

TYÖTIETEELLISIÄ
TUTKIMUKSIA METSÄTYÖSTÄ

I

PINOPUUNTEKO

KIRJOITTANUT

I. LASSILA

*STUDIES ON EFFICIENCY OF LABOUR
IN FOREST WORK*

I

PREPARATION OF PILED WOOD

HELSINKI 1930

Sisällys.

	sivu
I. Johdanto	5
II. Metsätöiden luonteesta työteholliselta kannalta sekä metsätyölle ominaisista työtehollisista tutkimustavoista	12
III. Katsaus tekijän tutkimusaineistoon	24
A. Selostus tutkimusalueesta	24
B. Selostus tutkimustavasta	26
C. Tutkimusaineiston käsittely	33
D. Ryhmätyö	39
1. Propsit	45
2. Paperipuut	46
3. Halot	48
4. Yleisiä huomioita pinopuutavaran ryhmätyöstä	50
E. Yksikkötyö	50
1. Läpimitan ja katkosahausajan keskinäisestä suhteesta	52
2. Kuorimisaikaan ja kuorimisvaikeuteen vaikuttavat seikat	56
3. Karsimisaikaan ja karsimisvaikeuteen vaikuttavat seikat	59
4. Pinoamiseen ja pinoamisvaikeuteen vaikuttavat seikat	61
5. Mitä on hukka-aika	63
6. Miten voidaan metsätyössä määritellä lepoajat	65
IV. Johtopäätöksiä metsätyön tieteellisestä suunnittelusta	68
Taulukoita	73
Kirjallisuusluettelo	78
Summary	80

I.

Johdanto.

Tekijä on jo ennen kiinnittänyt huomiota metsätaloutta koskeviin työtehotutkimuksiin. Työn järkipäristyttäminen on kauan aikaa askaruttanut mieliä. Mutta vasta maailmansodan jälkeen on tällä alalla ryhdytty eri teollisuus- ja työaloja käsittävään järjestelmälliseen toimintaan. Tämä toiminta on saanut nimen rationalisointi, jolla, käyttäksämme TARNOWIN määritelmää, ymmärretään sellaisten teknillisten ja järjestelymenetelmien tutkimista ja ottamista käytäntöön, joita noudattaen saadaan paras tulos vähimmällä työn ja aineen käytöllä. Rationalisointiin sisältyvät siis tieteellisesti ja käytännöllisesti tutkitut työmenetelmät ja työtieteellinen liiketojohto, amerikalainen *scientific management*, raaka-aineiden ja tuotteiden kantamuotojen yhtäläistyttäminen ja yleistäminen eli standardisoiminen, työn teon yksinkertaistuttaminen ja kuljetus- ynnä jakelujärjestelmän parantaminen.

TAYLORIN ja GILBRETHIN tarkoituksena oli ainoastaan tuotannon rationalisoiminen. Heidän toimintansa oli itse asiassa sangen yksipuolinen ja heidän työnsä tuloksena voitiin puhua taylorisoidusta tai gilbrethisoidusta tehtaasta, työmaasta j.n.e. Syystä, että he pyrkivät lisäämään työsaavutuksia, joutui heidän järjestelmänsä varsinkin sosialistien keskuudessa huonoon huutoon. Väitettiin, että heidän menetelmiensä lopullisena tarkoituksena oli vain puristaa työläisestä niin paljon työtä kuin mahdollista. Vielä tällä hetkellä ei yleisesti olla selvillä siitä, että rationalisointi on aivan toista kuin esim. taylorismi, ja senvuoksi ovat rationalisoimispyrkimykset sosialistisella taholla herättäneet aivan samoja epäilyksiä kuin aikoinaan taylorismi. Se, että rationalisoimisen kautta pyritään järjestylihin laajoilla aloilla ja että rationalisointi Amerikassa sai alkunsa tai ainakin pantiin käytäntöön suureksi osaksi valtion välityksellä, on myös ollut omansa sekoittamaan käsitteitä. On väitetty, että rationalisointi olisi jonkunlainen keino, jolla koetetaan sokaista työläisten luokkahenkeä, ja keino saada kapitalistit yhtymään keskenään työläisiä vastaan, s.o. työn-

antajat koettavat sen avulla päästä yhteisrintamaan, vaikka se tuottaisikin heille voiton vähennystä, kunhan vain tietävät voivansa suoriutua työläisistä. Tässä yhteydessä on LABRIOLA maininnutkin m.m.: »Seuraavan asteen muodostavat sitten heidän pyrkimyksensä saada valtio sekaantumaa yhteiskunnallisiin ja muihin riitoihin, vaikka tämä sekaantuminen merkitsee suurta taloudellista tappiota heille, kunhan he vain voivat pysyä vallassa.»

Että rationalisointi muutenkin on väärin käsitetty juuri työläisten ja heidän edustajiensa keskuudessa, siitä mainittakoon esimerkkinä amerikalaisen sosialistin HILLQUITIN sanat Brysselin konferenssissa v. 1927: »Astukaa rationalisoituun tehtaaseen. Olentoraukat, jotka siellä työskentelevät, ovat koneita. He ovat riutuneen näköisiä sekä tuomitut enneaikaiseen kuolemaan. Sillä työllä, johon heidät pakotetaan, on se seuraus, että toiset työläiset joutuvat kadulle.»

Jo ylläolevasta selvinnee, että rationalisointi ja sen yhteydessä, vaikkakin vain pienenä osana, esiintyvä tieteellinen työnjohto ovat joutuneet työläisten ja heidän edustajiensa epäsuosiin. On myös huomattava, että tässä ei ole kysymys tuosta niin yleisestä epäluulosta kaikkea uutta kohtaan, vaan epäilyksistä, joita ovat lausuneet työväen oloihin ja kansantalouteen perehtyneet henkilöt.

Tästäkin syystä lienee täysin aiheellista, että seuraavassa aivan lyhyesti käsitellään rationalisoimiskysymystä kokonaisuudessaan.

Amerikalaisen teollisuuden yhteistoiminta sai alkunsa teollisuuden mobilisoinnista sotatärkeitä. Sodan jälkeen oli palattava rauhan-aikaiseen toimintaan, ja tässä suhteessa onnistui Amerika löytämään tuloksellisemmat menettelytavat kuin Europa. HOOVERia on pidettävä Amerikan rationalisointiohjelman luojana. Tämä ohjelma, jonka HOOVER esitti tultuaan v. 1921 Amerikan kauppaministeriksi, sisältää pääasiallisesti seuraavat kohdat:

- 1) Epäkohtien poistaminen rautatieliikenteen alalta ja rautatieliikenteen tarkoituksenmukainen järjestely.
- 2) Sisävesiliikenteen parantaminen varsinkin raskaiden tavaroiden kuljetuksen edistämiseksi.
- 3) Maan sähköistäminen työn ja polttoaineiden säästämiseksi.
- 4) Konjunktuurivaihteluiden tutkiminen ja niiden merkityksen vähentäminen.
- 5) Tilastollisten y.m. tutkimusten suorittaminen tuotannosta, tuotteiden jakelusta, varastoista ja hinnoista.

6) Sesonkituotannon tutkiminen erikoisesti rakennusteollisuuden alalla sekä keinojen keksiminen sesonkituotannon ja sesonkityön vähentämiseksi.

7) Raaka-aineiden, tuotteiden ja koneiden kantamuotojen yhtäläistyttäminen ja yleistyttäminen eli standardisoiminen.

8) Järkiperäisten työ- ja valmistusmenetelmien ja järjestelymenetelmien tutkiminen ja käytäntöön ottaminen.

9) Kaupallisten ja teollisten riitojen saattaminen pätevien sovintotuomioistuinten ratkaistaviksi.

10) Keinojen keksiminen työriitojen vähentämiseksi ja niiden molempia riitapuolia tyydyttäväksi ratkaisemiseksi.

Kuten edelläolevasta näkyy, niin ei HOOVERin ohjelma sisällä mitään sellaista, jota eivät kaikki yhteiskuntaluokat voisi hyväksyä. Ja voidaan sanoa, että HOOVERin ohjelmalla on jo ollut ja on vastaisuudessaakin oleva käänteentekevä merkitys kaiken työn alalla. Hänellä on ollut työssään käytettävänä arvoisiansa apulaisia, sellaisia kuin JULIUS KLEIN, *Bureau of Foreign and Domestic Commercen* johtaja, ja GEORG K. BURGESS, *Bureau of Standardsin* johtaja, y.m.

Tässä yhteydessä ei ole syytä ryhtyä lähemmin selvittämään niitä tuloksia, joita Amerikassa on saavutettu. Jonkunlaisena yleiskatsauksena riittänevät allaolevat *Bureau of Commercen* palkka- ja hintatilastosta otetut numerot:

Vuosi	Palkat	Hinnat
1913	100	100
1920	199	226
1921	205	147
1922	193	149
1923	211	154
1924	228	150
1925	238	159
1926	250	151

Tässä yhteydessä kannattaa myös siteerata BERNBAUMin seuraavat sanat:

»Die Grundlage dieses Erfolges waren die energische und grosszügige Führung HOOVERs, der einheitliche Wille des Volkes, die erfolgreiche Popularisierung des Nationalisierungsgedankens und seine Steigerung zu einer Volksbewegung. Als zweite Grundlage und als unerlässliches Korrelat zur ersten muss aber auch die sachgemässe Organisation der Nationalisierung, die allen Volkskräften die Möglichkeit zur Betätigung an der richtigen Stelle gewährleistet, betrachtet werden.»

Europassa kiintyi aivan luonnollisista syistä ensin huomio rationalisointiin Saksassa. Jo v. 1918 oli asetettu taloudellinen komisariaatti (Kommissar für gewerbliche Wirtschaft), joka oli jonkunmoisena alkuna järjestölle nimeltä Reichskuratorium für Wirtschaftlichkeit. Tämän järjestön toiminnan voidaan sanoa alkaneen v. 1925, ja työskentelee se kolmena järjestönä, nim.:

1. Ausschuss für wirtschaftliche Fertigung,
2. Reichsausschuss für Lieferbedingungen,
3. Ausschuss für wirtschaftliche Verwaltung.

Kuten edelläesitetystä HOOVERIN ohjelmasta selviää, on rationalisointi sanan amerikalaisessa merkityksessä sangen laaja käsite. Amerikalaisessa mielessä ei Europassa voida puhua kuin osittaisesta rationalisoinnista, ja sellaisena on siitä tullut Europassakin kansainvälinen kysymys. V. 1927 pidetty taloudellinen maailmankonferenssi tunnusti yksimielisesti työn järjestämisen merkityksen ja tieteellisen johdon edut. Mutta se kiinnitti huomiota myös niihin haittoihin, joita työn järkipäristyttämisestä ainakin väliaikaisesti voi olla. Tästä syystä ei meillä Europassa ole ilman muuta omaksuttu HOOVERIN ohjelmaa, mutta sitä vastoin on meillä kiinnitetty suurta huomiota sen erinäisiin osiin. Näistä mainittakoon standardisointi- ja työtehokysymys. Nykyään on kansallisia standardisointijärjestöjä jo 21 maassa. Meillä Suomessa on harjoitettu järjestelmällistä standardisointia v:sta 1924, jolloin perustettiin Suomen Standardisointilautakunta. Maatalouden alalla työskentelee meillä Maatalouden Työteho-seura.

On selvää, että myöskin metsätyön on täytynyt joutua rationalisoinnin piiriin. Amerikassa käytetyt työmenetelmät metsätöissä ovat kuitenkin niin erilaiset eurolaisiin verraten, ettei sikäläisten työtehotutkimuksien tuloksia voida meillä sovelluttaa. Niitä tutkimuksia, joita esim. BRYANT ja hänen apulaisensa ovat tällä alalla suorittaneet, ei voida täällä sellaisinaan omaksua, mutta antavat ne kuitenkin viitteitä siihen, miten tutkimustoiminta olisi tällä alalla järjestettävä. Heidän tutkimuksensa, niinkuin amerikalaiset tutkimukset tällä alalla yleensä, ovat koskeneet pääasiallisesti puiden kuljetusta. Metsätyötä, s.o. puunkaatoa, katkomista ja yksinkertaisimpia metsätyökaluja ja niiden käyttöä, on sitä vastoin vähemmän tutkittu. Näiden tutkimusten edelläkävijöinä taas voidaan pitää GAYERIA ja KASTIA. Tämän alan edelläkävijänä on myös mainittava tanskalainen NELLEMAN. Metsätaloudellisia työtehokysymyksiä ovat edelleen käsitelleet MONROY, CHAMPLY, MICHEL, HILF, GONET, BIOLLEY, BURGER, HERBER, K. A. MEYER, RONGE y.m. Tekijä on aikaisemmissa esityksissään luonut lyhyen yleiskatsauksen metsätaloudelliseen työtutkimukseen. Tä-

mä tutkimus päättyy suunnilleen vuoteen 1926, joten seuraavassa esitetään tärkeimmät saavutukset tällä alalla sen jälkeen.

Kesäkuussa 1927 perustettiin Saksaan *Gesellschaft für forstliche Arbeitswissenschaft*, ja on tällä yhdistyksellä käytettävänä oma tutkimusinstituuttinsa Eberswaldessa. Tätä instituuttia johtaa edellämainittu HILF, joka apulaistensa RIESIN ja STRECHLKEN kanssa on julkaissut teoksen, nimeltä *Forstliche Arbeitswissenschaft*. Tässä selvitetään lyhyesti tekijöiden mielipiteet metsätyön järkipäristyttämisestä, ja saadaan siitä myös käsitys, miten tämä on käytännössä toteutettava. Tekijät ovat käsitelleet hakkuu-, kuljetus- ja metsänuudistustöitä. He ovat laatineet esim. kaato-ohjeita Pohjois-Saksan oloja varten, tehneet työkalukokeita, työaika- ja työliikemittauksia sekä ohjanneet työväkeä järkipäriseen ja järjestelmälliseen työntekoon. He ovat myöskin selvittelleet työpalkan ja työntekijän suhdetta työn tulokseen.

Seuraavassa palataan kutakin kysymystä käsiteltäessä yksityiskohtaisti niihin saavutuksiin, joihin työtehotutkimusten kautta metsäalalla on päästy. Tällöin tullaan siis lähemmin myös selvittämään kunkin yksityisen tutkijan saavuttamia tuloksia ja niitä arvostelemaan. Tästä syystä esitetäänkin seuraavassa vain lyhyesti, mitä yleensä metsäalalla toimitettujen työtehotutkimusten kautta on saavutettu.

Yksinkertaisimmaksi on osoittautunut tutkia taimitarha- ja keinollisia metsänuudistustöitä. Intensiivisissä oloissa on näillä aloilla kyetty luomaan tarkoituksenmukaisia erikoismenetelmiä erikoistyökaluineen. Tällä alalla on myös kyetty kouluttamaan kykenevä työväestö. Eritäin hyviin saavutuksiin on päästy *Eberswaldessa* HILFIN ja MONROYN johdolla. Metsäteknologisella alalla on päästy suurimpiin saavutuksiin puutavaran kuljetuksen alalla maitse. On kokeiltu eri metsätiemuodoilla ja eri metsäteiden hoitomuodoilla. On kokeiltu erilaisilla laitteilla puutavaran juontamista varten valtatie varteen sekä puutavaran kuljettamista varten valtateilla. On konstruoitu erilaisia laitteita kuormien tekemistä, kuormien sitomista, kuormien purkamista ja puutavaran lastaamista varten rautatievaunuun. Amerikassa on saavutettu tällä alalla selvä järjestelmä, jonka luominen ja selostaminen on BRYANTIN ja hänen oppilaansa KOROLEFFIN ansiota. Myös Ruotsissa on tällä alalla kokeiltu ja saavutettu huomattavia tuloksia varsinkin tukkireikiin ja puutavaran ajon palkkaukseen nähden.

