

RAIVAUSSAHAN KANTOKÄSITTELYLAITTEEN KÄYTTÄJÄN ALTISTUMINEN TORJUNTA-AINEILLE

JUHANI KANGAS ja TAPIO KLEN

Summary

EXPOSURE OF WORKERS TO HERBICIDES

Saapunut toimitukselle 4. 6. 1982

Selvityksessä kartoitettiin työntekijöiden altistusta MCPA:lle ja glyfosaatille käytettäessä raivaussahaan liitettävää kantokäsittelylaitetta. Laitte ruiskuttaa torjunta-ainetta katkaistavan vesan kantoon katkaisuhetkellä. Tutkitut laitteet olivat paineeton pumpulla toimiva kantokäsittelylaite ja paineellinen laite, jossa torjunta-aine annosteltiin käsikäyttöisellä säätimellä. Näytteitä kerättiin työntekijöiden hengitysvyöhykkeeltä ja virtsasta.

Alkoholiin kerätty torjunta-aineen sumuuntumisesta johtuva MCPA-altistus hengitysvyöhykkeellä oli paineellisella laitteella 0,05 mg/m³ (m³=kuutiometri ilmaa) ja paineettomalla 0,02 mg/m³.

Lasikuitusuotimelle kerätty torjunta-aineroiskeiden ja -sumun aiheuttama MCPA-altistus oli hengitysvyöhykkeellä paineellisella laitteella 0,18 mg/m³ ja paineettomalla 0,09 mg/m³.

Viidessä työpäivän päätyttyä otetussa virtsanäytteessä oli keskimäärin 0,4 mg/l MCPA:ta ja 21:ssä näytteessä taas virtsan MCPA-pitoisuus jäi alle määritysrajan (=0,2 mg/l).

Kaikkien hengitysvyöhykkeeltä natriumhydroksidiin kerättyjen glyfosaattinäytteiden pitoisuudet jäivät alle määritysrajan (=0,05 mg/m³).

Fenoksietikkahapoista on sosiaali- ja terveysministeriön vahvistamissa teknillisissä turvallisuusohjeissa nro 11 annettu enimmäispitoisuusohjearvo 2,4-D:lle, joka on 10 mg ilmakuutiometrissä.

Näin pienten pitoisuuksien haittavaikutuksista altistetulle työntekijälle ei voi tehdä johtopäätöksiä. Torjunta-ainetta ainakin muutamissa tapauksissa on joutunut työntekijöiden elimistöön. Altistustienä on mahdollisesti ollut paitsi hengitystie myös ihoabsorptio. Henkilökohtaisten suojainten käyttö ja henkilökohtaisesta hygieniasta huolehtiminen on tärkeää.

1. JOHDANTO

1.1. Tutkimuksen tausta

Mekaanisen torjunnan jälkeen lehtipuu ve-soittuu yleensä nopeasti uudelleen. Mekaaninen vesojen poisto olisi havupuun uudistus-aloilla siten tehtävä usein, mikä nostaa puun-kasvatuksen kustannuksia.

Mekaanisen torjunnan jälkeisen uudelleen vesoittamisen estämiseksi on kannoille levi-tetty torjunta-ainetta mm. siveltimellä. Tä-män erillisen toimenpiteen on kuitenkin sa-nottu nostaneen kustannuksia. Lisäksi suuri osa kannoista jää löytymättä. Tästä syystä

raivaussahaan alettiin kehittää nk. kantokä-sittelylaitetta, joka katkaisusahauksen yhtey-dessä ruiskuttaa kantoon torjunta-ainetta. Useita tällaisia laitemalleja on markkinoilla ja tuotekehittely jatkuu.

Viime vuosina taimikonhoitotöitä on tehty vuosittain n. 0,5 milj. ha (Metsätilastollinen 1980). Vuosittainen taimikonhoitoala on kak-sinkertaistunut vuodesta 1970 vuoteen 1980. Valtaosa (80 %) taimikon hoidosta on tehty mekaanisesti. Mekaanis-kemiallisesti on käsi-telty v. 1978-79 n. 10 % taimikonhoitoalas-ta, eli runsaat 40 000 ha/v.

Kantokäsittelylaite soveltuu parhaiten vesakoihin, joissa poistettavien vesojen tiheys ei ole kovin suuri. Tiheisiin vesakoihin soveltuu paremmin lentoruiskutus, reppuruisku tai moottoriselkäruihu, ellei samalla ole tehtävä havupuutaimiston harvennusta. Lehväsöruihukutuksen haittapuolena on pidetty sitä, että käytettävät aineet, varsinkin MCPA, vioittavat joskus myös männynntaimia (Kurkela 1978, s. 27).

12. Tutkimustehtävä

Tämän tutkimuksen tehtävänä oli:

1. Kirjallisuustutkimuksella selvittää:

- Käytettyjen aineiden ominaisuudet
 - kemialliset ominaisuudet
 - vaikutukset ihmiseen
 - metabolia
- Analyysimenetelmät
 - työhygieniset ja toksikologiset näytteenotto-menetelmät
 - hengitysnäytteiden ja toksikologisten näytteiden analyysimenetelmät

2. Suppealla esitutkimusaineistolla suuntaantavasti selvittää:

- Missä määrin kantokäsittelylaitteen käyttäjä altistuu torjunta-aineille painekäyttöisen laitteen ja paineettoman pumppulaitteen käytössä.
- Vertailta paineellisen ja paineettoman laitteen käyttäjän altistusta ja näin saada karkeaa tietoa tuotekehittelyn tueksi.

13. Tutkimuksen kulku

Näytteenottomenetelmän kokeilu aloitettiin jo kesällä 1978. Mittausmenetelmiä kehitettiin Metsähallituksen työmaalla Rautavaaralla. Kenttämittaukset olisi aloitettu jo elokuussa 1978, mutta toisen kokeiltavan laittemallin sarjavalmistuksen aloituksessa esiin-

tyneiden ongelmien vuoksi ne voitiin aloittaa vasta lokakuussa, jolloin mittauksia tehtiin neljän päivän ajan Metsähallituksen Jyväskylän hoitoalueessa. Kesäkuussa 1979 mitattiin yksi viikko pelkästään Round-up- (glyfosaatti) altistusta. Elokuussa 1979 mitattiin viikko MCPA-altistusta.

Lokakuun 1978 MCPA-näytteet analysoitiin Työterveyslaitoksen toksikologian ja työhygienian osastolla ja muut MCPA-näytteet Kuopion aluetyöterveyslaitoksen laboratoriossa. Glyfosaattinäytteet analysoitiin Jyväskylän yliopiston kemian laitoksella.

Ympäristöolosuhteet (tuuli, kosteus ja lämpötila) ja työmaiden vesakon korkeus ja poistuma vaihtelivat melkoisesti tutkimusmateriaalissa, joten näiden tekijöiden vaikutusta pystyttiin tarkastelemaan aineistoa käsitellessä.

Raivaussahan kantokäsittelylaitteen käytön todettiin tuotekehittelyvaiheessa saattavan altistaa työntekijää torjunta-aineille. Altistuksen tason selvittämiseksi työsuojeluhallitus tiedusteli, voiko Kuopion aluetyöterveyslaitos tarvittaessa suorittaa vertailevia altistusmittauksia. Tämän jälkeen Metsäteho pyysi myös altistus selvitystä tuotekehittelyn tueksi. Selvityksen aloittamisen mahdollisti Metsämiesten säätiön apuraha (14.000 mk).

Metsähallinnon Etelä-Suomen piirikunta ja sen Jyväskylän hoitoalue järjestivät kustannuksellaan koehenkilöt, avustavan henkilökunnan ja työmaat, joilla selvityksen kokeellinen osa suoritettiin.

FM Pertti Mutanen suoritti suurimman osan tilastollisesta tietojenkäsittelystä. FT Kalevi Selkäinaho suoritti kovarianssianalyysin. Heidän lisäksi FT Ilkka Vohlonen antoi neuvoja tietojenkäsittelystä ja Martti Korteniemi osallistui tietojenkäsittelyyn. Mittaushygieenikko Esko Turunen osallistui näytteenottoon raivaustyömaalla.

Analyysimenetelmien kehitystyöhön osallistui ja osan analyyseistä suorittivat professori Jaakko Paasivirta, FM Kaija Pekari, FM Jyrki Liesivuori ja laborantti Terttu Viitanen.

Kiitämme kaikkia yllämainittuja yhteisöjä ja henkilöitä avusta, jota ilman selvitys ei olisi toteutunut.

2. TUTKIMUSAINEISTO JA MENETELMÄT

21. Tutkimustyömaat ja mittausolosuhteet

Kaikki tutkimustyömaat sijaitsivat Metsähallituksen Jyväskylän hoitoalueessa.

