

JUHA SUUTARINEN

KONETÖIDEN TURVALLISUUDEN JA TEHOKKUUDEN PARANTAMINEN

DEVELOPING SAFETY AND EFFICIENCY OF WORK
WITH MACHINERY



VAKOLAN TUTKIMUSSELOSTUS 75

MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS

VIHTI 1996

MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS
Agricultural Research Centre of Finland

VAKOLA

Maatalousteknologian tutkimuslaitos

Osoite
Vakolantie 55
03400 VIHTI

Puhelin
(09) 224 251
Telekopio
(09) 224 6210

Institute of Agricultural Engineering

Address
Vakolantie 55
FIN-03400 VIHTI
FINLAND

Telephone int.
+ 358 9 224 251
Telefax int.
+ 358 9 224 6210

JUHA SUUTARINEN

**KONETÖIDEN TURVALLISUUDEN JA
TEHOKKUUDEN PARANTAMINEN**

**DEVELOPING SAFETY AND EFFICIENCY OF WORK
WITH MACHINERY**

VAKOLAN TUTKIMUSSELOSTUS 75

MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS

VIHTI 1996

SISÄLLYSLUETTELO

KUVAILULEHDET

ESIPUHE

1	JOHDANTO	8
2	KONETÖIDEN SEURANTA, MENETELMÄT JA AINEISTOT	8
3	KONETYÖN TURVALLISUUSONGELMAT JA NIIDEN ESTÄMINEN .	10
3.1	Häiriöt, lähestäpaturmat ja tapaturmat	10
3.2	Esikuivatun säilörehun korjuuketjun turvallisuusanalyysi	14
3.3	Koneiden vikaantuminen	18
3.4	Konetyön suhteellinen turvallisuus	21
3.5	Yhteen veto konetöiden turvallisuusongelmista	24
3.6	Konetöiden turvallistaminen	25
3.6.1	Koneiden hankinta ja kunnossapito	25
3.6.2	Koneketjujen suunnittelu, käyttö ja toiminnan organisointi ..	28
4	TULOSTEN TARKASTELU	31
5	YHTEENVETO	32
6	SAMMANDRAG	34
7	SUMMARY	36
	KIRJALLISUUSLUETTELO	39

LIITTEET

Tekijät (toimielimestä: toimielimen nimi, puheenjohtaja, sihteeri) Juha Suutarinen		Julkaisun laji Tutkimusselostus	
		Toimeksiantaja Maatalousyrittäjien eläkelaitos	
		Toimielimen asettamispvm	
Julkaisun nimi (myös ruotsinkielinen) Konetöiden turvallisuuden ja tehokkuuden parantaminen			
Julkaisun osat			
Tiivistelmä <p>Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää mahdollisuuksia konetyön turvallistamiseen koneiden valinnan, käytön ja työn suunnittelun parantamisella. Tutkimuksessa on selvitetty maanviljelytöiden koneisiin liittyvien häiriöiden, lähes-tapaturmien ja tapaturmien syitä ja ehkäisyä.</p> <p>Seuranta-aineiston tuloksista voitiin todeta, että kahdeksassa tapauksessa viidestätoista koneiden tekniset syyt olivat vaikuttamassa työturvallisuuden heikkenemiseen. Näihin ongelmiin voidaan vaikuttaa koneiden oikean käytön, mm. huollon avulla ja kiinnittämällä koneiden valinnassa huomiota turvallisuusominaisuuksiin. Koneen käyttöikä olisi optimoitava myös turvallisuusnäkökohdista, niin että toimivuudeltaan heikentyneet koneet eivät ole aiheuttamassa häiriöitä, seisokkeja ja pahimmassa tapauksessa tapaturmia.</p> <p>Konetöiden tapaturmataajuuden arviointi paljasti, että koneiden kanssa työskentely nostaa tapaturmariskin yli kolminkertaiseksi verrattuna kaikkien töiden tapaturmien keskiarvotaajuuteen. Kun tähän lisätään arvio, että 68 % konetapaturmista johtaa yli kolmen päivän työkyvyttömyyteen, voidaan konetyöhön sisältyvää tapaturmariskiä pitää suhteellisen korkeana. Konetyön valmistelun tapaturmataajuus on lähes nelinkertainen konetyön keskimääräiseen tapaturmataajuuteen verrattuna. Syynä on se, että konetyön valmistelun tehtävät, kuten päivittäiset huollot, puhdistukset, säädöt, kiinnitykset ja irrotukset ja muut työkuuntoon laittoon liittyvät tehtävät sisältävät huonoja työasentoja, suurta voimankäyttöä sekä muutenkin epäergonomisen työympäristön.</p> <p>Konekustannusten optimointi edellyttää koneiden mahdollisimman suurta ajallista ja tehollista käyttöastetta. Tässä tilanteessa maatalousyrittäjän haasteeksi muodostuu laadukkaiden ja turvallisten koneiden valinta markkinoilta ja toisaalta kannattavuuden ja turvallisuuden kannalta oikean koneiden vaihtovälin tunnistaminen. Koneiden oikea käyttö on oleellista koneen käyttövarmuuden ja kestoajan kannalta. Riittävä koneiden ylläpidon, huollon ja korjauksen laatu olisi pystyttävä toteuttamaan maatilalla tai ostopalveluna.</p> <p>Maataloudenkin töissä tavoitteena tulisi olla häiriötön ja sujuva työprosessi, jossa ei lähtökohtaisesti hyväksytä "normaaleja häiriöitä". Kun kaikenlaiset häiriöt tiedetään sekä tuotannon laatua ja tehokkuutta että työturvallisuutta vähentäviksi tapahtumiksi, olisi tärkeää, että koneensuunnittelijat, tutkijat ja neuvojat kiinnittävät huomiota konetöiden sujuvuuden ja häiriöttömyyden parantamiseen. Häiriöttömään tuotantoon pyrkiminen edellyttää koneketjujen ja toiminnan suunnittelua. Apuvälineitä on olemassa sekä operaatioiden että tuotannon strategioiden suunnitteluun. Järkevä erikoistuminen ja yhteistyö tilojen välillä antavat taloudelliset ja operationaaliset mahdollisuudet turvallisempaan tuotantoon, niin että työn ja konekaluston tasosta ei tarvitse tinkiä.</p>			
Avainsanat (asiasanat) Konetyöt, turvallisuus, tehokkuus, häiriöt, tapaturmat, lähes-tapaturmat, vikaantuminen, käyttövarmuus			
Muut tiedot Saatavana Maatalouden tutkimuskeskuksen maatalousteknologian tutkimuslaitokselta (MTT/VAKOLA) puhelin (09) 224 251 telekopio (09) 224 6210			
Sarjan nimi ja numero VAKOLAn tutkimusselostus 75		ISSN ISSN 0782-0054	ISBN
Kokonaissivumäärä	Kieli Tiivist. englanti, ruotsi	Hinta	Luottamuksellisuus Julkinen
Jakaja VAKOLA, Vakolantie 55, 03400 VIHTI		Kustantaja	

Authors (if organ: name of organ, chairman, secretary) Juha Suutarinen	Type of publication Study report	
	Comissioned by Farmers' Social Insurance Institution	
	Date of setting up organ	
English and Swedish title of publication Developing safety and efficiency of work with machinery Förbättring av säkerhet och effektivitet i maskinarbete		
Parts of publication		
Abstract <p>The objective of this study was to clarify the possibilities to improve the safety of machinery-related work by improving selecting of machinery, use of the machinery and developing planning of operations. Reasons for and preventing of accidents, near accidents and interruptions in machinery-related work in crop production were clarified. The study is based upon follow-up of the work on the farm of the Agricultural Research Centre of Finland in Jokioinen from May 1995 to May 1996. Over this period the farm workers reported all accidents, near accidents and disturbances in their field work. Fifteen such incidents were reported. This follow-up data was supplemented with interviews of the farm workers, a safety analysis of the silage making and results published in the literature of the discipline.</p> <p>The follow-up data showed that in eight out of fifteen cases technical reasons contributed to worse level of safety. These reasons can be influenced on with proper use of machinery, including maintenance, and regarding safety aspects when choosing machinery. The service life of machines should be optimized also for safety reasons; badly functioning machines should be taken out of use or restored so that they do not cause disturbances, stoppages and in the worst case accidents.</p> <p>The results of the safety analysis showed that although the machines are new and modern, there may be deficiencies in their function, durability and safety. It is not always possible so say precisely how much a certain failure or malfunction of a machine is caused by its construction and how much it is caused by the way the machine has been used. There should be information in the instructions about the stress of the machine with different adjustments, in different crops and conditions, so that breakdowns and malfunctions due to unintentional overloading or other misuse of the machine could be avoided. In any case, when using machinery near or over its maximum capacity, the sensitivity for malfunctions and breakdowns seems to increase at the expense of safety and efficiency of work. It also seems that when designing machinery, more attention should be paid to the safety of use, because there are situations, for example maintenance, where safety is not regarded enough, although the EU machinery directive requires this.</p> <p>When assessing the accident rate, it was discovered that the accident rate in work with machinery is more than threefold compared to that of all agricultural work, hence working with machinery increases the risk of an accident. Moreover, considering that 68% of the machinery-related accidents lead to more than three days of incapacity for work, the accident risk with machinery work can be considered relatively high. Furthermore, the accident rate of preparing for machinery work is almost quadruple compared to the accident rate of machinery-related work in general.</p> <p>Disturbances and interruptions are critical as for the safety of machinery operations and minimizing them should be a special consideration. However, the term disturbance seems to be difficult to comprise in agricultural work. This is probably due to the fact that agricultural work contains a lot of variation and irregularities, from which the disturbance is difficult to distinguish. It also seems that disturbances that do not belong to the operation and machine function, are regarded as normal. As all kinds of disturbances are known to diminish the safety and quality of production, it would be imperative that machine designers, scientists and advisers pay attention to improving the fluency and disturbance-freeness of machine operations.</p> <p>The strive for disturbance-free production requires planning of machine chains and operations. There are instruments for planning both operations and strategies of production. Sensible specialization and co-operation between farms gives economical and operational possibilities for safer production, so that no compromises have to be made regarding quality of work and machinery.</p>		
Key words Safety, machinery work, accidents, disturbances, efficiency, damages, dependability		
Additional information MTT/VAKOLA Telephone +358 9 224 251 Telefax +358 9 224 6210		
Name of series, number VAKOLAn tutkimusselostus 75	ISSN 0782-0054	ISBN
Pages	Language Finnish, tables and figures: English, Summaries: English, Swedish	
Sold by VAKOLA, Vakolantie 55, FIN 03400, VIHTI, FINLAND		Price FIM

ESIPUHE

Maatalouden konetöissä sattuvien tapaturmien määrä ja laatu on hyvin dokumentoitu. Sensijaan työnvaiheiden sisältö, työtavat ja muut inhimilliset tekijät tunnetaan huonosti, jolloin tapaturmaan johtaneita syitä on vaikea selvittää. Toisaalta konetöiden turvallisuus ja tehokkuus ovat keskeisessä asemassa rationalisoitaessa maataloustöitä, ja niihin ei voi tehokkaasti vaikuttaa, jos ei tunneta riittävästi tapaturmiin johtavia syitä.

Maatalouden tutkimuskeskuksen Jokioisten kartanoilla tehdään monipuolisia maataloustöitä, joita on jo pitkään seurattu tarkalla tuntikirjanpidolla. Tehokkain tapa maataloustöiden todellisten vaaratekijöiden selvittämiseksi on työntekijöiden itsensä kirjaama seurantatutkimus. Maatalouden tutkimuskeskuksen peltotyöntekijät valittiinkin tämän tutkimuksen seurantaryhmäksi, koska he ovat tottuneet työaikaseurantaan ja pystyvät antamaan luotettavia ja monipuolisia tietoja työolosuhteista. Käytössä oli useiden vuosien työtuntiseuranta ja tapaturmakuvaukset. Raportointi lähestapaturmista ja häiriöistä osoittautui kuitenkin odotettua vähäisemmäksi, joten aineistoa täydennettiin turvallisuusanalyysillä ja haastatteluilla, jotka tekivät mahdolliseksi laajentaa tutkimusta alunperin suunnitellusta koneiden välisen turvallisuuden vertailusta laajempaan, yleisen koneturvallisuuden parantamisen perusteisiin tähtäävään tutkimukseen.

Toivomme tämän raportin auttavan ja ohjaavan käyttäjiä maatalon konetöiden entistä parempaan turvallisuuteen mm. koneiden valintaan ja käyttöön liittyvien ohjeiden perusteella. Kiitämme Maatalousyrittäjien eläkelaitosta tutkimuksen osarahoituksesta sekä kaikkia niitä Jokioisten kartanoiden työntekijöitä, erityisesti viljelypäällikkö Ari Turtolaa, jotka työpanoksellaan tekivät tämän tutkimuksen toteuttamisen mahdolliseksi.

Vihdissä, elokuussa 1996

Maatalouden tutkimuskeskus
Maatalousteknologian tutkimuslaitos

1 JOHDANTO

Tuotantoteknologian osuus maatalouden tuotantokustannuksista on Suomessa tunnetusti suuri (PESSI ja TAURIAINEN ym. 1994), jolloin koneiden käytön tehostaminen häiriöitä vähentämällä parantaa maatalouden elinkelpoisuutta ja kilpailukykyä. Maatalouden konetöiden turvallisuus ja tehokkuus ovat keskeisiä tekijöitä maanviljelytöiden rationalisoinnissa. Yli 40 % em. töiden tapaturmien aiheuttajista oli vuonna 1995 koneita, laitteita tai kuljetusajoneuvoja (PÄTIÄLÄ 1996) ja yli viikon työkyvyttömyys seuraa 2/3:sta maanviljelytöiden tapaturmia (ANON. 1995).

Pohjimmiltaan konetöiden turvallisuus ja tehokkuus perustuvat samaan asiaan: toimivaan koneketjuun ja häiriöttömään konetyöhön, jolloin työt sujuvat keskeytyksettä ja ilman vaarallista kiirehtimistä. Työssä ilmenevät häiriöt lisäävät tapaturmariskiä ja ovat indikaattoreita puutteista koneissa ja niiden käytössä. Käyttövarmuudella on todettu olevan tärkeä merkitys teknillisten laitteiden taloudellisuudelle ja turvallisuudelle (ERVA-MAA ym. 1979).

Tämän raportin tarkoituksena on selvittää mahdollisuuksia konetyön turvallistamiseen koneiden valinnan, käytön ja työn suunnittelun parantamisella. Tutkimuksessa on selvitetty maanviljelytöiden koneisiin liittyvien häiriöiden, lähes-tapaturmien ja tapaturmien syitä ja ehkäisyä.

2 KONETÖIDEN SEURANTA, MENETELMÄT JA AINEISTOT

Vakuutuskorvaukseen johtavat tapaturmat ovat suhteellisen harvinaisia kokonaistyöaikaan nähden, noin 40 tapaturmaa miljoonaa työtuntia kohti (ANON. 1996). Tapaturmien syytekijöiden etsiminen on tällöin tehokkaampaa analysoimalla häiriötilanteita ja lähes tapaturmia. Tämä johtuu siitä, että niitä sattuu huomattavasti enemmän ja toisaalta niiden syiden on havaittu olevan pitkälti samoja kuin tapaturmienkin (SKIBA 1979). Tämän selvityksen perusaineisto on Maatalouden tutkimuskeskuksen Jokioisten kartanoilla suoritettu seuranta maanviljelyn konetöihin liittyneistä häiriöistä, lähes-tapaturmista ja tapaturmista. Tiedon keruu toteutettiin lomakkeilla (liite 1), joilla konetöiden tekijät raportoivat edellä mainituista tapahtumista. Seurantalomakkeen käytöstä järjestettiin tiedotustilaisuus konetyön tekijöille, työnjohtajille ja maatalousharjoittelijoille. Seuranta aloitettiin 1.5.1995.

