutus oli sen sijaan erittäin merkitsevä. Terveiden perunoiden osuus oli 4 tunnin säilytysajan jälkeen selvästi suurempi kuin pitempien säilytysaikojen jälkeen. Keskimäärin 24,7 % perunoista säilyi terveenä.

a)



b)



Kuvio 30. Säilytysajan ja säilytyslämpötilan vaikutus perunoiden kuoriutumiseen (a) ja kuoriutumattomien perunoiden määrään (b) kolhintakokeessa.

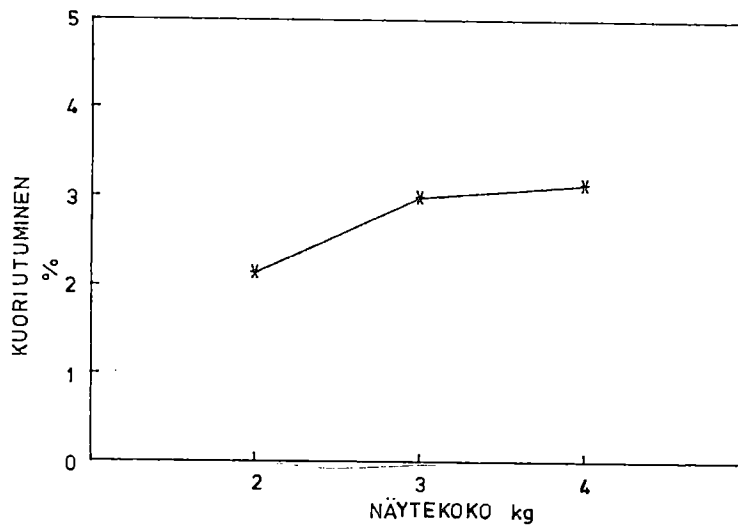
9.7.2. Näyteköön vaikutus kolhintakokeen tulokseen

Kokeessa käytettiin kolmea eri näytekokoja, jotka olivat 2, 3 ja 4 kg. Säilytysaika ennen kolhintakoetta oli 4 h ja säilytyslämpötila 10 °C.

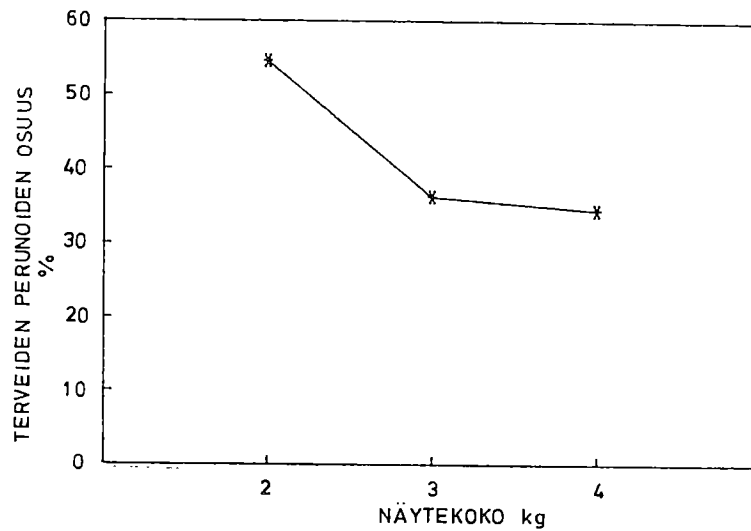
Näyteköön vaikutus kuoriutumiseen oli tilastollisesti suuntaa-antava. Kuoriutumisen lisääntyi näyteköön kasvaessa. Kolmen ja neljän kilon näytekokojen välinen ero oli kuitenkin varsin pieni (kuvio 31 a). Ilmeisestikin osa kuoriutumisesta aiheutuu mukuloiden hankauksesta toisiaan vasten.

2 kg:n näytteissä terveinä säilyneiden perunoiden määrä oli merkitsevästi isompia näytteitä suurempi (kuvio 31 b).

a)



b)



Kuvio 31. Näyttekoon vaikutus perunan kuoriutumiseen (a) ja terveinä säilyneiden perunoiden määrään (b) kolhintakokeessa.

9.9.3. Mukulakoon vaikutus kolhintakokeen tulokseen

Kokeessa käytettiin 3 kg:n näytteitä, joita säilytettiin 24 h 10 °C:n lämpötilassa ennen kolhintakoetta.

Koetta varten muodostettiin kolme eri koejäsentä, jotka olivat:

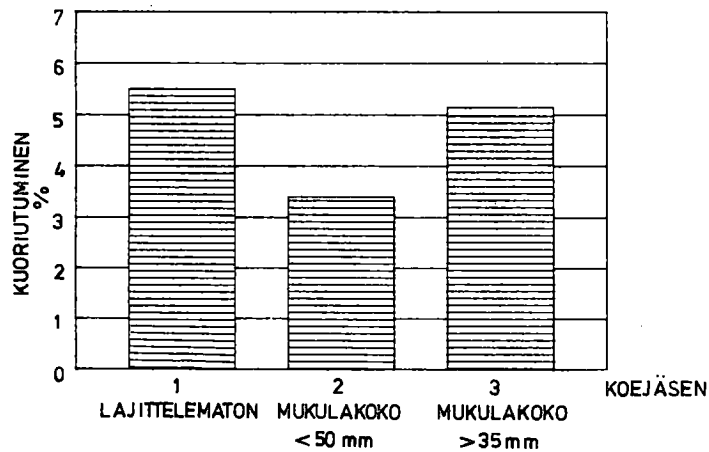
1. lajittelematon
2. mukulakoko < 50 mm (yli 50 mm:n mukulat poistettu)
3. mukulakoko > 35 mm (alle 35 mm:n mukulat poistettu)

Alle 35 mm:n mukuloita oli 8 %, 35 - 50 mm:n mukuloita 78 % ja yli 50 mm:n mukuloita 14 % lajittelemattoman näytteen painosta.