Syksyn 1978 työmaat olivat enimmäkseen riukuastetta lähenteleviä männynntaimistoja. Lehtipuuvesojen lisäksi poistettiin havupuuntaimia, jotta oikea kasvutiheys saavutettaisiin. Taimikon keskipituus oli 2–4 m. Aukkopaikkoihin jätettiin perkauksessa yleensä koivuja, joten kaikkia lehtipuita ei kaadettu. Vesoja poistettiin keskimäärin 14 900 kpl/ha. Vastaavasti kantojen yhteenlaskettu poikkileikkauspinta-ala oli keskimäärin 4,3 m²/ha.

Kesän ja syksyn 1979 koetyömaiden poistuman keskimääräinen pohjapinta-ala oli 2,6 m²/ha ja poistettavien vesojen määrä 16 200 kpl/ha. Vuoden 1979 tutkimustyömaiden vesakot olivat siten tiheämpiä ja pienempiä (keskipituus 2–3 m) kuin v. 1978.

Syksyn 1978 mittauksissa lämpötila vaihteli 0–4 °C välillä ja v. 1979 15–18 välillä. Lämmintä oli kesäkuun 1979 glyfosaattimittauksissa (n. 23 °C). Kosteus vaihteli 25–100 % ja tuulen nopeus 0,5–4 m/s. Tuulen suunnasta tehtiin tietokonekäsittelyyn soveltuva muuttuja siten, että suoraan edestä puhaltava tuuli sai arvon 10 ja sivutuulelle annettiin arvo 5 ja näiden väliltä arvo 5–10. Takaa puhaltava tuuli sai arvoja 0–5. Suoraan takaa puhaltavalle tuulelle annettiin arvoksi 0, koska altistus hengitysvyöhykkeellä pitäisi olla pienimmillään. Muuttujien lukumäärän supistamiseksi tehtiin tuulen suunnasta ja nopeudesta yhdistetty muuttuja kertomalla ne keskenään.

22. Koehenkilöt

Koehenkilöinä oli 5 hyvän työkokemuksen omaavaa 27–39-vuotiasta miestä. Tupakointi oli yleistä ja monilla oli jokin lievä sairaus, joka ei kuitenkaan estänyt työntekoa. Koehenkilöiden tiedot on koottu taulukkoon 1.

23. Tutkitut torjunta-aineet

Tutkimuksessa selvitettiin työntekijöiden altistusta kantokäsittelymenetelmää käytettäessä v. 1978 yleisimmille vesakontorjun-

ta-aineille MCPA (50 tn v. 1978) ja glyfosaatti (4 tn v. 1978). Kantokäsittelyä varten MCPA laimennettiin polttoöljyllä 15 %:ksi liuokseksi. Glyfosaattia käytettiin 5-prosenttisena vesiliuoksena.

Työntekijät altistuvat MCPA:lle hengitysteitse, mutta myös ihoabsorptiolla voi olla merkitystä, varsinkin öljysekoitteisten esteriyhdisteiden ollessa kyseessä. Fenoksihappojen aineenvaihdunta on nopeaa. Ne imeytyvät elimistöön nopeasti ja sitoutuvat veressä plasman proteiineihin. Erittyminen tapahtuu pääasiassa virtsan mukana sellaisenaan. Puoliintumisaika ihmisellä on noin 48 tuntia. MCPA:n varastoituminen kudoksiin on vähäistä (Fjeldstad ym. 1977, Lääk.hall. työryhmän mietintö 1980 Ves.torj. aineiden terv. vaikutuksia tutk. työryhmän mietintö 1973).

Fenoksihapot ovat nisäkkäille verrattain myrkyllisiä yhdisteitä. MCPA:n LD₅₀-arvo on 700 mg/kg annettaessa ainetta suun kautta rotalle. Ihmiselle tappavan annoksen on arvioitu olevan 5–10 g. Fenoksihappomyrkytyksessä oireet ilmenevät lämpötilan nousuna, kiihtyneenä sydämen lyöntitiheytenä ja hengitystiheytenä, veren happipitoisuuden laskuna, lihasjännityksenä ja vakavissa myrkytyksissä syvänä tajuttomuutena. Torjunta-

Taulukko 1. Koehenkilöt

Table 1. Subjects

Koehenkilön numero	Ikä v. 1979	Tupakointi savuketta/pv Smoking, cigarettes per day	Tupakoinut/v Smoked, years	Sairaudet Illnesses
1	27	0	0	Allerginen hevosen ja koiran karvoille Allergy for dog and horse
2	37	20	20	
3	33	20	10	Ihottuma Eczema
4	32	20	15	Lievä sokeri-tauti Diabetes (not severe)
5	39	0	0	Allerginen heinänpölylle, ihottuma Allergy for hay dust,

Koehenkilö 5 oli mukana vain kahtena päivänä v. 1979 elokuussa.

aineiden levitystyössä olleilla henkilöillä on ollut pahoinvointia ja ripulia. (Lääk. hall. työryhmän mietintö 1980, Prescott, L. ym. 1979, IARC 1977).

Fenoksihappojen pitkäaikaisvaikutuksista ihmiseen on osin ristiriitaisia tutkimustuloksia: Abortteja ja epämuodostumia aiheuttavista vaikutuksista ei ole tehty luotettavia ihmistä koskevia tutkimuksia. Karsinogeenisuudesta on tehty tutkimuksia Ruotsissa, jossa todettiin fenoksihapoille altistetuilla henkilöillä lisääntynyt riski sairastua pehmytkudossyöpään. Suomessa vastaavissa tutkimuksissa vesakontorjuntatyössä olleiden ihmisten syöpäsairastavuus ja kuolleisuus ei ole olennaisesti poikennut väestön keskimääräisestä riskistä (Lääk. hall. työryhmän mietintö 1980, Erikson ym. 1979, Hardel ym. 1978 ja 1979, Riihimäki ym. 1978).

Glyfosaatille voi altistua hengitysteitse tai ruoansulatuskanavan kautta. Se imeytyy huonosti ruoansulatuskanavasta ja poistuu suurimmaksi osaksi ulosteen mukana elimistöstä. Virtsaan erittyy munuaisten kautta 15–40 % pääosin sellaisenaan. Glyfosaatin puoliintumisaika ihmisellä on 6–11 h (Lääk. hall. työryhmän mietintö 1980, Naturvårdsverket 1979).

Glyfosaatin välitön myrkyllisyys on vähäinen. Sen LD₅₀-arvo on 4320 mg/kg rotalle suun kautta annettaessa, mutta vatsaonteloon ruiskutettaessa LD₅₀-arvo on 130–470 mg/kg. Akuutin myrkytyksen oireita eläimillä ovat mm. hengityksen tihtyminen ja vaikeutuminen, kehon lämpötilan nousu ja kouristukset ja jäykkyys. Eläinkokeissa vatsaonteloon ruiskutettaessa glyfosaatti on häirinnyt normaalia kasvua ja aiheuttanut muutoksia verenkuvaa sekä seerumin entsyymeihin. Glyfosaatin haittavaikutuksista on julkaistu vähän. Ihoaltistustesteissä sen ei ole todettu merkittävästi ärsyttävän ihoa. Julkaistuissa tutkimuksissa sillä ei ole todettu olevan mutageenisia, teratogeenisiä tai karsinogeenisiä vaikutuksia nisäkkäisiin. Tutkimuksissa on ollut puutteellisuksia, minkä vuoksi vaikutuksia näiltä osin ei voida vielä varmuudella arvioida. Täydentävät tutkimukset ovat käynnissä (Lääk.hall. työryhmän mietintö 1980, Landbruksdepartementets Giftnemnd 1978, Riihimäki 1981).

24. Työmenetelmät ja kantokäsittelylaitteet

241. Työmenetelmät

Tutkimustyömailla suoritettiin mekaanis-kemiallinen taimiston harvennus ja perkaus. Havupuutaimet harvennettiin sopivaan tiheyteen ja lehtipuun taimet poistettiin kokonaan muualta kuin aukko-aikeista. Lehtipuuvessaa poikkisahattaessa kantoon ruiskutettiin vesakontorjunta-ainetta. Jäävien havupuutaimien väli oli 2–4 m ja runkoluku n. 1000–3000 kpl/ha.

Metsähallituksen kehittämisjaoston selvietyksissä mekaanis-kemiallisen raivauksen vaatima ajanmenekki oli 19 % suurempi kuin vastaavan alueen mekaanisessa raivauksessa. Mekaanis-kemiallisen raivauksen palkkustannukset olivat taas 18 % pienemmät kuin erikseen tehdyssä raivauksessa ja kantokäsittelyssä yhteensä (Hokka ja Vähänikkilä 1977, s. 15). Vesattomia kannoista oli Metsähallituksen selvityksen mukaan 80 % seuraavan kasvukauden lopussa.