Lomakkeessa kuvataan aluksi häiriö, läheltä-piti-tilanne ja tapaturma seuraavasti:

A. Häiriöllä tarkoitetaan tässä kaikkia työn normaaliin kulkuun, koneen ja työntekijän toimintaan kuulumattomia poikkeamia ja tapahtumia (esim. koneen tukkeutuminen, rikkoutuminen, ulkopuoliset tekijät tms. joka esim. keskeyttää työn tai pakottaa muuttamaan tavallista työtapaa).

B. Läheltä-piti-tilanne työssä on sellainen, josta "huonolla tuurilla" olisi voinut seurata loukkaantuminen. Esim. kompastuminen tai horjahtaminen, joka ei aivan johtanut kaatumiseen tai esim. läheltä ohi singahtanut tai pudonnut koneensa tms.

C. Tapaturma on mikä hyvänsä työssä sattunut tapahtuma, jonka seurauksena on pienikin vamma, esim. mustelma tai naarmu.

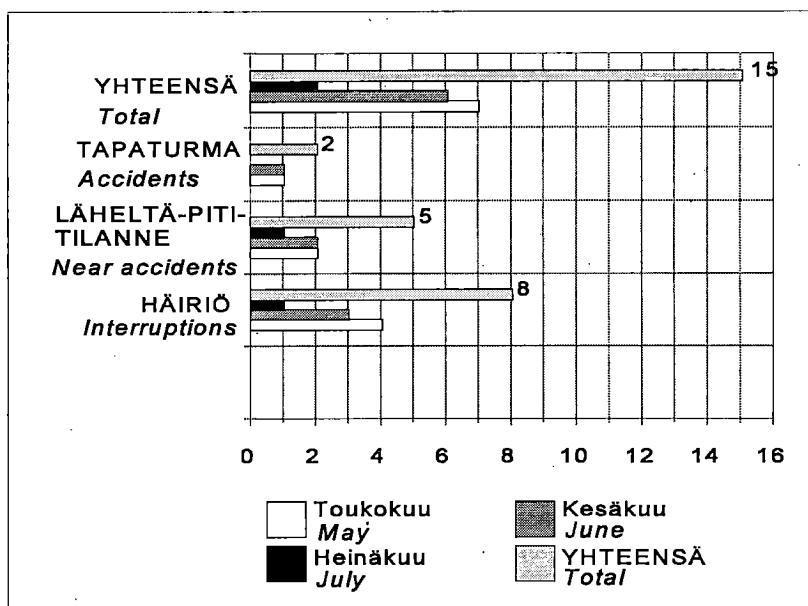
Pyrkimyksenä oli, että jokainen tapahtuma merkitään heti tai mahdollisimman pian sen tapahduttua rastilla kyseisen tapahtuman ruutuun lomakkeelle ja tarkempi kuvaus tapauksesta kirjoitetaan työpäivän päätyttyä. Lomakkeella haluttiin saada erilaisia tapahtumaa kuvaavia tietoja, jotta analysointi ja johtopäätösten teko syytekijöistä olisi mahdollista. Kysymyksillä selvitettiin mm. olosuhteita, fyysisiä ja psyykkisiä tekijöitä ja koneisiin liittyviä tekijöitä. Lomake laadittiin kuitenkin mahdollisimman yksinkertaiseksi ja suppeaksi vastaamiskynnyksen laskemiseksi.

Käyttökelpoisia vastauksia kertyi 15 kappaletta. Tapahtumien jakaumat on esitetty kuviossa 1. Lomakkeilla kerätyn aineiston tapahtumat analysoitiin syytekijöiden löytämiseksi ja aineisto syötettiin laskentaohjelmaan yhteenvedojen ja kuvauksien tekemiseksi. Lisäksi analyysien pohjalta valittiin turvallistamiskeinot tapauksittain. Näitä tuloksia käsitellään kappaleessa 3.1.

Monipuolisemman kuvan saamiseksi koneketjujen turvallisuudesta tehtiin esikuivatun säilö-

rehun korjuuketjusta turvallisuusanalyysi. Työn turvallisuusanalyysi on työmenetelmien, laitteiden ja työympäristön tutkimusmenetelmä, jolla tunnistetaan suurin osa välittömistä tapaturmavaaroista ja mahdollisuuksista altistua vaarallisille aineille sekä kehitetään turvallistamisratkaisut löydettyjen vaarojen poistamiseksi (VIRTANEN ja TOOLA 1989). Tuloksia käsitellään kappaleessa 3.2.

Pitkäaikaisen maatalouden konetyökokemuksen omaavien henkilöiden asiantuntemusta hyödynnettiin haastatteluilla, joita tehtiin kolme. Haastatteluissa kerättiin tietoa mm. koneiden vikaantumisesta, häiriöalttiudesta ja onnettomuuksista. Tuloksia tarkastellaan



Kuvio 1. Aineiston jakauma tapahtumatyyppiin ja -kuukauteen.
Figure 1. Distribution of data by month and type of the incident.

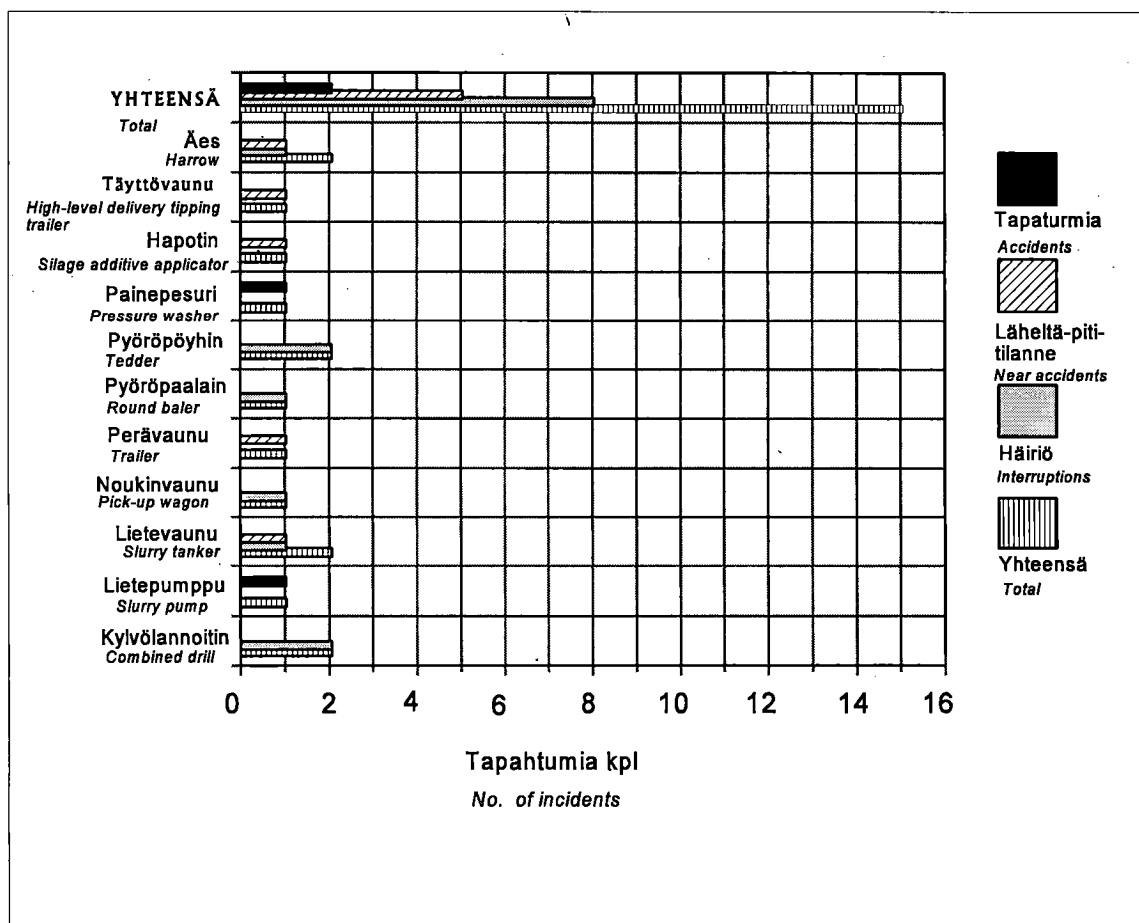
kappaleessa 3.3. Koneiden suhteellista turvallisuutta lähestyttiin yhdistämällä työajan seuranta- ja tapaturmatietoja kappaleessa 3.4.

Yhteenvedon (kappale 3.5) ja koneiden turvallistamisen (kappale 3.6) johtopäätökset ja suositukset perustuvat edellä esitettyjen tietojen yhdistämiseen sekä kirjallisuudessa esitettyihin tietoihin.

3 KONETYÖN TURVALLISUUSONGELMAT JA NIIDEN ESTÄMINEN

3.1 Häiriöt, lähestapaturmat ja tapaturmat

Aineiston 15 tapahtumaa jakautuivat 11 eri koneelle kuvion 2 mukaan. Koneyhdistelmien tapauksessa koneet luokiteltiin kahteen eri ryhmään, esimerkiksi traktori ja työkone eri muuttujiin (liite 2). Kuviossa 2 on esitetty tapahtumiin merkittävimmin liittyneet koneet. Traktorikäyttöinen työkone esiintyi 12 tapauksessa, muut laitteet olivat lietepumppu, painepesuri ja hapotin. Erilaisia vaunuja oli koneista viisi. Eri työnvaiheisiin raportoidut tapahtumat jakautuivat taulukossa 1 esitetyllä tavalla. Eniten tapahtumia raportoitiin heinätoihin liittyen. Tapahtumista 40 % sattui konetyön valmistelussa, lähinnä työkohtaisessa järjestelyssä. Loput sattuivat varsinaisessa työnteossa.



Kuvio 2. Työkoneet eri tapahtumaluokissa.
Figure 2. Machinery by the class of incident.

Taulukko 1. Tapahtumien jakauma ei työvaiheisiin.**Table 1.** Distribution of incidents by the work.

Työvaihe/tapahtuma <i>Phase of work/incident</i>	Häiriö kpl <i>Interruption No.</i>	Läheltä-piti-tilanne kpl <i>Near accident No.</i>	Tapaturma kpl <i>Accident No.</i>	Yhteensä kpl <i>Total No.</i>
Heinäkorjuu <i>Hay making</i>	4	2		6
Siirto, kuljetus <i>Transport</i>		1		1
Muokkaus <i>Cultivation</i>	1	1		2
Kotieläintuotanto <i>Animal production</i>	1		1	2
Koneiden huolto... <i>Maintenance</i>		1	1	2
Kylvö <i>Sowing</i>	2			2
YHTEENSÄ Total	8	5	2	15

Tapahtumien syytekijöitä kysyttiin lomakkeella seitsemällä kysymyksellä (liite 1, kysymykset 1 - 7). Jos annettu vastaus luokiteltiin luokkiin 2 (huomautettavaa), 3 (puutteellinen) tai T (kiire) (liite 2), kyseessä oleva tekijä katsottiin tapahtuman syy- tai myötävaikuttavaksi tekijäksi. Taulukossa 2 on myös luokka 2 laskettu syytekijöihin.

Tapausta kohti raportoitiin keskimäärin 2,1 syytekijää, vaihtelun ollessa 0 - 4. Yleisin yksittäinen syytekijä oli kiire (8 tapausta). Kiireen taustalla katsottiin analyyseissä olevan usein työn organisoinnin puutteet, millä tarkoitetaan sitä, että kiirettä olisi voitu vähentää töiden toisenlaisella järjestelyllä, esimerkiksi suuremmalla konekapasiteetilla. Seuraavaksi eniten syytekijöitä raportoitiin koneissa (6 kappaletta) ja muissa tekijöissä (6 kappaletta). Henkisissä syytekijöissä oli useampia huomautuksia (3 kappaletta) kuin fyysisissä (1 kappale) (taulukko 2).

Taulukossa 3 on esitetty koneiden turvallisuuteen liittyneet ongelmat. Kaikkiaan kuudessa koneessa oli joko huomautettavaa tai puutetta. Puolessa näistä tapauksista koneiden kuluneisuus aiheutti mm. häiriöön johtaneita tilanteita ja muissa tapauksissa arvosteltiin koneen rakennetta tapahtuman syytä.

Taulukko 2. Seuranta-aineiston ilmoitetut tapahtumien syytekijät koodeina (1 = hyvä, 2 = huomautettavaa, 3 = puutteellinen, koodaus on kokonaisuudessaan liitteessä 2).

Table 2. The causal factors of incidents as codes: 1 = the conditions were in order, 2 = the conditions were not completely in order, 3 = the conditions were defective.

Olosuhde Environment	Paikka Place	Kiireen syy Reason for hurry	Fyysinen Physical	Henkinen Emotional	Koneen turvalaitteet Guards etc.	Muu puute Other defectiveness	Puute Defectiveness	Syitä yhteensä Causes total
1	1		1	1	1	3	Epätasainen käsintehty karho, koska koealue <i>Uneven hand-made windrow</i>	1
1	1		1	1	3			1
2	1		1	1	1			1
1	1	Kylvöaika <i>Sowing season</i>	1	2	2	3	Työkaverin harkitsematon toiminta <i>Rash action of fellow worker</i>	4
2	1	Kylvöaika <i>Sowing season</i>	1	2	1	3	Lietteessä sakkautumia <i>Sediments in slurry</i>	4
1	1		1	1	1			0
2	1	Kylvöaika, pari-työskentely <i>Sowing season, working in pair</i>	1	1	1			2
2	1		1	2	1	3	Ei käytetty silmänsuojaimia <i>Eye protectors not used</i>	3
1	2	Korjuuaika, työketju <i>Harvest season, work chain</i>	2					3
1	1		1	1	1	3	Hapotin puhdistamatta <i>Uncleaned additive applicator</i>	1
2	2		1	1	1			2
1	1	Heinänkorjuuaika <i>Hay-making season</i>	1	1	2			2
1	1	Heinänkorjuuaika <i>Hay-making season</i>	1	1	3	3	Hihnat alkoivat luistaa <i>Slipping belts</i>	3
1	1	Kylvöaika <i>Sowing season</i>	1	1	2			2
1	1	Kylvöaika <i>Sowing season</i>	1	1	2			2
Yhteensä Total	5	2	8	1	3	6	Keskimäärin Mean	2,1

Taulukko 3. Koneisiin liittyneet syytekijät.

Table 3. The causal factors relating to the machinery.

Koneen kunto <i>Conditon of the machine</i>			
Kone <i>Machine</i>	Hyvä <i>In order</i>	Huomautettavaa <i>Not completely in order</i>	Puutteellinen <i>Defective</i>
Kylvölannoitin <i>Combined drill</i>		Kuluneet syöttölaitteet (2 tapausta) <i>Worn seed feeders (2 incidents)</i>	
Lietepumppu <i>Slurry pump</i>		Kulunut sulkuläppä vuotaa <i>Worn, leaking base flap</i>	
Lietevaunu <i>Slurry tanker</i>	x		
Lietevaunu <i>Slurry tanker</i>			Vetolenkin kiinnitys puutteellinen <i>Defective fastening of hitch ring</i>
Noukinvaunu <i>Pick-up wagon</i>	x		
Perävaunu <i>Trailer</i>	x		
Pyöröpaalain <i>Round baler</i>	x		
Pyöröpöyhin <i>Tedder</i>			Valmistusvirhe <i>Factory defect</i>
Pyöröpöyhin <i>Tedder</i>		Koneen kestävyys heikko <i>Bad durability</i>	
Painepesuri <i>Pressure washer</i>	x		
Hapotin <i>Additive applicator</i>	x		
Täyttövaunu <i>High-level delivery tipping trailer</i>	x		
Äes <i>Harrow</i>	x (2 tapausta) <i>(2 incidents)</i>		

Jokaisen raportoidun tapahtuman syistä tehtiin yhteenveto sekä esitettiin yksi tai useampi turvallistamiskeino. Sekä syytekijät että turvallistamiskeinot yleistettiin muutamaaan pääluokkaan. Syytekijät yhdistettiin kolmeen pääluokkaan: inhimilliset tekijät, tekniset syyt ja ympäristötekijät. Ensimmäinen mainittu pitää sisällään tekijät yksilön virheistä toiminnan organisoinnin puutteisiin saakka. Teknisiin syihin laskettiin sekä erilaiset vikaantumiset että rakenteelliset puutteellisuudet ja ympäristötekijöissä yhdistettiin sää- ja muut olosuhdetekijät. Turvallistamiskeinot esitettiin kahdessa pääluokassa, jotka nimettiin "toiminnan organisoinnin kehittäminen" (TOK) ja "koneiden valinnan kehittäminen" (KVK). Ensimmäinen mainittu käsittää sellaisia tekijöitä kuin koneen oikea käyttö, työnopastus ja turvallisten työtapojen vakiinnuttaminen. KVK sisältää koneiden riskitekijöiden vähentämisen mm.

koneiden oikealla valinnalla ja oikea-aikaisella uusimisella. Taulukossa 4 on summattu edellä mainitut tekijät aineistossa. Osaan olosuhdetekijöistä voidaan vaikuttaa työn (toiminnan) organisoinnin kehittämällä, esimerkiksi laajennetaan ahdasta ajoväylää.