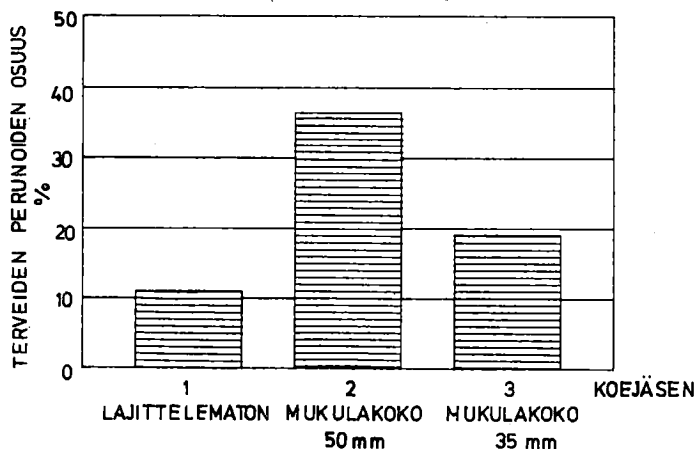
Mukulakoon vaikutus kuoriutumiseen kolhintakokeessa oli tilastollisesti hyvin merkitsevä. Lajite, josta oli poistettu halkaisijaltaan yli 50 mm:n mukulat, kuoriutui selvästi vähemmän kuin muut koejäsenet (kuvio 32 a). Tämä tukee sitä käsitystä, että suuret mukulat kuoriutuvat herkimmin.

Vastaavasti myös terveenä säilyneiden perunoiden osuus oli suurin lajitteessa, josta oli poistettu suurimmat mukulat (kuvio 32 b). Ero oli tilastollisesti hyvin merkitsevä.

a)



b)



Kuvio 32. Mukulakoon vaikutus perunan kuoriutumiseen (a) ja terveenä säilyneiden perunoiden määrään (b) kolhintakokeessa.

10. TULOSTEN TARKASTELU

10.1. Yleistä

Koetulokset perustuvat vuosina 1986 ja 1987 järjestettyihin kenttäkokeisiin. Kasvukausi 1987 oli kokonaisuudessaan poikkeuksellisen kylmä ja sateinen, ja myös syksy 1986 oli tavallista kylmempi. Kumpunkin kasvukautena tehoisan lämpötilan summa jäi selvästi keskimääräistä alhaisemmaksi, mikä osaltaan hidasti kasvustojen kehitystä ja tuleentumista.

Kenttäkokeet pyrittiin tekemään mahdollisimman hyvissä oloissa ja olot olivatkin paremmat kuin käytännön nostotyössä keskimäärin. Korjuukoneet säädettiin kokeissa osittain ennaltatilaaditun tutkimussuunnitelman mukaisesti, jolloin säädöt eivät välttämättä aina olleet koeolosuhteisiin parhaiten sopivia. Em. seikoista johtuen koetuloksia ei voi suoraan soveltaa käytäntöön, mutta ne antanevat kuitenkin joitakin suuntaviivoja korjuukoneen säätämiseksi.

Vaikka koekentät olivat suhteellisen pieniä ja ne oli pyritty sijoittamaan tasalaatuisille lohkoille, nosto-olot vaihtelivat runsaasti. Sekä maan että myös nostettavan perunan ominaisuudet vaihtelivat. Tämä aiheutti koetuloksiin koejäsenistä riippumatonta hajontaa, joka peitti osittain koejäsenistä johtuvia eroja. Jos olosuhteiden vaihtelusta haluttaisiin kokonaan päästä eroon, kokeet olisi järjestettävä laboratoriomaisissa oloissa.

Perunan tuleentumisen vaikutus oli merkittävä. Tuleentumaton peruna vioittui herkästi ja eri säätöjen vaikutus vioittumiseen tuli selvästi esille. Tuleentunut peruna kesti melko kovakourastakin käsittelyä vioittumatta, ja tällöin eri säätöjen väliset erot jäivät pieniksi ja tuloksissa ei useinkaan ollut tilastollisesti merkitseviä eroja.

Tutkimustulokset osoittavat, että korjuukoneen säädöillä ja ajotavalla on huomattava vaikutus nostettavan perunan vioittumiseen ja nostotappioihin. Tulevaisuudessa tulisikin kiin-

nittää entistä enemmän huomiota korjuukoneiden säädettävyyteen.

10.2. Varsirullakokeet

Teho-Juko -korjuukoneessa kokeiltiin sekä perinteistä metallista varsirullaa että uudentyyppistä kumipäällysteistä varsirullaa. Kumirullan varsienpoistoteho oli parempi kuin metallirullan silloin kun koneeseen tuli varsia runsaasti. Perunoiden kuoriutumisen ja nostotappion suhteen rullatyyppien välillä ei ollut tilastollisia eroja. Kumirullaa käytettäessä terveenä säilyneiden perunoiden osuus oli kuitenkin jonkin verran suurempi kuin metallirullaa käytettäessä.

Varsiston ohjainrautojen asento vaikutti selvästi varsirullan toimintaan. Kun kaikki viisi ohjainrauta olivat alhaalla, varsiston poisto oli tehokasta. Tällöin kuitenkin nostotappio oli yleensä suurempi ja perunat vioittuivat enemmän, koska ohjainraudat painoivat mukuloita varsirullaa vasten. Ohjainrautojen asennon vaikutus kuoriutumiseen ja nostotappioon riippui kuitenkin rullatyyppistä ja käytetystä ajonopeudesta. Yleensä nostotappion ja kuoriutumisen välillä oli positiivinen korrelaatio.

Tutkimustulokset osoittavat, että varsiston ohjainrautojen säätöön kannattaa kiinnittää huomiota. Ohjainrautoja sopivasti porrastamalla ja painotusta muuttamalla voidaan vaikuttaa nostotappioon, perunoiden vioittumiseen ja varsien poistoon. Olosuhteisiin sopivat säädöt löytää kuitenkin vain kokeilemalla ja säätöjä olisi muutettava olosuhteiden muuttuessa.

10.3. Varsielevaattorikokeet

Grimme LK 650 -korjuukoneen varsielevaattorin säätömahdollisuudet ovat melko monipuoliset ja säädöillä on huomattava vaikutus sekä nostotappioihin että perunan vioittumiseen. Varsielevaattorissa varret kulkeutuvat ylöspäin ja mukulat

putoavat alaspäin elevaattorin liikesuuntaa vastaan. Varsielelevaattorin toimintatapa ilmeni selvästi koetuloksissa: mitä ylemmäksi perunat kulkeutuivat varsielelevaattorilla, sitä enemmän ne vioittuivat ja sitä suurempi oli nostotappio.

Kun varsielelevaattori on takimmaisessa asennossa, jolloin seulaelevaattorin ja varsielelevaattorin välinen etäisyys on suurin, seulaelevaattorilla varsista irronneet mukulat voivat helpommin kulkeutua suoraan siirtokuljettimelle. Tutkimustulosten mukaan nostotappio oli tällöin selvästi pienempi ja kuoriutumisen vähäisempää kuin jos varsielelevaattori oli etummaisessa asennossa. Jos varsisto on hävitetty tai täysin tuleentunut, saattaa kuitenkin olla tarpeellista pitää varsielelevaattoria etummaisessa asennossa.