Koska tutkimusaineiston keräys ja laitteiden toiminnan epävarmuus häiritsivät melkoisesti normaalia työtä, työskentelivät koehenkilöt aikapalkalla.

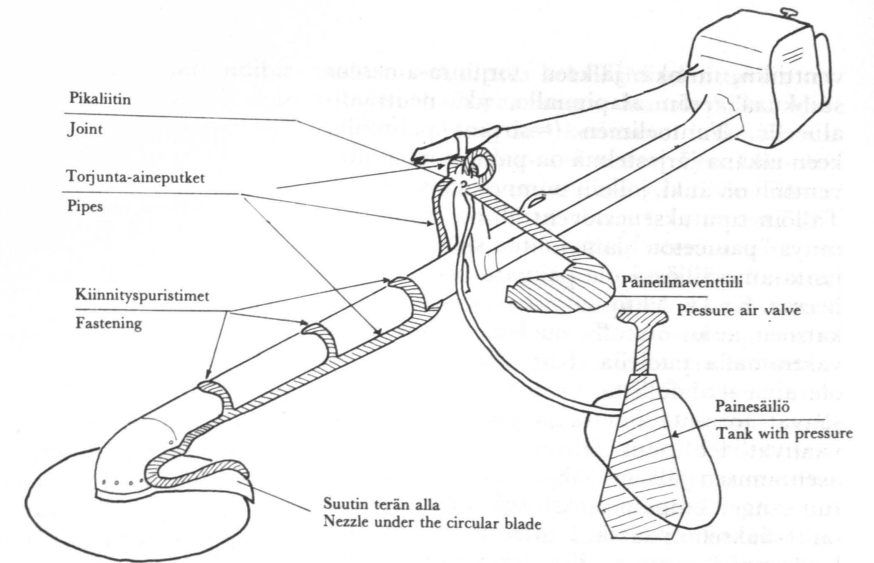
Metsähallituksen kehittämisjaoston selvietyksessä torjunta-aineen menekki oli 2,8–6,8 l/ha laimentamattomana. Näihin rajoihin sijoittui myös tämän tutkimuksen MCPA:n kulutus.

242. Kantokäsittelylaitteet ja niiden rakenne

Tämän tutkimuksen eräänä tehtävänä oli vertailla kahden paineettoman ja paineellisen kantokäsittelylaitetyypin käyttäjän altistuseroja.

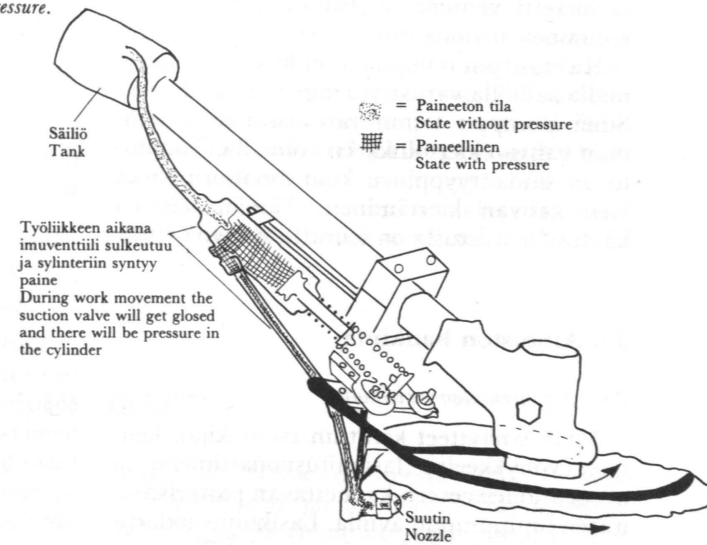
Kantokäsittelylaitteen torjunta-ainesäiliö on yleensä kiinnitetty raivaussahan teräkseliini tai raivaussahan valjaisiin. Säiliöstä torjunta-aine johdetaan suoraan (paineellinen laite) tai pumpun kautta (paineeton laite) suuttimeen terän alapuolelle. Sieltä aine suihkutetaan sahauksen yhteydessä terälle, josta se joutuu kantoon.

Tutkitut paineelliset laitteet olivat mallia "Husqvarna", jossa on kolmen litran muovisäiliö hihnan varassa työntekijän lonkkaa vasten. Paineellisen kantokäsittelylaitteen rakenne ilmenee kuvasta 1. Laitteessa on suu-



Kuva 1. Paineellinen laite.

Fig. 1. Device with pressure.



Kuva 2. Paineeton laite.

Fig. 2. Device with pump (tank without pressure).

Sylinterissä syntynyt paine avaa tiputuksenestoventtiilin ja torjunta-aineesos suihkuaa suuttimen suuntaamana terälle. Pressure in the cylinder will open the droppingprevention valve and pesticide mix will be sprayed to the blade directed by nozzle.

tinosa suojuksineen, putkisto, pikaliitin, paineventtiili ja säiliö. Täyttämisen jälkeen säiliöön pumpataan paine siinä olevalla pumpulla. Raivaussahan vasemmassa kädensijassa on venttiili, jota painetaan samanaikaisesti lehtipuun kaatosahauksen kanssa peukalolla. Tärkeää on saada torjunta-aineen annostelu osumaan yhtäaikaiseksi kaatosahauksen kanssa. Torjunta-aine kulkeutuu suuttimesta terälle, siitä kannolle ja jonkin verran myös kannon sivuille (Hokka ja Vähänikkilä 1977).

Toinen kokeiltavista laitteista (Kantosirppi) oli annostelun suhteen automaattinen ja paineeton, koska annostelu tapahtuu sirppimäisen "tuntoelimen" liikuttamalla pumpulla. Annostelu tapahtuu siis käyttäjän harkinnasta riippumatta. Sahaustyövaiheessa siirtyä tuntoelimen (kuva 2) sahattavan puun halkaisijan verran ja aiheuttaa paineen torjunta-ainepumppuun imuventtiilin sulkeuduttua sitä ennen. Pumpun sylinteriin tullut paine avaa ennen suutinta olevan tiputuksenesto-

venttiilin, minkä jälkeen torjunta-aineseos suihkuu terän alapinnalle, nk. neutraali-alueelle. Tuntoelimen (=sirpin) paluuliikkeen aikana järjestelmä on paineeton ja imuventtiili on auki, jolloin pumppu taas täyttyy. Tällöin tiputuksenestoventtiili on kiinni. Nimitys "paineeton" laite johtuu siitä, ettei torjunta-ainesäiliössä ole painetta missään vaiheessa. Kaikki lehtipuut sahataan käyttäjistä katsoen terän oikealla puolella ja havupuut vasemmalla puolella. Käytännössä tämä ei ole aina mahdollista, vaan joskus havupuut saavat torjunta-ainetta ja joskus käsittelyn vaativat lehtipuut jäävät ilman. Laitteen asentamisen jälkeen sahan tasapaino muuttuu sangen etupainoiseksi, koska pumppuosa on teräkselin päässä. Laitteesta on kehitetty kevyempää uutta mallia, jossa tämä haitta olisi pienempi, koska pumppu on kevennetty ja siirretty ylemmäksi (Hokka 1980, henkilökohtainen tiedonanto).

Kantosirpin tyyppinen on myös paineettomalla säiliöllä varustettu laite mallia "Enso". Siinä pumppu toimii raivaussahan vaseman kahvan kiertoliikkeen voimalla. Toiminto on samantyyppinen kuin moottoripyörän kaasukahvan kiertäminen. Tämän laitteen käyttäjän altistusta on seurattu syksyllä 1980.

25. Aineiston hankinta

251. Näytteenottomenetelmät

MCPA-näytteet kerättiin työntekijän hengitysvyöhykkeeltä lasikuitusuodattimelle ja absorptionesteseen kannettavan patterikäyttöisen imupumpun avulla. Lasikuitusuodattimena käytettiin Gelmanin tyyppi A/E suodattinta, jonka halkaisija oli 37 mm.

Absorptionesteenä käytettiin 25 ml etyyli-alkoholia, impinger pullossa. Näytteenotopumppu oli MSA modell S, jolla näytteenotonopeus oli 1–1,5 l/minuutti. Työntekijä kantoi kokeen aikana näytteenottolaitteistoa mukanaan suorittaen normaalin tapaan työtehtäviään. Näytteenottoaika vaihteli 1–5 h (Kolmodin-Hedman, ym. 1977).

Työntekijöiden altistumista MCPA:lle selvitetiin myös keräämällä heiltä virtsanäytteitä työpäivän päätyttyä.