Taulukko 4. Seuranta-aineiston tapahtumien syiden ja turvallistamiskeinojen jakautuminen.

Table 4. Distribution of causal factors and safety measures.

Syyt <i>Causal factor</i>	Inhimilliset tekijät: virheellinen työtapo, työn organisointi <i>Human factors</i>	Tekniset syyt: vikaantuminen, rakenteellinen puutteellisuus <i>Technical faults</i>	Ympäristö: sää- ym. olosuhdetekijät <i>Environment, e.g. weather</i>
Kpl No.	13	8	5
Turvallistaminen <i>Safety measure</i>	TOK <i>Development of the organisation of the work</i>	KVK <i>Development of selecting machinery</i>	
Kpl No.	13	7	*

* Yhdessä tapauksessa koneryhmän teknisen turvallisuuden kehittäminen
In one case development of the safety of a machinery type

Yhteenvedona seuranta-aineiston tuloksista voidaan todeta, että noin kahdeksassa tapauksessa viidestätoista koneiden tekniset syyt olivat vaikuttamassa työturvallisuuden heikkenemiseen. Näihin ongelmiin voidaan vaikuttaa koneiden oikean käytön, mm. huollon avulla ja kiinnittämällä koneiden valinnassa huomiota turvallisuusominaisuuksiin. Koneen käyttöikä olisi optimoitava myös turvallisuusnäkökohdista, niin että toimivuudeltaan heikentyneet koneet eivät ole aiheuttamassa häiriöitä, seisokkeja ja pahimmassa tapauksessa tapaturmia. Useimmissa tapauksissa turvallisuusongelmien taustalla ovat erilaiset inhimilliset tekijät. Itse asiassa myös koneiden valinnan taso ja kehittäminen riippuu siitä, miten rationaalisesti tilan tuotantopanosten hankinta on järjestetty. Useissa tapauksissa ongelmatilanne on seurausta inhimillisten tekijöiden ja teknisten tekijöiden yhteisvaikutuksesta, esimerkiksi viallisen koneen tilanteeseen sopimattomasta käytöstä. Myös ne ympäristötekijät, joihin voidaan vaikuttaa, riippuvat työn ja tuotannon organisoinnista.

3.2 Esikuivatun säilörehun korjuuketjun turvallisuusanalyysi

Turvallisuusanalyysin avulla haluttiin selvittää koneketjun mahdollisia vaaratekijöitä. Koneketju oli seuraava:

Työnvaihe	Koneet
1. Niittomurskaus	JF Hydro Flex 3200, Valmet 705 - 4 (n. 52 tn/h)
2. Silppuaminen, hapotus, keruu	JF FCT 900, 200 l happosäiliö, Valmet 705 - 4 (25 - 35 tn/h)
3. Kujetus ja kippaus	2 kpl automaattikalalaidalla varustettu teliperävaunu, Valmet 702
4. Tasaaminen ja tiivistys (laakasiilo)	Valmet 755 - 4, etukuormaaja, koura, vastapaino

Jokaiselle työvaiheelle on oma tekijänsä. Lisäksi aumalla yksi tasaa talikolla. Työvaiheet koostuvat työneristä, joita edellä olevassa luettelossa ei ole esitetty. Näitä ovat esimerkiksi perävaunujen irrotus ja kiinnitys traktoriin ja tarkkuussilppuriin, hapotukseen liittyvät toimenpiteet ja koneiden säätötoimenpiteet. Tutkitun korjuuketjun kuljetusvaiheeseen sisältyi kuorman punnitus, mikä ei ole tyypillinen työnerä. Tähän liittyi yksi ylimääräinen perävaunun irrotus ja kiinnitys. Rehu hapotetaan pumppuhapottimella traktorin etupäässä olevasta suuresta happosäiliöstä. Koneketjua voi luonnehtia tehokkaaksi, suhteellisen tasapainoiseksi ja nykyaikaiseksi. Korjattava ala on vuosittain 50 - 60 hehtaaria, lisäksi tulee toisen sadon 40 hehtaaria.

Havaitut, keskeisimmät vaarat on esitetty seuraavassa luettelossa työvaiheittain. Painopiste oli kyseessä olevaan menetelmään ja sen koneisiin liittyvissä erityisvaaroissa, esimerkiksi traktorityön yleisiä vaaratekijöitä ei ole kirjattu tässä. Seuranta-aineiston (analyysilomake, liite 3, valokuvat) lisäksi vaarojen löytämiseen vaikuttivat koneilla työskentelevien haastattelut.

Työvaihe	Vaara
1. Niittomurskaus	<ul style="list-style-type: none"> - satuttaminen mm. murskaussormiin tai teriin niiden vaihdon yhteydessä - kivien ja terälappujen sinkoutuminen rikon yhteydessä
2. Silppuaminen ja hapotus	<ul style="list-style-type: none"> - satuttaminen tai juuttuminen noukkimeen tukkeuman poistossa - happoroiskeet tukkeuman poistossa tai hapottimen häiriöissä, satuttaminen mm. suojukseen säädössä, putoaminen korjauksen aikana - selän venähdys, kaatuminen, satuttaminen silppurin vetokoukkum tai aisaan
3. Kuljetus ja kippaus	<ul style="list-style-type: none"> - perävaunun aisan putoaminen jalalle - perävaunun alle jäänti peruutettaessa - perävaunun irtoaminen vetokoukusta
4. Tasaaminen ja tiivistys (laakasiilo)	<ul style="list-style-type: none"> - traktorin putoaminen siilon päädystä - traktorin kaatuminen

Seuraavassa listassa on kuvattu vaaran syyt.

Vaara	Vaaran syyt
<ul style="list-style-type: none"> - satuttaminen mm. murskaussormiin tai teriin niiden vaihdon yhteydessä - kivien ja terälappujen sinkoutuminen rikon yhteydessä 	<ul style="list-style-type: none"> - murskaussormia katkeaa usein - suojaus taaksepäin puutteellinen
<ul style="list-style-type: none"> - satuttaminen ja juuttuminen noukkimeen tukkeuman poistossa - happoroiskeet tukkeuman poistossa tai hapottimen häiriöissä - satuttaminen mm. suojukseen säädössä, putoaminen korjauksen yhteydessä - selän venähdys, kaatuminen, satuttaminen vetolaitteeseen tai aisaan 	<ul style="list-style-type: none"> - tukkeuma poistetaan käsin - tukkeuma poistetaan käsin, tekniset viat - teräväkulmainen suojus, ei askelmia - silppurin vetokoukku ei jaksa nostaa suurta kuormaa, kammetaan seipäällä tms.
<ul style="list-style-type: none"> - perävaunun aisan putoaminen jalalle - perävaunun alle jäänti peruutettaessa - perävaunun irtoaminen vetokoukusta 	<ul style="list-style-type: none"> - epästabiilin pölkyn käyttö tukena - katve, apuhenkilö joskus takana - vetokoukku ei lukittunut
<ul style="list-style-type: none"> - traktorin putoaminen siilon päädystä - traktorin kaatuminen 	<ul style="list-style-type: none"> - ajo lähelle kaiteetonta päätyä, kytkinpolkimen lipsahtaminen - suuret rehukasat

Syytekijöihin ei ole listattu esim. kaikkia inhimillisten tekijöiden mahdollisuuksia, vaan on esitetty pääasiallinen syy tai syyt. Parannusehdotukset kullekin vaaralle on esitetty seuraavassa listassa.

Vaaran syyt	Parannukset
<ul style="list-style-type: none"> - murskaussormia katkeaa usein - suojaus taaksepäin puutteellinen 	<ul style="list-style-type: none"> - ajonopeuden pienentäminen, koneen rakenteen kehittäminen - koneen rakenteen kehittäminen (suojaus, terät)
<ul style="list-style-type: none"> - tukkeuma poistetaan käsin - tukkeuma poistetaan käsin, tekniset viat - teräväkulmainen suojaus, ei askelmia - sippurin vetokoukku ei jaksaa nostaa suurta kuormaa, kammetaan seipäällä tms. 	<ul style="list-style-type: none"> - koneiston peruutuslaitteen käyttäminen - koneen peruutuslaitteen käyttäminen, koneen rakenteen kehittäminen - koneen rakenteen kehittäminen: karhennettu astintaso ja askelmat - koneen rakenteen kehittäminen
<ul style="list-style-type: none"> - epästabiilin pölkyn käyttö tukena - katve, apuhenkilö joskus takana - vetokoukku ei lukittunut 	<ul style="list-style-type: none"> - seisontatuellisen perävaunun käyttö tai stabiilin tuen rakentaminen ja käyttö - traktoriin kunnolliset peilit, peruutusvaroitin, työohjeet - traktoreihin ilmaisin vetokoukkun lukittumisesta, ohjeet
<ul style="list-style-type: none"> - ajo lähelle kaiteetonta päätyä, kytkinpolkimen lipsahtaminen - suuret rehuksat 	<ul style="list-style-type: none"> - tukeva päätykaide, tiivistäminen hitaalla vaihteella, kuivat jalkineet ja polkimet - tasaus ennen tiivistämistä

Johtopäätöksenä turvallisuusanalyysin tuloksista voidaan todeta, että vaikka koneketjun koneet ovat pääosin uusia ja nykyaikaisia, on joidenkin toimivuudessa ja turvallisuudessa vielä kehitettävää. Tarkkaa rajaa koneen käyttötavan ja toisaalta sen rakenteen merkityksestä tietyille vialle tai häiriölle ei voida aina kuitenkaan vetää. Koneiden käyttöohjeissa tulisikin olla selvitys koneen kuormittumisesta eri säädöillä, erilaisissa kasvustoissa ja olosuhteissa, jolloin koneen tahattoman ylikuormituksen tai muun väärän käytön seurauksena tulevat häiriöt vähenisivät. Joka tapauksessa käytettäessä koneita niiden kapasiteetin äärirajoilla tai yli, näyttää häiriö- ja rikkoontumisherkyys kasvavan enemmän, kuin olisi suotavaa työn turvallisuuden ja tehokkuuden kannalta. Näyttää myös siltä, että koneiden suunnittelussa käyttöturvallisuus ansaitsisi lisähuomiota, sillä kaikkien käyttötilanteiden, esimerkiksi huollon, kannalta turvallisuutta ei ole mietitty loppuun saakka.

3.3 Koneiden vikaantuminen

Vika voidaan määritellä laitteelta vaaditun toiminnan suorituskyvyn päättymiseksi (SFS 3750). Järjestelmän vikaa taas kutsutaan puhekielessä usein häiriöksi (TAMMINEN ja REUNANEN 1981). Vikojen syyt voidaan jaotella seuraavasti (MELVIN ja MAXWELL ref. TAMMINEN ja REUNANEN 1981):

- suunnitteluvirhe
- ainevirhe
- asennusvirhe
- varastointi- tai kuljetusvirhe
- käyttövirhe ja
- huolto- ja kunnossapitovirhe.

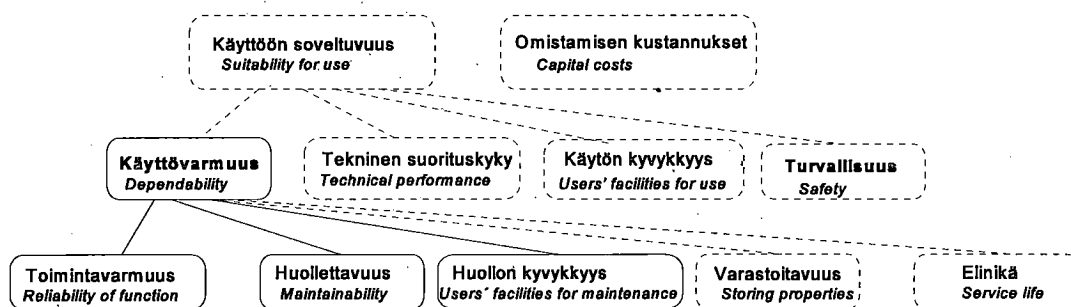
Maa- ja metsätaloustekniikan koneiden kohdalla on oletettavaa, että asennusvirheet eli käyttäjän virheet ja varastointi- tai kuljetusvirheet ovat muita syitä harvinaisempia, koska koneet toimitetaan usein melko pitkälle valmiiksi koottuina eivätkä rakenteet ole keskimäärin kovin monimutkaisia tai rikkoontumisherkkiä. Suunnittelusta johtuvia vioittumisen syitä ovat muiden muassa (TAMMINEN ja REUNANEN 1981):

- komponenttien alimitoitus
- väärä arvio komponentin kulumisesta
- väärä arvio komponentin korroosiokestävyydestä
- väärä materiaalivalinta
- riittämätön käyttäjän tai komponenttien suojaus
- mahdollisuus väärään käyttötapaan (esim. puutteelliset huolto- ja käyttöohjeet) ja
- riittämätön voitelu.

Käyttövirheitä ovat ne vikaantumisen aiheuttavat syyt, joihin koneen tai laitteen käyttäjä vaikuttaa ja jotka eivät johdu huonosta suunnittelusta. Käyttövirheistä aiheutuvia vioittumisen syitä ovat esimerkiksi (TAMMINEN ja REUNANEN 1981):

- laitteen ylikuormitus
- laitteen virheellinen käyttö
- vikaantuneen laitteen käyttö ja
- suoja- ja apulaitteiden käyttämättä jättäminen.

Koneen tai laitteen käyttövarmuus muodostuu osien toimintavarmuuksien, korjattavuuden ja ilmenevien vikojen korjauksista huolehtivan organisaation toimintavalmiuden yhdistelmästä (TAMMINEN ja REUNANEN 1981). Käyttövarmuustermit ja niiden keskinäiset suhteet on esitetty kuviossa 3. Vaikka kuvio havainnollistaakin lähinnä termien välistä riippuvuutta, voidaan huomauttaa, että koneen turvallisuus ei ole käyttövarmuudesta riippumaton tekijä.



Kuvio 3. Käyttövarmuustermit ja niiden keskinäiset suhteet (JURAN ref. ERVAMAA ym. 1979).
Figure 3. Terms of operational dependability and their interactions.

Varsinkin koneen toimintavarmuus ja huollettavuus vaikuttavat sen turvallisuuteen. ERVAMAA:n ym. (1979) mukaan *käyttövarmuudella* ja *luotettavuudella* tarkoitetaan teknillisen laitteen tai järjestelmän kykyä toimia halutulla tavalla *ilman häiriöitä ja käyttökeskeytyksiä*.