Puutavaran kuljetus vesitse on myös ollut tutkimuksen alaisena. Selvää on, että lauttausväylien parantamisella tällä alalla on ratkaiseva merkitys. Sekin voidaan pitää osana metsätyön järkipäristyttämisessä,

ja jos sen saavutukset otetaan huomioon, niin voidaan ehkä sanoa, että Ruotsi on tällä alalla saavuttanut enemmän kuin mikään muu maa. Se, että Ruotsi voi kilpailla puutavara-alalla meidän kanssamme maailmanmarkkinoilla, riippuu hyvin suureksi osaksi siitä, että Ruotsilla on käytettävänä enemmän kuntoonpantuja lauttausväyliä kuin esim. meillä. Suoranaisesti ovat työtieteelliset menetelmät tulleet Ruotsissa käytäntöön puutavaran lajittelun alalla, jolla alalla m.m. on tehokkaana alkuunpanijana toiminut ruotsalainen organisaattori KÄRNEKULL. Myös RONGE on toiminut lauttausalalla, ja on RONGEN kaksihintajärjestelmä osoittautunut tällekin alalle soveltuvaksi.

Metsänkaadon koneellistuttamisen alalla on yleensä saavutettu sangen vähän. Tärkeimpänä saavutuksena voidaan pitää sitä, että on todettu, ettei koneellisia kaatovälineitä kannata käyttää muille kuin suurille puille, s. o. puille, joita ei meidän metsissämme ole. Käsityökalujen suhteen on saavutettu useita paikallisia normaalimuotoja. Tällaisia ovat esim. *Disston*-saha, ja useat muut laatusahat, esim. *MONROYN* selittämät, normaalikirveet j.n.e.

Puunkaadosta on laadittu aivan yksityiskohtaisia kaato-ohjeita, jotka vastaavat *TAYLORIN* ja *GILBRETHIN* käyttämiä. Näistä mainittakoon esimerkiksi *HILFIN* seinätaulukko mäntysahapuun (*Kiefern-Altholz*) kaatamista varten, *CHAMPLYN* ohjeet siemenpuiden kaatamista varten j.n.e.

Kaikkien tämäntapaisten saavutusten pohjana ovat olleet työaikatutkimukset. Näiden avulla on voitu todeta normaaliset työsaavutukset ja työn jakaantuminen normaalsiin työmomentteihinsa. Esimerkkinä mainittakoon, että m.m. 60 sm rinnankorkeudella täyttävän tammipuun kaataminen ja sen ensimmäisen tyvitukin katkomisen jaetaan 9:ään osaan, joiden suorittaminen vaatii 2 mieheltä 75 minuuttia. Sitäpaitsi on vielä otettava huomioon välttämättömät lepoajat, jotka ovat yhteensä 30 minuuttia. Näin lasketaan, että tällaisen puun kaatamiseen tarvitaan kaikkiaan 180 työminuuttia. Tämäntapaisten tutkimusten kautta voidaan päästä työn oikeaan säännöstelyyn ja palkitsemiseen. Näitä ovat oloissa, joita voidaan verrata meikäläisiin, tehneet m.m. *EDHOLM* ja *RONGE*.

Edellinen on m.m. laskenut vaikeussuhdelukuja, jolloin yksikkönä on käytetty 21 engl. j. korkeudella 7" täyttävän puun työvaikeutta sekä määrättyä dimensiojakaantumista y.m. työvaikeuksien määrittelyä. Näillä perusteilla on hän laskenut puiden kaatamis-, katkomis- ja kuorimisvaikeuksia. *RONGEN* järjestelmä perustuu suhteellisen työvaikeuden ja n.s. hukkaanmenneen ajan (*spilltid*) ja tehollisen ajan (*effektiv arbetstid*) määrittämiseen.

Kun silmällä näitä saavutuksia, niin huomataan, että yleissaavutusten määrä on erittäin pieni. Voidaan sanoa, ettei oikeastaan varsinaisen metsänhakuun ja kaatotyön alalla ole päästy mihinkään sen tapaisiin yleissaavutuksiin kuin esim. teollisuuden alalla. Metsätyöllä onkin aivan erilainen luonne kuin teollisuustyöllä ja sellainen yleistäminen kuin teollisuusalalla ei metsäalalla edes ole mahdollinen. Mutta se, että näin vähän yleistuloksia löytyy, riippuu toiselta puolen myös siitä, ettei tällä alalla ole olemassa mitään suurpiirteistä yleisohjelmaa, esim. *HOOVERIN* ohjelmaan verrattavaa. Jokainen työnteittäjä, jokainen teollisuuslaitos j.n.e. on työskennellyt muista välittämättä ja omaksi edukseen. Voidaan sanoa, että metsäalalla ei vielä kovinkaan paljon voida puhua työn rationalisoinnista, korkeintaan voidaan puhua tieteellisestä liikkeenjohdosta ja useimmiten ainoastaan niistä esitöistä, jotka ovat suoritettavat tieteellisen liikkeenjohdon toimeenpanemiseksi.

Ne sangen vaatimattomat tulokset, jotka metsätyön järkipäisyyttämisen alalla on saavutettu maissa, joiden olot ovat verrannolliset meidän oloihimme, ovat yleensä osoittaneet, että metsässä tehtävää työtä on vaikea koneellistuttaa. Tällä alalla on siis ainakin toistaiseksi turvauttava ihmistyövoimaan. ja senvuoksi ovatkin tutkimukset suunnattavat tälle alalle.

Meidän oloissamme tulee paperipuiden teolla yhä edelleen olemaan suuri merkitys, ja siitä syystä on mitä tärkeintä, että tätä alaa työtehollisesti tutkitaan. Kun tekijä aloitti tämän alan tutkimisen, niin osoittautui työtä suoritettaessa, ettei tutkimusta voitu niillä työpaikoilla, jotka tekijä oli saanut käytettäväkseen, suorittaa erillisenä, joten seuraavassa tullaan myös tutkimaan muidenkin pinopuiden, esim. halkojen ja propsien tekoa työteholliselta kannalta.

II.

Metsätöiden luonteesta työteholliselta kannalta sekä metsätyölle ominaisista työtehollisista tutkimustavoista.

Työtehotutkimuksien avulla saavutetut tulokset tehdastyön alalla ovat teollisuusmaissa lyöneet leimansa nykyiseen teolliseen kehitykseen. Sitävastoin on, niinkuin edellä mainittiin, tämä tutkimus metsätöiden alalla vasta alullaan, ja pidetään sitä hyvin yleisesti turhanpäiväisenä »teoretisoimisena». Tulokset, joihin edellä on viitattu, ovat kuitenkin osoittaneet, että tälläkin alalla voidaan jotain saavuttaa. Esim. palkkausjärjestelmien suhteen on päästy tuloksiin, joita menestyksellä on voitu sovelluttaa käytäntöön laajoilla aloilla. Yleensä näyttää voittaneen alaa käsitys, että työtehoa edistävät menettelytavat ovat miltei yksinomaan mahdolliset vain siellä, missä koneita käytetään. Onhan sanottu, että työtehon määräävät pääasiassa koneet ja n.s. sisäinen kuljetus. Työläinen, joka aina määrätyn hetken päästä saa käsitelläkseen jalostettavan kappaleen, on pakotettu suorittamaan välttämättömät työliikkeet, sillä ellei hän niitä tee, pysähtyy sisäinen kuljetus, ja työ keskeytyy. On myös mahdollista tarkoin tutkia ja määrätä jokainen konetyön työliike ja aika, joka sitä varten tarvitaan. Tästä syystä onkin koneita käyttävä työ juuri se ala, jolla työtehoa lisääviä menettelytapoja on parhaalla menestyksellä voitu toteuttaa.

Metsätyölle taas, kuten edellisestä lienee selvinnyt, on ominaista vähäinen koneiden käyttö. Metsätyötä ei myöskään välttämättömästi tarvitse suorittaa määrättyssä järjestyksessä. Senjälkeen kuin puu on kaadettu, voidaan se joko ensin karsia tai katkotaan ensin oksaton tyviosa ja vasta senjälkeen karsitaan latvus j.n.e. Tämän lisäksi on huomattava, että olosuhteet jo samalla työmaalla voivat olla kovin vaihtelevia. Toinen työntekijä joutuu tasaiselle paikalle, toinen mäkiselle, toinen tiheään metsään, toinen harvaan j.n.e.

Esitettäessä väitteitä metsätyön tieteellisen järjestelyn mahdottomuudesta, on myös kokonaan unohdettu, ettei taylorismi ole saanut alkuansa koneellisen, vaan puhtaasti ruumiillisen työn alalla. Yksi taylorismin

ensimmäisiä saavutuksiaahan oli kankiraudan lastauksen tehostaminen. Voidaankin sanoa, että TAYLOR aivan yhtä hyvin olisi voinut tutkia työliikkeitä propsien, paperipuiden tai halkojen lastauksessa tai pinoamisessa. Aivan yhtä hyvin kuin TAYLOR osasi ottaa selville, mitenkä edullisimmin on suoritettava se työ, jossa kannettiin noin 40 kg painoinen rautakanki noin 10 m pitkää siltaa myöten rautatievaunuun, aivan yhtä hyvin olisi hän voinut tutkia puutavaran siirtoa vaunuun rautatien varrella olevalta varstopaikalta, ja aivan yhtä varmaa on, että samalla tavoin kuin TAYLOR raudan lastauksessa oikeilla menettelytavoilla sai työsaavutukset nelinkertaisiksi, hän myös puutavaran lastauksen alalla olisi hämmästyttänyt työntekijöitä ja työnantajia entiseen verraten moninkertaisilla tuloksilla.— Ne työliikkeet, jotka tarvitaan laastin lyömiseksi tiilelle ja sen asettamiseksi seinään, eivät suinkaan ole sen kummempia kuin halon tai paperipuun asettaminen pinoon, puun kuoriminen, karsiminen j.n.e.

Edellämainittuja metsätöitä voidaan sitäpaitsi verrata moneen tehtaassa suoritettavaan työhön, jonka laeista työtehotutkimus on selvillä. Metallien katkaiseminen sahalla on samanluontoista työtä kuin puun katkaiseminen sahalla, rakennusperustuksen raivaaminen käsittää monta metsässä esiintyvää työalajia, järjestymätön muuraustyö käsittää samantapaisia, jaksottain tehtyjä liikkeitä kuin puun pinoaminen j.n.e.

Voidaan väittää, ettei ole olemassa työtä, jonka tekniikkaa ei voitaisi työtehollisesti järjestää. Tästä syystä onkin taylorismi levinnyt kaikille aloille, se on levinnyt sekä ulkoilmatyön, tehdastyön, mekaanisen konttorityön että puhtaasti henkisenkin työn piiriin, j.n.e.

*

Yleinen käsitys on, että metsätyö on tavattoman yksinkertaista ja vähän intelligenssiä vaativaa. Onhan J. V. SNELLMAN lausunut seuraavat sanat:

»Siellä, missä on metsää, on kurjuuttakin. Hakkuu ja veto elättää ketään tuskin päivääkään vuoden kuluessa, se on työtä, joka ei vaadi mitään henkistä ponnistusta, vaan tietämättömyys ja raakuus ovat sen seurauksia. — — — — — Metsänviljelys vaatii muutaman kädenliikkeen ja vähän enemmän tietoa ja älyä kuin puiden kaadossa, karsimisessa ja kuljetuksessa tarvitaan.»

Hyvin yleinen käsitys onkin, että kirveen asettaminen puun juurelle on tuiki yksinkertainen temppu, jolla ei ole mitään omaa tiedettään, ollen se vain jonkunlainen vaatimaton lopputoimitus siinä suunnittelujen sarjassa, joka tätä ennen on ollut tarpeellinen.

On senvuoksi syytä yleisin piirtein tarkastaa metsätyön luonnetta ja myös niitä vaatimuksia, joita tavallinen metsänhakuu työ asettaa tekijänsä intelligensiin nähden.

Tunnettu tosiasia on, ettei ainoakaan puu kasva luotisuorassa. Hypsometriä käytettäessä otaksutaan tosin asianlaidan näin olevan, mutta jos esim. dendrometriin liittää vesivaa'an, niin huomaa pian, että luotisuorassa olevia puita ei ensinkään ole olemassa. Jokainen puu on aina jollekin suunnalle kallellaan. Mutta se suunta, jolle puu kallistuu, ei suinkaan aina ole sama kuin se, jolle puu kaatuu. Latvuksen paino, tuuli j.n.e. voivat vaikuttaa, että puu voi kaatua aivan toiselle suunnalle.

Kun puuta aletaan *katkaista* sahalla, on sahaus alettava puun kaatuminen päinvastaiselta puolelta. Ellei tätä tehdä, likistyy saha sahausrakoon ja sahaus keskeytyy. Jossain määrin voidaan puun kaatumiselle antaa suuntaa kaatokolon kautta, mutta ainoastaan vähän. Ennenkuin puuta ruvetaan kaatamaan, on puunkaatajan jo suoritettava *ajatustyötä*: hänen on arvioitava, mihin suuntaan puu kaatuu. Sitäpaitsi on kaatajan pidettävä silmällä, ettei puu kaadu toisia puita vastaan eikä vahingoita muuta metsää. Näiden monien seikkojen arvostelemiseen käyttää tottunut puunkaataja mitättömän pienen ajan, ainoastaan muutamia kymmeniä sekunteja. Kuitenkin vaatii tämä arvosteleminen intelligenssiä ja harjaantunutta silmää. Että näin on asianlaita, voi huomata parhaiten, jos metsätöihin käytetään niihin perehtymätöntä työvoimaa. Ollessaan itse metsätöissä Englannissa sekä seuratessaan kotimaassaan metsänhoitoylioppilaiden töitä, on tekijällä ollut tilaisuus todeta, että harjaantumattoman työntekijän kohtalaisen tiheässä metsässä kaatamista puista jopa 30 % jää konkeroon, jotavastoin tottuneelle metsätyöläiselle tämä on ylen harvinaista ja kuitenkin *tarvitsee tottumaton työntekijä puun kaatosuunnan määräämiseen moninkertaisesti sen ajan kuin tottunut*. Niitä, jotka väheksyvät metsänkaatajan intelligenssiä, kehoitetaan m.m. kilpailemaan hänen kanssaan puun kaatosuunnan määräämisessä!