Glyfosaattinäytteet kerättiin työntekijän hengitysvyöhykkeeltä absorptionesteseen, jona käytettiin 25 ml 0,01 M natriumhydrok-

sidiliuosta. Muutoin näytteenotto tapahtui samalla tavalla kuin MCPA:n mittauksissa (Paasivirta suullinen ohje 1979).

252. Analyysimenetelmät

Kerätyt MCPA-näytteet laimennettiin 25 ml:aan etanolia ja hapotettiin 1 ml:lla 5M rikkihappoa. Hydrolysoidut näytteet uutettiin kloroformiin, josta liuos uudelleen uutettiin kolmesti fosfaattipuskuriin. Fosfaattipuskuriliuoksesta MCPA eristettiin hapottamisen jälkeen kloroformiin, joka haihdutettiin kuiviin. Jäännös liuotettiin 250 µl:aan metanolia josta MCPA analysoitiin korkeapainestekromatografilla käyttäen UV-detektoria aallonpituudella 287 mm. Määritysraja oli 0,1 µg/ml.

Virtsanäytteitä pipetoitiin 25 ml mittapulloon. Näytteet hydrolysoitiin ja analyysi suoritettiin yllä kuvatulla tavalla (Fjeldstad ym. 1977).

Kerätyt glyfosaattinäytteet haihdutettiin vesihautella 1 ml:aan, jonka jälkeen ne lähetettiin Jyväskylän yliopistoon NMR:analyysiin.

253. Työolosuhte- ja työvaikeustekijät ja koejärjestely

Tutkimuksen suunnitteluvaiheessa arveltiin mm. vesakon tiheydellä (= poistuvia vesoja/ha) ja poistuvien vesojen kantojen yhteenlasketulla pohjapinta-alalla olevan vaikutusta hengitysvyöhykealtistukseen. Tämä siksi, että tiheässä ja järeässä vesakossa joudutaan sahaamaan ja käyttämään torjunta-ainetta enemmän kuin harvassa. Harvassa vesakossa kuluu runsaasti aikaa puulta puulle kävelemiseen ja mm. tuuli kuljettaa nopeasti pois mahdollisen torjunta-ainesumun. Päivän aikana käsitelty pinta-ala mitattiin ja sahattujen vesojen kappalemäärä ja kantojen yhteenlaskettu pohjapinta-ala arvioitiin 25 m²:n koe-aloilla (säde 2,82 m).

Tutkimustyömaat jaettiin 30 m leveisiin palstoihin, joiden rajat merkittiin muovinauhalla. Ympyräkoalat (25 m²) otettiin 20 m välein, mutta ensimmäinen koeala otettiin 10 m koealan reunasta. Koealoilta luettiin erikseen katkaistujen lehtipuuvesojen ja havupuutaimien kannon läpimitta 0,5 cm tasaavin luokin (tasaava luokka: tällöin esim. 2 cm:n

luokkaan kuuluvat 1,75–2,25 cm:n välillä olevat kannot). Samalla rekisteröitiin, oliko kantaan tullut torjunta-ainetta.

Tuulen suunnan ja voimakkuuden, lämpötilan ja kosteuden arveltiin niinkään voivan vaikuttaa tuloksiin. Tästä syystä nämäkin tiedot rekisteröitiin kolme kertaa päivässä ja laskettiin niistä keskiarvo. Tuulen suuntaa ja nopeutta arvioitiin merkkisavulla ja kellolla. Ilman kosteus ja lämpötila mitattiin Assmanin psykrometrilla.

Torjunta-aineen kulutus mitattiin mittalasilalla ja bensiininkulutus arvioitiin sahattujen tankillisten määrästä. Näiden muuttujien oletettiin olevan yhteydessä työn tuotokseen ja altistukseen.

Joka toiselle 30 m levyiselle koepalstalle sijoitettiin paineellinen ja joka toiselle paineeton laite. Kukin koehenkilö sahasi joka päivä eri laitteella. Nämä tehtiin työolosuhte- ja vaikeustekijöiden sekoittavan vaikutuksen vähentämiseksi.

26. Tilastolliset menetelmät

Aineiston pienestä koosta johtuen tärkein tietojen käsittelymenetelmä oli keski- ja haajantolukujen laskenta. Kantokäsittelylaite-

mallien vertailussa kokeiltiin sekoittavien tekijöiden hallintaa regressioanalyysillä. Vakioitiedut (adjustoidut) keskiarvot laskettiin sijoittamalla sekoittavien muuttujien koko aineiston keskiarvot regressioyhtälöön, jossa toisessa laitemalli sai arvon 0 ja toisessa arvon 1. Vertailuissa mukaan otettiin vain ne sekoittavat muuttujat, joiden regressiokerroin oli tilastollisesti merkitsevä (5 % merkitsevyytaso). Koska sekoittavan muuttujan vaikutus saattoi olla erilainen eri laitemalleilla (=yhdysvaikutus) muodostettiin lisäksi uusia muuttujia (product term eli tulotermin) (vrt. esim. Miettinen 1980) kertomalla dikotominen laitemuuttuja (paineeton=1; paineellinen=0) mallin muilla muuttujilla.

Altistusten keskiarvojen eroa laitemallien välillä testattiin t-testillä. Lisäksi laitemallin vaikutusta altistukseen tarkasteltiin kovarianssianalyysillä, jolloin sekoittavat tekijät saatiin hallintaan. Kovarianssianalyysissä suoritettiin useilla eri sekoittavien tekijöiden kombinaatioilla, mutta tulotermejä ei käytetty. Näin ollen kovarianssianalyysissä ei otettu huomioon sitä, että jokin sekoittava tekijä saattaisi vaikuttaa eri tavalla eri laitemalleilla. Altistuseroja kovarianssianalyysissä testattiin F-testillä. Lisäksi sovellettiin X²-testiä.

3. TULOKSET

Alkoholiin kerätty torjunta-aineen sumuuntumisesta johtuva MCPA-altistus hengitysvyöhykkeellä oli paineellisella laitteella 0,054 mg/m³ (m³=kuutiometri ilmaa) (95 %:n luottamusväli 0,009–0,098), paineettomalla 0,023 mg/m³ (95 %:n luottamusväli 0,008–0,038) ja molemmilla laitetyypeillä keskimäärin 0,038 mg/m³ (95 %:n luottamusväli 0,016–0,060).

Lasikuitusuotimelle kerätty torjunta-aineroiskeiden ja -sumun aiheuttama MCPA-altistus oli hengitysvyöhykkeellä paineellisella laitteella 0,181 mg/m³ (95 %:n luottamusväli 0,064–0,298), paineettomalla 0,087 mg/m³ (95 %:n luottamusväli 0,055–0,118) ja molemmilla keskimäärin 0,124 mg/m³ (95 %:n luottamusväli 0,076–0,173).

Viidessä työpäivän päätyttyä otetussa virtsanäytteessä oli keskimäärin 0,4 mg/l

MCPA:ta. 21:ssä näytteessä taas virtsan MCPA-pitoisuus jäi alle määritysrajan (=0,2 mg/l). Ilma- ja virtsapitoisuudet eivät korreloineet keskenään.

Kaikkien hengitysvyöhykkeeltä natriumhydroksidiin kerättyjen glyfosaattinäytteiden pitoisuudet jäivät alle määritysrajan (= 0,05 mg/m³). Virtsanäytteitä ei glyfosaattimitauksissa otettu.

MCPA-mittauksissa bensiininkulutus näytettä kohti oli keskimäärin 2,9 l. Tämä oli sama molemmilla laitetyypeillä. MCPA-seosta kului paineellisella laitteella keskimäärin 8,5 l/näyte ja paineettomalla laitteella 5,3 l/näyte ja molemmilla laitteilla keskimäärin 6,8 l/näyte. Torjunta-aineseoksen (MCPA) menneki raivattua hehtaaria kohti oli paineellisella laitteella 29,4 l/ha (=4,4 l tehoainetta/ha), paineettomalla 18,3 l/ha (=2,7 l tehoai-

netta/ha), sekä molemmilla keskimäärin 23,6 l/ha (=3,5 l tehoainetta/ha). Päivässä (=näytettä kohti) käsiteltiin paineellisella laitteella 0,3 ha, jossa alueella poistuvia vesoja oli keskimäärin 4700 kpl ja vesojen yhteen-

laskettu kantopinta-ala 0,9 m²/ha. Paineettomalla laitteella käsiteltiin myös 0,3 m²/ha, jossa alueella poistuvia vesoja oli keskimäärin 4300 kpl, niiden yhteenlasketun kantojen pohjapinta-alaan oltua n. 1,2 m².