Nostotappiota voidaan pienentää tehokkaasti myös varsielelevaattorin tärytyksen avulla. Tärytyksen käyttö ei lisännyt juurikaan kuoriutumista ja se jopa vähensi mustelmoitumista jonkin verran. Tärytyksen käyttö tuntuukin varsin tarkoitukseenmukaiselta keinolta vähentää nostotappiota. Myös varsijarruja voidaan käyttää tiukasti kiinni olevien mukuloiden irroittamiseen, mutta ne vioittavat enemmän perunaa kuin tärytys, joten niiden tarpeetonta käyttöä tulisi välttää.

Korjuukoneen tekniset ratkaisut estivät perusteellisemmat kokeet varsielelevaattorin nopeuden vaikutuksesta, mutta nostotappio lisääntyi yleensä varsielelevaattorin nopeuden pienentyessä. Saksalaisten tutkimusten (PETERS 1984) mukaan nopeuden lisäys lisää myös perunoiden vioittumista. Sopiva nopeus lienee 1,0 - 1,3 m/s.

Varsielelevaattorin kallistuskulman avulla voidaan tehokkaasti vaikuttaa perunoiden kulkemiseen elevaattorilla. Jos peruna on tuleentumatonta, tulee varsielelevaattorin kallistuskulman olla melko jyrkkä, jotta nostotappio ja vioittuminen pysyisivät kohtuullisena.

10.4. Seulaelevaattorikokeet

Seulaelevaattori on nimensä mukaisesti sekä seula että elevaattori. Seuloutuva aines putoaa puikojen välistä maahan kun taas seuloutumaton aines kulkeutuu puikkojen päällä ylöspäin. Seulaelevaattorilla oleva multapatja pehmentää perunoiden kulkua ja estää perunoita vierimästä alaspäin. Toisaalta multa olisi kuitenkin seulottava pois viimeistään seulaelevaattorin yläpäässä, jotta se ei kulkeutuisi erottelukoneistoon.

Seulaelevaattori on merkittävä vioitusten aiheuttaja nykyisissä nostokoneissa. Niinpä sen säätöihin on kiinnitettävä erityistä huomiota. Seulaelevaattorin nopeus tulisi pitää mahdollisimman alhaisena. On eduksi, jos sitä voidaan muuttaa traktorin pyörimisnopeudesta riippumatta. Ulkomaisten tutkimusten mukaan edullisimmassa tilanteessa seulaelevaattorin nopeus ja ajonopeus ovat yhtä suuret. Käytännössä tähän on mahdoton päästä, mutta traktorissa kannattaa käyttää niin suurta ajonopeutta ja niin pientä kierrosnopeutta kuin on mahdollista. Traktorissa tulisikin olla riittävästi perunanostoon sopivia hitaita vaihteita, jotta ajonopeutta voitaisiin säätää moottorin pyörimisnopeudesta riippumatta.

Tämän tutkimuksen eräänä tavoitteena oli selvittää, millä tavoin normaalisäädöistä kannattaa poiketa vaikeissa nosto-oloissa. Seulontatehoa voidaan lisätä lisäämällä seulaelevaattorin nopeutta, käyttämällä tärytystä ja hidastamalla mullan kulkua haittojen avulla. Seulaelevaattorin nousukulman jyrkentäminen lisää myös seulontatehoa. Nousukulmaa voidaan muuttaa mm. elevaattorimaton kannatuspyörien sijaintia muuttamalla. Seulaelevaattorille tulevan mullan määrään voidaan vaikuttaa muuttamalla ajonopeutta ja vantaan työsyvyyttä.

Seulaelevaattorin nopeuden lisäys paransi yleensä koneen seulontatehoa selvästi, kun nopeus oli välillä 0,75 - 1,25 m/s. Kun seulaelevaattorin nopeutta lisättiin riittävästi, alkoi elevaattori toimia yhä enemmän kuljettimena ja seulontateho saattoi jopa huonontua. Eurooppalaisten tutkimusten

mukaan (ks. luku 5.2.2.) seulonta on tehokkainta silloin kun elevaattorin nopeus on 1,5 - 2,5 m/s. On ilmeistä, että nostettavan maan ominaisuudet vaikuttavat selvästi siihen, miten paljon elevaattorin nopeuden lisääminen parantaa seulontatehoa.

Seulaelevaattorin säätöjen vaikutuksesta perunoiden vioittumiseen ei saatu selvää tulosta. Tämä johtui lähinnä siitä, että peruna oli useimmissa kokeissa niin tuleentunutta, että eri säätöjen väliset erot jäivät hyvin pieniksi, ja peittyivät nosto-olojen aiheuttamaan vaihteluun.

Seulaelevaattorin nopeuden lisääminen aiheutti yleensä kuoriutumisen lisääntymisen. Ajonopeuden vaikutus ei aina ollut selvä, mutta yleensä sen lisääminen vähensi kuoriutumista. Haittojen käyttö lisäsi kuoriutumista eniten silloin kun ajonopeus oli pieni ja seulaelevaattorin nopeus suuri.

Seulaelevaattorin tärytys lisäsi seulontaa eniten silloin kun seulaelevaattorin nopeus oli pieni. Koekoneissa myös tärytyksen taajuus muuttui seulaelevaattorin nopeutta muutettaessa. Tärytyksen ja haittojen yhtäaikainen käyttö paransi selvästi seulontatehoa. Silloin kun multaa nousi seulaelevaattorille vain vähän, tärytyksen ja haittojen käyttö lisäsi selvästi myös vioittumista. Haittojen käyttö tulisikin rajoittaa vain erittäin vaikeisiin oloihin. Silloinkin hidasta ajoa olisi vältettävä.

Tärytyksen paikan vaikutuksesta ei saatu selvää tulosta. VAKOLAssa tehdyissä seulontatehokokeissa, joissa käytettiin perunattomia penkkejä, seulaelevaattorin etuosan täryttäminen seuloi multaa tehokkaimmin. Tärytyksen laajuus oli tässä kokeessa 6 cm. Lammilla tehdyssä kokeessa, jossa tärytyksen laajuus oli 3,5 cm, seulaelevaattorin puolivälissä olleen täryttimen seulontateho oli parempi. Toisaalta etuosan tärytys vioitti perunoita vähemmän. Gerasimovin (ref. KARWOWSKI 1973, s. 60) mukaan tärytin kannattaa sijoittaa seulaelevaattorin alkuosaan, jossa on runsaasti seulottavaa multaa, joka samalla suojaa perunoita tärytykseltä. Tällöin tärytyk-

sen rikkomilla kokkareilla ja irtomullalla on parempi mahdollisuus seuloutua seulaelevaattorin yläpäässä.