Kaatokolon sijoitus oikealle paikalleen vaatii tottuneelta työntekijältä ainoastaan muutaman sekunnin harkinnan. Paitsi sitä, että kaatokolo on asetettava määrätyle puolelle puuta, on se myös asetettava oikealle korkeudelle maasta, jottei puuta kaadettaessa muodostuisi vesentä. Sitäpaitsi on otettava huomioon, että kantoleima jää kantaan. On osattava asettaa saha siten, että sahausrako vastaa kaatokoloon ja että saha pääsee vapaasti liikkumaan ja että sahausrako koko ajan pysyy samassa tasossa ja että sahaus voidaan suorittaa samalla paikalla ollen.

Kokeet, joita erilaisilla puunkaatokoneilla on tehty, (viitattakoon m.m. TOUSSAINTIN esitelmään G r e n o b l e n kansainvälisessä metsäkongressissa, 1925), ovat osoittaneet, että suuria puita kaadettaessa puunkaatokoneista on hyötyä. Monet S a k s a s s a ja R a n s k a s s a tehdyt kokeet osoittavat, että näissä maissa on saavutettu puunkaatokoneilla parempia tuloksia kuin käsisahaa käyttäen. Mutta meillä ovat kokemukset toiset. M.m. puunkaatokone Arboriin nähden on tekijä havainnut Y l i o p i s t o n M e t s ä h a r j o i t t e l u a s e m a l l a H y y t i ä l ä s s ä tekemissään kokeissa, ettei se yleensä voi kilpailla ihmistyön kanssa sen kokoisten puiden kaatamisessa, kuin meidän sahapuumme keskimäärin ovat. Tämä johtuu m.m. siitä, että koneen siirtäminen puulta toiselle ja sen asettaminen paikalleen vie niin pitkän ajan, ettei tätä aikaa korvaa koneen nopeampi sahaustyö. Mutta sitäpaitsi ei tämä kone edes sahaa nopeammin kuin kaksi miestä muita puita kuin aivan suurimpia, suunnilleen sellaisia, joiden diametri kantoleikkauksessa on 60 sm ja siitä ylöspäin. Moottorisahan sijoittaminen puun juurelle oikeaan asentoon vaatii muuten paljon monimutkaisempaa koettelua ja ajatustyötä kuin tavallisen sahan sijoittaminen. Kun tottunut sahuri suoriutuu tavallista sahaa puun juurelle sijoittaessaan tästä työmomentista muutamassa sekunnissa, saa hän kokeilla minuuttikaupalla, ennenkuin hän on saanut moottorisahan paikalleen.

Usein tarvitaan, ennenkuin puu sahausen jälkeen kaatuu, vielä muutama kirveenisku. Nämä kirveeniskut ovat usein ne, joista tottuneen puunkaatajan tuntee. Pantakoon merkille, kuinka taitavasti hän nämä pari iskua antaa ja senjälkeen tärähtää suuri tukkipuu tanterelle. Mutta jos tottumaton joutuu näitä iskuja antamaan, niin hän saa heiluttaa otsansa hiessä kirvestä usein minuuttikaupalla, ennenkuin puu ottaa kaatuakseen.

Mielenkiintoista on myös seurata raskaiden tukkipuiden *liikuttelamista*. Tukkimiehen kanki tehdään muutamalla kirveenliikkeellä, mutta siitä huolimatta tulee siitä sangen siro ja tehokas työkalu. On kerrassaan hämmästyttävää, kuinka taitavasti tottunut tukkimies sijoittaa kankensa tukipisteen siten, että hän tosiaanakin saa työliikkeilleen suurimman tehon. Ja kuitenkin on sen sijoittaminen tapahtunut muutamissa sekunneissa ja ilman, että tottumaton silmä huomaakaan, että kangen sijoittamisessa on mitään aivotyötä suoritettu. Vasta, kun itse ryhtyy samaan työhön tai seuraa tukkilastien purkamista esim. H u l l i n , C a l a i s n tai D u n q u e r q u e n satamissa, huomaa, kuinka paljon m.m. intelligenssiä on pohjoissuomalaisen tukkityöläisen työssä hänen lumisessa metsässä pakkas- ja pyryilmoilla puita liikutellessaan.

Puun *kuoriminen* suoritetaan tarkkojen sääntöjen mukaan. Se on toimitettava erilaisilla työkaluilla ja erilaisia työliikkeitä käyttäen sen mukaan, ovatko puut esim. kuorittavat puhtaiksi tai puolipuhutiksi tai aisattavat j.n.e. Jos puut esim. kuoritaan puolipuhutiksi, niinkuin tavallisesti tukkipuut, niin on edullisinta, että kuorimispetkeleen terä keski-osaltaan juuri ja juuri sattuu puuhun ja taas molemmilta laidoiltaan mahdollisimman laajasti leikkaa kuorta. Mutta tämän lisäksi on terä asetettava aivan toisenlaiseen asentoon silloin, kuin se liikkuu kaarnaisessa kuin kaarnattomassa kuoressa. On mielenkiintoista katsella, kuinka taitavasti ammattityöläinen kuorimispetkeltä käsittelee. Sen terän teroitettu viiva on sopivasti vinossa leikattavan lastun pituussuuntaa vastaan, ja kädet hoitelevat vartta pitäen terää sopivassa leikkausasennossa, joka on riippuvainen siitä, millainen kuori kulloinkin on. Jos edellisissä töissä on tarvittu intelligenssiä, niin tämä työ vaatii puolestaan *herkkää kättä* vähän samaan tapaan kuin esim. viulun jousen kuljetus. Hyvin helposti huomaa, ettei kuorimistuloksien suuruus ole riippuvainen ruumiillisista voimista. Paras kuorija, johon tämän kirjoittaja on tutustunut, oli laiha, heikkoruumiinen ja selvästi tuberkuloottinen mies. Mutta hänen heikkoudestaan huolimatta eivät vahvimmatkaan miehet kyenneet kilpailemaan hänen kanssaan työsaavutuksissa.

Paitsi *intelligenssiä* vaatii metsänhakkuutyö *kätevyyttä*. Kätevyydellä on metsätyössä sängen suuri merkitys, jonka jo käsittää, kun ajattelee, kuinka tärkeä työkätevyyttä vaativa m.m. puun kuoriminen on.

Puhtaaksikuorittaessa käytetään kuorimishöylää. Sen käsittely on kuitenkin paljon vaikeampi kuin tavallisen höylän, joka voidaan asettimen avulla saada sopivaan leikkausasentoon. Kuorimishöylän leikkausasennon taas määrää työntekijän käden asento.

Puun *karsiminen* on suoritettava suunnassa tyvestä latvaan, ja oksat ovat karsittavat pintaa myöten siten, ettei oksan mukana puuta lohkea. Jos esim. kaadetaan kuusipuu, niin on sen tyviosassa tavallisesti kuivia oksia, jotka metsätyömies karsii parilla kirveenvetäisellä puunpintaa pitkin. Tämä liike näyttää hyvin yksinkertaiselta, mutta se, joka sitä joutuu yrittämään, tulee heti huomaamaan, ettei kirves tottelekaan kättä; sillä on itsepintainen halu joko jättää jälkeensä tynkiä tai katkaisemattomia oksia tai tahtoo se pujahdella oksien välistä. — Suurempien oksien katkaiseminen taas tapahtuu parilla lyönnillä kummallekin puolelle oksaa ja vaatii oman taituruutensa. Myös karsimisessa vaaditaan kätevyyttä, tarkkaa kättä ja tarkkaa silmää. Se on myös *taiturin* työtä, jossa ei ruumiinvoimilla ole ratkaisevaa merkitystä.

Seuraa sitten puun *katkominen*. Puhuttaessa puun kaatosahauksesta, on jo mainittu sahanterän asettamisesta oikeaan asentoon puun akseliin. Kaadettua puuta katkottaessa on puu tuettava siten, että sahanterän tekemä rako sahauksen kestäessä aukenee. Tämä tapahtuu *PETIPASIN* mukaan siten, että puu tuetaan kahden tai useamman pisteen kohdalta sahausraon toiselta puolen, mutta pääsee vapaasti painumaan sen toiselta puolen. Jo sekä *MONROY* että *PETIPAS* ovat käsittäneet, että sahapukki on sängen tärkeä tekijä sahauksessa, ja ovat he molemmat konstruoineet oman sahapukkimallinsa. Suomalaisella metsätyöläisellä on myös oma konstruoima sahapukkinsa, joka ei suinkaan ole sen huonompi kuin heidänkään. Mutta sitäpaitsi hän osaa katkoa puun ilman sahapukkia. Kun puu on maanpinnalle kaatunut, niin näkee hän heti, miltä kohtaa puu voidaan katkaista ilman, että on sahapukkia käytettävä. Jos puun apteraus sallii puun katkomisen näiltä kohdilta, niin hän katkoo puun ensin pienempiin kappaleisiin, joita on helpompi liikutella. Sitäpaitsi katkaisee hän puusta irti latvusosan, joka tulee jäämään metsään. Sahapukkina hän käyttää myös usein ennen katkomiansa pölkkyjä ja suoriutuu tällä keinoin usein aivan käsittämättömän nopeasti. Puun katkomisen vaatii siis *käytännöllistä silmää*, se vaatii *pikaisen yleiskatsauksen saamista maastosta*, jolle puu on kaatunut, ja vieläpä *pikaista arvostelua puun mitoista ja muodosta ja sen eri osien painosuhteista*. Suuria tukkipuita katkottaessa nämä kyvyt ovat erittäin suurimerkityksellisiä. Esim. tieto, miltä kohtaa maahan kaatunut puu voidaan sahalla katkaista ja miten sitä voidaan sopivammin katkomistarkoituksia varten liikutella, on kyky, joka yleensä puuttuu kulttuuri-ihmiseltä. Se saadaan käytännön kautta, ja hyvin pian huomaa suomalainen metsätyöntekijä tämän kyvyn puutteen, kun hän esim. Keski-Europassa tarkastaa metsätöitä. Siellä on puun pölkyttäminen vaikea työ, johon tarvitaan monta miestä ja kiiloja sekä kankia y.m. vehkeitä.

Puun mittauksen ja katkaisukohtien merkitsemisen toimittavat sahapuun kaadossa useimmiten erikoiset mittaajat. Heillä taas on käytettävänä katkaisutaulukot ja katkaisuohteet. Mutta hyvin usein on myös jätetty katkomisen sahurin suoritettavaksi, ja silloin on hänelle annettu katkomisohjeet. Ja varsinkin Pohjois-Suomessa on tultu siihen kokemukseen, että sikäläinen metsätyöläinen kykenee hyvin pian järkipäisesti katkomaan sahapuun. Ja kuitenkin voidaan sanoa, että tällainen katkomisohje on sängen monimutkainen. On varmaa, että oppikoulujemme penkeillä istuu hyvin monta nuorukaista ja neitosta, jotka eivät kykenisi katkomisohjeita tulkitsemaan.

Puun katkomisen yhteydessä on myös mainittava eräs sen esityö, nim. *lumppaus*. Jokainen turha koerako jo sellaisenaan merkitsee hukkaanmennyt aikaa. Ajanhukka tulee sitä suuremmaksi mitä syvemmäksi rako sahataan. Mutta tottunut sahuri näkee heti paikalla ensimmäiset lahot sahanpurut ja hän osaa myös ihmeteltävällä täsmällisyydellä arvostella, milloin terve osa on siksi paksu, ettei koetta enään tarvitse jatkaa.

Paperipuita ja halkoja katkottaessa otetaan mitta sahalla, joka on 1 m pituinen. Tämä mitanotto ja sahauksen alku seuraavat heti toisiaan, mutta siitä huolimatta ovat tottuneen sahurin halot jopa usein millimetrilleen yhtä pitkät. Samanlaisella mittaamisella ei tottumaton saavuttaisi näin täsmällisesti yhtä pitkiä kappaleita. Verrattakoon toisiinsa esim. ranskalaisen ja suomalaisen työmiehen sahaamia metrin pituisia pinopuita, niin pian huomataan ero. Halkojen ja paperipuiden teko vaatii siis *mittasilmää*.

Puuta *justeerisahalla katkottaessa* on sopiva tilaisuus seurata sahausliikettä. Nähdään, kuinka kyynärpää aina pysyy sopivan matkan päässä ruumiista, kuinka se nousee korkeimpaan asentoonsa taaksepäin ja kuinka käsivarsi taimmaisesta asennostaan sopivassa kaaressa siirtää sahan eteenpäin siten, että sen hammastettu osa on tehnyt mahdollisimman pitkän liikkeen. Justeerisahan työliike tottuneen suorittamana näyttää maallikosta tehottomammalta, kuin jos se suoritetaan siten, kuin sen tottumaton suorittaa (= niin, että »reikäleipä pysyisi kainalossa»), mutta harjaantumisen jälkeen huomaa pian, että kyynärpään tosiaankin tulee olla kaukana ruumiista. Sahausliike sekä justeerin- että halkosahalla on *taituriliike*, joka opitaan vasta pitkäaikaisen harjoittelun kautta ja jota eivät kaikki opi-kaan.

Halkopinon luulisi kenen tahansa pystyvän tekemään. Mutta sillä nopeudella kuin sen tottunut pinooja tekee, on se myös *taiturityötä*. Muutamassa silmänräpäyksessä on pinonpaikka valittu, melkein samassa on lyöty pystyyn kaksi korvastinpuuta, näiden väliin sijoitettu pinoon pohjapuut ja asetettu paikalleen päällyspuu, jonka kolot ovat tasan metrin päässä toisistaan. Tämän jälkeen ovat halot ladottavat siten, että pino ei pääse kallistumaan, mikä varsinkin liukkaita, vastakuorittuja ja tuoreita puita pinottaessa ei ole helppo tehtävä. Mutta samalla voidaan usein tehdä se huomio, että pinooja on osannut halkaista, katkoa ja kuoria juuri sen määrän puita kuin määrätynmittaiseen pinoon on mennyt. Hänellä on kyky arvioida, kuinka suuri pinomittainen kuutiosisällys tulee hänen kaatamastaan pystypuumäärästä tai hänen jalostamastaan metsässä ole-

vasta latvusmäärästä. Tätä arviota tehtäessä on hänen otettava huomioon sellaiset seikat, kuin puun latvaläpimitta, kuoren vahvuus, halkaiseminen, mutkaisuus j.n.e.

*

Puhuessaan työliikkeiden merkityksestä on TAYLOR m.m. maininnut, kuinka tavallista on, että työmies uhraa viikkokausia jopa kuukausiakin oppiakseen jonkun urheiluliikkeen esim. kuulantyöntö-, keihäänheitto-, nyrkkeily- j.n.e. liikkeen otteet. Mutta sitävastoin sama työläinen pitää aivan turhanpäiväisenä sitä, että hänelle opetetaan sen työn liikkeitä, joilla hän ansaitsee leipänsä. Voitaneekin olla TAYLORIN kanssa yksimielisiä ja m.m. väittää, että esim. puunkaatoon sisältyy monta taitoavaati-vaan työliikettä, joiden oppiminen ja seuraaminen on aivan yhtä mielenkiintoinen kuin esim. keihään tai diskusheiton työliikkeen oppiminen. Mutta esim. suomalaisen keihäänheitäjän työliikkeet on tarkistettu elokuvien avulla, jotavastoin esim. paperipuuntekijän työliikkeen tutkimista ei ole pidetty välttämättömänä. Ja kuitenkin voidaan ajatella, että Suomen kansa hyötyy enemmän 100,000:sta taitavasta paperipuuntekijästä kuin 100,000:sta etevästä urheilijasta.