4. TULOSTEN TARKASTELUA

Paineellisella laitteella alkoholiin otettu torjunta-ainealtistus ei riippunut niin voimakkaasti vesakon tiheydestä ($r=0,37$)* kuin paineettomalla laitteella ($r=0,60$). Ero voisi johtua paineettoman laitteen automaattisen torjunta-aineannostelun tarkkuudesta verrattuna paineellisen laitteen käsiautoisuuteen, ellei eron syynä ole sattuma. Poistuvien vesojen kantojen yhteenlasketulla pinta-alalla/ha ei yllättäen ollut juuri mitään yhteyttä altistukseen. Kosteudella oli perin heikko yhteys altistukseen ($r=0,20$). Tässä esitutkimusaineistossa lämpötilalla oli voimakas yhteys ($r=0,74$; paineellinen $r=0,79$; paineeton $r=0,88$). Riippuvuus voimistui eli osittaiskorrelaatiokertoimen arvo nousi lukuun 0,84 vakioitaessa torjunta-aineen kulutus, poistuvien vesojen tiheys ja sahamalli. Altistus riippui jossain määrin ($r=0,56$; paineellinen $r=0,54$ ja paineeton $r=0,85$) tuulen suunnan ja nopeuden tulosta.

Altistus oli paineellisella laitteella voimakkaamassa yhteydessä torjunta-aineen kulutukseen ($r=0,89$) kuin paineettomalla ($r=0,30$). Tällä ilmiöllä saattaisi olla yhteyttä torjunta-aineseoksen erilaiseen sumuuntumiseen. Torjunta-aineen kulutus riippui taas paineettomalla laitteella enemmän bensininkulutuksesta ($=0,61$) kuin paineellisella ($r=0,32$). Paineettomalla laitteella torjunta-aineen kulutuksen korrelaatio vesakon tiheyteen ($r=0,54$) oli vahvempi kuin paineellisella (0,27).

Tämän esitutkimuksen aineistossa laitemallien alkoholiin kerättyjen hengitysvyöhykenäytteiden keskiarvoissa ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa ($F=2,34$, $df=1$, $p=0,14$). Tämän jälkeen vakioitiin kovari-

* Tulomomenttikorrelaatiokerroin (r) on 5 % tasolla merkitsevä kun se ylittää arvon 0,63 havaintojen (n) ollessa 10 ja arvon 0,44 havaintojen ollessa 20. (Documenta Geigy 1960)

anssianalysillä erilaisia sekoittavien tekijöiden yhdistelmiä, mutta tilastollisesti merkitseviä eroja ei tullut esiin. Koska yhdistettyjä muuttujia (=tulotermejä) ei kovarianssianalysissä ollut mukana, oletettiin sekoittavien tekijöiden vaikuttavan molempien laitemallien ryhmissä samalla tavalla.

Torjunta-aineen kulutuksen kasvaessa paineellisella laitteella altistus nousi nopeammin kuin paineettomalla. Tästä syystä regressiomalliin otettiin mukaan myös tulotermit, joissa dikotominen laitemallimuuttuja oli kerrottu muilla mukana olleilla muuttujilla. Lopullisesta mallista poistettiin muuttujat, joiden regressiokerroin ei ollut tilastollisesti merkitsevä (5 % merkitsevyystaso).

Lopulliseksi regressiomalliksi tuli

Muuttuja	Regressiokerroin	Betakerroin	Osittaiskorrelaatiokerroin
x_2 =Torjunta-aineen kulutus l/näyte	0.009999	0.711	0.890
x_3 =Lämpötila, °C	0.002892	0.437	0.835
x_7 =Vesakon tiheys	0.000001	0.210	0.591
x_9 =Laitemalli	0.064617	0.696	0.671
x_2x_9 =Laitemalli, kerrottuna torjunta-aineen kulutuksella	-0.010327	-0.653	-0.678
Vakio	-0.076903		

$R^2=0.93$

Kuten edellä todettiin, ei laitemallien keskiarvoissa ollut tilastollisesti merkittävää eroa tässä aineistossa toteutuneella keskimääräisellä torjunta-aineen kulutusarvolla ja muiden mukana olleiden muuttujien keskimää-

räisellä tasolla. Kuitenkin koska tarkemmassa regressioanalyysissä osoittautui laitemallin ja torjunta-aineen kulutuksen olevan yhdysvaikutuksessa altistukseen nähden, niin vakioituja keskiarvoja on tarkasteltava ja testattava sekoittavan tekijän (=torjunta-aineen kulutus) eri tasoilla. Tämä voidaan tehdä t-testisuuren avulla (Dunn ja Clark 1974). Vakioidut keskiarvot saatiin sijoittamalla yllä olevaan regressiomalliin seuraavat muuttujien arvot:

	$X_2=6,8$	$X_9=0$ (paineellinen=0)
paineellinen	$X_3=7,1$	
laite	$X_7=16971.4$	$X_2X_9=0$

Vastaavalla tavalla sijoitettiin regressioyhtälöön paineettoman laitteen ryhmän muuttujien arvot:

$X_2=6,8$	vakioitu keskiarvo (paineellinen)=0,029
$X_3=7,1$	
$X_7=16971.4$	vakioitu keskiarvo (paineeton)=0,024
$X_9=1$ (=paineeton laite)	
$X_2X_9=6,8$	

Tämän jälkeen sijoitusten tuloksena syntyneiden altistusten vakioitujen keskiarvojen erotusta testattiin t-testillä, jonka testisuureksi saatiin:

$$t = \frac{-0.00576}{\sqrt{5.66 \cdot 10^{-5}}} = 0.765, \text{ N.S.}$$

* (vakioitujen keskiarvojen testaus, kun kulutus on koko aineiston keskiarvossa)

* N.S.=no significance=ei merkitsevää eroa tai riippuvuutta ($p<0,05$)

Jos torjunta-aineen kulutus nousisikin tässä aineistossa todetusta 6,8 litrasta esimerkiksi 10 litraan/päivä ja näyte, poikkeaisivat laitemallien altistusten odotusarvot toisistaan merkitsevästi ($t=2,81$; $p<0,05$). Jos torjunta-aineen kulutus olisi 0 litraa poikkeaisivat odotusarvot jälleen toisistaan merkitsevästi ($t=3,51$ $p<0,01$).

Jos esimerkiksi ainemenekkiä olisi lisättävä paremman vesakontorjuntatehon aikaansaamiseksi, saattaisivat altistuserot yllä olevan mukaisesti tulla tilastollisesti merkitseviksi. Tässä yhteydessä on huomautettava lisäksi, että paineellisella laitteella 87 %:iin kannoista tuli torjunta-ainetta, mutta paineettomalla vain 82 %:iin. Ero oli tilastollisesti merkitsevä ($X^2=7.24$, $df=1$, $p=0,01$). Tämä johtunee siitä, että paineettoman sirppilaitteen tuntelelin ei liiku aivan pienten vesojen katkaisussa.

Koska selitettävissä (sekoittavissa) muuttujissa esiintyi multikollineaarisuutta, olisi polkuanalyysi tuonut lisätietoa vaikutusyhetyksistä. Se vaatii kuitenkin monimutkaisten mallien kohdalla tätä suuremman aineiston. Laitemallien altistuseroja tarkasteltiin myös koehenkilöittäin. Kenellekään ei paineettoman laitteen altistus ollut suurempaa kuin paineellisen.

Tässä kohdin tarvittaisiin tiedot myös laitemallien tehosta uudelleen vesoittumisen estämiseksi. Pienemmästä altistuksesta ei ole vastaavaa hyötyä, jos alueelle joudutaan palaamaan uudelleen.

Varsinkin kehitysvaiheessa olleessa paineettomassa laitteessa oli runsaasti toimintahäiriöitä. Niiden korjaaminen lisää taas ihoabsorbtion kautta tapahtuvaa altistumista. (Urakatyössä rikkoontumiset ja häiriöt lisäävät psyykkistä kuormitusta). Joskus tuntoelimen (=sirpin) ja terän väliin jäi risuja, mikä vaikeutti työtä.

Paineetonta sirppilaitetta koehenkilöt valittivat paineellista painavammaksi, epätasapainoisemmaksi, kömpelömmäksi ja raskaammaksi sahata.

Sahaa piti heidän mukaansa "lyödä" puuhun, minkä jälkeen lyöntiliike piti jarruttaa. Tämä teki heidän mielestään työn raskaammaksi ja hitaammaksi kuin painesahalla ja kipeytti oikean käden hauislihaksen sekä niskan ja hartianseudun. Yhden koehenkilön piti laittaa käteen salvaa kipujen lievittämiseksi. Myös päänsärkyä MCPA-käsittelyssä valittiin.