Koneturvallisuus voidaan jakaa suunnittelun kannalta neljään osaan (HÄKKINEN 1980):

1. Rakenneosaturvallisuus
2. Toimintaturvallisuus
3. Käyttöturvallisuus
4. Ympäristöturvallisuus

Rakenneosaturvallisuudella tarkoitetaan sellaista rakenneosien mitoitusta, suunnittelua ja raaka-aineiden valintaa, että ne kestävät käytössä esiintyvät kuormitukset. Toimintaturvallisuus on koneen kykyä toteuttaa jatkuvasti normaali työtoimintansa *ilman* odottamattomia tilanteita ja *häiriöitä*. Käyttöturvallisuus merkitsee tilaa, jossa koneen toiminnasta ei aiheudu ihmiselle terveys- tai turvallisuushaittoja. Ympäristöturvallinen laite tai prosessi ei toiminnallaan tuota ihmiselle tai koko ympäristölle haitallista energiaa, kemiallista ainetta tms.

Koneille ja laitteille voidaan asettaa useita käyttövarmuustavoitteita, kuten:

- vikojen lukumäärä tietyssä ajanjaksona
- korjauskustannukset määrättyä ajanjaksona
- elinikä, jolloin 50 % koneista tai laitteista on vikaantunut
- todennäköisyys, että kone tai laite on toimintakelpoinen määrättyä ajanjaksona
- keskimääräinen vikaväli
- keskimääräinen vioittumisaika ja
- keskimääräinen vikataajuus.

Usein jo koneen suunnitteluvaiheessa tiedetään, että kone aikanaan rikkoontuu tai vikaantuu. Tällöin olisi sovellettava niin sanottua turvallisen rikkoutumisen periaatetta.

Sen mukaan vaurioitumisen tulisi tapahtua vähitellen ja havaittavasti, eikä äkillisesti esimerkiksi katketen, jolloin tapaturman vaara on suuri (HÄKKINEN 1980). Koneen eliniän (kestoiän) lähetessä loppuaan, vikataajuus kasvaa. Kestoikään vaikuttaa koneen kuormitus.

Koneiden turvallisuudesta (vikaantuminen tai muut käytön ongelmat) haluttiin saada tietoja pidemmältä ajanjaksolta. Tästä syystä haastateltiin osin nauhoittaen kolmea kokenutta konetyön tekijää. Tietoja arvioitaessa on otettava huomioon, että kerrotut ongelmat koskevat tässä tutkimuksessa kohteena ollutta käyttöympäristöä. Seuraavaan on koottu esille tulleet asiat töittäin.

Kylvötyöt:

- pneumaattisessa lannoitteen levittimessä ongelmia puhallusletkujen, puomiston ja syöttölaitteiston käyttöpyörän kanssa, laatu ja suunnittelu arvioidaan heikoksi
- uudehkon jyrsimen ylikuormitussuoja laukesi toistuvasti, lopulta jyrsin rikkoutui
- täyttövaunun korkeus riittämätön, jolloin pyörien alle laitetaan puita
- raskaiden nostolaitteiden kiinnitys hankalaa, esim. vinoon jätetty takalana
- perävaunuissa huonot seisontatuet
- traktoreiden teleskooppiset vetovarrenpäät väljistyvät, ongelmia vanhemmiten lukituksen kanssa (hitsattu kiinni, jonka jälkeen murtunut).

Säilörehun korjuu:

- kelasilppurimenetelmässä kestävyys ongelmana: lipat ja sähköinen torninohjaus, pikakytkentämekanismit kuluvat ja rikkoutuvat (kelasilppuri irronnut kerran rungosta), puomisto ei kestä, kiilahihnat ja nivelakselin ylikuormakytkin eivät kestä, jolloin käytetään tavallista nivelakselia, silppurin päällys liukas korjauksissa, kivien sinkoutuminen, terälappujen rikkoutuminen
- nivelakselin suojuksen rikkoutuu usein
- auman tiivistyksessä traktori kaatunut joitakin kertoja
- hapotuksessa häiriöitä
- hapottimen letkun irrotuksessa hapon valumia
- siirrossa ojaanajo.

Heinätyöt:

- pyöröpaalaimella paalin sidonta häiriöaltista, naru vedetään ulos käsin pysäyttämättä aina konetta
- ruokintatöissä paalin halkaisu sähköleikkurilla paalin päällä seisoen.

Syysmuokkaus:

- push-pull-hydrauliliittimen nykäisyssä kyynärpää osuu auran vetokolmioon
- neljäteräisten paluuaurojen käytön yhteydessä ilmenee traktorin nostolaitteivaurioita
- kultivaattori tukkeutuu usein

Karjanlannan levitys:

- purkavien perävaunujen pohjaketjujen laakerointi toistuva vikakohde, rikossa perävaunu tyhjennetään talikolla
- levityskeloilta sinkoaa kiviä kohti ohjaamo, kun vaunu on kuormattu pellolla olevasta kasasta
- etukuormaimet toistuvasti rikki, eivät kestä jatkuvaa kovaa käyttöä: aisat, kauha, sylinterit, venttiilit, pikakiinnitysrunko.

Siirtoajo:

- levikeypyörien irtoaminen, pikakiinnityksen löystyminen
- talvella liukkaalla traktorin hallintaongelmia
- perävaunun irtoaminen.

Edellä kuvatuista ongelmista voidaan tehdä johtopäätös, että tietyissä tilanteissa ainakin joidenkin maatalouskoneiden ominaisuuksien rajat, varsinkin kestävyuden suhteen, voivat ylittyä käytössä. Seurauksena on toistuvia vikaantumisia, jotka voivat johtaa vaaratilanteisiin tai suoraan onnettomuuksiin. Kuitenkin konekustannusten laskemiseksi koneita olisi hyödynnettävä sekä ajallisesti että kapasiteetin mukaan tehokkaasti. Tämä asettaa haasteita sekä koneiden suunnittelulle, käytölle että koneiden valinnalle. Viljelijän ongelmaksi jää muiden muassa kysymys, miten arvioida koneiden välisiä laatueroja ostotilanteessa?

3.4 Konetyön suhteellinen turvallisuus

Jos halutaan arvioida konetyön turvallisuutta ja verrata sitä muun maataloustyön turvallisuuteen, on tapaturmien määrää eri töissä tarkasteltava suhteessa käytettyyn työaikaan. Jos halutaan vertailla lisäksi töiden tai työnvaiheiden välisiä riskejä, on tunnettava myös tapaturmien seuraukset ja vakavuus eri töissä tai työnvaiheissa, sillä riski määritellään yleisesti tapaturman seurausten ja todennäköisyyden tulona.

Aineistona käytettiin Jokioisten kartanoiden työntekijöiden tai harjoittelijoiden tapaturmista vuosina 1984 - 1996 Valtiokonttorille tehtyjä tapaturmavakuutuslakiin ja valtion virkamiesten tapaturmakorvauksesta annettuun lakiin sekä niihin liittyviin lakeihin ja asetuksiin perustuvia tapaturmailmoituksia. Edellä mainitulla aikavälillä oli ilmoitettu yhteensä 49 tapaturmaa, joista tähän tutkimukseen soveltuviksi konetapaturmiksi laskettiin 33. Nämä jakautuivat eri töihin seuraavasti:

- huolto, korjaus	8 kpl	- rehun irrotus, siirto	2 kpl
- säilörehun korjuu	7 kpl	- kylvötyöt	2 kpl
- heinän korjuu	3 kpl	- lannan levitys	1 kpl
- kotieläinten hoito	3 kpl	- muut	4 kpl
- tiet, pihat	3 kpl		
		YHTEENSÄ	33 kpl

Näistä tapaturmista 36 % (12 kpl) oli sattunut harjoittelijoille. Kuitenkin harjoittelijoiden osuus työajasta ko. työnvaiheissa on vain noin 10 % (vuonna 1995), jolloin todennäköisesti työkokemuksen vähäisyys selittää suurta harjoittelijoiden tapaturmien osuutta. Tapaturmien seurausten vakavuutta kuvaava jakauma työkyvyttömyyden kestoarviosta tapaturmailmoituksissa on seuraava (n = 29, puuttuvia tietoja):

- sattumispäivä 18 %
- 1 - 2 päivää 14 %
- 3 päivää - kuukausi 68 %

Vaikka työkyvyttömyyden keston keskiarvoa ei ole tiedossa, näyttävät vammat painottuvan seurauksiltaan suhteellisen vakaviin.

Peltohenkilöstön työajan seurannassa ajankäytön luokkia on yhteensä 40. Näistä valittiin 18 työluokkaa, jotka pitävät sisällään vaihtelevia osuuksia konetyötä. Tapaturmataajuus on laskettu näiden töiden ajankäytön summasta. Koko työaika ei kuitenkaan altista koneiden kanssa työskentelyn vaaroille, vaan vain todellinen "konetyöaika". Edellä mainitussa työajan seurannassa käytetään kuitenkin kokonaistyöaikaa. Tämä työaika pitää sisällään kiinteän apuajan, valmisteluajan sekä elpymislisän ja häiriöajan (ANON. 1988). Jotta saataisiin todellinen altistumisaika konetyölle, on työajasta vähennettävä kiinteä apuaika, joka on 15 minuuttia päivässä ja elpymistauot, jotka ovat 24 minuuttia päivässä. Yhteensä nämä ovat 8,1 % päivittäisestä työajasta. Sen sijaan konetyön valmistelu-aikaa, mikä pitää sisällään traktorityön vakiojärjestelyn, työkohtaisen järjestelyn ja siirtymisajan, ei ole vähennetty laskuissa käytetystä työajasta, sillä nämä työvaiheet altistavat koneiden vaaroille. Myöskään häiriöaikoja, jotka ovat kasvintuotannon yleisissä töissä 2 - 8 % (PELTONEN ja VANHALA 1992), ei ole vähennetty työajasta. Työaikatietoja oli saatavissa seitsemältä vuodelta 1988 - 1995. Koska konetyöhön ilmoitettu aika ei vaihtelee merkittävästi eri vuosien välillä, käytettiin työaikana edellä mainittujen seitsemän vuoden keskiarvoa (22 000 tuntia/vuosi) kaikkien 12 tapaturmavuoden (1984 - 1996) aikana.

Konetöiden tapaturmataajuudeksi saadaan näin miljoonaa työtuntia kohti:

$$\frac{33 \times 10^6}{22000 \times 12 - (0,081 \times 22000 \times 12)} = 136$$

jossa 33 = konetapaturmien määrä 12 vuoden aikana
 22000 = peltohenkilöstön tunnit konetöitä sisältävissä töissä seitsemän vuoden keskiarvona
 0,081 = kiinteän apuajan ja elpymisajan vähennys

Saatu tulos voidaan suhteuttaa maatalouden tapaturmataajuuteen vuonna 1992, joka oli noin 40 (ANON. 1996). Arvot eivät ole kuitenkaan suoraan vertailukelpoisia johtuen käytettyjen työaikojen eroista. Saatu tulos on suuntaa-antava, mutta yli kolminkertaisena verrattuna kaikkien töiden tapaturmien keskiarvotaajuuteen osoittaa, että koneiden kanssa työskentely nostaa tapaturmariskiä. Kun tähän lisätään arvio, että 68 % konetapaturmista johtaa yli kolmen päivän työkyvyttömyyteen, voidaan konetyöhön sisältyvää tapaturmariskiä pitää suhteellisen korkeana. Koska konetapaturmien määrä 12 vuodenkin ajanjaksolla on työnvaihetta kohti pieni tuloksen luotettavuuden kannalta, ei työnvaiheittaisia konetyön tapaturmataajuuksia katsottu aiheelliseksi laskea.

Traktorityökoneiden kanssa työskentely vaikuttaa suhteellisen vaaralliselta. On kuitenkin todennäköistä, että koneiden (tyypin ja merkin), koneketjujen ja konetyön työnvaiheiden välillä on suuria turvallisuuseroja. Varsinkin konetyön valmisteluaika ja häiriöajat ovat oletettavasti suhteellisesti erittäin vaarallisia, vaikka häiriöaikojen osuus olisikin työnormeissa aliarvioitu. Tässä selvityksessä 40 % tapahtumista (6 tapausta) sattui konetyön valmistelussa (kappale 3.1). Jos työkohtaisen järjestelyn päiväkohtaiseksi ajaksi valitaan 20 minuuttia, joka on 4,5 % varsinaisesta konetyöajasta (= työaika konetyövaiheissa - kiinteä apuaika - elpymislisä), saadaan konetyön valmistelun tapaturmataajuudeksi miljoonaa työtuntia kohti:

$$\frac{6 \times 10^6}{0,045 \times 22000 \times 12} = 505$$

jossa 6 = konetapaturmien määrä valmistelutyönvaiheissa 12 vuoden aikana
 0,045 = valmistelutyönvaiheiden ajan osuus konetyöajasta
 22000 = peltohenkilöstön tunnit konetöitä sisältävissä töissä seitsemän
 vuoden keskiarvona

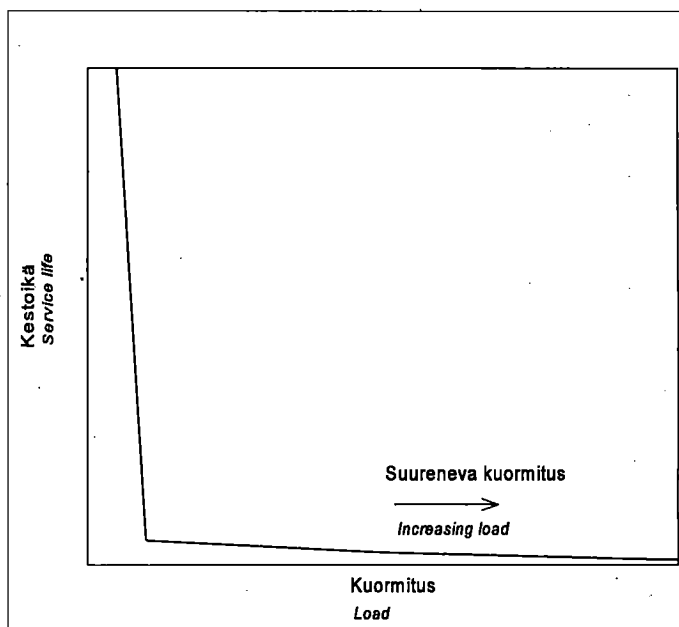
Nähdään, että konetyön valmistelun tapaturmataajuus on lähes nelinkertainen konetyön keskimääräiseen tapaturmataajuuteen nähden ja yli kymmenkertainen kaikkien maataloustöiden tapaturmataajuuteen nähden. Syynä on se, että koneiden valmistelun tehtävät, kuten päivittäiset huollot, puhdistukset, säädöt, kiinnitykset ja irrotukset ja muut työkuuntoon laittoon liittyvät tehtävät sisältävät huonoja työasentoja, suurta voimankäyttöä sekä muutenkin epäergonomisen työympäristön, mihin turvallisuusanalyysi kappaleessa 3.2 viittaa (esim. "suojuksen terävä kulma"). Kerrasta kertaan vaihtelua sisältävinä ja lyhytaikaisina töinä ne eivät edistä turvallisten työruutiinien kehittymistä. Valmistelutyöt koetaan lisäksi oletettavasti "välttämättömäksi pahaksi", joista halutaan suoriutua nopeasti, jolloin kiirehtiminen lisää tapaturmavaaraa. Epäedullinen ergonomia voi aiheuttaa lisäksi turhautumista, joka puolestaan johtaa vaaralliseen käyttäytymiseen (BECKER 1991).

3.5 Yhteenveto konetöiden turvallisuusongelmista

Konetyöt pitävät sisällään työvaiheita, joissa tapaturman todennäköisyys on maataloustöiden keskiarvoa huomattavasti korkeampi. Kokonaisuutenakin ottaen konetöiden tapaturmataajuus näyttää olevan kaikkien maataloustöiden tapaturmataajuuden keskiarvoa korkeampi. Kuitenkin konetöiden valmistelutehtävät ja toisaalta häiriötilanteet varsinaisessa työssä ovat työturvallisuuden kannalta ongelmakohteita.