*

Edelläesitetystä lienee selvinnyt, että metsätyön oikea suorittaminen vaatii tekijältään paljon. Se ei suinkaan ole yksinomaan ruumiillista työtä. Sen tekijällä tulee päinvastoin myös olla määrätynsuuntaisia henkisiä ominaisuuksia. Tosin kuka tahansa terve ihminen pystyy, kun saa tarpeeksi aikaa, puolikuntoisesti metsätyötä tekemään, mutta tämän työn suorittaminen jo siten, että se elättäisi työntekijänsä, vaatii huomattavan määrän erikoisominaisuuksia ja kykyjä, joista henkiset ominaisuudet ja kyvyt eivät suinkaan ole vähimmin tärkeät.

Metsätyön luonteelle ovat työtehoilliselta kannalta siis ominaisia m.m. seuraavat peruspiirteet:

- 1) Metsätyö on sekä ruumiillista että henkistä.
- 2) Metsätyö vaatii enemmän henkisiä ominaisuuksia (huomiokykyä, nopeutta j.n.e.) kuin ruumiillista voimaa, ja sen huippusaavutukset eivät ole suoranaisesti riippuvaisia lihasvoimasta.
- 3) Metsätyön työliikkeiden ei välttämättömästi tule tapahtua joka kerta samassa järjestyksessä, vaan vaatii usein edullisimman tuloksen saavuttaminen kykyä nopeasti suunnitella työliikkeiden oikea järjestys.
- 4) Metsätyö voidaan jakaa eri osiin sen mukaan, vaatiiko niiden suorittaminen nopeata ajatuskykyä, paikallisvaistoa, silmämääräistä mittojen arvioimiskykyä, taituruutta, oikeita työliikkeitä tai ruumiillista voimaa.

Erikoisesti on kohta 3) otettava huomioon. *Se on seikka, jonka kautta metsätyö eroaa esim. teollisuustyöstä.* Se on myös seikka, jonka perusteella metsätyötä ei samalla tavalla voida koneellistuttaa ja kaavamaisuttaa kuin tehdastyötä, maanviljelystöitä ja useita yksinkertaisia konttoritöitä ja virastotöitä.

Jo edellä on mainittu, että RONGE on jakanut työajan 2 osaan, nim. *teholliseen työaikaan ja hukka-aikaan.* Sitäpaitsi on tietysti otettava huomioon työssä välttämättömät lepoajat eli n.s. hengähdyspaussit, joiksi niitä TAYLOR nimittää. RONGEN järjestelmän puutteena on pidettävä, ettei hän ole ensinkään näitä viimemainittuja arvioinut erikseen, vaan lukenut ne hukkaanmenneeseen aikaan, jotavastoin esim. HILF on ottanut huomioon vain *tehollisen ajan ja lepoajan.* Itse asiassa näyttää siltä, kuin HILFIN lepoaika ja RONGEN hukka-aika olisivat suunnilleen sama asia.

Joka tapauksessa menee metsätyön suorittamisessa aina aikaa hukkaan. Metsätyössä on aina hetkiä, jolloin työläinen ei voi tehdä tehollista työtä, ja hetkiä, joita ei myöskään voida sanoa varsinaisiksi lepohetkiksi. Näiden välttämättömien hukka-aikojen määrä on usein se, joka ratkaisee työn tulokset. Paitsi siis sekä RONGEN että HILFIN kahtiajakoa, on aina otettava huomioon myös tuollainen kolmas hukka-aika, joka on joko riippuvainen indiviidistä tai tilapäisistä olosuhteista. Tämän hukka-ajan huomioonottaminen voidaan suorittaa eri tavalla, mutta tavallisimmin otetaan se huomioon erilaisten konstanttien avulla. Näin on esim. RONGE, tosin sitä itse huomaamattaan, tehnyt.

Syystä, että metsätyö on sekä henkistä että ruumiillista, voidaan myös ajatella metsätyön jakamista kahteen osaan nim. *henkiseen ja ruumiilliseen* osaan. Näiden osien erottaminen toisistaan ei kuitenkaan ole käytännöllisesti mahdollinen. Työmies voi esim. aivan hyvin tietää, mihin kohtaan kirves on iskettävä, jotta halko parhaiten halkeaisi. Mutta joka kerta kun hän iskee halkoon, liikahtaa halko siten, että kirves ei satu oikealle paikalleen. Puhtaasti mekaaniset seikat siis aiheuttavat sen, ettei hänellä ole mitään hyötyä tiedostaan, mihin paikkaan hänen on kirves iskettävä. Hän voi käyttää hyväkseen tietoaan vasta sitten, kun on onnistunut asettamaan halon niin, ettei se liikahda, joka taas voi esim. tapahtua siten, että hänelle annetaan teline, johon halko voidaan asettaa. Jos nyt tahdottaisiin ottaa selvää, kuinka monta työaikayksikköä työläinen on hyötynyt tiedostaan siitä, mihin kohtaan isku on suunnattava, niin huomataan pian, ettei tätä hyötyä voida aikamitalla mitata. Korkeintaan voisimme mitata sen siten, että kaksi samanlaista halkoa halkaistaisiin perätysten

toinen maassa ja toinen tuolla telineellä ja sen jälkeen mitattaisiin näiden töiden aikaero. Mutta silloinhan joutuisimme jo hyvin mielivaltaisiin aikamittoihin, sillä kahta samanlaista halkoa ei ole olemassa, ja senvuoksi voidaankin sanoa, että metsätyössä on olemassa momenteja, joita ei voida ajalla mitata. Näiden momenttien suhteen on tyydyttävä siihen, että ne merkitään erikseen ja siis todetaan, että metsätyö on jaettava *aikamitallisiin momentteihin ja momentteihin, joita ei voida ajalla mitata.*

Jos työaika jaetaan teholliseen ja tehottomaan, niin tullaan aina huomaamaan, että jos yksityiset työmomentit mitataan ajalla, niin kahden työn loppusumma ei tule milloinkaan vastaamaan samaa kokonaisyöaikaa, vaikka olosuhteet tehtäisiinkin kuinka samanlaisiksi tahansa. Kahta samanmittaista ja samanlaista pölkkyä ei milloinkaan löydy, ja senvuoksi ei esim. tapahdu, että esim. kaksi paperipuukuutiota tehtäisiin aivan samassa ajassa. Jos kuitenkin ajalla mitataan kahden paperipuupinon teko, niin voidaan sanoa, ettei työaika milloinkaan esim. osoita täsmälleen sitä, onko toinen työläinen tehnyt työnsä nopeammin kuin toinen syystä, että kummassakin tapauksessa on ollut vaikuttamassa työhön aikamittattomia momenteja, jotka tosin ovat vaikuttaneet työaikaan, mutta eivät siitä huolimatta ole aikamitallisia.

Aikamittattomien työmomenttien vaikutus voidaan, kuten edellä on mainittu, parhaiten määritellä erilaisten konstanttien tai persoonallisten yhtälöiden kautta. Sitävastoin voidaan aikamitalliset työmomentit helposti ottaa selville ja myös tutkia, voidaanko tarvittavaa aikaa vähentää. Tästä syystä onkin seuraavassa kiinnitetty päähuomio *aikamitallisten työmomenttien tutkimiseen.* Tämä on aivan luonnollista myös siitä syystä, että niiden tutkiminen on kaiken työjärjestelyn välttämätön edellytys. Aikamittattomien momenttien määrääminen voi tapahtua vasta näiden tuntemisen perusteella, ja voidaan sanoa, että aikamittattomiin momentteihin perehtyminen voi tapahtua vasta sitten, kuin työn aikamitallisten momenttien suhde on saatu sellaiseksi, kuin työn luonne vaatii.

*

Edellä on puhuttu metsätöiden luonteesta ottaen huomioon niiden luonne, osaksi henkisenä ja osaksi ruumiillisena työnä. Mutta metsätyön luonnetta voidaan ajatella toiseltakin kannalta, voidaan nim. ajatella metsätyötä joko *sesonkityönä*, jolloin sen suorittajan täytyy pystyä suorittamaan muitakin töitä, tai *ammattityönä*, jolloin metsätyöntekijä kautta vuoden tekee ainoastaan metsätyötä. On selvää, ettei metsätyötä milloinkaan voida saada korkealle tasolle, jos tyydytään siihen, että se jää sesonki-

työksi. Kaikki metsätyön tehostaminen edellyttää siis *a priori*, että metsätyöstä kehitetään kautta vuoden tehtävä työ. *Metsätyön rationalisoinnin tärkeänä edellytyksenä on siis pidettävä sen sesonkityöluonteen poistamista.*

Taylorismi ja rationalisoiminen suosii yleensä ammattityötä. On väitetty (sosialistit yleensä ja ensinnä JACK LONDON), että ammattityön ja taylorismin tuloksena on ollut teollisuuden reserviarmeijan syntyminen, ja samaanhan viittaa oikeastaan edelläesitetty LABRIOLAN käsityskanta. Mutta toiselta puolen voidaan TARNOWIN tapaan viitata tässä yhteydessä siihen vastarintaan, jota esim. kutomakoneen, kehysahan ja höyrykoneen keksiminen ja käytäntöönottaminen aikoinaan aiheutti. Se, että joku työala rationalisoidaan, voi merkitä ohimenevää työttömyyttäkin, mutta aikaa myöten ilmenee aina uusia työaloja, joten työttömyys ei jää jatkuvaksi, ja sitäpaitsi voidaan myös sanoa, että rationalisoiminen tulee merkitsemään työläisille työpäivän lyhennystä ja siis pidempiä vapaa-aikoja.

Metsätyön saattaminen eri työhaaroineen koko vuoden käsittäväksi ammattityöksi on pyrkimys, jota on sekä metsänhoidon että teollisuuden kannalta kannatettava. Ei ole myöskään mitään syytä otaksua, että tämän päämäärän tavoittelemisen tuottaisi meillä sosialipoliittisia haittoja. Sitäpaitsi voidaan sanoa, että meillä tavallaan on metsätyöläisten ammattikunta jo olemassa, kuuluen tähän ammattikuntaan sekä työmaalta työmaalle kiertelevä metsätyöläinen että metsäseutujen pientilallinen ja valtion metsätorppari, jotka kaikki ansaitsevat puolet vuositulostaan ja enemmänkin metsätyöllä.

Seuraavassa tehtyjen tutkimusten perusteena onkin, *että metsätyö pidetään ammattityönä ja että sitä sellaisena edelleen kehitetään.* Tällä seikalla on luonnollisesti suuri merkitys tutkimustapaan ja niihin päämääriin, joita tutkimustulosten käyttämiselle asetetaan. Jos esim. ajatellaan, että työkaavat laaditaan ammattityöväelle, niin silloin voidaan jo edellyttää sellaista kätevyyttä, ettei töitä selitettäessä esim. tarvitse selostaa työkaavoissa niin alkeellisia seikkoja kuin esim. HILFIN seinätaulukkoissa. Sellaisille nauraisi suomalainen metsätyöläinen, sillä niissä on neuvottu asioita, jotka hän poikasesta on tietänyt. Sitävastoin voidaan suomalaiset työkaavat ajatella kätevälle ja tottuneelle metsätyöläiselle laadittaviksi, jolloin niissä esitetään seikkoja, joiden avulla hän voi tehostaa työtään.

Edelleen on huomattava, että metsätaloudellinen työtehotutkimus on suuressa määrin *paikallisista olosuhteista* riippuvainen. Voidaanhan esim. tutkia, mikä on edullisin työmenetelmä Kuolajärven vedenjakaja-

seutujen kuusimetsiä hakattaessa tai mitä sääntöjä voidaan lausua kuusimetsien hakkauksesta yleensä. Selvää on, että yleispätevien tulosten aikaansaamiseksi edellytetään aluksi paikallisia tutkimuksia. Ne numerot, joita paikallisten tutkimusten perusteella saavutetaan, ovat sellaisia, että niitäkin voidaan erinäisillä edellytyksillä yleistyttää. Ne tutkimukset, joita seuraavassa tullaan esittämään, ovat paikallisuontoisia, mutta on niitä suoritettaessa koitettu ottaa myös yleistyttämismahdollisuudet huomioon. Tutkimuksia tehtäessä on siis pidetty silmällä myös yleispiirteisten ja yleisluontoisten tutkimussuunnitelmien luomista ja on siis koitettu tutkia metsätöiden luonnetta myös tätä seikkaa silmälläpitäen. Sitäpaitsi on siis tutkimuksilla myös paikallinen luonteensa, joka ilmenee siinä, että niiden perusteella on koitettu saavuttaa ja saavutettukin erinäisiä parannuksia käytännössä oleviin työmenetelmiin sekä selvitetty eräitä käytännössä olevia paikallisia työmenetelmiä koskevia seikkoja.

III.

Katsaus tekijän tutkimusaineistoon.

A. Selostus tutkimusalueesta.

Tutkimukset ovat suoritettut Korkeakosken hoitoalueessa, jonka valtionmaat sijaitsevat Ruoveden, Juupajoen, Vilppulan, Kuoreveden ja Längelmäen pitäjissä, 62 leveysasteen eteläpuolella, sillä maa-alueella joka pohjoisessa, idässä ja lännessä rajoittuu Kuoreveden—Vilppulan—Ruoveden vesistöön ja etelässä Oriveden ja Längelmäen pitäjiin. Hoitoalueessa on kaikkiaan 12,816.62 ha kasvullista metsämaata, kokonaispinta-alan ollessa 17,030 ha.

Alue on jaettu pääasiallisesti menekin suuntautumisen mukaan kolmeen hoitolohkoon. I hoitolohko eli Korkeakosken hoitolohko käsittää Pohjan ja Hyytiälänmaan valtionmaat, II hoitolohko eli Lylyn hoitolohko käsittää Huopioniemen, Juuanmaan, Heinälämminmaan, Leponiemen-Salmijärvenmaan, Kangasniemen ja Alapynnösen valtionmaat, ja III hoitolohko, Kuoreveden hoitolohko, käsittää Suinulan läntisen valtionmaan. Korkeakosken hoitolohkon menekki suuntautuu osaksi Korkeakosken rautatieasemalle, osaksi Kuivajärven — Huikonjoen vesistöalueeseen ja osaksi Ruoveden, Jäminkipohjan laivaväylän varteen. Järeämpi puutavara kuljetetaan siitä tavallisesti uittamalla ja pienempi puutavara rautateitse, lukuunottamatta Jäminkipohjaan menevää pienempää puutavaraa. II hoitolohkon menekkipaikka on Lylyn asema ja III hoitolohkon menekkipaikkana on Kuorevesi ja sen latvavedet.