Altistumista vesakontorjunta-aineille työhygieenisiin mittauksiin on tutkittu varsin vähän. Ruotsissa Birgitta Kolmodin-Hedmanin johtama työryhmä on selvittänyt työntekijöiden altistusta traktoriruiskua käytettäessä. Tässä ruotsalaisessa tutkimuksessa mitatut pitoisuudet vaihtelivat 0,05–0,2 mg/m³, neljän mittaustuloksen ollessa tätäkin korkeampia. Vastaavat pitoisuudet virtsassa olivat 1–14 mg/l. (Kolmodin-Hedman ym. 1979). Ruotsalaisessa tutkimuksessa altistuminen oli siis huomattavasti tässä esitutkimuksessa todettua korkeampi.

Fenoksietikkahapoista on sosiaali- ja terveysministeriön antamissa teknillisissä turvallisuusohjeissa n:o 11 annettu enimmäispitoisuusohjearvo 2.4D:lle, jonka enimmäispitoisuus on 10 mg/m³. Virtsapitoisuuksille ei vastaavanlaisia ohjearvoja fenoksietikkaha-

poille ole. (Sosiaali- ja terveysministeriön . . . 1972).

Mitatut torjunta-ainepitoisuudet ilmassa jäävät tutkimuksessa menetelmässä huomattavasti alle enimmäispitoisuuden. Näin pienten pitoisuuksien hättävähaittoja altistetuille työntekijälle on mahdotonta tehdä mitään johtopäätöksiä. Virtsanäytteiden tulokset

5. JOHTOPÄÄTÖKSET JA SUOSITUKSET

51. Johtopäätökset

Tässä esitutkimuksessa altistus hengitysvyöhykkeellä jäi alhaiseksi. Osaksi tähän saattoi vaikuttaa se, että käytetyt torjunta-aineseosväkevyydet olivat laimeita. Toisaalta koska glyfosaatti sekoitettiin veteen, pintajännitys vaikuttaa pisarakokoon suurentavasti ja tällöin myös hengitystiealtistus pienentynee.

Koska suodattimelle keräytyissä näytteissä todettiin korkeammat pitoisuudet kuin absorptionesteessä, on ilmeistä, että kantokäsittelylaitteen terä lennättää ilmaan torjunta-ainetta "roiskeina". Niiden pisarakoko ja nopeus on niin suuri, etteivät ne jää absorptiopulloon kerättyyn nesteeseen. Roiskeista kontaminoituvat kuitenkin työntekijän vaatteet ja osa saattaa osua paljaalle iholle (kasvot, kaula), jolloin altistus lisääntyy aineen ihon kautta tapahtuvan imeytymisen vaikutuksesta. Asian arvioiminen vaatisi tarkempia tutkimuksia esim. analysoimalla työntekijän rintaan kiinnitettyä suodatinpaperikartongilla työn aikana kertyneet torjunta-aineroiskeet. Tällaista menetelmää kokeiltiin v. 1981 syksyllä.

Niinikään näytteenottoajat jäivät monesti lyhyiksi, millä on saattanut olla vaikutusta tuloksiin. Altistusarvot MCPA:lla olivat kuitenkin niin paljon 2,4D:n suositun enimmäispitoisuuden alle, ettei rajan ylittyminen normaalityössä liene kovin todennäköistä.

Tässä yhteydessä on korostettava, että itse aineiden (varsinkin fenoksihappojen) pitkäaikaisvaikutuksista on ristiriitaisia tuloksia.

Paineellisen ja paineettoman sahumallin altistuserojen tarkempaan tarkasteluun tämä esitutkimusaineisto oli liian pieni. Pumppu-toiminen paineeton laite tosin altisti paineell-

soittavat, että torjunta-ainetta ainakin muutamissa tapauksissa on joutunut työntekijöiden elimistöön. Altistustienä on mahdollisesti ollut paitsi hengitystie myös ihoabsorptio. Glyfosaatille ei ole annettu enimmäispitoisuusohjeita. Mitatut ilmapitoisuudet jäivät kaikki alle määritysrajan 0,05 mg/m³.

lista vähemmän, mutta myös kantoihin tuli harvemmin torjunta-ainetta. Koehenkilöt valittivat lihasvaivoja tämän laitteen käytössä, mikä johtui sahan huonosta tasapainosta. Tällä kohdin tuotekehittelyä on jatkettu ja laite on keventymässä. Myös sähkötoimista automaattilaitetta on kehitetty (Nisula 1980). Nisulan kehittämä laite ei ruiskuta torjunta-ainetta terälle vaan pistesuihkuna suoraan kantaan. Tällöin voidaan käsitellä yli 50 % jälsirenkaan kehäpiiristä (Nisula 1980). Silmävaraisten havaintojen perusteella kannon ohhi menevä syöttönestepysy suuripisaraisena ja putosi maahan (Nisula 1980). Tällaisella laitteella sumuuntuminen ja roiskeet ilmeisesti vähenevät. Myös laitteen pumppua on kehitetty.

Erittäin tärkeää onkin saada laitteet toimintavarmiksi, jotta korjauksia ei tarvitsisi tehdä työpäivän kestäessä. Toimintahäiriöiden korjaamisessa työntekijät voivat altistua ihoabsorption kautta.

Suppean aineiston vuoksi tämän esitutkimuksen tuloksia ei voida yleistää. Niitä voidaan pitää vain karkeasti suuntaa-antavina. Myös tilastollisiin testauksiin on suhtauduttava varoen, koska ei ole varmaa, täyttävätkö mittaus tulokset yksinkertaisen satunnaisva-linnan kriteerit.

52. Suositukset

Vaikka työntekijät altistuvat torjunta-aineille vähäisessä määrin kantokäsittelyn aikana, on riittävä suojautuminen työssä tarpeen. Kantokäsittelytyössä riittää perussuojainten käyttö, johon kuuluu suojakäsineet, puuvillahaalarit, kumisaappaat ja suojapää-

hine. Torjunta-aineen laimennuksen yhteydessä olisi suotavaa käyttää myös muovista suojaesiliinaa.

Sopiva käsinemateriaali olisi esim. neopreeni- tai nitrilikumi. Oikea materiaalivalinta sekä käsineen sisäpuolen puhtaana pitäminen on ratkaisevan tärkeää. Jos käsine läpäisee haitallista epäpuhtautta tai jos sitä on päässyt valumaan käsineen sisäpuolelle (esim. vuoriin), saattaa käsineen käyttö jopa lisätä ihottuman ja herkistymisen vaaraa. Tällaisissa tapauksissa tulee käsine vaihtaa. Samoin tulee toimia, jos käsine on rikkoutunut.

Käsineen tulee sopia hyvin käteen ja olla riittävän pitkävartinen ja tiivissuinen. Jos käsineessä ei ole vuoria, sen alla voidaan pitää irrallisia puuvillakäsineitä. Ilmaa läpäisemättömä käsine ei pidä käyttää pitempään kuin 20–30 minuuttia kerrallaan.

Käsineet ja kumisaappaat on puhdistettava ja kuivattava säännöllisesti. Ne pestään lievästi emäksisellä saippuavedellä ja kuivataan hyvin tuuletetussa paikassa auringon valolta suojassa alle 50 °C:n lämpötilassa.

Suojavarusteet, samoin kuin torjunta-ai-

neen levityksen aikana käytetty työvaatetus on säilytettävä eri vaatekaapissa kuin vapaa-ajan vaatetus. Työskentelyn aikana olisi vältettävä tupakointia ja ennen ruokailua tulisi kädet huolellisesti pestä. Työpäivän päätyttyä on tarpeen suorittaa välittömästi huolellinen peseytyminen ennen vaatteiden vaihtoa. Työvaatetus tulee pestä säännöllisesti esim. kerran viikossa.

Varastot joissa torjunta-ainetta säilytetään tulee pitää hyvässä järjestyksessä ja siisteinä. Varaston tulee olla kuiva, hyvin ilmastoitu ja lukittava. Säilytyspaikan oveen on kiinnitettävä tarpeelliset varoituskilvet.

Torjunta-aineita käsitteleville työntekijöille tulisi antaa tietoa oikeista työmenetelmistä, henkilökohtaisesta suojautumisesta, varovaisuudesta ja eri torjunta-ainetyyppien ominaispiirteistä. Työnjohtajan tulisi huolehtia, että koulutuksen saaneet työntekijät tekevät vesakkojen torjunta-aine-käsittelyt.

Käytettyjen torjunta-aineiden käyttöturvallisuustiedotteet tulisi hankkia ennen työn aloittamista ja varmistaa, että aineen käyttäjät perehtyvät tiedotteeseen ennen kuin ryhtyvät käyttämään sitä.