Yksinkertaistettuna syinä turvallisuusongelmiin ovat toisaalta inhimilliset työn puutteelliseen organisointiin liittyvät ja kiireeseen johtavat ja siitä seuraavat virheet ja toisaalta koneissa alunperin tai käytön seurauksena olevat puutteet. Kahdeksassa koneessa viidestätoista löytyi huomauttamista. Kolmessa tapauksessa liian vanhat tai korjaamattomat koneet aiheuttivat vaaran. Toisaalta aivan uusissakin koneissa oli toimivuuden ja rakenteiden turvallisuuden kannalta huomautettavaa.

Koneen kestoikä riippuu kuormituksesta (kuvio 4). Kun koneita käytetään kapasiteetin ylärajoilla tai yli, koneen kestoikä lyhenee ja häiriöiden määrä lisääntyy. Kuitenkin konekustannusten optimointi edellyttää koneiden mahdollisimman suurta ajallista ja tehollista käyttöastetta. Tässä tilanteessa haasteeksi muodostuu laadukkaiden ja turvallisten koneiden valinta markkinoilta ja toisaalta kannattavuuden ja turvallisuuden kannalta oikean koneiden vaihtovälin tunnistaminen. Koneiden oikea käyttö on oleellista koneen kestävyuden ja käyttöiän lisäämiseksi. Riittävä



Kuvio 4. Kuormituksen vaikutus koneen osan kestoikään.

Figure 4. The effect of load on the durability of a machine component.

koneiden ylläpidon, huollon ja korjauksen laatu olisi pystyttävä toteuttamaan maatilalla tai ostopalveluna. Tärkeä kysymys on se, miten koneiden käyttöasteen lisääntyminen vaikuttaa käyttöturvallisuuteen ja todellisiin käyttökustannuksiin.

Häiriöt ovat kone- ja työturvallisuuden kannalta kriittisiä ja niiden suuruuteen ja vähentämiseen olisi kiinnitettävä erityistä huomiota. Kuitenkin maatalouden kone- ja muissakin töissä häiriö-käsite näyttää olevan vaikea mieltää. Tämä johtuu oletettavasti siitä, että työn luonteesta johtuen se pitää sisällään paljon vaihtelua ja epäsäännöllisyyttä, josta esim. tässä käytetyn määritelmän mukainen häiriö on vaikea erottaa. Näyttää myös siltä, että työn kulkuun ja koneen toimintaan kuulumattomiakin häiriöitä pidetään "normaaleina". Osasyynä on se, että toiminnan häiriöttömyyttä ei ole maataloudessa asetettu vakavassa mielessä tavoitteeksi. Tästä syystä onkin aiheellista kritisoida Maata-

louden työnormeissa (ANON. 1988) käytettyä käsitettä "normaalit häiriöt". Tavoitteena tulisi olla maataloudenkin töissä häiriötön ja sujuva työprosessi, jossa ei lähtökohtaisesti hyväksytä "normaaleja häiriöitä". PELTONEN ja VANHALA (1992) määrittelevät: "Häiriöaika sisältää aikavarauksen työssä yleisesti esiintyville häiriöille ja niiden poistamiseen" ja "häiriöaika käsittää työssä normaalisti esiintyvät häiriöt ja niiden poistamiseen kuluva ajan". Käsite "poikkeuksellinen häiriö" määritellään esimerkiksi työkoneen rikkoontumisena ja siihen kuluva aika tulisi ottaa erikseen huomioon (PELTONEN ja VANHALA 1992). Rationalisoinnin käsikirja (ANON. 1979) sen sijaan määrittelee häiriöajan seuraavasti: "Häiriöaika on aikaa, joka työntekijältä kuluu epäsäännöllisesti esiintyviin *tuotannollisen toiminnan keskeytyksiin* ja jonka suuruutta sekä esiintymistiheyttä ei etukäteen tiedetä" (kursivointi kirjoittajan). Kun kaikenlaiset häiriöt tiedetään sekä tuotannon laatua ja tehokkuutta että työturvallisuutta vähentäviksi tapahtumiksi, olisi tärkeää, että koneensuunnittelijat, tutkijat ja neuvojat kiinnittäisivät huomiota konetöiden sujuvuuden ja häiriöttömyyden kehittämiseen.

Seuraavassa luvussa tarkastellaan keinoja edellä mainittujen turvallisuusongelmien välttämiseksi.

3.6 Konetöiden turvallistaminen

3.6.1 Koneiden hankinta ja kunnossapito

Periaatteessa on olemassa kaksi erityyppistä uuden tai käytetyn koneen hankintatilannetta: joko halutaan korvata olemassa oleva teknisen tai taloudellisen käyttöikänsä ylittänyt kone tiettyssä tehtävässä tai ostetaan uuteen tai kasvaneeseen tarpeeseen oma koneensa. Ensin mainitussa tapauksessa olisi koneen vaihtokä valittava oikein taloudellisuuden ja turvallisuuden kannalta. Maatalouskoneiden vaihtoväliin vaikuttavat taloudelliseen ajatteluun liittyvät asenteet, asennoituminen eri tietolähteisiin konehankinnan yhteydessä, merkkiuskollisuus, käytettyjen koneiden arvostus ja tiettyjen teknisten yksityiskohtien arvostus (SÄTERI 1980). Saman tutkimuksen mukaan traktorin ja puimurin vaihtoväliä pidentävät maataloudellinen koulutus ja tilan karjavaltaisuus ja tilakoon kasvu lyhentää vaihtoväliä. Näitä tuloksia arvioitaessa on otettava kuitenkin huomioon, että maatalouden tilanne, mm. maatalousyrittäjien koulutustaso, on muuttunut kuluneen noin 15 vuoden aikana.

Koneiden käyttöikä ja korjauskustannuksia on arvioitu kirjallisuudessa ja koneen kestoian laskemiseksi on esitetty kaavoja (CULPIN 1975, KEPNER ym. 1982, WITTNEY 1988, LAINE 1994, SOKKA 1994). Koneiden vaihtoväliä määriteltäessä olisi kuitenkin myös käyttöturvallisuuden muutokset ja merkitys otettava huomioon. Tämä voidaan tehdä siten, että tarkkaillaan, esimerkiksi pitämällä kirjaa, koneen kulumisesta ja vikaantumisista johtuvia häiriöitä työssä ja niiden lisääntymistä sekä seurauksia. Koneen lisääntyvät korjauskustannukset ovat helposti seurattavissa, mutta seisokkien ja viivästymisten aiheuttamat kustannukset ovat vaikeampia arvioida. Menetetty elämä tai työkyky voidaan arvioida menetetyn työajan ja sen korvaavien kustannusten mukaan. Vakuutukset tosin

korvaavat osan kustannuksista. Jo siinä vaiheessa, kun koneen häiriöt koetaan haitallisiksi olisi kone syytä vaihtaa tai vaihtoehtoisesti peruskunnostaa, vaikka taloudellinen käytökä, laskettuna ilman häiriö- ja vammautumiskustannuksia, ei olisikaan täyttynyt.

Maataloustraktorin valinnassa tärkeimpiä perusteita on todettu olevan traktorin ja tilan yhteensopivuus ja kaupan taloudellisuus (arvon hyvä säilyminen, uuden traktorin hinta, vanhasta maksettu vaihtohyvitys, maksuehdot) (PELTOLA 1987). Samassa tutkimuksessa todettiin, että kone valitaan yhä useammin viljelijän omien mieltymysten pohjalta, kuten värin, ideologian, myyjäliikkeen tai valmistajamaan perusteella. Tämä johtuu ainakin osittain siitä, että viljelijät eivät pysty ratkaisemaan traktoreiden välistä paremmuutta teknisten tai ergonomisten ominaisuuksien perusteella. Tilanne on oletettavasti pitkälle samanlainen muidenkin maatalouskoneiden kohdalla. Kuitenkin koneiden valintatilanteessa olisi pystyttävä arvioimaan koneen soveltuvuutta käyttötarkoitukseensa, sen laatua ja turvallisuutta verrattuna kilpaileviin koneisiin.

Karkeimpien virheiden välttämiseksi voidaan tarkistaa seuraavia asioita:

- Uudessa koneessa tulee olla CE-merkki (kuvio 5). Se on valmistajan tai Euroopan talousalueelle sijoittuneen edustajan koneeseen kiinnittämä osoitus siitä, että kone täyttää tietyt turvallisuuden minimivaatimukset.

- Lisäksi merkintää ei sovelleta traktoreihin turvallisuuden takia, vaikka se tuleeikin niihin EMC-direktiivin takia (sähkölaite-direktiivi) tai yksinkertaisiin laitteisiin, kuten auroihin. Toisaalta on olemassa tyyppitarkastuksen alaisia koneita, kuten sirkkelit. Jokaisen koneen mukana on toimitettava (esim. käyttöohjeen liitteenä) EY-vaatimusten mukaisuusvakuutus, jossa koneen valmistaja vakuuttaa koneen täyttävän sitä koskevat määräykset. Vakuutuksen on oltava alkuperäisen lisäksi suomeksi tai ruotsiksi tai molemmilla kielillä sekä valmistajan tai tämän edustajan allekirjoittama.

- Koneen mukana on toimitettava käyttö- ja huolto-ohjeet, jotka ovat alkuperäisen lisäksi joko suomeksi tai ruotsiksi tai molemmilla kielillä. Niissä on oltava ohjeet koneen turvallisesta käytöstä, käsittelystä, asentamisesta ja kunnossapidosta. Esimerkkeinä tarvittaessa varoitus koneen väärinkäytöstä ja tiedot, jotka on merkitty koneeseen yhdessä koneen huoltoa helpottavien lisätietojen kanssa, kuten maahantuojan ja huoltoliikkeen osoitteet. Valmistajan tulee antaa tiedot koneen melusta ja mm. liikkuvien työkoneiden ja käsikoneiden osalta tärinästä sekä ohjeita niiden vähentämiseksi. Käyttöä koskevilla tiedoilla ei saa kuitenkaan korvata suunnittelusta johtuvia puutteita, eikä koneen kaupallisessa esitteessä saa olla tietoja, jotka ovat ristiriidassa ohjeiden turvallisuusasioiden kanssa. (TARVAINEN 1994, ANON. 1996) Koneen mukana toimitettavien ohjeiden laadun tulisi olla tärkeä koneen valintapäätökseen vaikuttava tekijä. Ohjeiden selkeys,



Kuvio 5. CE-merkintä, jolla koneen markkinoille saattaja ilmoittaa määräysten mukaisuudesta.

Figure 5. CE marking by which the manufacturer or his representative declares compliance with regulations.

kattavuus ja ohjekirjan ulkoasu ovat arvioitavia tekijöitä. Suttuiset ja epäselvät paperikopiot eivät täytä asiallisten ohjeiden vaatimuksia ja sellaisten tulisi herättää epäily valmistajan tai maahantuojan luotettavuudesta ja laatutavoitteista koneen ja sen huollon suhteen yleisemminkin.

Koneesta on tarkastettava lisäksi, että siinä on seuraavat merkinnät:

- valmistajan nimi ja osoite
- sarja- tai tyyppimerkintä
- mahdollinen sarjanumero
- valmistusvuosi
- mahdolliset lisämerkinnät, kuten varoitus- ja hallintalaitemerkinnät.

Vaihtoehtoisista koneista olisi pyrittävä hankkimaan mahdollisimman paljon riippumattonta tietoa. Tietolähteitä ovat kotimaiset ja ulkomaiset ammattilehdet, neuvontajärjestöt ja asiantuntijalaitokset. Käyttökokemuksia voi kysellä myös kyseisen koneen ostaneilta ja myyjää voi pyytää luovuttamaan koneen koekäyttöön. Erilaisissa työnäytöksissä saattaa saada tietoa koneen soveltuvuudesta omiin tarpeisiin. Koneita voi opetella arvioimaan myös teknisten tietojen perusteella ja silmämääräisesti, esimerkiksi huollon tarve, huolto-kohteiden luoksepäästävyys, vikojen ilmaiseminen ja paikallistaminen, korjaustoimenpiteet (pultit ja kiinnittimet, kokoonpanon helppous ja virhemahdollisuudet), laitteiden käyttövoima, tarkastus ja testaus jne. Koneen rakenteen suunnittelullista, käyttöturvallisuuden vaikuttavaa laatua voi arvioida lisäksi seuraavien näkökohtien perusteella (ANON. 1983):

- kone **rajoittaa** rakenteellisesti kaikkea toimintaa ja **käyttöä**, joka voisi aiheuttaa tapaturman
- kone **kestää suunniteltua suurempia kuormituksia** ja mahdollisimman paljon sellaisia **käyttöolosuhteita**, joita suunnittelija ei ole ottanut huomioon, mutta jotka ovat mahdollisia normaaliksi katsottavassa käytössä
- rakenne vähentää ja mieluummin kokonaan estää **virheet** asennuksessa, kokoonpanossa, kytkemisessä tai **käytössä**
- tapaturma voi seurata vasta **kahta toisistaan riippumatonta vikaa** tai virhettä
- yhden **vian** tai virheen **vaikutusten leviäminen ehkäistyy**, eivätkä lisäviat tai virheet ole mahdollisia
- kone **ilmaisee** kehittymässä olevat **viat**, jotka voivat muutoin johtaa tapaturmaan.

Nykyään useisiin koneisiin on saatavissa erilaisia lisä- tai valinnaisvarusteita, jotka laadukkaasti toteutettuina voivat olla työtä helpottavia ja turvallisuutta lisääviä. Esimerkkeinä erilaisista lisävarusteista voidaan ottaa työkoneiden pikakytkentälaitteet ja erilaiset työkoneiden säätöjen sähköiset ohjausmenetelmät. Viimeksimainittujen arvioinnissa on kiinnitettävä huomiota helppokäyttöisyyteen, ymmärrettävyyteen, käyttöergonomiaan ja

toteutuksen luotettavuuteen. Oikein toimiva automatisointi vapauttaa tarkkaavaisuutta työkoneyhdistelmän ohjaamiseen ja häiriöiden seurantaan ja vähentää näin kuormitusta, mutta liikaa huomiota vaativa tai vaikeaselkoinen elektroniikka saattaa olla jopa vaaratekijä. Tästä voidaan pitää esimerkkinä tapauksia, joissa traktorin vetokoukun ei ymmärretty jääneen lukittumatta, kun korkeudensäätöasetus esti nostolaitetta siirtymästä yläasentoon. Työkoneiden ohjaukseen ja säätöön olisi saatava yhdenmukainen informaation kulku traktoriin sekä esitys- ja ohjaustapa traktorissa, jolloin välttyttäisiin siltä, että jokaisen työkoneen mukana on oma traktorin ohjaamoon sijoitettava hallintayksikkö. Uuden koneen valinnassa on otettava huomioon se, miten se sopii olemassa olevaan konekantaan. Toiminnan organisoinnin ohella tätä tarkastellaan luvussa 3.6.2.

Taloudelliset seikat sanelevat sen, että koko ajan ei voi käyttää uusia koneita, lyhyessä ajassa niistä tulee käytettyjä koneita. Suojukset ja suojalaitteet katoavat, merkinnöistä tulee vaikeita lukea ja hihnat, ketjut, hammaspyörät, laakerit ja muut rakenneosat alkavat aiheuttaa häiriöitä. Nämä häiriöt johtavat turhaantumiseen, joka puolestaan johtaa vaaralliseen käyttäytymiseen. Seurauksina on tapaturmia, vammoja ja joskus kuolemantapauksia. Tästä syystä koneiden toimivuus on pyrittävä pitämään mahdollisimman uudenveroisena. Kunnossapidon kustannukset ovat paljon pienemmät kuin korjauskustannukset, varsinkin jos korjauksia on tehtävä ihmiskehon osille. (BECKER 1991.)