10.5. Kolhintakoe

Betoninsekoittimella tehty kolhintakoe on menetelmänä yksinkertainen ja halpa. Kolhintakokeesta saadut tulokset osoittavat, että menetelmä mittaa varsin hyvin perunan kuoren kestävyttä nostossa syntyvää vioittumista vastaan. Toisaalta kolhintakoe mittaa ainoastaan perunan ominaisuuksia, jonka lisäksi vioittumiseen käytännön korjuutyössä vaikuttavat myös nosto-olot sekä korjuukoneen rakenne, säädöt ja ajotapa.

Tulokset osoittavat, että eri tekijät vaikuttavat kuoriutumisalttiusmäärityksen tuloksiin. Perunan kuoren kiinnittyneisyydessä tapahtui noston jälkeen muutoksia, joita alhainen lämpötila hidasti. Lisäksi tulokset osoittavat, että suuret mukulat kuoriutuvat herkimmin.

Näytteen säilytyslämpötila ja säilytysaika sekä näytekokoa tulisi vakioida, jotta menetelmällä saavutettaisiin luotettavia ja vertailukelpoisia tuloksia. Seurantakokeissa käytetyt 10 °C:een säilytyslämpötila, 4 h säilytysaika ja 3 - 4 kg näytekokoa vaikuttavat näiden tulosten perusteella käyttökelpoisilta.

10.6. Korjuukoneiden kehittäminen

Tutkimus toi selvästi esille, että sekä nostettavan perunan että maan ominaisuudet saattavat vaihdella runsaasti melko pienenkin lohkon sisällä. Käytännön nostotyössä vaihtelut voivat olla vielä huomattavasti kokeissa esiintyneitä suurempia.

Monessa kokeessa nosto-olojen vaihtelu vaikutti enemmän nostotulokseen kuin korjuukoneen säädöt. Tämä ei kuitenkaan tarkoita sitä, että korjuukonetta ei kannattaisi säätää vaan päinvastoin. Korjuukonetta tulisi säätää muuttuvien olojen

mukaan, jotta päästäisiin mahdollisimman hyvään lopputulokseen. Käytännössä tämä on kuitenkin vaikeaa, sillä korjuukoneiden säätömahdollisuudet ovat edelleenkin melko puutteelliset ja säätöjä on hankala tai usein jopa mahdotonta tehdä koneen liikkuesssa.

Eri koneenosien nopeutta tulisi voida säätää itsenäisesti, portaattomasti ja nopeasti, jotta koneen toiminta voitaisiin sopeuttaa muuttuviin oloihin. Eräs ratkaisu tähän ongelmaan olisi hydrauliiikan ja elektroniikan lisääntyvä käyttö. Tällöin hallintalaitteet voidaan tarvittaessa sijoittaa korjuukoneen päälle, jolloin erotteluhenkilökunta pystyisi säätämään konetta. Osa säädöistä voitaisiin myös automatisoida. Esimerkiksi seulaelevaattori voi säätää itse nopeuttaan mittaamalla elevaattorimatolla olevan massan määrää. Tällaisista koneista onkin jo saatu hyviä tuloksia.

Korjuukone tulisi suunnitella siten, että perunat joutuvat mahdollisimman vähän nopeuden muutoksille ja pudotuksille alttiiksi. Perunat vaurioituvat helposti sekä pudotessaan säiliön pohjalle että säiliötä tyhjennettäessä. Jos korjuukone nostaisi perunat suoraan varastolaatikoihin, yksi tyhjennysvaihe jäisi kokonaan pois ja vioittuminen olisi luultavasti vähäisempää.

Perunan korjuu on pitkän ketjun huipentuma. Maalaji, muokaus, lajike, lannoitus, istutus, kasvinsuojelu, sadetus, ja varsiston hävitys ovat eräitä tekijöitä, jotka vaikuttavat perunankorjuun onnistumismahdollisuuksiin. Näiden kaikkien osatekijöiden on oltava kunnossa, jotta peruna ei vaurioituisi nostossa ja sillä olisi hyvät edellytykset säilyä myös varastossa. Korjuukone, sen säädöt ja ajotapa ovat merkittäviä osia tästä ketjusta. Korjuukoneen kuljettajalla on tärkeä osa, sillä koneen ajotapa ja säädöt vaikuttavat yleensä lopputulokseen enemmän kuin korjuukoneen rakenne.

KIRJALLISUUS

- AHVENNIEMI, P. 1986. Vaurioituneet perunat perunatehtaan kannalta. Teho 50, 4: 9-10.
- AL-JUBOURI, K. & McNULTY, P. 1983. Potato Damage and Losses Influenced by Vibratory Digging. Ir. J. Agric. Res. 22: 243-253.
- ANDERSSON, A. 1982. Stensträngläggning och skörd av potatis med obemannad upptagare på stensstränglagda fält. Sveriges Lantbruksuniv. Inst. för arbetsmetodik och teknik. Rapp. 79: 1-35.
- ANON. 1984 a. Ruokaperuna-asetus. Suomen säädöskokoelma 356: 730-733.
- ___ 1984 b. Thyregod kartoffelfrilaegger. Sjf-Proverapport 384: 1-5.
- ___ 1984 c. Perunannostotutkimus 1983. Perunantutkimuslaitoksen tutkimusraportti 1/1984: 1-24.
- ___ 1985. Perunantutkimuslaitoksen koetuloksia 1984. Perunantutkimuslaitoksen julk. 1: 1-142.
- ___ 1986. Perunankorjuukoneet. Koneviesti 34, 12: 26-27.
- AUSTBØ, O. 1983. Høsteskader i potet. NLVF-Utredning 124: 1-80.
- BAADER, W. 1961. Absiebung von Erde in Kartoffelerntemaschinen mit umlaufenden Siebketten. Landtechnische Forschung 11: 47-51.
- BACHTHALER, G. & HUNNIUS, W. 1971. Phosphatdüngung und Vollernteverträglichkeit. Kartoffelbau 22, 9: 238-239.
- BAILEY, R. & JELLIS, G. 1981. Evidence that tuber susceptibility is a major factor relating to the incidence of external mechanical damage at harvest. Proc. 8th triennial conf. EAPR: 101-102.
- BJÖRLING, H. 1979. Potatisodlingens ekonomi. Sver. Lantbr. Univ. Inst. Ekonomi och statistik. Rapp 153: 1-89.
- BOUMAN, A. 1978. Pulling of potato haulms in mechanical way. Proc. 7th triennial conf. EAPR: 77-78.
- BREDT, H. 1981. Die Entwicklung der Reihenweise im Kartoffelbau. Akad. Landw. DDR Tag. Ber. 194: 35-49.
- BRENNER ja GRIMM. 1960. Kartoffelernte im zweigeteilten Verfahren. Landtechnische Forschung 10: 70-75.