Jos tarkemmin arvostellaan, kuinka suuri pinta-ala hoitoalueesta on varsinaista vesistömenekkiäaluetta ja varsinaista rautatiemenekkiäaluetta, niin voidaan sanoa, että vesistömenekkiäalue käsittää noin 6,640 ha ja rautatiemenekkiäalue noin 5,770 ha. Korkeakosken hoitoalueen lauttausväylät johtavat Kokemäenjoen vesistöön. Kaikki lauttausväylät ovat lauttauskunnossa. Hoitoalueen metsät sijaitsevat siis lauttauksen ja muun kuljetuksen suhteen edullisilla paikoilla, ja senvuoksi onkin menekki jo hyvä. Kun hoitoalueen metsät sitäpaitsi sijaitsevat asuttujen seutujen ja teh-

taiden lähettyvillä, joista mainittakoon Mäntän, Korkeakosken, Hirsilän ja Oriveden tehtaas, niin on hoitoalueen metsistä menekkiä kaikenlaiselle puutavaralle.

Hoitoalueen kasvullisten maiden kiertoajaksi on v. 1926 loppuunsuoritettussa metsänhoidontarkastuksessa määrätty 120 vuotta. Ensimmäisen 10 vuoden hakkausmääräksi on ehdotettu kaikkiaan 25,078 k-m³ vuodessa. Tästä on arvioitu olevan 102,800 kpl. 1.3 m korkeudelta 22—28 sm täyttävää ja 56,620 kpl. 1.3 m korkeudelta 28 + sm täyttävää sahapuuta. Vuosittain hakataan siis keskimäärin noin 16,000 sahapuuta.

Täysi-ikäiset metsät hakataan suurimmaksi osaksi lohkottaista siemenpuuasentohakkausta käyttäen. Mustikkatyyppin mailla on siemenpuuasentohakkaus jo sangen tiheäasentoinen, ja paremmilla mustikkatyyppin mailla sekä käenkaalimustikkatyyppin mailla on etupäässä käytetty kaistalettaista paljaasihakkausta tasaikäisillä koskemattomilla kuusi-alueilla sekä eri-ikäisissä kuusimetsissä lohkoharsintaa.

Edellämäinittuun hakkausmäärään sisältyvät myös kasvatushakkaukset, joissa poistetaan noin 7,000 k-m³ vuosittain. Nämä hakkaukset käsittävät joko väljennyshakkauksia tai varsinaisia harvennushakkauksia sekä jonkun verran ylispuuhakkauksia. Selvää on, että päähakkausaloilta ja ylispuuhakkauksista kertyy miltei yksinomaan sahapuuta, osaksi hyvinkin järeätä puutavaraa. Kasvatushakkauksista ja puhdistushakkauksista taas saadaan pääasiallisesti hiomopuuta ja polttopuuta sekä jonkun verran propseja.

Hankintahakkuita on Korkeakosken hoitoalueessa suoritettu jo lähes 2 vuosikymmentä. Niinpiankuin hoitoalueen I hoitolohko tuli yliopiston harjoitusalueeksi, alettiin suorittaa yhä kasvavassa määrin hankintahakkuita, vaikka arvokkain sahapuutavara myytiinkin yleisillä huutokaupoilla pystyyn. Näiden hankintahakkuiden yhteydessä harjoitettiin m.m. veistopuun hankintaa, joka taas edellytti puiden täsmällistä ja tarkkaa mittausta ja apteerausta.

Nämä veistopuuhankinnat olivat aluksi hyvin kannattavia, ja varsinkin kävivät ne kannattaviksi Tampereen osittaisen hävityksen jälkeen v. 1918 sodassa, jossa suuret määrät kaupungin puurakennuksia tuhoutui. Suuri osa uutisrakennuksiin käytetystä veistopuusta onkin kotoisin yliopiston harjoittelualueesta, jota paitsi näihin aikoihin veistopuuta tarvittiin muualakin. Vähitellen kuitenkin sen tarve väheni, ja senvuoksi kävi sen hankinta tarpeettomaksi, joten se vähitellen lopetettiin, niin että v. 1923 jälkeen ei hoitoalueesta enään ole sanottavasti myyty veistopuuta.

Näillä veistopuuhakuilla on kuitenkin ollut se merkitys, että niiden kautta on hoitoalueeseen, varsinkin sen I ja II hoitolohkoihin, kasvatettu ammattillista metsätyöväestöä. Kun sitten, alkaen v. 1925, metsähallitus laajensi hankintahakkuitaan, niin ryhdyttiin Korkeakosken hoitoalueesta myymään kaikki puutavara hankintapuuna. Senvuoksi, että hoitoalueessa jo ennen oli ollut monipuolisia hankintahakkuita, oli hoitoalueeseen voitu saada kantatyöväestö, ja voidaankin sanoa, että hoitoalueen hakkuilla työskentelee suurimmaksi osaksi ammattityöläisiä.

Edelläolevasta selviää myös, että hoitoalueessa voidaan suorittaa sangen monipuolisia työtehotutkimuksia. Hoitoalueesta on hankittu kaikenlaista puutavaraa, ja niiden puutavaralaatujen lisäksi, jotka jo edellä ovat mainitut, on hoitoalueessa myöskin valmistettu m.m. faneeripuuta, tilitikkupuuta ja lastuvillapuuta. Sitäpaitsi työskentelee hoitoalueessa metsänhoitoylioppilaita, joiden täällä on perehdyttävä metsässä valmistettaviin puutavaralajeihin.

Näin ollen on hoitoalueessa mahdollisuuksia työtehotutkimuksiin, mutta nämä mahdollisuudet eivät kuitenkaan ole niin suuret, kuin edellä esitetyn perusteella voisi otaksua. Valtion hankinnat ovat nim. ensi sijassa tehtävät taloudellisesti kannattaviksi ja toiseksi on niillä määrätty hankinta-aikansa, joten niiden yhteydessä ei ole tilaisuutta kuin rajoitussa määrässä ryhtyä kokeiluihin. Metsänhoitoylioppilaita on taas viime vuosina ollut siksi pienet määrät, että heidän työnsä on paljon enemmän kuin ennen mennyt aivan välttämättömiin juokseviin tehtäviin, joten heitäkään ei ole voitu käyttää kokeiluihin. Tästä syystä onkin tekijä ollut pakotettu yksityisillä varoillaan palkkaamaan kokeiluihin käytetyt työmiehet, ja senvuoksi ei kokeiluja ole voitu toimittaa niin laajassa mittakaavassa, kuin olisi ollut toivottavaa. Tästä syystä ei tekijä myöskään ole voinut käyttää apulaisia kokeiden valvomisessa, vaan on hänen itse täytynyt niitä valvoa; apuna on ollut vain pari ylösparijaa. Senvuoksi ovatkin kokeet pääasiallisesti suoritettut I hoitolohkossa, jossa yliopiston harjoitteluasema sijaitsee. Tämän hoitolohkon pinta-ala on 3,588 ha, josta kasvullista metsämaata on 2,634 ha.

B. Selostus tutkimustavasta.

Metsätyötä työtehollisesti tutkittaessa on käytetty kahta menettelytapaa. On joko tehty tutkimukset työmiesten tietäen tai heidän tietämättään. Jälkimmäistä menettelytapaa on m.m. RONGE käyttänyt. Hänen

menettelytapansa on ollut seuraava: Työaika on jaettu kahteen osaan, teholliseen aikaan ja hukka-aikaan. Mitä näillä ymmärretään, selviää allaolevasta RONGEN jaoituksesta.

Tehollinen aika.

Kaatokolon teko.

Sahaus.

Sahaus.

Karsiminen

Katkaiseminen.

Tukin kääntö.

Alapuolen karsiminen

Hukka-aika.

Työmies siirtyy työkaluineen puulle ja luo lumen.

Työkalujen vaihto.

Hengähdyspaussi.

Puu kaatuu; työkalujen vaihto; siirtyminen runkoa myöten.

ja sen yhteydessä siirtyminen latvusta myöten. Työkalujen vaihto.

Työkalujen vaihto.

Työkalujen vaihto.

ja siirtyminen tukkia myöten, tukin merkitseminen ja työkalujen kerääminen.

Tutkimusta varten oli RONGElla käytettävänä kaksi kelloa, aikakello ja sekuntimittari. Aikakellon avulla pantiin muistiin se hetki, jolloin työntekijä oli jättänyt valmiiksi saamansa puun ja alkoi siirtyä seuraavalle. Sekuntimittarista oli poistettu takaisinlyövä koneisto. Kun työläinen alkoi hakata kaatokoloa, pantiin sekuntimittari käyntiin ja pysäytettiin heti, kun kaatokolo oli tullut valmiiksi. Kun taas ensimmäinen sahausliike alkoi, pantiin sekuntimittari käyntiin ja pysäytettiin heti, kun se oli loppunut. Kun tällä tavalla jatkettiin, niin merkitsi siis sekuntimittari automaattisesti muistiin kaiken sen työn, mitä RONGE piti tehollisena työnä. Työn loppu pantiin merkille aikakellosta.

RONGE ajatteli seuraavalla tavalla. Kaikki hukka-aika on riippumaton puun koosta. Puun koollahan ei ole mitään merkitystä siihen, kuinka pitkä aika kuluu siirtymiseen puulta toiselle, kuinka paljon aikaa kuluu lumen luontiin j.n.e. Nämä kaikki ovat töitä, jotka uudistuvat kutakin puuta kohti, jotka siis ovat riippuvaisia kappaleluvusta. Sitävastoin puun karsiminen, puun kääntäminen j.n.e. ovat riippuvaisia puun kuutiomäärästä. Tästä syystä määritteli RONGE n.s. kaksiaikakoeffisientin (ruotsiksi tvätidsutryck) seuraavalla tavalla:

$$\left. \begin{array}{l} \text{A sek. pr } \frac{\text{m}^3}{100} \\ \text{B } \gg \gg \text{ kpl} \end{array} \right\}$$

Menettelytapa on hyvin mukava, sillä aikojen yhteenlaskeminen tapahtuu automaattisesti ja työtä voidaan helposti seurata työmiestä häiritsemättä. Mutta toiselta puolen ei tällainen tutkimus selvitä työn yksityiskohtia eikä valaise sen järjestelyä. Se edellyttää oikeastaan, ettei työn suorittamistapaa ajota tutkia. Jos sitävastoin tahdotaan myös kiinnittää huomiota tähän ja työntekijän individualisuuteen sekä työliikkeiden tarkoituksenmukaisuuteen, niin on selvää, että jokaista työliikettä on tarkoin seurattava. Tällöin ei kuitenkaan tutkimusta voida suorittaa ilman, että työntekijä on siitä tietoinen.

*

Metsätyö voidaan jakaa kahteen eri lajiin, nim. *ryhmätyöhön ja yksikkötyöhön*.

Tyypillistä ryhmätyötä on esim. pinopuutavaran teko. Työ suoritetaan siten, että useampia puita ensin kaadetaan. Puut tulevat siis lähelle toisiaan ja useimmiten latvukset samaan suuntaan. Kaadon jälkeen jatketaan työtä esim. siten, että ensin karsitaan kaikki puut, jolloin liikkuminen puulta puulle tapahtuu jatkuvasti, tämän jälkeen puut kuoritaan, katkotaan j.n.e. ja lopuksi pinotaan.

Ryhmätyö on pääasiallisesti johtunut siitä, että tahdotaan sopivalle paikalle valmistaa määrätyn kokoinen pino jotakin puutavaraa. Se käsittelee esim. puuryhmän, josta saadaan 1 p-m³ halko- tai paperipuuta.

Ryhmätyön työliikkeillä ei ole määrättyä järjestystä. Niiden järjestys riippuu esim. puiden asemasta, siitä, kuinka puut ovat kaatuneet j.n.e. Kun ryhmätyötä seuraa, niin huomaa pian, että sen järjestys vaihtelee miltei joka tapauksessa. Työmies on esim. kaatanut puut. Sensijaan, että hän menettelisi, kuten edellä on mainittu, voi esim. sattua, että hän tämän jälkeen mittaa kustakin puusta pinopuiksi kelpaavan osan ja sen samalla kertaa karsii. Hän kuljettaa siis joka kerta mukanaan kaikki työkalut ja tekee samalla paikalla niin monta työliikettä perätysten kuin mahdollista.

Tyypillistä yksikkötyötä taas on suurten sahapuiden kaataminen. Työntekijä kaataa yhden puun kerrallaan ja valmistaa sen siirtyäkseen sen jälkeen seuraavalle puulle. Mutta tämäkään työ ei aina säily tyypillisenä yksikkötyönä. Hyvin usein kaadetaan useampi sahapuu kerrallaan ja vasta sen jälkeen merkitsee katkoja, miten puu on paloitteltava.

On selvää, että edellämainittua kumpaakin työlajia on tutkittava eri tavalla. Syystä, että ryhmätyön työliikkeet eivät milloinkaan ole samassa järjestyksessä, on mahdotonta tällaisen työn seuraamiselle laatia suunnitelmaa edeltäpäin. Kaikki valmiit sarekkeet vain haittaavat työtä syystä,

että sarekkeita tarvitaan paljon, ja kun on hypättävä sarekkeesta toiseen milloin missäkin järjestyksessä, niin voivat merkinnät helposti joutua väärään sarekkeeseen. Tästä syystä onkin paras lomake ryhmätyötä seurattaessa — tyhjä paperi, johon työliikkeet sopivilla merkinnöillä pannaan muistiin. Mutta senvuoksi, että työliikkeet tällä tavalla tulevat muistiin aivan eri järjestyksessä, käy niistä tehtyjen muistiinpanojen tutkiminen erittäin hankalaksi. Sitävastoin soveltuu RONGEN menettely erittäin hyvin ryhmätyön tutkimiseen. RONGEN menettelyllä on se hyvä puoli, että se ei ole mitenkään riippuvainen järjestyksestä, jossa työt suoritetaan. Luonnollisesti voitaisiin niin ryhmä- kuin muitakin metsätöitä parhaiten tutkia GILBRETHIN elokuvamenettelyä käyttäen, mutta tekijällä ei ole ollut käytettävänä tähän tarkoitukseen välttämättömiä koneita.

Yksikkötyön työliikkeiden tutkiminen on yksinkertaisempaa. Ainoastaan suuria tukkipuita kaadettaessa meillä harjoitetaan, niinkuin edellä on mainittu, sanan täydellisimmässä merkityksessä puhdasta yksikkötyötä. Mutta hyvintavallista on myöskin, että käytetään eri kaatajia ja eri puutavaranvalmistajia. Vaikka sahapuita kaadettaisiinkin useampia kerrallaan, niin saa tukkimetsässä tehty työ kuitenkin yksikkötyön luonteen. Siinä tapahtuvat työliikkeet paljon määrätymässä järjestyksessä kuin pinopuuta tehtäessä, ja senvuoksi voidaan myös sahatukin tekoa tutkia edeltäpäin tehdyn suunnitelman mukaan. Tutkimukset ovat suoritettut seuraavaan tapaan.