3.6.2 Koneketjujen suunnittelu, käyttö ja toiminnan organisointi

Tuotantomenetelmän ja sen koneketjun toimivuus riippuu sen sopivuudesta tarpeeseen (mm. kapasiteetti) ja sen osajärjestelmien yhteen sopivuudesta, mm. koneiden keskinäisen mitoituksen yhteen sopivuudesta. Tasapainoinen koneketju on paitsi kannattavampi kuin epätasapainoinen, myös lähtökohdiltaan turvallisempi. Tämä johtuu siitä, että käytettäessä epätasapainoista yhdistelmää, esimerkiksi teholtaan ylimitoitettua traktoria työkoneeseen nähden, kasvaa koneen vikaantumistodennäköisyys ja siitä seuraavat vaarat, kun työkoneita ylikuormitetaan. Epätasapainoinen koneketju aiheuttaa toimintaan myös puskureita, joista seuraa toisaalta odottelua ja toisaalta kiirehtimistä. Ajallisuuskustannusten alentamiseksi (ks. esim. LAINE 1994) ja toisaalta vaarallisen kiirehtimistarpeen vähentämiseksi olisi koneketju mitoitettava kapasiteetiltaan sellaiseksi, että tilan työvoima huomioon ottaen, selvittää kiirehuippuinakin sellaisella työmäärällä päivässä, joka ei ylikuormita työn tekijää ja aiheuta näin mm. väsymyksen seurauksena kohonnutta tapaturmariskiä. Konekapasiteetin mitoituksesta on julkaistu ohjeita, esimerkiksi MATTILA ja RIIHIMÄKI (1988). Apuna voidaan haluttaessa käyttää lisäksi tietokoneohjelmia ja simulointimalleja, jotka auttavat tasapainoisen koneketjun valinnassa, ilman että koneketjun toimivuutta ja tasapainoisuutta täytyy opetella kalleilla käytännön kokeiluilla.

Kun koneet on valittu, on koneketjun käyttö ja toiminta suunniteltava. Tämä tarkoittaa mm. erilaisten vaihto- ja täyttötilanteiden paikkojen valintaa (avarat, tasaiset). Turha liikkuminen koneen kanssa tai ilman on pyrittävä poistamaan. Kaikki koneiden käsittelyyn liittyvät työasennot, työtavat ja apuvälineiden käyttö on suunniteltava mahdollisimman

vähän kuormittaviksi ja sitten pidettävä kiinni turvallisista työtavoista. Kaikki työvaiheet, joissa on kiirehdittävä, on pyrittävä järjestämään uudelleen. Myös työvaiheiden ajoitus olisi mietittävä pidemmälle ajalle etukäteen niin, että esimerkiksi pimeän tulo ei aiheuta kiirehtimistä. Koneet tulisi säätää toisiinsa sopiviksi, ja työnopeus sellaiseksi, että koneen kapasiteetti tulee hyödynnettyä mahdollisimman täydellisesti, mutta ilman kasvanutta häiriö- tai vikaantumisherkkyyttä. Tässä auttaa koneen tilanteeseen, esimerkiksi kasvuston tiheyteen, sopivat säädöt ja ajonopeus sekä kunnossa oleva kone. Koneiden käytön turvallistamiseksi voidaan esittää seuraavia keinoja (BECKER 1991):

- kunnosta kone joka vuosi ennen käyttökauden alkua mahdollisimman uudenveroiseen kuntoon
- huolla kone joka päivä ennen käyttöä käyttöohjeissa kerrotulla tavalla. Tarkasta kone kävellen sen ympäri ja varmista, että kaikki suojukset ovat paikallaan, pulkit ovat tiukalla ja että hihnat, ketjut ja muut liikkuvat osat ovat oikein säädetyt.
- kiinnitä erityistä huomiota koneen käyttövoimaan, kytkentälaitteisiin, voimanottoon, hydrauliiikan letkuihin ja sylintereihin sekä sähköliitännöihin.

Lisäksi:

- Tunne koneesi. Lue ja noudata kunkin käyttämäsi koneen käyttöohjekirjassa kerrottuja varotoimia.
- Varmistu siitä, että koneesi on käyttövalmis ja että olet pukeutunut työhön sopivasti. Käytä vaatteita, jotka eivät voi kietoutua tai takertua sekä kaikkia työn vaatimia henkilökohtaisia suojaimeja.
- Kytke käyttövoima pois ennen koneen tarkastusta, säätöä tai huoltoa.
- Varmistu että kaikki suojalaitteet ovat paikallaan ja kunnossa ennen kuin ryhdyt käyttämään mitään konetta.
- Pidä ulkopuoliset poissa työskentelyalueeltasi. Älä ota matkustajia traktoriin tai työkoneisiin.
- Opasta ja kouluta kokemattomat käyttäjät. Lueta heillä niiden koneiden käyttöohjeet, joita he tulevat käyttämään.
- Varmistu, että muut ovat riittävän kaukana ennen kuin käynnistät koneen tai lähdet sillä liikkeelle.
- Pidä traktoreissa ja itsekulkevissa koneissa toimivaa, oikeantyyppistä ja -kokoista tulensammutinta.

- Pidä taukoja, jotta pysyt valppaana ja tarkkaavaisena.
- Ole varovainen kun liikut maatalouskoneilla yleisillä teillä. Käytä hitaan liikenteen kilpeä. Ohjeita traktorin ajamisesta liikenteessä ovat laatineet HEIKKILÄ ym. (1994).

Töiden suunnitteluun on olemassa analyyttisiä menetelmiä, joita käytetään muiden muassa rakennus- ja teollisuusprojektien suunnitteluun. Tällainen on toimintaverkko-menetelmä, joihin pohjautuvia projektinhallintaohjelmistoja on markkinoilla. Nämä soveltuvat myös maataloustöiden (esim. säilөрћhun korjuu) suunnitteluun ja hallintaan. Ko. menetelmiä käytettäessä joudutaan selvittämään kaikki työn osavaiheet ja tarvittavat resurssit (koneet, työvoima, varat) sekä sopeuttamaan ne määrättyyn aikatauluun.

Töiden suunnittelu ja ennakointi samoin kuin koneiden ennakoiva käyttökuntoon laitto vähentää varsinaisen työn aikaisia keskeytyksiä. Koneketjujen mitoitusta ja käyttöä laajempi kysymys on tilan tuotannon rationaalinen järjestäminen käytössä olevilla resursseilla kannattavaksi ilman tarvetta tuontantorjennjärjestelmän osien, kuten ihmisen tai koneiden, ylikuormitukseen. Koneiden ja sitä myötä ihmisen rajojen venyttäminen näyttää yleistyvän, kun koneiden uudistuminen hidastuu. Ylikuormitustilanne ei ole todennäköisesti pidemmällä aikavälillä kannattava tai turvallinen. Suunnittelun lähtökohtana on oman ajan- ja työnkäytön kannattavuuden analysointi, jonka tuloksena olisi keskityttävä ja erikoistuttava niihin tuotannon osiin, jotka ovat kannattavimpia. Turvallisuuden kannalta tilanne on tällöin parempi, koska hallittavien töiden ja koneiden määrä vähenee ja työaika on työvaihetta kohti periaatteessa enemmän. Tuotannon laatu oletettavasti paranee erikoistumisen seurauksena. Esimerkki erikoistumisesta voidaan esittää kotieläintuotannosta (LAINE 1994). Oma työpanos on suunnattava tällöin selvemmin kotieläintuotantoon, jolloin esimerkiksi rehunkäytintään ja lannankäsittelyyn liittyvät työvaiheet saattaa olla järkevää teettää ulkopuolisella urakoitsijalla. Tällaisella tilalla ei ole järkevää hankkia ja ylläpitää useaa koneketjua rehuntuotantoa varten. Viljantuotannon työt voidaan teettää erikoistuneella naapurilla. Tuotantorakennuksessa tehtävät työvaiheet automatisoidaan riittävän pitkälle, jolloin työn kuormittavuus ei kohoa liian suureksi.

Suunnitelmallisessa tuotannossa on mahdollista ja pakollista mitoittaa myös oma työajan käyttö määrällisesti ja laadullisesti. Lähtökohdaksi kannattaa ottaa sellainen työ määrä, joka vähintään säilyttää pitkälläkin ajalla sekä fyysisen että psyykkisen terveyden, sillä työkyvyn heikkeneminen tai menetys voi keskeyttää tuotannon kokonaan, tai aiheuttaa suuria korvaavia kustannuksia. Työajan laatuun voidaan vaikuttaa koneellistamalla ja automatisoimalla turvallisesti. Kehitteillä on maatilan toiminnan suunnitteluvälineitä (COLE ym. 1996), jotka auttavat perheenjäseniä ymmärtämään vammojen taloudelliset seuraukset ja kehittämään pitkän aikavälin strategioita työnkäytön ja rahoituksen hallintaan ilman että tuotannon turvallisuus vaarantuu.

4 TULOSTEN TARKASTELU

Aineistoina käytettiin neljää eri lähdettä, konetöiden häiriöiden, lähes-tapaturmien ja tapaturmien seuranta, työketjun turvallisuusanalyysiä, haastatteluja sekä työaikaseurannan ja tapaturmailmoitusten tietoja. Kaikki tämän tutkimuksen tiedot ovat MTT:n Jokioisten kartanoiden maataloustöistä. Työt on tehty normaaleilla maatalouskoneilla ja menetelmillä. Normaalin perheviljelmän toimintaan verrattuna on joitakin eroja, jotka on pyritty ottamaan huomioon. Osaan töistä vaikuttaa koe- ja tutkimustoiminta. Osan työvoimasta muodostavat harjoittelijat ja muukin henkilökunta on palkattua. Tämän seurauksena mm. työajat ja osin työkokemus voivat erota perheviljelmien keskimääräisestä. Koneiden huolto ja korjaus on pääosin keskitetty omalle yksikölleen.

Häiriötapauksia raportoitiin suhteellisen niukasti. Seuranta-aikaa jatkettiin tästä syystä suunnitellusta puolesta vuodesta vuoteen. Vaikka häiriöitä, lähes-tapaturmia ja tapaturmia raportoitiinkin suhteessa toisiinsa ns. "pyramidi"-teorian suuntaisesti, oli häiriöiden määrä odotettua pienempi. Syynä tähän ei ole häiriöiden vähyys, vaan työntekijöiden kanssa käytyjen keskustelujen perusteella se, että häiriötä ei osata yleensä erottaa työn normaaliksi koetusta kulusta (kappale 3.6.2). Koneita koskevien tietojen tarkkuus ei ollut vastauslomakkeilla aivan tavoitellulla tasolla ja koska tapahtumatiedot annettiin nimettöminä, ei konetietojen tarkentaminen jälkikäteen ollut käytännössä mahdollista. Tällöin esimerkiksi koneiden iän mahdollista vaikutusta tapahtumiin ei voitu tätä kautta arvioida. Sen sijaan tapahtumaselostuksissa oli viitattu mm. koneiden kuluneisuuteen ja ikään. Saadut tapaukset antavat kuitenkin viitteitä konetöiden turvallisuusongelmien syistä ja niiden pohjalta voitiin suunnitella turvallistamiskeinoja.

Esikuivatun säilörehun korjuuketjun turvallisuusanalyysi tehtiin hyvissä olosuhteissa, jolloin kaikkia olosuhteisiin liittyviä vaaratekijöitä ei välttämättä tunnistettu. Kuitenkin käyttämällä systemaattista menetelmää, pystyttiin löytämään useita vaaroja sekä niiden vähentämiskeinoja.

Haastatteluilla haluttiin hyödyntää kokeneiden konetyön tekijöiden tietoja koneiden ja konetöiden ongelmista. Vaikka tuloksissa saattaa olla subjektiivista painotusta, voitiin lausuntoja osittain tarkistaa, jolloin saatuja tietoja voidaan pitää käyttökelpoisina. Lisäksi yleiset tiedot sekä tässä yhteydessä referoimaton muu tutkimustieto on tukenut sekä tämän että aiemmin mainittujen aineistojen antamia tuloksia. Eri aineistoja on voitu varmentaa lisäksi keskusteluilla ja haastatteluilla eri tilanteissa.

Konetöiden suhteellisen turvallisuuden arvioinnissa käytetyt työaika- ja tapaturmatiedot perustuvat "viralliseen" seurantaan, jolloin luvut ovat suuruusluokaltaan luotettavia. Sen sijaan vertailtavuus muihin tapaturmataajuuslukuihin ei ole suoraviivaista, sillä tässä tutkimuksessa pyrittiin käyttämään mahdollisimman todellista työaika tarkasteltavaan vaaratekijään nähden, kun vertailuluvuissa on käytetty arviota kokonaistyöajasta. Tämä huomioon ottaen saatuja tuloksia voidaan pitää suuntaa-antavina. Koska aineiston konetapaturmien määrä oli työvaihetta kohti pieni tuloksen luotettavuuden kannalta, ei työn-

vaiheittaisia konetyön tapaturmataajuuksia katsottu aiheelliseksi laskea. Vertailutietoja maatalouden koneiden suhteellisesta turvallisuudesta ei ole käytettävissä.

Johtopäätöksissä ja turvallistamishdotusten laadinnassa eri aineistoja on hyödynnetty ja tulkittu yhdessä, kokonaisuutena. Tämän lisäksi aineistoista tehtävät johtopäätökset on suhteutettu mm. viittauksissa esitettyyn kirjallisuuteen.

Jatkotutkimuksin olisi selvitettävä, tarkemman konekohtaisen seurannan lisäksi, koneketjujen käytön, suunnittelun ja toiminnan organisoinnin merkitystä ja parannuskeinoja turvallisuudelle, sillä ongelmat koneiden käytössä heijastuvat maataloustyön turvallisuuteen ja tehokkuuteen. Lisäksi olisi selvitettävä, miten koneiden käyttöasteen lisääntyminen vaikuttaa käyttöturvallisuuteen ja todellisiin käyttökustannuksiin Tapaturma-aineistoja ja niiden käyttöä tulisi tehostaa siten, että ongelmalliset konetyypit ja -merkit voitaisiin identifioida ja tieto ongelmista välittää valmistajalle tai maahantuojalle sekä standardointi- ja työsuojeleviranomaisille.

5 YHTEENVETO

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää mahdollisuuksia konetyön turvallistamiseen koneiden valinnan, käytön ja työn suunnittelun parantamisella. Tutkimuksessa on selvitetty maanviljelytöiden koneisiin liittyvien häiriöiden, lähes-tapaturmien ja tapaturmien syitä ja ehkäisyä.

Seuranta-aineiston tuloksista voitiin todeta, että kahdeksassa tapauksessa viidestätoista koneiden tekniset syyt olivat vaikuttamassa työturvallisuuden heikkenemiseen. Näihin ongelmiin voidaan vaikuttaa koneiden oikean käytön, mm. huollon avulla ja kiinnittämällä koneiden valinnassa huomiota turvallisuusominaisuuksiin. Koneen käyttöikä olisi optimoitava myös turvallisuusnäkökohdista, niin että toimivuudeltaan heikentyneet koneet eivät ole aiheuttamassa häiriöitä, seisokkeja ja pahimmassa tapauksessa tapaturmia. Useimmissa tapauksissa turvallisuusongelmien taustalla ovat erilaiset inhimilliset tekijät. Myös koneiden valinnan taso ja kehittäminen riippuu siitä, miten rationaalisesti tilan tuotantopanosten hankinta on järjestetty. Useissa tapauksissa ongelmatilanne on seurausta inhimillisten tekijöiden ja teknisten tekijöiden yhteisvaikutuksesta, esimerkiksi viallisen koneen tilanteeseen sopimattomasta käytöstä. Myös ne ympäristötekijät, joihin voidaan vaikuttaa, riippuvat työn ja tuotannon organisoinnista.