- BRÜGGERMEIER, U. 1987. Beetanbau bei Kartoffeln - Was Praktiker davon halten. *Top Agrar* (1987), 3: 58-62.
- BUTSON, J. & HAMILTON, A. 1978. How potato harvester speed settings influence primary web damage levels. *Proc. 7th Conf. EAPR*: 113-114.
- BÖHMIG, H. 1968. Auswirkungen der Traktorenfahrspur und deren Lockerung bei den mechanischen Pflegearbeiten im Kartoffelbau. *Deutsche Agrartechnik* 18: 386-387.
- CAMPBELL, D. 1982. A Review of the Clod Problem in Potato Production. *J. Agric. Eng. Res.* 27: 373-395.
- CARLSSON, H. & LARSSON, K. 1987. Tvåstegupptagning av potatis. *SLU:s Konsulentsavdelningens rapp. Allmänt* 107: 1-9.
- COMBRINK, N. & PRINSLÖD, K. 1976. Knoleienskappe en verbouings praktyke wat die weerstand van aartappelknolle teen meganiese beskadiging beinvloed. *Agroplantae* 8: 41-46.
- DAMBROTH, M. 1967. Der Einfluss von Umwelt und pflanzenbaulichen Massnahmen auf die spezifische Widerstandsfähigkeit von Kartoffelknollen gegen mechanische Belastungen. *Diss. Univ. Giessen* 122 s. + liitt.
- FRENCH, G & BLAKE, G. 1965. Primary tillage for potatoes. *Trans. ASAE* 8: 246-248.
- FURRER, O. 1971. Ergebnisse neuerer Bodenbearbeitungsversuche bei Kartoffeln. *Mitt. Schw. Landwirtschaft* 19, 7: 129-139.
- GALL, H., LAMPRECHT, P. & FECHTER, E. 1967. Erste Ergebnisse mit dem Rückschlagspendel zur bestimmung der Beschädigungsempfindlichkeit von Kartoffelknollen. *Eur. Potato J.* 10,4: 272-284.
- ____ & PETERSEN, U. 1981. Einfluss der Fahrspur auf das Bodengefüge und den Ertrag bei Kartoffeln. *Akad. Landw. DDR. Tag. Ber.* 194: 25-35.
- GEHSE, M. 1970. Chemisch-Analytische und histologische Untersuchungen über die Ursachen der Beschädigungsempfindlichkeit der Kartoffel. *Diss. Univ. Göttingen* 72 s. + liitt.
- DE HAAN, P. 1981. Damage to potatoes. *Storage of potatoes*, ed. A. Rastovski. Ss. 389-400. Wageningen.
- HAMPSON, C., DENT, T. & GINGER, W. 1980. The effect of mechanical damage on potato crop wastage during storage. *Annl. appl. Biol.* 96: 366-370.
- HECHELMANN, H. & SPECHT, A. 1966. Bericht über eine Reise in die Vereinigten Staaten von Amerika zum Studium der Mechanisierung des Kartoffelbaues. *KTBL-Manuskriptdruck* 6: 1-69.

- HESEN, J. & KROESBERGEN, E. 1960. Mechanical damage to potatoes. Eur. Potato J. 3: 30-44.
- HUGHES, J. 1974. Factors influencing the quality of ware potatoes. 2 Environmental Factors. Potato Res. 17: 512-547.
- 1980. Role of tuber properties in determining susceptibility of potatoes to damage. Annl. appl. Biol. 96: 344-345.
- , GRANT, A. & FAULKS, R. 1975. Susceptibility of tubers to internal damage (blackspot). Potato Res. 18: 338-339.
- HUNNIUS, W. & BACHTHALER, G. 1974. Zur Ackervorbereitung bei Kartoffel. Kartoffelbau 25: 44-45.
- , BACHTHALER, G. & FUCHS, G. 1969. Beeinflussung der Knollenbeschädigungen bei Vollernte. Kartoffelbau 20, 7: 203-206.
- , BACHTHALER, G. & MUNZERT, M. 1972. Zum Einfluss des Stickstoffs auf die Vollernteverträglichkeit der Kartoffelknolle. Potato Res. 15: 54-66.
- HYDE, G. THORNTON, R. & WOODRUFF, D. 1983. Potato harvester performance with automatic chain-load control. Trans. ASAE 26: 19-22.
- IRLA, E. & HEUSSER, J. 1984. Maschinen und Verfahren für die Kartoffelkrautbeseitigung. Proc. 8th Triennial Conf. EAPR: 68-69.
- JAKOB, P. OLBRICH, A. & LEITHOLDT, C. 1980. Beitrag zum Stand der Technik und zur Systematik bei Kartoffelaufnahme-elementen. Agrartechnik 30: 340-342.
- JARVIS, R. 1972. Comparison of 30 in. and 36 in. rows for maincrop potatoes. Experimental Husbandry 21: 85-92.
- JOHNSON, L. 1974. A vibrating Blade for the Potato Harvester. Trans. ASAE 17: 867-870.
- KARA, O. & HEIKKILÄ, H. 1982. Itujen vaurioituminen idätetyn perunan koneellisessa istutuksessa. VAKOLAn tutkimus-selostus 25: 1-29.
- KARWOWSKI, T. 1974. Hackfruchterntemaschinen. 274 s. Berlin.
- KUISMA, P. 1985 a. Siemenperuna ja kasvukauden hyväksikäyttö. Isäntäakatemia 1985 Kauhavalla. Esitelmäkansio. 5 s.
- 1985 b. Enemmän huomiota noston hellävaraisuuteen. Tärkelysperuna 12,2: 30-32.
- KRAUSE, V. 1963. Voraussetzungen und Grenzen für den Einsatz von Lesepersonen an Kartoffelsammelrodern. Landtechnische Forschung 13: 100-113.