LÄHTEET

- Documenta geigy. 1960. Wissenschaftliche Tabellen. 6. Auflage. Schweiz.
- DUNN, O. J. & CLARK, V. A. 1974. Applied Statistics: Analysis of Variance and regression. New York.
- ERIKSSON, M., BERG, N., HARDELL, L., MÖLLER, T. & AXELSON, O. 1979. Casecontrolstudie över maligna mesenkymala mjukdelstümörer och exposition för kemiska substanser. Läkartidningen 76: 3872–3875.
- FJELDSTAD, P. & WANNAG, A. 1977. Human urinary excretion of the herbicide 2-methyl-4-chlorophenoxyacetic acid. Scand. J. Work Envir. Hlth. 3: 100–103.
- HARDELL, L. & SANDSTRÖM, A. 1978. Maligna mesenkymala mjukdelstümörer och exposition för fenoxisyror eller klorfenoler. Läkartidningen 75: 3535–3536.
- & SANDSTRÖM, A. 1979. Case-control study: softtissue sarcomas and exposure to phenoxyacetic acids or chlorophenols. Brit. J. Cancer 39: 711–715.
- HOKKA, P. Henkilökohtainen tiedonanto sirppisahan kehittämisestä.
- & VÄHÄNIKKILÄ, M. 1977. Raivaussahauksen yhteydessä kantokäsittely. Teho 10.
- Joint NIEHS/IARC Working group report on the long-term hazards of polychlorinated dibenzodioxins/polychlorinated dibenzofurans IARC International Technical Report No 78/001: 57. Lyon. IARC (International Agency for Research on Cancer) 1978.
- KOLMODIN-HEDMAN, B., HÅKANSSON, M., RADMA, E., BERGMAN, K. & SVENSSON, Å. 1977. Yrkesmedicinsk kontroll av berörd personal vid lindan resp. DDT behandling av barrträdplantor. Arbete och Hälsa 7.
- , ERNE, K., HÅKANSSON, M., & ENGQVIST, A. 1979. Kontroll av yrkesmässig exponering för fenoxisyror (2,4-D och 2,4,5-1). Arbete och Hälsa 17.
- KURKELA, T. 1978. MCPA ja männyn versoruoste. Metsä ja Puu 5.
- Landbruksdepartementets Giftnemnd. 1978. Skogsprotying med glyfosat. En orientering fra Landbruksdepartementets giftnemnd. Ås.
- Metsätilastollinen vuosikirja 1979. Suomen virallinen tilasto XVII A:ll. Folia For 430.
- MIETTINEN, O. S. 1980. kurssin "The Seventh International Advanced Course on Epidemiologic Methods" luennot.

- NISULA, P. 1980. Tutkimuksia kantoherbisiidien levittämisestä raivaussahalla. Folia 439.
- RIIHIMÄKI, V., ASP, S., SEPPÄLÄINEN A. M., & HERNBERG, S. 1978. Symptomatology, morbidity and mortality experience of chlorinated phenoxyacid herbicide (2,4-D, 2,4,5-T) sprayers in Finland. A clinical and experimental study. Working paper for an IARC working group meeting on "Coordination of epidemiological studies on the long-term of chlorinated dibenzodioxins and chlorinated dibenzofurans". Lyon, January 10-11 1978. 10 s.

SUMMARY

EXPOSURE OF WORKERS TO HERBICIDES

The purpose of this study was to measure workers' exposure to MCPA and glyfosat when sprayers connected to the workers' brushsaws are used. A non-pressurized sprayer with a pump and a pressurized sprayer where dosage was regulated with manual control were studied. Exposures were measured from the breathing zone and urine samples, which were taken at the start of the workweek in the morning and at the end of each workday.

MCPA collected from the breathing zone into alcohol was 0,05 mg/m³ for the pressurized sprayer, 0,02 mg/m³ for the non-pressurized sprayer and 0,04 mg/m³ (average) for both sprayers used together.

MCPA in the breathing zone, collected from splashes and fog into a fiberglass filter, was 0,18 mg/m³ for the pressurized sprayer, 0,09 mg/m³ for the non-pressurized sprayer and 0,12 mg/m³ (average) for both sprayers used

- Taimikoiden hoitosuunnitelmat valtion, yksityisten ja yhtiöiden metsissä v. 1978.
- Taimikoiden hoitosuunnitelmat valtion, yksityisten ja yhtiöiden metsissä v. 1979.
- Työpaikan ilman epäpuhtauksien enimmäispitoisuudet. Sosiaali- ja terveystieteiden tutkimuskeskuksen julkaisuohjeet nro 11, 1972.
- Vesakontorjunta-aineiden terveydellisiä vaikutuksia tutkineen työryhmän mietintö. Helsinki 1973. 69 s.
- Vesakontorjunta-aineet. 1980. Lääkintöhallituksen työryhmän mietintö nro 4. Helsinki.

together.

After the workday, 5 urine samples had 0,4 mg/l (average) concentration of MCPA. The concentrations of 21 urine samples were below 0,2 mg/l.

Glyfosat in the breathing zone, collected into natriumhydroacid, was below 0,05 mg/m³. Urine samples were not analyzed for glyfosat.

The concentrations measured in the breathing zones were well below the set limits. There is no limit for urinary concentration of glyfosat. It is impossible to draw conclusions from such small exposures.

Since 1980 we have studied exposure when using other spraying systems (for instance sprayers connected to forest tractors and motor sprayers carried on back of the worker). The exposure of the latter sprayer seems to be tenfold compared with that of clearing saw sprayer according to preliminary results.

ODC 114.444:114.12

ISSN 0037-5330

PÄIVÄNEN, J. 1982. Physical properties of peat samples in relation to shrinkage upon drying. Seloste: Turvenäytteiden fyysikaalisten ominaisuuksien suhde kutistumiseen kuivattaessa. Silva Fenn. 16(3): 247-265.

The study discusses the amount of shrinkage of volumetric undisturbed peat samples when drying to an oven-dry (105 °C) condition. The amount of shrinkage is related to various physical properties of peat. In addition, some observations were performed on the shrinkage phenomenon during the drying process. The study results may be used when predicting the shrinkage of peat samples with various peat properties. Knowledge of this kind is particularly important in connection with peat harvesting.

Author's address: The Finnish Forest Research Institute, Department of Peatland Forestry, Unioninkatu 40 A, SF-00170 Helsinki 17, Finland.

ODC (47):791.3:86

ISSN 0037-5330

ERONEN, J. 1982. Soviet pulp and paper industry: factors explaining its areal expansion. Seloste: Neuvostoliiton massa- ja paperiteollisuuden alueellista laajenemista selittävät tekijät. Silva Fenn. 16(3): 267-285.

A location theory of the Soviet pulp and paper industry based on three factors: markets, wood raw material sources and relative costs, suggested by Soviet authors V. K. Antonov and L. I. Trusova, is given empirical contents. A tentative forecast of future location decisions is made.

Author's address: Helsinki School of Economics, Runeberginkatu 22-24, SF-00100 Helsinki 10, Finland.

ODC 2--114.444+237+181+422

ISSN 0037-5330

HEIKURAINEN, L. 1982. Ojitusalueiden taimistojen kehityksestä vuosina 1964-68 toimeenpannun suomensäkipailun koalojen valossa. Summary: Development of seedling stands on drained peatlands. Silva Fenn. 16(3): 287-321.

The aim of the paper is to describe the development of pine (*Pinus sylvestris*) and spruce (*Picea abies*) seedling stands on drained peatlands and to find out the principal factors influencing their growth. The material under survey consists of 180 sample plots distributed from Finland's southern coast to the Polar Circle.

The most important growth factors have been the accumulated temperature sum, site quality, drainage intensity and silvicultural condition, such as the density of the stand, the proportion of birch in the stand, and the amount of possible shelterwoods. The influence of these factors are investigated. To some extent the influence of fertilizing, and the disturbing effects of some forest damages, such as frost, growth disturbances and elk damages have also been investigated. Some comparisons between the development in seedling stands on drained peatlands to the known development of seedling stands in mineral soils were made.

Author's address: Department of Peatland Forestry, Unioninkatu 40 B, SF-00170 Helsinki 17, Finland.

ODC 304+414+249

ISSN 0037-5330

KANGAS, J. & KLEN, T. 1982. Raivaussahan kantokäsittelylaitteen käyttäjien altistuminen torjunta-ainelille. Summary: Exposure of workers to herbicides. Silva Fenn. 16(3): 323-334.

In this study the exposure of workers when using a stump sprayer connected to the clearing saw, which sprays brushkiller on the stump when cutting the shoot, was examined.

The MCPA-exposure in the breathing zone gathered in alcohol was, when using the sprayer with pressure 0,05 mg/m³, with sprayer without pressure 0,02 mg/m³ and when using both sprayer types on the average 0,04 mg/m³.

The MCPA-exposure in the breathing zone, produced by brush-killer splashes and fog, gathered to a glassfiber-filter, was when using a sprayer with pressure 0,18 mg/m³, with sprayer without pressure 0,09 mg/m³ and when using both sprayers on the average 0,12 mg/m³. Normative air contents maximum is 10 mg/m³ for 2,4-D.