Ennenkuin työ on alettu, on niille työmiehille, joita tutkimus koski selitetty tutkimuksen tarkoitus ja menettelytapa. Melkein poikkeuksetta on tehty se huomio, että tutkimus ei ole ollut työmiehille vastenmielinen, päinvastoin on se useissa herättänyt suurta mielenkiintoa. Työmiehet, joiden työtä on tutkittu, ovat olleet sentapaisia ammattityöläisiä kuin edellä on selostettu. Tavallisesti on tutkimus alettu siten, että on pyydetty työmiestä tekemään työnsä häiriintymättä ja tavallisia menettelytapojaan käyttäen. On ollut kuitenkin, ainakin aluksi, aivan selvästi huomattavissa pyrkimystä huippusaavutuksiin, siis jonkunlaista »urheiluhenkeä», jota pian on seurannut liiallinen rasittuminen. Työläisen on sen jälkeen annettu levätä ja jatkaa työtänsä, kunnes on huomattu, ettei työn seuraaminen häntä häiritse. Aluksi on työn suhteen tehty ainoastaan yksityiskohtia koskevia huomiota. On siis esim. tutkittu, kuinka kauan kaatokolon teko kestää, kuinka kauan kestää puun poikkisahaus j.n.e., ja annettu siis työmiehen suorittaa suuri osa työtään ilman, että siitä on tehty muistiinpanoja. Näitä muistiinpanoja tehtäessä on myös voitu perehtyä työläisen käyttämään työjärjestykseen, on opittu eläytymään hänen työ-

suunnitteluunsa, ja siten on käynyt mahdolliseksi aavistaa, mikä työliike milloinkin tulee seuraamaan toista. Tätä alkututkimusta tehtäessä on työläisellä myös ollut tilaisuus kunnostaa työkalunsa. Vasta sitten, kun työläinen täten on tottunut siihen, että hänen työtänsä seurataan ja tullut samalla huomaamaan, ettei hänen työtänsä mitenkään häiritä eikä hänen työsuunnitelmiansa sekaannuta, on voitu aloittaa työn varsinainen tutkiminen.

Työläinen on viety tämän jälkeen sellaiselle paikalle, jossa metsän tiheys ja kaatosuhteet ovat pidetyt normaaleina. Nämä normaalikaatosuhteet ovat olleet keskimäärin samat kuin RONGEN tutkimuksissa, nim. seuraavat:

Keskipituus 17'—19	350 pölkyä ha kohti.			
» 13'—15	450	»	»	»
» 10'—11	600	»	»	»
» 9'—5	850	»	»	»

Täällä on työläiselle ilmoitettu, että tämän jälkeen tullaan merkitsemään kaikki työliikkeet, mutta, että hänen on tehtävä työtään niinkuin ennenkin. Samalla on ilmoitettu, ettei sillä ole mitään merkitystä, kuinka nopeasti työ tehdään. Ainoa seikka, jota työläiselle ei ole etukäteen ilmoitettu, on se, mistä puusta tehdään kokonaismuistiinpanot ja mistä ei. Sitäpaitsi ei työläinen myöskään saanut tietää sitä, että useimpien puiden teko jätettiin kokonaan merkitsemättä muistiin.

Kun siis työnteko alkaa, merkitään aikakellolla työn alku ja työn tai työvuoron loppu. Työn tai työvuoron loputtua merkittiin muistiin työsaavutukset. Yksikkötyön tutkimista varten valittiin sellaiset tapaukset, joita oli helppo seurata. Siis sellaisen puun kaato, joka samalla kertaa voitiin nähdä tyvestä latvaan asti ja jonka työsuunnitelma voitiin etukäteen arvata. On mainittava, että tällaisia tapauksia ei suinkaan esiintynyt usein. Toisen ihmisen on sangen vaikea seurata toisen ajatuksenjuoksua, ja sitäpaitsi voi uusi työliike alkaa niin odottamatta, että sekuntimittari jää jälkeen. Tästä syystä täytyykin ylösperiä olla kaksi.

Ylläolevasta selviää siis, että *ryhmätyötä* varten on tehty erilaiset muistiinpanot kuin yksikkötyön suhteen. *Ryhmätyön* muistiinpanot ovat siksi yksinkertaiset, ettei niitä tarvitse sen laajemmin selittää. Niiden pääpiirteet selviävät liitteenä I olevasta taulukosta.

Yksikkötyön muistiinpanot ovat sitävastoin monimutkaisemmat. Muistiinpanoja varten laadittiin pahvista taulukoita, joiden mitat olivat 20×75 sm. Tällainen taulukko oli viivoitettu 4 puuta varten. Sen kapein

sareke oli 15 mm. Työtä koskevat sarekkeet olivat asetetut siten, että ne olivat suunnilleen siinä järjestyksessä, jossa työ yleensä tehtiin.

Sareke 1) oli kaatosahaus, sareke 2) kolonteko, sareke 3) vaihdot ja kaato (kaatamiseen tarvittava työkalunvaihto ja mahdollisesti kaatoon tarvittava työ), 4) karsiminen, 5) työkalun vaihto, 7) kuoriminen, 8) työkalun vaihto, 9) mittaus, 10) pinoaminen, jonka jälkeen seurasi 10 sarekettä poikkisahauksia ja sahausväliaikoja varten. Jotta sareke olisi helpompi löytää, olivat sarekkeet sitäpaitsi vielä kaksinkertaisilla viivoilla erotetut sopiviin ryhmiin, nim. siten, että ne olivat ryhmitetyt osiin: kaataminen, karsiminen, kuoriminen ja katkominen. Kts. liitettä laulukko II. *

Tällä tavalla tehtyinä olivat lomakkeet siksi selvät, ettei niistä tarvinnut mitään sarekettä etsiä. Siitä huolimatta vaati ylösperiä suurta tottumusta. Oli ennen kaikkea totuttava pitämään muistissa kaksi lukua kerrallaan, sillä muuten oli useimmiten mahdotonta seurata esim. katkomistyöliikkeen sarjaa jatkuvana kokonaisuutena. Selvää onkin, että muistiinpanot usein täytyi sekaannuksen vuoksi keskeyttää, mutta tämä ei ollut kovin suureksi haitaksi, sillä työstä voitiin taas myöhemmin ottaa kiinni. Pääasiana pidettiin sitä, että jokainen yksityinen merkintä oli oikea ja että se tuli oikeaan sarekkeeseen, eikä suinkaan sitä, että *jokainen* työliike tuli merkityksi.

Yksikkötyöstä tehdyistä muistiinpanoista mainittakoon seuraavaa. On ilman muuta selvää, ettei esim. katkaistujen kappaleiden sahausaikojen ja katkaisusahausten määrien tarvitse vastata toisiaan. Jonkun häiriön vuoksi on esim. ollut pakko jättää jonkun läpimitan sahaus huomioonottamatta. Sitäpaitsi on hyvin nopeissa tapauksissa, ja kun kaadettuja puita on pidetty hyvin samanlaisina, menetelty siten, että katkaistaessa on otettu huomioon ainoastaan joko tehollisen tai tehottoman työn momentit. Kun tässä tapauksessa on tahdottu päästä selville työliikkeestä kokonaisuutena, on siis edelliset arvot asetettu jälkimmäisten rinnalle ja tällä tavalla siis saatu n.k. laskettuja arvoja ja laskettuja työaikasarjoja. Voidaan ehkä väittää, ettei tällainen menettelytapa anna tarpeeksi eksaktisia tuloksia, mutta on huomattava, että puhtaasti eksaktisia tuloksia voidaan saavuttaa ainoastaan erittäin kallisarvoisilla koneilla.

Puhtaasti eksaktisia tuloksiahan voidaan saavuttaa ainoastaan GILBRETHin menettelytavalla, joka edellyttää elokuvien käyttöä. Vain elokuvaamalla työntekijän työliikkeet ja suurikokoinen sekuntimittari samalla kertaa, on mahdollista täsmälleen määrätä, kuinka pitkän ajan kukin työvaihe kestää. On kuitenkin huomattava, etteivät näin tarkat

* Taulukko ainoastaan esimerkiksi.

tutkimukset edes ole tarpeellisia eikä niitä yleensä työtehotutkimusten alustavissa asteissa edellytetäkään. Työvaiheiden täsmällinen tutkiminen ja niiden rajojen täsmällinen määrittely suoritetaan nim. vasta sitten, kuin työlle jo on laadittu alustava järjestelmä, jonka perusteella aluksi ryhdytään työliikkeitä yksinkertaistuttamaan ja lepoaikoja sijoittamaan. Tekijän tutkimuksien tarkoituksena on päästä juuri tämäntapaisen järjestelmän suunnitteluun eli toisin sanoen määritellä ne peruspiirteet, jotka lopullista työkaavaa laadittaessa ovat otettavat huomioon.

Kun on merkitty se aika, jolloin työ alkaa, ja aika, jolloin työ on loppunut, niin on saatu eksaktisesti tietää, kuinka kauan työ on kestänyt. Tätä aikaa voidaan käyttää yllämainittujen laskettujen aikojen kontrollina. Laskettu aika on siis saatu siten, että havainnoista puuttuvan ajan tilalle on merkitty todennäköinen aika. Tällainen merkintä on jo tehty metsässä, mutta eri värillä, joten havainnontekijä tietää, milloin aika on oikea ja milloin se on todennäköisyyden perusteella merkitty. Kun sitten lasketaan työliikkeen kokonaisaika, ottaen huomioon täten sijoitetut todennäköiset ajat, niin voidaan edellämainittua eksaktista aikaa pitää näiden aikojen kontrollina. Todennäköisyysmerkintöjen lukumäärästä riippuen on ero vaihdellut $\frac{1}{45}$ — $\frac{1}{100}$ rajojen välillä kokonaisajasta. Minkäänlaista tasoitusta ei luonnollisesti ole voitu toimittaa, sillä toiset aikaluvut ovat eksaktisia ja toiset ainoastaan todennäköisiä.

Edelleen mainittakoon tutkimushankaluuksista seuraavaa. On luonnollista, että jokainen sekuntimittarin lukeminen on suoritettava sanan täydellisimmässä merkityksessä silmänräpäyksessä. Käytettävissä olevat sekuntimittarit antoivat ajan $\frac{1}{5}$ sekunnin tarkkuudella, mutta lukemista ei kuitenkaan voitu toimittaa niin nopeasti, että olisi voitu käyttää sekunnin osia. Päinvastoin olisi näiden lukeminen aiheuttanut epävarmuutta, joten luettiin ainoastaan kokonaiset sekunnit. Selvää on kuitenkin, että yhdessä sekunnissa ehditään esim. sahaa pitkälti liikuttaa. Mutta toiselta puolen on huomattava, että lopulliset tulokset ovat lasketut useamman puun perusteella, ja tällä tavalla on todennäköistä, että virhe tasaantuu. Toinen virhelähde on se, että sekuntimittarin pysäyttäminen, takaisinlyöminen ja uudestaan käyntiinpaneminen vie $\frac{2}{5}$ -1 sekuntia, ja että usein voi luulla jonkun työvaiheen loppuneen, vaikka kysymyksessä on ainoastaan satunnainen pysähdys. Mutta myöskin tällaiset virheellisyudet tasaantuvat, kun on kysymys kymmenistä puista kerrallaan.

Yksikkötyön tutkiminen on sängen rasittavaa, ja jo tästä riippuu, ettei voida tehdä muistiinpanoja useista puista perätysten. Niinpiankuin havainnontekijä huomaa, ettei hän enään tarkkuudella voi seurata työtä,

on hänen keskeytettävä muistiinpanojen teko. Tällainen keskeytyminen on myös tarpeellinen senvuoksi, että voidaan tehdyt muistiinpanot tarkistaa jo metsässä. Kun työmuistiinpanon on tehnyt, jää työstä erittäin selvä kuva mieleen. Muistaa tarkoin, miten ja missä järjestyksessä se on suoritettu ja millaisten ulkonaisten olosuhteiden vallitessa sekä minkätapaiset seikat ovat siinä esim. aiheuttaneet häiriöitä. Tästä syystä onkin erittäin tärkeätä, että yksikkötyön muistiinpanot aina metsässä tarkistetaan, ja tavallisesti onkin tällainen tarkistus tehty jo parin kolmen puun jälkeen. Kun toinen henkilö on tehnyt muistiinpanoja samasta puusta, niin on myös voitu helposti huomata, onko muistiinpanoissa tapahtunut erehdyksiä. Yleensä voidaan tällaisia muistiinpanoja verrattaessa huomata, etteivät eroavaisuudet ole kovinkaan suuret. Jos joku kohta on kummallakin muistiinpanijalla erilainen, on tällainen kohta kokonaan jätetty havainnosta pois, jos eroavaisuus on ollut siksi suuri, että on syytä otaksua jommankumman tehneen havaintovirheen, tai jos taas ero on ollut pieni, on molemmista havainnoista otettu keskiarvo.

Kuten ylläolevasta selvinnee, ei täten suoritettussa työtehotutkimuksessa koottu lukuaineisto ole samantapaista kuin esim. metrimitalalla mitattukseen perustuva. Tästä syystä on myös tämäntapaisen aineiston käsittely individuaalisempi. Sen lukuja ei voida käsitellä puhtaasti matemaattisina lukuina, vaan ovat ne niin sanoaksemme lukuja, joiden taustana on sekä työntekijän, että havainnontekijän sielu. Niiden käsittelemiseen pystyy ainoastaan se, joka on luvut itse mitannut ja muistaa, kuinka työ on tehty, sekä ne olosuhteet, joissa työ suoritettiin.

Se, että näitä lukuja ei voida samalla tavalla käsitellä kuin muita lukuja, riippuu myös paljon siitä, ettei ole olemassa kahta samanlaista puuta. Ja varsinkin puun katkaisukohdat tulevat hyvin erilaisiksi, m.m. riippuen siitä, kuinka lähelle oksakehää saha sattuu, sattuuko sahauskohta olemaan anatoomiselta rakenteeltaan epänormaalin j.n.e. Toisiinsa verrattavat luvut eivät siis voi olla muuta kuin pääpiirteissään samanarvoisia, ja tästä syystä täytyy tilastontekijällä olla oikeus eliminoida selvät poikkeustapaukset, sillä niin suurta aineistoa, että tämä eliminointuminen tapahtuisi mekaanisesti, on vaikea koota.

C: Tutkimusaineiston käsittely.

Ryhmätyöstä kerätyn tutkimusaineiston käsittely on sängen yksinkertainen. On laskettu, kuinka monta engl. kuutiojalkaa puutavaraa on valmistettu ja kuinka monta kappaletta valmistettua puutavaraa on. Sekä

paperipuulle että haloille on käytetty mittana kuutiojalkaa siitä syystä, että tuloksia voitaisiin verrata RONGEN saamiin tuloksiin.