- KÄRHEIM, T. 1983. Att odla matpotatis. Statens lantbruksinformation 4: 1-8.
- LAMPE, K. 1959. Entwicklung und Erprobung einer Methode zur bestimmung der Widerstandsfähigkeit von Kartoffelknollen gegen Beschädigungen. Diss. Univ. Bonn. 95 s. + liitt.
- LANNETTA, I. 1972. Perunan sadettaminen. Suomen perunaseura: Peruna 72. Esitelmämoniste, s. 32-36.
- LARSSON, K. 1966. Hantering av matpotatis i gårdslager. Jordbrukstekn. Inst. medd. 317: 1-75.
- ___ 1967. Hantering av matpotatis på fältet. Jordbrukstekn. Inst. medd. 321: 1-80.
- ___ 1972. Tvåradiga potatisupptagare. Jordbrukstekn. Inst. medd. 345: 1-41.
- ___ & JONSSON, B. 1978. Strängläggning av sten. Jordbrukstekn. Instit. Circular 23: 1-10.
- ___ & BENGTSSON, N. 1987. Mekaniska skador på matpotatis i olika hanteringsled. Jordbrukstekn. inst. medd. 414: 1-59.
- LARSSON, K-Å. 1986. Marknadoversikt: Upptagare. Lantmannen 107, 5: 24-26.
- MATTILA, T. 1986 a. Nostotappiot ja ajankäyttö perunan korjuussa. Teho 50, 7-8: 34-36.
- ___ 1986 b. Nostovioitus ja nostotappio käytännön perunan korjuussa. Pro gradu -työ maatalousteknologian laitokselle. 88 s. + liitt.
- McGECHAN, M. 1977. An investigation into the relative effectiveness of various riddling motions for removal of soil from potatoes. J. Agric. Eng. Res. 22: 229-245.
- McRAE, D. 1977. The design and operation of potato harvesters for minimum damage and losses. Agricultural Engineer (Silsoe) 32: 17-19.
- ___ 1980. Advances in Mechanisation. Span. 23,2: 68-70.
- ___ 1983. Better harvester design. Agricultural Engineer (Silsoe) 38: 42-45.
- ___, HUTCHINSON, P. & CARRUTHERS, J. 1986. Sieving Control and Horizontal Agitation of Potato Harvester Chains. Trans. ASAE 29: 366-369.
- MISENER, G., McLEOD, C. & McMILLAN, L. 1984. Evaluation of a Prototype Potato Harvester. Trans. ASAE 27: 24-28.
- MOHSEININ, N. 1965. Friction force and pressure causing skinning of potatoes. Am. Potato J. 42: 83-88.

- MUSTONEN, L. 1985. Lajikkeet, muokkaus. Maatalouskeskusten Liiton julk. 711: 26-42.
- ___ 1986. Vioitukset perunan laatuongelmana. Käytännön Maamies 35, 8: 12-13.
- NOACK, W. 1959. Feldversuche über Erdabsiebung. Agrartechnik 9: 308-311.
- PETERS, R. 1982. Technik im Kartoffelbau. KTBL-Schrift 276: 1-228.
- ___ 1984. Reduktion der mechanischen Beanspruchungen von Kartoffelknollen durch funktionelle Veränderungen in Übergabebereich zwischen Siebkette und Krautkette im Kartoffelsammelroder. Diss. Univ. Giessen. 149 s.
- PETERSON, C., THORNTON, R. & SMITTLE, D. 1975. Potato harvester evaluations. Trans. ASAE 18: 240-245.
- PIETILÄ, L. 1986. Perunan varsiston hävitystekniikka. Perunantutkimuslaitoksen julk. 3/86: 1-19 + liitt.
- PÄTZOLD, C. & DAMBROTH, M. 1970. Die Modification der sortenabhängigen Beschädigungsempfindlichkeit von Kartoffelknollen durch ökologische Faktoren. Z. Acker-U. Pflanzenbau 132: 281-294.
- RAHKO, J. 1980. Viljelytekniikan vaikutus perunan käsittelykestävyyteen. Laudaturtyö Kasvinviljelytieteen laitokselle. 102 s. + liitt.
- ROGERS-LEWIS, D. 1980. Methods of reducing damage in maincrop potatoes. Annl. Appl. Biol. 96: 345-349.
- RÖHRS, F. 1964. Trennung von Kartoffeln und Steinen auf einem Gummifingerband mit Bürstenwalzen. Landtechnische Forschung 14: 106-110.
- SCHOLZ, B. 1971 a. Kartoffel- und maschinengerechete Pflanzbettvorbereitung. Landtechnik 26: 140-145.
- ___ 1971 b. Reihenweite 75 cm für den Kartoffelbau. Landtechnik 26: 146-149.
- ___ 1974. Moderne Pflanzbettbereitung zu Kartoffeln. Kartoffelbau 25: 45-47.
- ___ 1978. Krautbeseitigung: Schlagen, Spritzen oder Ziehen? Top Agrar (1978) 8: 58-60.
- ___ 1980. Fortschritte bei der Bodenbearbeitung zu Kartoffeln. Kartoffelbau 31: 50-53.
- ___ 1987. Beetanbau - Ergebnisse aus Versuchen und Perspektiven für die weitere Entwicklung. Kartoffelbau 38: 73-75.

- SCHÄFER, E. 1960. Trennung von Kartoffeln und Steinen mit geneigten Bändern. Landtechnische Forschung 10: 131-137.
- ___ & THAER, R. 1964. Ein satzbereiche gebräuchlicher Verfahren zur Trennung von Kartoffeln und Steinen in Sammelrotern. Landtechnische Forschung 14: 97-105.
- SEIDEL, B. & ADELMANN, H. 1986. Möglichkeiten und Einrichtungen zur Klutentrennung in Kartoffelerntemaschinen. Agrartechnik 36: 14-17.
- SEPPÄNEN, E. 1968. Perunan mukuloiden mekaanisten vioitusten merkityksestä. Koetoiminta ja käytäntö (1968) 11: 1.
- ___ 1972. The resistance of ten potato varieties to mechanical injury. J. of the Sci. Agr. Soc. Finl. 44,2: 93-97.
- ___ 1979. Siemenperuna ja varastotaudit. Suomen perunaseuran talviseminaari (1979). Esitelmämoniste: 5.1.-5.4.
- ___ 1980. Perunan varsiston hävitys ja varastotaudit. Suomen perunaseuran talviseminaari (1980). Esitelmämoniste: 1.1-1.3.
- ___ 1985. Varsiston hävittäminen. Maatalouskeskusten liiton julk. 711: 95-96.
- SHOTTON, F. 1980. The reduction of damage to potato tubers during mechanical harvesting. Ann. Appl. Biol. 96: 357-360.
- SMITTLE, D. THORNTON, R., PETERSON, C. & DEAN, B. 1974. Harvesting potatoes with minimum damage. Am. Potato J. 51: 152-164.
- SPECHT, A. 1966. Schaffung optimaler Rodebedingungen für den Kartoffelsammelroder, Möglichkeiten und Aussichten einer beschädigungsarmen Kartoffelernte. KTBL-Versuchsbericht, Versuchsstation Dethlingen 1966: 20-27.
- ___ 1977 a. Qualitätskartoffel durch beschädigungsarme Ernte- und Transportverfahren. KTBL-Schrift 222: 28-37.
- ___ 1977 b. Stand der Technik zur Kartoffelernte. Kartoffelbau 28: 190-191.
- ___ 1979. Neues zum maschinellen Legen Vorgekeimter Kartoffeln. Kartoffelbau 30: 42-43.
- ___ 1983. Entwicklung und Aussichten des geteilten Kartoffelernteverfahrens. Kartoffelbau 34: 230-234.
- ___ 1985 a. Erfahrungen mit seitlich aufnehmenden einreihigen Kartoffelsammelrotern. Kartoffelbau 36: 222-225.
- ___ 1985 b. Geteiltes Ernteverfahren - neue Erkenntnisse. Kartoffelbau 36: 216-221.