In five urine samples taken after the work day there was on the average 0,4 mg/l MCPA and in 21 samples the MCPA-contents of urine was again under the definition limit (=0,2 mg/l).

Author's address: Kuopio Regional Institute of Occupational Health, Box 261, SF-70101 Kuopio 10, Finland

KIRJOITUSTEN LAATIMISOHJEET

Silva Fennica-sarjassa julkaistaan lyhyitä metsätieteellisiä tutkimuksia ja kirjoituksia kotimaisilla kielillä tai jollakin suurella tieteellisellä kielellä. Julkaistavaksi tarkoitettu käsikirjoitus toimitetaan kahtena kappaletena seuran sihteerille painatuskelpoisessa asussa. Seuran hallitus ratkaisee asiantuntijoita kuultuaan, hyväksytäänkö kirjoitus painettavaksi.

Kirjoitusten laadinnassa noudatetaan Silva Fennica 4 (3):ssa (1970) annettuja sekä toimittajan erikseen antamia ohjeita. Suureissa, yksiköissä, symboleissa ja kaavoissa sekä oikoluvussa noudatetaan suomalaisia standardeja SFS 2300, 3100, 3101 ja 2324.

Kirjoitusten alkuun tulee julkaisun kielellä lyhyt tiivistelmä tutkimuksen tuloksista (ladottuna korkeintaan 20 riviä). Samoin laaditaan lyhyt mutta riittävä englanninkielinen summary ja myös englanninkielinen kirjastokortti, joka pituudeltaan on korkeintaan 18 konekirjoitusriviä. Sisällysluetteloja ei käytetä. Mahdolliset kiitokset esitetään johdannon lopussa ja ne ladotaan normaalia pienemmällä kirjaimella.

Kuvat on laadittava mieluiten yhdelle palstalle sopiviksi (lev. n. 6,5 cm). Kuvien sisällä olevat tekstit on kirjoitettava siirtokirjaimin, tekstityslaitteella tai muuten siististi. Useita osakuvia sisältävät kuvat tai monen kuvan sarjat on suunniteltava siten, ettei taitto vaikeudu. Kuvaoriginaalien tulee olla korkeintaan kokoa A4. Mikäli isompia kuvia joudutaan käyttämään, on asiasta sovittava toimittajan kanssa. Valokuvien on oltava teknisesti moitteettomia, kiiltävälle paperille vedostettuja. Värikuvia ei yleensä hyväksytä. Kuvien otsikko-tekstejä ei missään tapauksessa saa kirjoittaa kuvaoriginaaleihin, vaan ne kirjoitetaan erilliselle liuskalle. Taulukkotekstit kirjoitetaan kuitenkin ao. taulukon yläosaan, eikä niistä erillistä luetteloja tarvita.

Taulukot laaditaan mahdollisimman paljon lopullista painatusasuaan muistuttaviksi. Taulukoiden viivituksen on oltava yhdenmukainen ja harkittu, yleensä pari johtoviivaa riittää. Vain pienet, yhdelle palstalle sopivat asetelmat ovat sallittuja, suuremmista tulee tehdä taulukko. Taulukot ja kuvat numeroidaan juoksevasti ja sijoitetaan tekstiosasta erilleen kukin omalle liuskalleen. Kuvien ja taulukoiden toivotut paikat merkitään käsikirjoituksen marginaaleihin. Jos vieraskielisessä summaryssä viitataan kuviin ja taulukoihin, tulee viitatuissa kuvissa ja taulukoissa olla vieraskieliset otsikot ja selitykset. Muut kuvat ja taulukot saavat olla yksikieliset.

Matemaattiset kaavat, ylä- ja alaindeksit sekä erikoismerkit on kirjoitettava selkeästi, niin että jokainen merkki on yksiselitteinen. Matemaattiset kaavat on muokattava sellaisiksi, että ne mahtuvat palstan leveydelle (n. 6,5 cm). Leveämmät kaavat on katkaistava soveltuvasta kohdasta ja jatkettava seuraavalle riville.

Tekstin lähdeviittaukset kirjoitetaan aikaisemmasta poiketen pienin kirjaimin. Milloin tekijöitä on kolme tai useampia, mainitaan tekstissä vain ensimmäinen (esim. Heikurainen ym. 1961). Jos julkaisulla on kaksi tekijää, pannaan nimien väliin ja-sana painatuskielellä. Sulkeiden sisässä olevat viittaukset erotetaan toisistaan pilkulla (esim. Aho 1976, Elo ja Virtanen 1979, Suk ym. 1980).

Kirjallisuusluettelossa julkaisujen tekijät kirjoitetaan isoin kirjaimin, milloin tekijänä on henkilö. Jos tekijöitä on useita, nimet erotetaan pilkulla, paitsi kaksi viimeistä, jotka erotetaan &-merkillä. Tekijäin etunimistä käytetään vain alkukirjaimia. Mikäli sama ensimmäinen tekijä on kirjoittanut useampia julkaisuja, nimeä ei toisteta vaan se korvataan yhtäläisyysmerkillä. Toisen tekijän suhteen ei näin kuitenkaan tehdä. Tutkimusten nimet kirjoitetaan lyhentämättä. Tavallisista julkaisusarjoista käytetään lyhenteitä, jotka on painettu Silva Fennica 5(2):ssa (1971). Harvinaisia tai poikkeuksellisia sarjoja ei lyhennetä. Julkaisun numeron yhteydessä ei mainita vol.- tai n:o -sanoja. Sivunumerot erotetaan kaksoispisteellä volyymistä tai julkaisun numerosta. Esimerkkejä:

- GUSTAVSEN, H. G. 1976. Miten puut reagoivat lannoitukseen varttuneissa metsiköissä? *Metsä ja Puu* 4: 15–18.
— & LIPAS, E. 1975. Lannoituksella saatavan kasvunlisäyksen riippuvuus annetusta typpimäärästä. Summary: Effect of nitrogen dosage on fertilizer response. *Folia For.* 246: 1–20.
SMOLANDER, H., RÄSÄNEN, P. K. & KOSTAMO, J. 1981. Maan tiivyyden vaikutus männynntaimien haihduntaan ja pituuskasvuun istutuksen jälkeen. Summary: Effect of soil compaction on transpiration and height increment on planted Scots pine seedlings. *Silva Fenn.* 15(3): 256–266.
Sääsähköohjeet 1982. Ilmatieteen laitos. Helsinki.

Englanninkielisten tekstien kääntämisestä ja pätevän kieli-asiantuntijan tekemästä tarkastamisesta huolehtii kirjoittaja. Seura voi maksaa tarkastamiskustannukset valtionvarainministeriön antamien ohjeiden mukaisesti.

Lähempiä tietoja antaa seuran julkaisujen toimittaja.

KANNATTAJAJÄSENET – SUPPORTING MEMBERS

CENTRALSKOGSNÄMNDEN SKOGSKULTUR
SUOMEN METSÄTEOLLISUUDEN
KESKUSLIITTO
OSUUSKUNTA METSÄLIITTO
KESKUSOSUUSLIIKE HANKKIJA
SUNILA OSAKEYHTIÖ
OY WILH. SCHAUMAN AB
OY KAUKAS AB
KEMIRA OY
G. A. SERLACHIUS OY
KYMI KYMMENE
KESKUSMETSÄLAUTAKUNTA TAPIO
KOIVUKESKUS
A. AHLSTRÖM OSAKEYHTIÖ
TEOLLISUUDEN PUUYHDISTYS
OY TAMPELLA AB
JOUTSENO-PULP OSAKEYHTIÖ
KAJAANI OY
KEMI OY
MAATALOUSTUOTTAJAIN KESKUSLIITTO
VAKUUTUSOSAKEYHTIÖ POHJOLA

VEITSILUOTO OSAKEYHTIÖ
OSUUSPANKKIEN KESKUSPANKKI OY
SUOMEN SAHANOMISTAJAYHDISTYS
OY HACKMAN AB
YHTYNEET PAPERITEHTAAT OSAKEYHTIÖ
RAUMA REPOLA OY
OY NOKIA AB, PUUNJALOSTUS
JAAKKO PÖYRY CONSULTING OY
KANSALLIS-OSAKE-PANKKI
SOTKA OY
THOMESTO OY
SAASTAMOINEN YHTYMÄ OY
OY KESKUSLABORATORIO
METSÄNJALOSTUSSÄÄTIÖ
SUOMEN METSÄNHOITAJALIITTO
OY KYRO AB
SUOMEN 4H-LIITTO
SUOMEN PUULEVYTEOLLISUUSLIITTO R.Y.
OULU OY
OY W. ROSENLEW AB
METSÄMIESTEN SÄÄTIÖ