Turvallisuusanalyysin tuloksista voitiin todeta, että vaikka koneketjun koneet ovat pääosin uusia ja nykyaikaisia, voi niiden toimivuudessa, kestävyudessa ja turvallisuudessa olla huomautettavaa. Tarkkaa rajaa koneen käyttötavan ja toisaalta sen rakenteen merkityksestä tietylle vialle tai häiriölle ei voida aina kuitenkaan vetää. Koneiden käyttöohjeissa tulisikin olla selvitys koneen kuormittumisesta eri säädöillä, erilaisissa kasvustoissa ja olosuhteissa, jolloin koneen tahattoman ylikuormituksen tai muun väärän käytön seurauksena tulevat häiriöt vähenisivät. Joka tapauksessa käytettäessä koneita niiden kapasiteetin

äärirajoilla näyttää häiriö- ja rikkoontumisherkyys kasvavan työn turvallisuuden ja tehokkuuden kustannuksella. Näyttää myös siltä, että koneiden suunnittelussa käyttöturvallisuus ansaitsisi suuremman huomion, sillä kaikkien käyttötilanteiden, esimerkiksi huollon, kannalta turvallisuutta ei ole mietitty loppuun saakka, vaikka konedirektiivi erityisesti näin vaatii.

Myös haastattelujen tuloksena voitiin tehdä johtopäätös, että tietyissä tilanteissa ainakin joidenkin maatalouskoneiden ominaisuuksien rajat, varsinkin kestävyuden suhteen, voivat ylittyä käytössä. Kuitenkin konekustannusten pienentämiseksi koneita olisi hyödynnettävä sekä ajallisesti että kapasiteetin mukaan tehokkaasti. Tämä asettaa haasteita koneiden suunnittelulle, käytölle ja koneiden valinnalle. Viljelijän ongelmaksi jää muiden muassa kysymys, miten arvioida koneiden välisiä laatueroja ostotilanteessa?

Konetöiden tapaturmataajuuden arviointi paljasti, että koneiden kanssa työskentely nostaa tapaturmariskiä yli kolminkertaiseksi verrattuna kaikkien töiden tapaturmien keskiarvotaajuuteen. Kun tähän lisätään arvio, että 68 % konetapaturmista johtaa yli kolmen päivän työkyvyttömyyteen, voidaan konetyöhön sisältyvää tapaturmariskiä pitää suhteellisen korkeana. On kuitenkin todennäköistä, että koneiden (tyypin ja merkin), koneketjujen ja konetyön työvaiheiden välillä on suuria turvallisuuseroja. Varsinkin konetyön valmistelu-aika ja häiriöajat ovat oletettavasti suhteellisesti erittäin vaarallisia, vaikka häiriöaikojen osuus olisikin työnormeissa aliarvioitu. Konetyön valmistelun tapaturmataajuus on lähes nelinkertainen konetyön keskimääräiseen tapaturmataajuuteen nähden. Syynä on se, että konetyön valmistelun tehtävät, kuten päivittäiset huollot, puhdistukset, säädöt, kiinnitykset ja irrotukset ja muut työkuuntoon laittoon liittyvät tehtävät sisältävät huonoja työasentoja, suurta voimankäyttöä sekä muutenkin epäergonomisen työympäristön. Valmistelutyöt koetaan lisäksi oletettavasti "välttämättömäksi pahaksi", joista halutaan suoriutua nopeasti, jolloin kiirehtiminen lisää tapaturmavaaraa.

Konekustannusten optimointi edellyttää koneiden mahdollisimman suurta ajallista ja tehollista käyttöastetta. Tässä tilanteessa maatalousyrittäjän haasteeksi muodostuu laadukkaiden ja turvallisten koneiden valinta markkinoilta ja toisaalta kannattavuuden ja turvallisuuden kannalta oikean koneiden vaihtovälin tunnistaminen. Myös riittävä koneiden ylläpidon, huollon ja korjauksen laatu olisi pystyttävä toteuttamaan maatilalla tai ostopalveluna.

Häiriöt ovat kone- ja työturvallisuuden kannalta kriittisiä ja niiden suuruuteen ja vähentämiseen olisi kiinnitettävä erityistä huomiota. Kuitenkin maatalouden kone- ja muissakin töissä häiriö-käsite näyttää olevan vaikea mieltää. Tämä johtuu oletettavasti siitä, että työn luonteesta johtuen se pitää sisällään paljon vaihtelua ja epäsäännöllisyyttä, josta esim. tässä käytetyn määritelmän mukainen häiriö on vaikea erottaa. Näyttää myös siltä, että työn kulkuun ja koneen toimintaan kuulumattomiakin häiriöitä pidetään "normaaleina". Osasyynä on se, että toiminnan häiriöttömyyttä ei ole maataloudessa asetettu vakavassa mielessä tavoitteeksi. Tästä syystä onkin aiheellista kritisoida Maatalouden työnormeissa (ANON. 1988) käytettyä käsitettä "normaalit häiriöt". Tavoitteena

tulisi olla maataloudenkin töissä häiriötön ja sujuva työprosessi, jossa ei lähtökohtaisesti hyväksytä "normaaleja häiriöitä". Kun kaikenlaiset häiriöt tiedetään sekä tuotannon laatua ja tehokkuutta että työturvallisuutta vähentäviksi tapahtumiksi, olisi tärkeää, että koneen-suunnittelijat, tutkijat ja neuvojat kiinnittävät huomiota konetöiden sujuvuuden ja häiriötömyyden parantamiseen.

Häiriöttömään tuotantoon pyrkiminen edellyttää koneketjujen ja toiminnan suunnittelua. Apuvälineitä on olemassa sekä operaatioiden että tuotannon strategioiden suunnitteluun. Järkevä erikoistuminen ja yhteistyö tilojen välillä antavat taloudelliset ja operatiiviset mahdollisuudet turvallisempaan tuotantoon, niin että työn ja konekaluston tasosta ei tarvitse tinkiä.

6 SAMMANDRAG

Förbättring av säkerhet och effektivitet i maskinarbete

Undersökningens avsikt var att utröna möjligheterna att göra arbete med maskiner inom jordbruket säkrare genom att förbättra maskinval, maskinanvändning och arbetsplanering. I undersökningen har studerats orsakerna till störningar, olyckstillbud och olyckor i vanliga maskinarbeten i växtodling samt hur dessa kan förhindras. Undersökningen baserar sig på rapporterade störningar, olyckstillbud och olyckor som inträffade i maskinarbeten på Lantbrukets forskningscentrala försöksgård i Jockis (Jokioinen) under ettårsperioden maj 1995 – maj 1996. Rapportmaterialet har kompletterats med intervjuer av gårdsarbetarna, en säkerhetsanalys av ensileringsarbetet samt resultat som publicerats i litteraturen på området.

Utifrån rapportmaterialet kunde konstateras att i åtta fall av femton hade tekniska orsaker i samband med maskinerna bidragit till försämrad arbetssäkerhet. Dessa problem kan man påverka genom rätt användning, bl.a. underhåll, av maskinerna och genom att fästa uppmärksamhet på säkerhetsaspekter redan vid valet av maskiner. Maskinernas livslängd borde optimeras även av säkerhetsskäl, så att dåligt fungerande maskiner tas ur användning eller istandsätts så att de inte orsakar störningar, stopp och i värsta fall olyckor. I de flesta fall är det mänskliga faktorer bakom säkerhetsproblemen. Hur förnuftigt och rationellt man sköter anskaffningen av produktionsinsatser i allmänhet på en gård inverkar även på hur förnuftigt man avgör valet vid maskinanskaffningar, t.ex. hur man beaktar säkerhetsaspekter. I många fall är en problemsituation en följd av samverkan mellan mänskliga faktorer och tekniska orsaker, t.ex. att en maskin som är i oskick används på ett för situationen olämpligt sätt. Också de miljöfaktorer som man kan påverka beror på organiseringen av arbetet och produktionen.

Utifrån säkerhetsanalysen kunde konstateras att fastän maskinerna i maskinkedjan i huvudsak är nya och moderna, kan det finnas brister i deras funktion, hållbarhet och

säkerhet. Man kan inte alltid dra någon klar gräns mellan vilken betydelse maskinens användningssätt å ena sidan och dess konstruktion å andra sidan har för uppkomsten av ett visst fel eller en viss störning. Maskinernas bruksanvisningar borde innehålla information om maskinens belastning vid olika justeringar, i olika grödor och förhållanden, så att oavsiktlig överbelastning av maskinen eller störningar av annan felanvändning skulle minska. I varje fall tycks störnings- och haverikänsligheten öka på bekostnad av arbetssäkerheten och effektiviteten när maskinerna används nära eller över sin kapacitetsgräns. Det verkar även som om maskinernas brukssäkerhet vore förtjänt av större uppmärksamhet redan i konstruktionsstadiet, för säkerhetsaspekterna har nu inte beaktats till fullo för alla brukssituationer, t.ex. för servicesituationer, fastän EG:s maskinsäkerhetsdirektiv uttryckligen kräver det.

Även utifrån intervjuerna kunde dras slutsatsen att åtminstone vissa jordbruksmaskiners gränser överskrids i vissa situationer, speciellt beträffande hållbarheten. För att minska maskinkostnaderna borde maskinerna ändå utnyttjas effektivt både tids- och kapacitetsmässigt. Detta är en utmaning i konstruktionen, användningen och valet av maskiner. För bonden blir problemet bl.a. hur han skall värdera kvalitetsskillnader mellan maskinerna vid köptillfället.

Vid uppskattning av olycksfrekvensen i jordbrukets maskinarbete framgick det att den är över trefaldig jämfört med olycksfrekvensen i medeltal för alla jordbruksarbeten. Arbete med maskiner ökar alltså olycksrisken. När man dessutom beaktar att uppskattningsvis 68 % av maskinolyckorna orsakar över tre dagars arbetsoförmåga för den skadade, kan olycksrisken i maskinarbete anses relativt hög. Det är emellertid sannolikt att det finns stora skillnader i säkerhet mellan olika maskiner (typ och märke), maskinkedjor och arbetsoperationer. Olycksfrekvensen i förberedelsearbetena vid maskinarbete är fyrfaldig jämfört med olycksfrekvensen i maskinarbete i medeltal. Orsaker till detta kan vara att förberedelserna för maskinarbete, såsom daglig service, rengöring, justering, till- och fränkopplingar samt övriga åtgärder för att ställa maskinerna i funktionsskick medför dåliga arbetsställningar, stora kraftansträngningar och även i övrigt oergonomiska arbetsförhållanden. Förberedelserna uppfattas sannolikt också som ett "nödvändigt ont", som man vill komma ifrån så snabbt som möjligt, varvid brådskan ökar olycksrisken.

Optimering av maskinkostnaderna förutsätter att maskinernas användningsgrad är så hög som möjligt, både tids- och effektmässigt. Det gäller då för lantbrukaren att välja säkra maskiner av utbudet på marknaden och därefter att avgöra vad som är det rätta bytesintervallet med tanke på lönsamheten och arbetssäkerheten. Rätt användning av maskinerna är väsentligt för att öka maskinernas driftssäkerhet och livslängd. Lantbrukaren bör hålla tillräckligt hög kvalitet på maskinunderhållet och -reparationerna, antingen genom att utföra åtgärderna själv eller köpa dessa tjänster.

Störningar är kritiska för maskin- och arbetssäkerheten och man bör fästa speciell uppmärksamhet på deras omfattning och vinnlägga sig om att minska dem. Emellertid verkar störningsbegreppet vara svårt att uppfatta i jordbrukets maskinarbeten och övriga

arbeten. Detta beror antagligen på att jordbruksarbetet till sin natur är sådant att det innehåller mycket av omväxling och oregelbundenhet, och det är svårt att skilja dessa från störningar enligt den definition som används här. Det verkar som om också störningar som inte hör till arbetets gång eller maskinens funktion uppfattas som "normala". En delorsak är att störningsfri funktion inte på allvar har uppställts som mål i jordbruket. Av denna orsak är det också skäl att kritisera begreppet "normala störningar" som används i jordbrukets arbetsnormer (ANON. 1988). Målet borde vara en störningsfri och vällöpande arbetsprocess, i vilken man inte som utgångspunkt godkänner "normala störningar". När man vet att alla slags störningar försämrar både produktionens kvalitet och effektivitet samt arbetarskyddet, vore det viktigt att maskinkonstruktörer, forskare och rådgivare vinnlägger sig om att minska störningarna i maskinarbetet.

Strävan efter störningsfri produktion förutsätter planering av maskinkedjorna och arbetet. Det finns redskap för planering av både arbete och produktionsstrategier. En förnuftig specialisering och ett förnuftigt samarbete mellan gårdarna ger ekonomiska och operativa möjligheter till en säkrare produktion, så att man inte behöver pruta på arbets- och maskinkvaliteten.

7 SUMMARY

Developing safety and efficiency of work with machinery

The objective of this study was to clarify the possibilities to improve the safety of machinery-related work by improving selecting of machinery, use of the machinery and developing planning of operations. Reasons for and preventing of accidents, near accidents and interruptions in machinery-related work in crop production were clarified. The study is based upon follow-up of the work on the farm of the Agricultural Research Centre of Finland in Jokioinen from May 1995 to May 1996. Over this period the farm workers reported all accidents, near accidents and disturbances in their field work. Fifteen such incidents were reported. This follow-up data was supplemented with interviews of the farm workers, a safety analysis of the silage making and results published in the literature of the discipline.

The follow-up data showed that in eight out of fifteen cases technical reasons contributed to worse level of safety. These reasons can be influenced on with proper use of machinery, including maintenance, and regarding safety aspects when choosing machinery. The service life of machines should be optimized also for safety reasons; badly functioning machines should be taken out of use or restored so that they do not cause disturbances, stoppages and in the worst case accidents. In most cases different human factors contributed to the incidents. How rationally and sensibly the machines are chosen when machinery is purchased to a farm, e.g. to what extent safety aspects are considered,

depends on how rationally and sensibly investments are generally made on the farm. In many cases hazardous situations are due to interaction of human and technical factors, for example misuse of a defective machine. Those environmental factors, which can be influenced on, are dependent of the organisation of operation and production, also.

The results of the safety analysis showed that although the machines are new and modern, there may be deficiencies in their function, durability and safety. It is not always possible to say precisely how much a certain failure or malfunction of a machine is caused by its construction and how much it is caused by the way the machine has been used. There should be information in the instructions about the stress of the machine with different adjustments, in different crops and conditions, so that breakdowns and malfunctions due to unintentional overloading or other misuse of the machine could be avoided. In any case, when using machinery near or over its maximum capacity, the sensitivity for malfunctions and breakdowns seems to increase at the expense of safety and efficiency of work. It also seems that when designing machinery, more attention should be paid to the safety of use, because there are situations, for example maintenance, where safety is not regarded enough, although the EU machinery directive requires this.

The interviews also led to the conclusion, that it may happen in certain situations that agricultural machinery is used beyond the limits, especially as for durability. However, to reduce high machinery outlay, machinery should be utilized efficiently as for capacity and time. This sets challenges to the design, use and choice of machinery. For the farmer, this means for instance that he should evaluate quality differences between machines when purchasing them.

When assessing the accident rate, it was discovered that the accident rate in work with machinery is more than threefold compared to that of all agricultural work, hence working with machinery increases the risk of an accident. Moreover, considering that 68% of the machinery-related accidents lead to more than three days of incapacity for work, the accident risk with machinery work can be considered relatively high. Furthermore, the accident rate of preparing for machinery work is almost quadruple compared to the accident rate of machinery-related work in general. As reasons the following can be stated: preparing phases of machinery work, such as maintenance, cleaning, adjustment, attaching, detaching and other tasks relating to the preparing of machinery for work include bad working postures, great demand of force and also otherwise unergonomic working environment. It can also be assumed that preparing is considered to be not so important work and thus it is done quickly, which increases the risk of an accident as a result of hurry.