- ___ 1986. Neues zum geteilten Ernteverfahren. Kartoffelbau 37: 252-255.
- ___ & BALBACH, F. 1985. 20 Jahre Beschädigungsuntersuchungen bei Kartoffelsorten. Kartoffelbau 36,1: 19-22.
- SPIESS, E. 1976. Bedeutende Knollenbeschädigungsursachen beim Kartoffelvollernteverfahren - Versuchsergebnisse. Schw. Landw. Forsch. 15: 176-186.
- ___ & HEUSSER, J. 1986. Kartoffellegemaschinen - Vergleichsversuche mit Doppelbecher und Riemenautomaten. FAT Ber. 284: 1-15.
- STATHAM, O. 1975. The extent and causes of tuber damage in Great Britain in 1973. Proc. 6:th Triennial Conf. EAPR 1975: 104-105.
- SVENSSON, B. 1987. Peruna suurtaloudessa ja elintarviketeollisuudessa, laatuvaatimukset ja viljelytekniikka. Suomen Perunaseuran talviseminaari. (1987): 5.1-5.5.
- ___, ANDERSSON, E. & REINI, M. 1969. Sprout Damage on Pre-sprouted Seed Potatoes. Lantbrukshögskolans Ann. 35: 229-234.
- SZEPTYCKI, A. 1981. An approach to methods of identifying mechanical damage to potato tubers. Proc. of 8:th Triennial Conf. EAPR 1981: 110-111.
- THAER, R. 1967. Tiefenlage der Kartoffel im Damm und Tiefenführung des Rodeschars. Landtechnische Forschung. 17: 1-10.
- TOWNSEND, J. & UPADHYAYA, S. 1979. Variable speed hydraulic drives for potato damage reduction on potato harvesters. Can. Agr. Eng. 22: 49-53.
- UMAERUS, V. & UMAERUS, M. 1976. Förädling för motståndskraft mot mekaniska skador i potatis. Sver. utsädeförenings tidskr. 86: 41-64.
- UMAERUS, M. 1978. Report of survey of methods for screening for susceptibility to mechanical tuber damage. Proc. 7:th Triennial Conf. EAPR: 117-118.
- WELLINGS, L. 1972. The effect of seed rate, nitrogen and irrigation on the yield of Pentland Crown potatoes. Experimental Husbandry 22: 39-50.
- VARIS, E. 1973 a. The effects of increasing NPK rates on the yield and quality of the Pito potato. II. External and internal quality. Acta Agr. Fennica 128, 2: 1-23.
- ___ 1973 b. The effects of tuber size and chitting method on the growth and yield of Amyla and Barima potatoes. J. of Sci. Agr. Soc. Finl. 45: 297-318.

- ___ 1974. Varsien poisto ja nostoajankohdan vaikutus Realta-
perunan satoon ja mekaanisten vikojen runsauteen. J.
of Sci. Agr. Soc. Finl. 46: 32-41.
- ___ 1985. Lannoitus ja kalkitus. Maatalouskeskusten liiton
julk. 711: 36-40.
- WERKHOVEN, C. & LEEUW, J. 1974. Flaming of potato haulm. ILR
(Wageningen) Res. Rep. 3/74: 1-20.
- WITZ, R. 1954. Measure Resistance of Potatoes to Bruising.
Agric. Engin. 35: 241-244.
- VOLBRACHT, O. & KUHNKE, U. 1956. Mechanische Beschädigungen
an Kartoffeln. Kartoffelbau 7,4-5: Sonderruck, 8 s.
- ZIEMS, K. 1969. Siebscheiben als Arbeitselemente in
Kartoffelsammelrotern. Deutsche Agrartechnik 19:
242-243.
- ZÄNKER, J. & KUMPEL, H. 1975. Pflanzbettbearbeitung zu
Kartoffeln auf schwer siebfähigen Böden.
Feldwirtschaft 16: 89-91.

LIITE 1. Kooste kokeissa olleista perunalajikkeista, lannoituksesta ja kasvinsuojelusta.

Vuosi	Lajike	Siemenkoko mm	Istutus- väli cm	Istutus- pvm.	Taimettu- mis pvm.	Lannoitus	Kasvinsuojelu
1986	Saturna	30 - 45	24	24.5.	12.6.	Magnesiumsulfaatti 200 kg/ha Puutarhan Y-lannos 1 750 kg/ha	11.6. Faneron Combi 500 FW 2,5 l/ha 7.7. Maneba 2 kg/ha 21.7. Ridomil MZ 2,5 kg/ha
	Preva- lent	30 - 45	24	21.5.	11.6.	Teollisuusperunan Y-lannos 800 kg/ha	14.6. Senkor 0,4 kg/ha 16.7. Maneba 2 kg/ha 30.7. Ridomil MZ 2,5 kg/ha
	Saturna	30 - 45	24	5.6.	22.6.	Kloorivapaa Y-lannos 900 kg/ha	22.6. Senkor 0,4 kg/ha 21.7. Maneba 2 kg/ha
1987	Pito	30 - 40	21	24.5.	24.6.	Superfosfaatti 150 kg/ha Puutarhan Y-lannos 1 700 kg/ha	23.6. Reglone 2 l/ha 21.7. Maneba 2 kg/ha
	Ostara	30 - 45	26	17.5.	19.6.	Kloorivapaa Y-lannos 900 kg/ha	18.6. Senkor 0,5 l/ha Reglone 2 l/ha 21.7. Maneba 2 kg/ha
	Bintje	30 - 55	28	24.5.	24.6.	Superfosfaatti 150 kg/ha Puutarhan Y-lannos 1 700 kg/ha	23.6. Reglone 2 l/ha 21.7. Maneba 2 kg/ha