Kun siis tiedetään, kuinka suuren kiinteän kuutiomäärän suoritettu koe käsittää, ja tiedetään, kuinka suuri aika työntekoon on kulunut sekä kuinka suuri osa ajasta on ollut tehollista työaikaa, niin saadaan RONGEN mukaan tietää hukka-aika vähentämällä kokonaistyöajasta tehollinen työaika. RONGEN menettelytapa mitata ainoastaan tehollinen työaika ja kokonaistyöaika sekä tämän perusteella laskea hukka-aika, on yksipuolinen. Menettelytapa saadaan varmemmaksi siten, että mitataan myös hukka-aikoja ja siis kokonaistyöajasta vähennetään hukka-aika ja tämän perusteella lasketaan tehollinen työaika. Kontrollin vuoksi on muutamissa tapauksissa käytetty myös tätä menettelytapaa, ja silloin on huomattu, että yleensä suoranaisesti mitattu aika tulee suuremmaksi kuin laskettu aika. Jos esim. kaksi ylösantijaa samalla kertaa mittaa saman työn siten, että toinen mittaa tehollisen ajan ja toinen hukka-ajan, niin saa edellisen hukka-ajan ja jälkimmäinen tehollisen ajan suuremmaksi. Tämä riippuu siitä, ettei sekuntimittarin pysäyttäminen milloinkaan tapahdu heti työliikkeen loputtua, vaan aina hieman senjälkeen, tai myös, jos on kysymys tehottomasta työstä, työliikkeen alettua, vaan hieman sen jälkeen, ja kun tällaisia pysähdyksiä on useita satoja, niin saadaan niistä huomattava loppusumma. On selvää, että oikean luvun täytyy, jos edellytetään, että molemmat mittaukset ovat oikeat, olla näiden lukujen puolivälissä. Kun siis tällä tavalla on tehty kaksi mittausta ja niiden erotuksista otettu keskiarvo sekä tämä keskiarvo jaettu tehollisen, resp. hukka-ajan sekuntimäärällä, niin on saatu keskimääräinen korjausluku Δ , joka on laskettu tehollista aikaa kohti. Täten on siis korjattu RONGEN menettelytapaa, joka aivan selvästi on ollut liian yksipuolinen, sillä siinä ei ole saatu minkäänlaista kontrollia siitä, ovatko sekuntimittarin antamat tulokset oikeat. Huomattava on, että tällaisen yksipuolisen laskutavan kautta on RONGEN tutkimuksissa tultu laskeneeksi tehollinen aika suuremmaksi kuin se on.

Yksikkötyön tutkimusaineiston selvittäminen ei ole ollut näin yksinkertaista. Ensinnäkin on huomattava, että siinä tulevat kysymykseen sangen pienet ajat. Esim. kaatokolon teko voi tapahtua niin äkkiä, ettei ole suinkaan helppo merkitä, milloin se on alkanut ja milloin se on loppunut. Katkaisusahausta voi jo näyttää loppuneen, mutta puu ei olekaan poikki, vaan on sahaa vielä vedettävä pari kertaa tai mahdollisesti iskettävä puuta kirveellä. Tästä syystä voi helposti sattua, että joukkoon tulee sellaisia lukuja, jotka havainnontekijä tietää poikkeukselliseksi. Mutta toi-

selta puolen on selvää, ettei metsätyötä milloinkaan voida pakottaa mekaanisesti niin säännöllisiin uomiin, kuin esim. teollisuustyötä, ja siitä syystä on myös otaksuttavaa, että siinä aina tulee tällaisia epäsäännöllisyyksiä olemaan. Niiden tasoittaminen tapahtuu kuitenkin automaattisesti, jos aineisto käy tarpeeksi suureksi. Mutta siinä tapauksessa, että aineisto ei ole niin suuri, ehkä tuhansia puita käsittävä, niinkuin tässä tapauksessa tarvittaisiin, on ehdottomasti paras käyttää graafillista tasoitusta. Graafillisen tasoituksen luonteeseen ja sen käyttökelpoisuuteen nähden viitattakoon siihen, mitä LINDBERG on siitä maininnut, ja niihin perusteluihin, joita LÖNNROTH on sitä arvostellessaan antanut.

Yksikkötyön tutkimuksessa on siis koetettu ottaa selville tärkeimpien työliikkeiden vaatima työaika. Puutavaraa metsässä valmistettaessa on luonnollisesti *sahausliike* mielenkiintoisin työliike. Sen suhteen on tutkittu, kuinka paljon aikaa menee pinta-alayksikön sahaukseen. On siis otaksuttu, että poikkileikkauspinta-ala on sahaustyön sopivin mitta, ja on laskettu, kuinka monta aikayksikköä pinta-alayksikön sahaus vaatii eri läpimitaisilla puilla ja eri puulajeilla.

Puun *kuoriminen* on sangen tärkeä ja yleiskustannuksiin suuresti vaikuttava metsätyö. EKMAN on laatinut taulukon, jossa kuorimisvaikeus on arvioitu puukappaleen manttelipinnan perusteella. Tekijä on taas tutkinut, missä määrin kuorimisvaikeus tosiaankin voidaan manttelipinnan mukaan määritellä ja missä suhteessa kuorimisaika ja manttelipinta ovat toisiinsa.

Karsimisvaikeus taas on yhteydessä latvuksen suuruuden ja oksien läpimitan kanssa. Sitä tutkittaessa on otettu huomioon nämä molemmat seikat.

Erittäin tärkeä, mutta vaikeasti määrättävä tehollinen työ on kaikki *siirrot*. Näiden mittaaminen on tapahtunut siten, että toisen ylösantijan mitatessa ja tutkiessa koko yksikkötyötä, toinen on mitannut ainoastaan siirtotyöhön tarvittavan ajan. On selvää, että tämä aika on riippuvainen kahdesta seikasta, nim. valmistetun kappaleen kuutiosisällyksestä ja valmistettujen kappaleiden lukumäärästä. Mitä suurempi esim. liikuttettava tukki on, sitä enemmän ruumiillista ponnistusta ja myös sitä enemmän aikaa tarvitaan sen liikuttelemiseen. Mitä useampia pölkkyjä taas on, sitä useamman kerran täytyy pölkkyä siirtää saadakseen sen sahattavaksi esim. sahapukilla tai sitä useammin täytyy sahaajan siirtyä runkoa myöten. Mutta juuri tässä ilmaantuukin eräs erittäin huomattava vaikeus, nim. kysymys siitä, mikä on tällaisessa tapauksessa ero tehollisen ja tehottoman tai hukka-aikaan kuuluvan työliikkeen välillä. Ja selvää on, ettei tässä

suhteessa täydelliseen johdonmukaisuuteen päästäkään. Kun työmies esim. on kaatanut pienen tukkipuun, niin hän ensin siirtyy runkoa pitkin ensimmäiseen katkaisukohtaan. Ensimmäistä katkaisua hän ei voi suorittaa, ennenkuin hän tosiaankin on katkaisupaikalle siirtynyt. Näin ollen on siis tämä siirtyminen selvästi tehollinen työliike. Kun hän on ensimmäisen katkaisunsa tehnyt, karsii hän esim. latvuksen ja sen jälkeen seisoo paikallaan, mutta siirtää katkoessaan latvusta aina yhden sahausvälin eteenpäin. Näin ollen on siis myös jokainen tällainen siirto tehollista työtä.

Edelläolevasta selviää, että siis työtä tarkastettaessa on helppo ainakin likimääräisesti arvostella, mitkä siirrot ja paikaltaan siirtymiset ovat tehollisia ja mitkä tehottomia. Täten on siis *mitattu* paitsi varsinaista puun kokoa- ja muotoamuuttavaa työtä, myös se *tehollinen työ*, joka on *käytetty välttämättömiin siirtoihin tai siirtymisiin*. Tämä työ on lausuttu %-eina puun kokoa- ja muotoamuuttavasta työajasta.

Mitä on sitten *hukka-aika*? Se ei ole suinkaan välttämättömästi hukkaan mennyttä aikaa. Siihen kuuluvat RONGEN mukaan sellaiset ajat kuin työläisen siirtyminen puulta puulle, lumenluonti, työkalujen vaihto, puun kaatuminen, lepoajat j.n.e. Nämä eivät suinkaan ole mitään hukka-aikaa, sillä kaikki nämä ajat ovat välttämättömät, jotta työ voitaisiin suorittaa. Itse asiassa on siis RONGEN käyttämä nimitys, hukka-aika, harhaan johdava, ja paljon parempia ovat hänen käyttämänsä nimitykset, kappaleaika (stycketalstid, 1. tid pr kubikfot). Kun tarkastetaan näitä aikoja, niin huomataan pian, että ne voidaan jakaa kahteen osaan, nim. *välttämättömään kappaleaikaan* ja todella *hukkaanmenneeseen kappaleaikaan*. Hukkaanmennyttä aikaa syntyy esim., jos työläinen kulkee puulta toiselle, mutta unohtaa edelliselle puulle kirveensä ja saa lähteä sitä uudestaan noutamaan, jos työläinen kaataa puunsa konkeloon ja saa senvuoksi käyttää sen kaatamiseksi ylimääräistä aikaa tai jos työläinen pinoaa kuoritut paperipuuut niin, että pino heti sortuu ja saa pinota ne uudelleen j.n.e.

Tällaista hukkaanmennyttä aikaa voimme sanoa *satunnaiseksi hukka-ajaksi*. Mutta sitäpaitsi on olemassa myös toisenlaista hukka-aikaa. Voidaan ajatella, että työläinen tekee työtä suorittaessaan jonkun *systemaattisen virheen*, joka säännöllisesti lisää työaikaa. Tämäntapainen virhe on esim. se, että hän sen sijaan, että hän kuorisi koko paperipuun kerrallaan ennen katkomista, kuorii sen vasta katkomisen jälkeen eli siis jokaisen pölkyn erikseen. Selvää on, että hän viimeainitussa tapauksessa tulee tekemään lähes kaksinkertaisen määrän työliikkeitä.

Tällaisen *järjestelmällisen hukka-ajan* määrittäminen on hyvin vaikeata. Se edellyttää siksi tarkkaa työliikkeiden yksityiskohtien tutkimista,

ettei sen määrittäminen ole ollut mahdollinen tekijän tutkimusten yhteydessä. Tämän ajan määrittäminen käy mahdolliseksi vasta silloin, kuin elokuvien y.m. teknillisten laitteiden avulla tutkitaan ja koetetaan yksinkertaistuttaa työliikkeitä.

Sitäpaitsi on työn lakeja tarkastettaessa otettava huomioon *varsinaiset lepo hetket*. Onhan koko taylorismin perusajatuksena se, että suurempiin työsaavutuksiin on päästävää ilman *liikarositusta*. Tästä syystä on työn lomaan järjestettävä tarpeellinen määrä n.s. hengähdyspaukseja. Kun työntekijä suorittaa jotain työtä, niin hän itse tietää, milloin hänen on tällainen hengähdyspaussi valittava. Hän levähtää aina silloin, kun hän on tullut rasittuneeksi. Mutta aivan toinen asia on se, onko tosiaankin ollut välttämätöntä levähtää niin pitkä aika kuin työläinen on levähtänyt, vai onko mahdollisesti levähdysaikoihin käytetty liian vähän aikaa, niin että työ, vaikkei se heti tuntuisikaan, *ajan pitkään* käy työläiselle rasittavaksi, tai liian paljon, jolloin työtulos kärsii.

Tässä yhteydessä tulee siis kysymykseen työn tuottaman *rasituksen* mittaaminen. Jokainen työ voidaan mitata ja samoin voidaan myös tavallaan mitata levon tarve. Työn mittausta toimitetaan, kuten tunnettua, *ergograafilla*. Se on koje, jonka avulla joku määrätty työliike voidaan graafillisesti merkitä määrättyssä mittakaavassa samaan aikaan, kun se on tehty. Jos esim. ajatellaan, että on mitattava työliike, jonka etusormemme tekee, nostettaessa määrätty paino, niin voidaan tätä varten konstruoida aivan yksinkertainen kone esim. siten, että asetetaan paino nuoranpäähän ja nuora kulkemaan pyörän ympäri, johon kiinnitetty sarana vastaa esim. pöytään silloin, kuin nostettavan matkan alin ja ylin piste on saavutettu. Pyörästä kulkee edelleen n.s. *kymograafiin* hieno nuora, joka antaa tarpeellisen liikkeen eräälle nastalle, ja tämä nasta piirtää pituus-akselinsa ympärillä pyörivälle sylinterille kiinnitettyyn paperiin merkin, joka kerta kuin liike on tehty. *Ergo-kymograafi* jäljentää siis työliikkeen. Jos sitäpaitsi on käytettävänä *metronoomi*, niin että työliike siis voidaan suorittaa määrättyssä tempossa, niin silloin voidaan työliikettä osoittavien viivojen pituuden, painon suuruuden sekä työajan perusteella laskea suoritettun työn määrä. Voidaan menetellä joko niin, että otetaan selville, kuinka monta kertaa pikkusormi kykenee nostamaan koepainon koko välin, tai voidaan myös esim. pienentää painoa ja siis mitata, kuinka paljon jatkuva nostaminen vaikuttaa painon suuruuteen j.n.e.

Jos ajatellaan, että työaika on määrätty esim. 1,000 sekunniksi ja että aluksi nostetaan etusormella 10 kg paino, niin jonkun ajan kuluttua ei sormi jaksa nostaa painoa yhtä korkealle kuin alussa esim. 36 mm korkeu-

delle, vaan ainoastaan 30 mm korkeudelle. Tällöin voidaan painoa vähentää esim. $\frac{1}{5}$:lla ja nostamista jatkaa niin kauan aikaa kuin painoa jaksetaan tälle korkeudelle kohottaa, jonka jälkeen taas painoa voidaan, jotta nostaminen olisi mahdollinen, vähentää $\frac{1}{5}$:lla. Näiden kokeiden perusteella piirrettiin käyrät siten, että ordinaatat osoittivat kg/s ja abskissat työhön käytettyä aikaa sekunneissa. Tutkimuksessa käytettiin useita eri tempoja. Tällöin selvisi, että tempo 30 nostoa minuutissa antoi kaikkein parhaan tuloksen. Tämä koe osoittaa, että työtahdilla on hyvin tärkeä tai suorastaan ratkaiseva merkitys siihen, kuinka paljon työtä jonakin aikana voidaan saada suoritetuksi.

Mitä taas lepoetkiin tulee, niin niiden merkitys on siinä, että ruumiin täytyy saada korvatuksi ne »polttoaineet», jotka se on käyttänyt työliikkeen aikaansaamiseksi. Tarkin tapa mitata näiden polttoaineiden määrä, on luonnollisesti mitata jonkun työliikkeen kuluttama lämpömäärä. Tämän mittaaminen on kuitenkin monimutkaista. Yksinkertaisemmaksi käy mitata joko se happimäärä, joka tarvitaan tämän lämmön synnyttämiseen eli oikeastaan tätä lämpöä synnyttävien polttoaineiden palamiseen, tai myös se hiilihappomäärä, joka tässä palamisessa syntyy. Mittaus suoritetaan *spirometrin* avulla, joka yksinkertaisesti on metallikello, joka on kaasunaamariin yhdistetty, joka joko mittaa sisään- tai uloshengitetyn ilman.

Tällä tavalla voidaan luonnollisesti tarkoin mitata, onko työn aiheuttama ainehukka siksi suuri, että se ylittää sen lämpömäärän, minkä ruumis on ravinnon kautta aikaansaanut. Helppo on myös tutkia lepoajan merkitystä. Koehenkilö nostaa 15 kg painon 32 mm korkeudelle, joka on sopivin kokeiltu korkeus. Jos hän nostaa 12 kertaa minuutissa tunnin ajan, niin voi hän tehdä työn lepäämättä. Jos hän nostaa 15 kertaa minuutissa ja lepää 33 minuutin kuluttua 5 minuuttia ja jatkaa sen jälkeen, niin hän tulee 55 minuutin työajassa nostaneeksi 825 kertaa. Mutta jos tahti tehdään nopeammaksi ja hän joutuu esim. nostamaan 20 kertaa minuutissa, niin ei hän jaksa nostaa kuin 10 minuuttia kerrallaan, ja siis teholliseksi työajaksi tulee tunnin kuluessa 35 minuuttia ja nostojen määräksi 700 kpl. Tästä huomataan, että noin 15 kerran tahti on ollut sopivin, ja että koehenkilö heti sen jälkeen, kuin hän ei enään ole kyennyt nostamaan, on tarvinnut 5 minuutin levon.