Disturbances and interruptions are critical as for the safety of machinery operations and minimizing them should be a special consideration. However, the term disturbance seems to be difficult to comprise in agricultural work. This is probably due to the fact that agricultural work contains a lot of variation and irregularities, from which the disturbance is difficult to distinguish. It also seems that disturbances that do not belong to the opera-

tion and machine function, are regarded as normal. This is partly due to the fact that in agriculture interruption-free production is not seriously set as a goal. Disturbance-free and fluent operation should be the goal also in agriculture and “normal disturbances” should not be accepted. As all kinds of disturbances are known to diminish the safety and quality of production, it would be imperative that machine designers, scientists and advisers pay attention to improving the fluency and disturbance-freeness of machine operations.

The strive for disturbance-free production requires planning of machine chains and operations. There are instruments for planning both operations and strategies of production. Sensible specialization and co-operation between farms gives economical and operational possibilities for safer production, so that no compromises have to be made regarding quality of work and machinery.

KIRJALLISUUSLUETTELO

- ANON. 1976. Luotettavuussanasto. SFS 3750. Suomen Standardoimisliitto. 28 s.
- “ 1979. Rationalisoinnin käsikirja. Rationalisointiliitto ry. 320 s. Karkkila.
- “ 1983. Työsuojelun peruskurssi. Työterveyslaitos - Työturvallisuuskeskus. Helsinki.
- “ 1988. Maatalouden työnormit. Työtehoseuran maatalous- ja rakennusosaston monisteita 2:1 - 157.
- “ 1995a. MATA-tilastovuosi 1993. Maatalousyrittäjien eläkelaitos. Espoo. 89 s.
- “ 1995b. Koneturvallisuus. Koneen vaarojen arvioinnista CE-merkintään. Työministeriö. Tampere. 27 s. Korjattu painos.
- “ 1996. Tapaturmataajuudet maataloudessa 1988 - 1992. Maatalousyrittäjien eläkelaitos. Julkaisematon. 3 s.
- BECKER, W. J. 1991. Used Machinery Safety. University of Florida. Florida Cooperative Extension Service, Fact Sheet AE-2:1 - 2.
- COLE, H. P., KIDD, P.S., SCARF, T., ISAACS, S.G. & PARSHALL, M. 1996. Experiencing the Kayle's Difficult Decisions: A Hands-on Simulation Exercise and Interactive Farm Planning Tool. The Third NIOSH Agricultural Health and Safety Conference. March 24 - 26. Iowa Memorial Union, Iowa City, Iowa, USA. Abstracts, Handouts, Problem Booklet, Preliminary Field-Test Results, Instructor's Copy. 96 p.
- CULPIN, C. 1975. Profitable farm mechanization. 3rd ed. London. Crosby Lockwood Staples. 307 s.
- ERVAMAA, J., MANKAMO, T., & SUOKAS, J. 1979. Luotettavuustekniikka. Insinööritieto Oy. 326 s.
- HEIKKILÄ, K., RINTAMÄKI, P., RIIKONEN, H. & TAPOLA, H. 1994. Traktoriopas. Aja traktorilla turvallisesti työssä ja liikenteessä. Liikenneturva, MELA. 17 s.
- HÄKKINEN, K. 1980. Koneturvallisuus ja tapaturmien torjunta. TKK:n opetusmonisteet. Tuo 53.156 (1988).

KEPNER, R., BAINER, R. & BARGER, E, 1982. Principles of Farm Machinery. Westport. 527 p.

LAINEN, A. 1994. Kustannusten alentaminen tuotantoteknisin keinoin. Työtehoseuran maataloustiedote 9 (446):1 - 4.

MATTILA, T. & RIIHIMÄKI, S. 1988. Konekapasiteetti ja koneiden käytön tehokkuus. Työtehoseuran maataloustiedote 2 (353): 1 - 6.

PELTOLA, I. 1987. Traktorin valintaan vaikuttavat tekijät. Vaihtotraktorin hyvityshinta uuden traktorin kaupassa. Työtehoseuran julkaisuja 286:1 - 78.

PELTONEN, M. & VANHALA, A. 1992. Maatalouden työnormit. Kasvintuotannon yleiset työt. Työtehoseuran maataloustiedote 14 (421):1 - 8.

PESSI, Y., TAURIAINEN, J., VAINIO-MATTILA, I. ym. 1994. Maataloudellisen tutkimuksen linjat vuosille 1995 - 2000. Maataloudellisen tutkimuksen neuvottelukunta. MMM:n työryhmämuistio 17:1 - 46.

PÄTIÄLÄ, A. 1996. Ennakkotietoja maatalouden työtapaturmista vuodelta 1995. Maatalousyrittäjien eläkelaitos. Julkaisematon. 34 s.

SKIBA, R. 1979. Teknillinen tapaturmatutkimus. Työterveyslaitoksen katsauksia 31: 1-77.

SOKKA, K. M. 1994. Maatalouskoneen kestoiän määrittäminen. Peltosalmen maaseutuopisto. Iisalmi. 40 s.

TAMMINEN, J. & REUNANEN, M. 1981. Mekaanisten laitteiden vikaantuminen. VTT:n tiedotteita 40:1 - 61.

TARVAINEN, H. 1995. Koneiden hankinta, käyttöönotto ja turvallisuus. TT-Kustannustieto Oy. Kuopio. 72 s.

VIRTANEN, J & TOOLA, A. 1989. Tutkimus- ja testaustyön turvallisuusanalyysi. VTT:n tutkimuksia 609:1 - 59.

WITNEY, B. 1992. Choosing and Using Farm Machines. Longman. London. 412 p.

SEURANTALOMAKE KONETYÖLLE

HÄIRIÖT, LÄHELTÄ-PITI-TILANTEET SEKÄ VARSINAIS- SET TAPATURMAT

A. Häiriöllä tarkoitetaan tässä kaikkia työn normaaliin kulkuun, koneen ja työnte-
kijän toimintaan kuulumattomia poikkeamia ja tapahtumia (esim. koneen tukkeu-
tuminen, rikkoutuminen, ulkopuoliset tekijät tms. joka esim. keskeyttää työn tai
pakottaa muuttamaan tavallista työtapaa).

B. Läheltä-piti tilanne työssä on sellainen, josta "huonolla tuurilla" olisi voinut
seurata loukkaantuminen. Esim. kompastuminen tai horjahtaminen, joka ei aivan
johtanut kaatumiseen tai esim. läheltä ohi singahtanut/pudonnut koneenosa tms.

C. Tapaturma on mikä hyvänsä työssä sattunut tapahtuma, jonka seurauksena
on pienikin vamma, esim. mustelma tai naarmu.

*Ole hyvä, ja merkitse allaolevaan listaan heti, kun työtilanteessa työpäivän aikana
havaitset jonkin kolmesta edellä kuvatusta tilanteesta.*

Lisäksi, jos mieleesi tulee/havaitset työssä koneesta ja/tai muista tekijöistä
aiheutuvan **vaaratilanteen mahdollisuuden**, voit kirjata sen viimeiselle sivulle.

Nimikirjaimet	A. Häiriö	B. Läheltä-piti	C. Tapaturma
Kyseessä oli (rasti ruutuun)			
Päivämäärä ja kellonaika			
Tekemäsi työ ja työvaihe			
Työssä käytetyt koneet			
Merkki		Malli	

Työpäivän loppuksi kuvaa tarkemmin häiriötä, läheltä-piti tilannetta tai tapaturmaa seuraavan sivun ohjeiden mukaan.

Kuvaa muutamalla lauseella havaitsemasi häiriö-, läheltä-piti- tai tapaturmatilanne. Mitä tapahtui, miten tapahtui ja miksi tapahtui sekä mitkä olivat seuraukset (myös rahalliset) jos niitä oli (*jokaiselle tapaukselle oma lomake*)

VASTAA LISÄKSI SEURAAVIIN TARKENTAVIIN KYSYMYKSIIN:

1. Minkälaiset ympäristöolosuhteet olivat? (valoisuus, lämpötila, sääolot, melu, pöly, likaisuus, märkyys, värinä jne.)

2. Minkälainen oli sattumapaikka? (pinnan kaltevuus, liukkaus, epätasaisuus, maalaji)

3. Oliko työ kiireistä? Miksi?

4. Olitko hyvässä kunnossa ja terve fyysisesti? Jos et, mikä oli poikkeuksellista?

5. Olitko huolestunut tai "stressaantunut" jostakin asiasta työ tai yksityiselämässäsi?

Liite 2. Muuttujien koodaus sekä työ- ja koneluokat.

MUUTTUJIEN KOODAUS

Tyyppi	A = häiriö, B = läheltäp., C = tapaturma
Kuukausi	1, 2, 3, ...
Kellonaika	00:00:00
Työvaihe	nimi / TYÖ
Työkoodi1	01, 02, 03, ... TYÖ
Työkoodi2	01, 02, 03, ... TYÖNVAIHE
Kone1	TRAKTORI/TYÖKONE -nimi
Konekoodi1	01 = traktori, 02, 03, ...=työkone
Merkki1	koneen merkki
Kone2	TRAKTORI/TYÖKONE -nimi
Konekoodi2	01, 02, ...
Merkki2	koneen merkki
Kuvaus	legenda
Olosuhde (1)	1 = hyvä, 2 = huomautettavaa, 3 = puutteellinen
Paikka (2)	1 = hyvä, 2 = huomautettavaa, 3 = puutteellinen
Kiireisyys (3)	T = kiireistä F = ei kiireistä
Kiireen syy (3)	selitys kiireelle
Fyysinen (4)	1 = hyvä, 2 = huomautettavaa, 3 = puutteellinen
Puute (4)	selitys fyys. rajoitukselle
Henkinen (5)	1 = hyvä, 2 = huomautettavaa, 3 = puutteellinen
Puute2 (5)	selitys psyyk. rajoitukselle
Koneenturva (6)	1 = hyvä, 2 = huomautettavaa, 3 = puutteellinen
Puute3 (6)	selitys koneen puutteellisuudesta
Muupuute (7)	1 = hyvä, 2 = huomautettavaa, 3 = puutteellinen
Puute4 (7)	selitys puutteesta
Vaarat	muut vaarat

Liite 2. Muuttujien koodaus sekä työ- ja koneluokat.

KOODILUOKAT

Työkoodi 1 (Työ)

01 Heinänkorjuu

02 Siirto, kuljetus
03 Maan muokkaus

04 Kotieläintuotanto

05 Koneiden huolto,
korjaus, säätö, asennus
06 Kylvö

Konekoodi 1

01 Traktori
02 Painepesuri
03 Hapotin

Konekoodi 2

01 Pyöröpaalain
02 Lietevaunu, perävaunu
03 Äes
04 Lietepumppu
05 Tarkkuussilppuri
06 Traktori
07 Pyöröpöyhin
08 Kylvölannoitin


Työkoodi 2 (Työnvaihe)

01 Paalaus
05 Kuljetus
06 Noukinta
07 Pöyhintä

02 Äestys

03 lietteen sekoitus
04 lietteen levitys

Liite 3. Työn turvallisuusanalyysin tietojenkeruulomake.

 TYÖSUOJELUTEKNIIKAN LABORATORIO TYÖN TURVALLISUUSANALYYSI	SIVU PVM TEKIJÄ	TYÖTEHTÄVÄT	PARANNUKSET
TYÖN OSA	VAARA	VAARAN SYYT	

VAKOLAn tutkimuslostuksia

47. Lannoitteenlevityksen tasaisuus. 1987.
48. Jauhatuksen tilantarve ja pölyhaittojen vähentäminen. 1987.
49. Maatalouskoneiden tietokanta. 1988.
50. Lannanpoistolaitteiden toiminta ja kestävyys. 1988.
51. Pienten pihatoiden ilmanvaihdon erityisvaatimukset. 1988.
52. Tuotantorakennusten suunnittelu ja rakentaminen käytännössä. 1988.
53. Hellävarainen perunankorjuu. 1989.
54. Syyskyntöä korvaavien muokkausmenetelmien vaikutus keväthehnan satoon 1975-1988. Pitkäaikaisen aurattoman viljelyn vaikutukset hiesusaven rakenteeseen ja viljavuuteen 1989.
55. Ei julkaisua.
56. Kosteiden pintojen kosteudentuotanto navetoissa. 1989.
57. Kylmäilmakuivurin mitoitus ja käyttö. 1990.
58. Leikkuupuimurin kulkukyky vaikeissa olosuhteissa. 1990.
59. Lietelantajärjestelmien toimivuus. 1990.
60. Heinän varastokuivaus. 1991.
61. Viljankuivauksen pölyhaitat. 1992.
62. Säilörehun siirto ja käsittely talvella. 1991.
63. Naudanlihan tuotantomenetelmät ja -rakennukset. 1992.
64. Kiedotun pyöröpaalisäilörehun valmistustekniikka ja laatu. 1993.
65. Hellävarainen perunan kauppakunnostus. 1993.
66. Naudanlihan tuotantomenetelmät ja -rakennukset II. 1993.
67. Betonit ja muovit navetan lattiamateriaaleina. 1993.
68. Lannankäsittelyn taloudellisuuden ja lannan ravinteiden hyväksikäytön parantaminen. 1994.
69. The effect of ground profile and plough gauge wheel on ploughing work with a mounted plough. 1994.
70. Järeän sahatavaran mekaaniset ominaisuudet. 1995.
71. Varattu
72. Varattu
73. Lannan levitys kasvustoon. 1996. Osa 2. Lietelannan levitysmahdollisuudet kasvaan viljanoraaseen.
74. Kylmäkasvattamoiden kuivikepohjien toimivat vaihtoehdot. 1996.
75. Konetöiden turvallisuuden ja tehokkuuden parantaminen. 1996.

VAKOLAn rakennusratkaisuja

- 1/1994 Kylmä osakuivikepohjainen emolehmäkasvattamo.
- 2/1995 Rehtijärven keinokosteikko.
- 3/1995 Puurakenteiset ruokinta-aidat ja parrenerottimet.
- 4/1996 Perustamistapojen hintavertailu.

VAKOLAn tiedotteita

- 45/89 Säilörehun korjuu pyöröpaalaimella
- 45 S/89 Rundbalsensilering
- 46/90 Kevytsora lietesäiliön katteena
- 47/90 Lietelannan kompostointi
- 48/90 Turvallinen ja nopea työkoneiden kytkentä
- 49/91 Betonit ja muovit navetan lattiamateriaaleina
- 50/91 Pölyn ja roskien talteenotto lämminilmakuivamossa
- 51/92 Viherkesannon perustaminen ja hoito
- 52/92 Kaasut ja pöly eläinsuojien ilmanvaihdossa
- 53/93 Lannoitteenlevittimien levitystasaisuus
- 54/93 Maaseudun koerakentamisen ohjelmointi
- 55/93 Pyöröpaalisäilörehun korjuu, varastointi ja laatu
- 56/93 Maaseuturakentamisen ideakilpailu
- 57/93 Syyskylvöjen varmentaminen
- 58/93 Maatilan ja maatilamatkailun jätahuolto
- 59/93 Maatilamyymälätoiminta vanhassa maatilan asuinrakennuksessa
- 60/93 Tyhjien maatarakennusten uusi käyttö
- 61/94 Lietelannan varastointi ja levitys
- 62/94 Tuotantorakennusten alapohjia ja piha-alueiden päällysrakenteita
- 63/94 Turvallinen puunpilkonta
- 64/94 Itkupinta-tuloilmalaitteen vaikutus eläinsuojassa
- 65/94 Oksainen hake pienpolttimissa
- 66/94 Pako- ja savukaasujen analysointi
- 67/94 Käyttökokemuksia jyräkylvölannoittimista
- 67S/94 Bruksfärenheter av vältkombisåmaskiner
- 68/94 Käsikäyttöisten liekittimien käyttöominaisuuksia
- 69/95 Renkaiden vaikutus traktorin vetokykyyn ja maan tiivistymiseen
- 70/95 Hakkeen kuivaus imuilmalla
- 71/95 Klapikattiloiden käyttöominaisuudet
- 72/96 Varattu
- 73/96 Kevytsaviharkkojen kuivuminen ja lujuus