LIITE 2. Alustavien kokeiden tulokset

1. Grimme LK 650, 1.-2.9.1986

Voa r/min	Ajonopeus m/s	Seulaele- vaattorin nopeus m/s	Nostotappio kg/ha	Kuoriutuminen %	N
270	0,44	1,12	325	3,25	3
200	0,47	0,84	488	3,56	3
340	0,45	1,40	216	3,14	3

2. Grimme LK 650, 2.9.1986

Voa r/min	Ajonopeus m/s	Seulaele- vaattorin nopeus m/s	Nostotappio kg/ha	Kuoriutuminen %	N
270	0,36	1,12	200	2,31	3
340	0,45	1,40	208	2,74	3
340	0,35	1,40	93	4,04	3
Varsielevaattorin tärytys varsijarrut					
+	+		0	2,98	3
-	-		417	3,94	3
+	-		83	2,18	3

+ = käytössä, - = ei käytössä

3. Teho-Juko, 5.9.1986, metallirulla

Voa r/min	Ajonopeus m/s	Seulaele- vaattorin nopeus m/s	Nostotappio kg/ha	Kuoriutuminen %	N
270	0,21	1,22	152	4,58	2
270	0,34	1,22	383	5,26	4
350	0,27	1,58	192	2,60	4
Ohjainrautojen asento					
Kaikki alhaalla			1130	5,90	3
2 irti 10 cm, 3 alhaalla			260	3,27	6
Kaikki irti			307	-	4

4. Teho-Juko, 8.9.1986, metallirulla

Voa r/min	Ajonopeus m/s	Seulaele- vaattorin nopeus m/s	Nostotappio kg/ha	Kuoriutuminen %	N
280	0,35	1,3	240	4,22	4
300	0,36	1,1	416	4,15	4

5. Teho-Juko, 9.9.1986, kumirulla

Voa r/min	Ajonopeus m/s	Seulaele- vaattorin nopeus m/s	Nostotappio kg/ha	Kuoriutuminen %	N
310	0,39	1,15	234	7,62	4
320	0,41	1,5	202	7,32	4

LIITE 3. Kolhintakokeen varianssitaulut

1. Säilytyslämpötila ja säilytysaika

1.1. Kuoriutuminen

Vaihtelu	df	NS	s ²	F	Merkitsevyys
Kokonaisvaihtelu	29	40,17	1,39		
A Lämpötila	1	1,33	1,33	1,73	-
B Aika	2	18,57	9,29	12,09	***
AB	2	1,83	0,91	1,19	-
Sisävaihtelu	24	18,44	0,77		

1.2. Terveenä säilyneet perunat

Vaihtelu	df	NS	s ²	F	Merkitsevyys
Kokonaisvaihtelu	29	5036,38	173,67		
A Lämpötila	1	99,96	99,96	0,92	-
B Aika	2	2150,43	1075,21	9,86	***
AB	2	167,40	83,70	0,77	-
Sisävaihtelu	24	2618,59	109,11		

2. Näytekokoko

2.1. Kuoriutuminen

Vaihtelu	df	NS	s ²	F	Merkitsevyys
Kokonaisvaihtelu	14	7,97	0,57		
Välivaihtelu	2	2,88	1,44	3,40	o
Sisävaihtelu	12	5,09	0,42		

2.2. Terveenä säilyneet perunat

Vaihtelu	df	NS	s ²	F	Merkitsevyys
Kokonaisvaihtelu	14	2383,20	170,23		
Välivaihtelu	2	1235,92	617,96	6,46	*
Sisävaihtelu	12	1147,28	95,61		

3. Mukulakoko

3.1. Kuoriutuminen

Vaihtelu	df	NS	s ²	F	Merkitsevyys
Kokonaisvaihtelu	14	33,08	2,36	3,66	**
Välivaihtelu	2	12,54	6,27		
Sisävaihtelu	12	20,54	1,71		

3.2. Terveenä säilyneet perunat

Vaihtelu	df	NS	s ²	F	Merkitsevyys
Kokonaisvaihtelu	14	3639,51	259,97	5,29	**
Välivaihtelu	2	1705,17	852,59		
Sisävaihtelu	12	1934,34	161,20		

VAKOLAN TUTKIMUSSELOSTUKSIA

- | No | Nimi |
|-----|---|
| 41. | Aarnio, K., Karhunen, J., Koivisto, K., Lietelannan kompostointilämmön talteenotto. 1986. |
| 42. | Ahokas, J., Luomi, V., Palva, T., Parmala, S-P., Schäfer, W., Kasviöljyt dieselmoottorin polttoaineena. 1986. |
| 43. | Ahokas, J., Mikkola, H., Traktorin polttoaineenkulutukseen vaikuttavia seikkoja. 1986. |
| 44. | Karhunen, J., Tuunanen, L., Alipaineilmanvaihto kotieläinsuojissa. 1986. |
| 45. | Kempainen, E., Koivisto, K., Kompostoinnin vaikutus lietelannan laatuun ja käsiteltävyyteen. 1987. |
| 46. | Sarin, H., Castrèn, H., Pyykkönen, M., Käyttökokemuksia 80-luvulla rakennetuista kalustovajoista, varastokuivureista ja pihatoista. 1987. |
| 47. | Mäkelä, J., Mikkola, H., Lannoitteenlevityksen tasaisuus. 1987. |
| 48. | Puumala, M., Karhunen, J., Louhelainen, K., Vilhunen, P., Jauhatuksen tilantarve ja pölyhaittojen vähentäminen. 1988. |
| 49. | Schäfer, W., Ahokas, J., Maatalouskoneiden tietokanta, 1988. |
| 50. | Karhunen, J., Aarnio, K., Lannanpoistolaitteiden toiminta ja kestävyys, 1988. |
| 51. | Kapuinen, P., Karhunen, J., Pienten pihatoiden erityisvaatimukset |
| 52. | Puumala, M., Manni, J., Sarin, H., Tuotantorakennusten suunnittelu ja rakentaminen käytännössä |