Tämäntapaisilla laboratorioskokeilla voidaan tutkia työtahtia ja lepoetkien pituutta ja niiden sijoitusta. Mutta ulkoilmassa suoritettavaan työn tutkimiseen ovat tällaiset menettelytavat sopimattomat. On huomattava, että tekijä on tutkinut sellaisten työmiesten töitä, jotka ovat

niissä vuosikausia työskennelleet ilman, että työt ovat käyneet haitalliseksi heidän terveydelleen. Täytyy siis otaksua, että työssä käytettyjen levähdysten määrä on ollut ainakin tarpeeksi suuri. Sitäpaitsi on huomattava, että työaika on jaettu ruokatunnin kautta kahteen osaan, joten siis työt ovat suoritettut kahdessa 4-tuntisessa vuorossa. Koetöitä tehtäessä ei ole käytetty pitempää työaikaa kuin 8 tuntia, joka työaika, niinkuin tutkimukset ovat osoittaneet, on *elollisten moottorien sopivin* työaika. Sitävastoin olisi ollut tutkittava, ovatko mahdollisesti käytetyt lepoetket olleet liian pitkät, mutta tässä suhteessa on otettava huomioon eräs toinen regulaattori, nim. työpalkka. Kun työpalkka on ollut se, mikä paikkakunnalla keskimäärin maksetaan, niin osoittaa se, onko työläinen päässyt keskimääräiseen päiväpalkkaan vai ei, käytännöllisesti sitä, onko hän tehnyt työtä tarpeeksi ahkerasti vai ei. Kaikki ne työläiset, joiden töitä on tutkittu, ovat saavuttaneet keskimääräisen työpalkan, 65 mk. päivässä. Lepoetkien erilleen murtaminen on tapahtunut siten, että aina silloin tällöin on jotain työtä tehtäessä merkitty muistiin *selvät lepoetket*.

D. Ryhmätyö.

Metsätyötä pidetään yleensä sangen yksinkertaisena työnä, mutta todellisuudessa se käsittää hyvin monta työliikettä. Yhden ainoan puun valmistaminen paperipuuksi käsittää seuraavat työliikkeet:

- | | |
|---|---|
| 1. Työkalujen kokoaminen ja siirtyminen hakattavalle puulle. | po ulottua sekä latvuksen katkaiseminen) |
| 2. Hakkuuasennon ottaminen (esim. estävien oksien ja pensaiden poistaminen). | 10. Työkalun vaihto. |
| 3. Kaatokolon tekeminen. | 11. Kuoriminen I (tav. päältä kokonaan). |
| 4. Työkalun vaihto. | 12. Työkalun vaihto. |
| 5. Kaatosahaus. | 13. Puun kääntö. |
| 6. Työkalun vaihto. | 14. Työkalun vaihto. |
| 7. Puun kaataminen (mahdolliset kirveslyönnit ja kaadon avustaminen esim. työntämällä). | 15. Karsiminen II (ne oksat, jotka jäivät karsimatta karsimisessa I). |
| 8. Työkalun vaihto tai siirtyminen. | 16. Työkalun vaihto. |
| 9. Karsiminen I (tav. päältä kokonaan, alta oksat, joihin on help- | 17. Kuoriminen II (ne osat, jotka jäivät kuorimisessa I). |
| | 18. Työkalun vaihto. |
| | 19. Puun mittaus katkomista varten. |

- | | |
|---|--|
| 20. Työkalun vaihto. | 31. Pinonpohjan valitseminen. |
| 21. Puun asetus ensimmäiseen sahausasentoon. | 32. Pinontukien valmistaminen. |
| 22. Katkomissahausta (useita työliikkeitä, kuten esim. sahaus, sahapukin asetus, puun nosto puukille, sahaus j.n.e.). | 33. Pinontukien teko (monta työmomenttia). |
| 23. Työkalun vaihto. | 34. Pinontukien paikoilleen asettaminen. |
| 24. Lisäkarsiminen. | 35. Työkalun vaihto. |
| 25. Työkalun vaihto. | 36. Pinon pohjapuiden teko. |
| 26. Lisäkuoriminen. | 37. Pinon pohjapuiden paikoilleen asettaminen. |
| 27. Työkalun vaihto. | 38. Työkalun vaihto. |
| 28. Siirtyminen. | 39. Latomisvitsojen valitseminen. |
| 29. Vesenen tasoittaminen. | 40. Latomisvitsojen teko. |
| 30. Työkalun vaihto. | 41. Pinon latominen (monta työliikettä). |

Näiden lisäksi tulevat vielä lepoaikat ja satunnaiset pysähdykset. On kuitenkin huomattava, että työjärjestys luonnollisesti monella tavoin vaihtelee. Tästä mainittakoon seuraavat esimerkit: kaatokolaa ei useinkaan pieniä puita kaadettaessa tehdä, vaan kaadetaan puu sitä tekemättä. Hakkuuasennon ottamista ei useinkaan voida erottaa sahausalkamisesta ja puulle siirtymisestä, erikoiset toimenpiteet puun kaatamiseksi eivät ole aina tarpeen, puun mittaus tapahtuu joko jokaista sahausta varten erikseen tai yhdellä kertaa, jos oksat ovat heikot, voi karsiminen ja kuoriminen tapahtua samalla kertaa j.n.e.

Aniharvoin kuitenkin valmistetaan yksi ainoa puu kerrallaan paperipuuksi tai muuksi pinopuuksi. Työ suoritetaan useimmiten tyypillisenä ryhmätyönä, s.o. työntekijä kaataa kerrallaan niin suuren määrän, kuin tarvitaan yhden irtomittaisen kuutiometrin valmistamiseen tai jos leimikko on edullinen, useamman. Tällöin ryhmittäytyvät luonnollisesti työliikkeet hieman erilailla kuin edellisessä tapauksessa, sillä työntekijä suorittaa niin monta samanlaista työliikettä kuin mahdollista perätysten samalla työkalulla lähelläolevissa puissa. Allaoleva esimerkki kuvaa propsintekoa hyvissä olosuhteissa ja hyvän työntekijän suorittamana. Siinä tarvittiin seuraavat työliikkeet:

- | | |
|---|----------------------------------|
| 1. Työkalujen kerääminen. | 3. Työkalujen laskeminen maahan. |
| 2. Työkalujen siirtäminen puulle N:o 1. | 4. Kirveen esille ottaminen. |

- | | |
|--|---|
| 5. Muutamien pensaiden kaataminen kirveellä. | 40. Sahan laskeminen. |
| 6. Kaatokolon teko. | 41. Puun nostaminen sahapukille. |
| 7. Kirveen laskeminen pois. | 42. Sahan ottaminen. |
| 8. Sahan ottaminen esille. | 43. Kuudes katkosahausta. |
| 9. Sahaaminen. | 44. Sahan laskeminen. |
| 10. Sahan paneminen pois. | 45. Puun nostaminen sahapukille. |
| 11. Kirveen otto esille ja kaatokolon laajentaminen. | 46. Sahan ottaminen. |
| 12. Pari kirveeniskua puun erottamiseksi kannosta. | 47. Seitsemäs katkosahausta. |
| 13. Puun karsiminen. | 48. Sahan laskeminen. |
| 14. Kirveen jättäminen. | 49. Sahan ottaminen. |
| 15. Kuorimisraudan ottaminen. | 50. Kahdeksas katkosahausta. |
| 16. Yläpuolen karsiminen. | 51. Sahan jättäminen. |
| 17. Kuorimisraudan jättäminen. | 52. Kirveen ottaminen. |
| 18. Puun kääntäminen. | 53. Karsimista ja kuorimista kirveellä. |
| 19. Kuorimisraudan uudelleen ottaminen. | 54. Työkalun vaihto. |
| 20. Puun kuoriminen. | 55. Siirtyminen puulle N:o 2. |
| 21. Kuorimisraudan jättäminen. | 56. Kirveen laskeminen. |
| 22. Puun nostaminen sahapukille. | 57. Sahan ottaminen. |
| 23. Ensimmäinen katkosahausta. | 58. Puun katkaiseminen sahalta. |
| 24. Sahan laskeminen. | 59. Kirveen ottaminen. |
| 25. Puun nostaminen sahapukille. | 60. Puun irrottaminen kannosta. |
| 26. Sahan ottaminen. | 61. Puun työntäminen kumoon. |
| 27. Toinen katkosahausta. | 62. Työkalujen kokoaminen. |
| 28. Sahan laskeminen. | 63. Siirtyminen puulle N:o 3. |
| 29. Puun siirtäminen sahapukille. | 64. Työkalujen laskeminen. |
| 30. Sahan ottaminen. | 65. Kaatokolon tekeminen. |
| 31. Kolmas katkosahausta. | 66. Työkalun vaihto. |
| 32. Sahan laskeminen. | 67. Puun katkaiseminen sahalta. |
| 33. Puun nostaminen sahapukille. | 68. Puun kaato. |
| 34. Sahan ottaminen. | 69. Työkalujen kerääminen. |
| 35. Neljäs katkosahausta. | 70. Siirtyminen puulle N:o 8. |
| 36. Sahan laskeminen. | 71. Työkalujen laskeminen. |
| 37. Puun nostaminen sahapukille. | 72. Puun katkaiseminen sahalta. |
| 38. Sahan ottaminen. | 73. Työkalujen vaihto. |
| 39. Viides katkosahausta. | 74. Kirveenisku ja kaato. |
| | 75. Työkalujen kerääminen. |
| | 76. Siirtyminen puulle N:o 4. |
| | 77. Työkalujen laskeminen. |

78. Poikkisahaus.
 79. Siirtyminen puulle N:o 7.
 80. Puun katkosahaus.
 81. Siirtyminen puulle N:o 6.
 82. Puun katkosahaus.
 83. Siirtyminen puulle N:o 5.
 84. Puun katkosahaus.
 85. Siirtyminen puulle N:o 4.
 86. Latvan katkaiseminen.
 87. Työkalun vaihto.
 88. Karsiminen (puu N:o 4).
 89. Siirtyminen puulle N:o 5.
 90. Karsiminen (puu N:o 5).
 91. Työkalun vaihto.
 92. Latvan katkaiseminen.
 93. Työkalun vaihto.
 94. Karsiminen (puu N:o 6).
 95—106. Karsimis- ja työkalun vaihtoliikkeitä.
 107—181. 60 eri työliikettä puulle N:o 2.
 182. Työkalujen kokoaminen.
 183. Siirtyminen puulle N:o 8.
 184—246. 62 eri työliikettä puulle N:o 8.
 247. Työkalujen kokoaminen.
 248. Siirtyminen puulle N:o 4.
 249. Työkalujen laskeminen.
 250. Kuoriminen yläpuolelta (puu N:o 4).
 251. Siirtyminen puulle N:o 5.
 252. Kuoriminen yläpuolelta (puu N:o 5).
 253. Siirtyminen puulle N:o 6.
 254. Kuoriminen yläpuolelta (puu N:o 6).
 255. Siirtyminen puulle N:o 7.
 256. Kuoriminen yläpuolelta (puu N:o 7).
 257. Siirtyminen puulle N:o 4.
 258. Työkalun vaihto.
 259. Puun kääntäminen.
 260. Työkalun vaihto.
 261. Yläpuolen kuoriminen.
 262. Työkalun vaihto.
 263. Alapuolen kuoriminen.
 264. Siirtyminen puulle N:o 7.
 265. Työkalun vaihto.
 266. Puun kääntäminen.
 267. Työkalun vaihto.
 268. Alapuolen kuoriminen.
 269. Työkalun vaihto.
 270. Yläpuolen kuoriminen.
 271. Siirtyminen puulle N:o 6.
 272. Työkalun vaihto.
 273. Puun kääntäminen.
 274. Työkalun vaihto.
 275. Alapuolen kuoriminen.
 276. Työkalun vaihto.
 277. Yläpuolen kuoriminen.
 278. Siirtyminen puulle N:o 5.
 279. Työkalun vaihto.
 280. Puun kääntäminen.
 281. Työkalun vaihto.
 282. Alapuolen kuoriminen.
 283. Työkalun vaihto.
 284. Yläpuolen kuoriminen.
 285. Siirtyminen puulle N:o 4.
 286. Työkalun vaihto.
 287—295. Puun katkominen 3 kohdasta.
 296. Siirtyminen puulle N:o 7.
 297. Työkalun vaihto.
 298—309. Puun katkominen 4 kohdasta.
 310. Siirtyminen puulle N:o 6.
 311. Työkalun vaihto.

- 312—323. Puun katkominen 4 kohdasta.
 324. Siirtyminen puulle N:o 5.
 325. Työkalun vaihto.
 326—334. Puun katkominen 3 kohdasta.
 335. Työkalun vaihto.
 336. Pinonpohjan valitseminen.
 337. Ensimmäisen pinonpääpuun kaato kirveellä ja karsiminen.
 338. Siirtyminen.
 339. Toisen pinonpääpuun kaato kirveellä ja karsiminen.
 340. Siirtyminen.
 341. Kolmannen pinonpääpuun kaato kirveellä.
 342. Siirtyminen.
 343. Neljännen pinonpääpuun kaato kirveellä.
 344. Siirtyminen.
 345. Viidennen tukipuuksi tarvittavan puun kaato.
 346. Työkalun vaihto.
 347. Pinon tukipuun katkominen N:o 1.
 348. Sahausväli.
 349. Katkominen N:o 2.
 350. Sahausväli.
 351. Katkominen N:o 3.
 352. Sahausväli.
 353. Työkalun vaihto.
 354. Ensimmäinen teroitus.
 355. Vaihto.
 356. Toinen teroitus.
 357. Vaihto.
 358. Kolmas teroitus.
 359. Vaihto.
 360. Neljäs teroitus.
 361. Vaihto.
 362. Ensimmäinen sahaus koloa varten.
 363. Vaihto.
 364. Toinen sahaus koloa varten.
 365. Vaihto.
 366. Kolmas sahaus koloa varten.
 367. Vaihto.
 368. Neljäs sahaus koloa varten.
 369. Vaihto.
 370. Ensimmäisen pääpuun kolo.
 371. Vaihto.
 372. Toisen pääpuun kolo.
 373. Vaihto.
 374. Kolmannen pääpuun kolo.
 375. Vaihto.
 376. Neljännen pääpuun kolo.
 377. Vaihto.
 378. Ensimmäisen pääpuun pystytys.
 379. Siirtyminen.
 380. Toisen pääpuun ja tukipuun pystytys.
 381. Siirtyminen.
 382. Kolmannen pääpuun ja tukipuun pystytys.
 383. Siirtyminen.
 384. Neljännen pää- ja tukipuun pystytys.
 385—416. 16 pinoriman teko.
 417. Siirtyminen puulle N:o 4.
 418—423. Pölkkyjen heitto pinoamispaikalle.
 424. Siirtyminen puulle N:o 7.
 425—432. Pölkkyjen heitto pinoamispaikalle.
 433. Siirtyminen puulle N:o 6.
 434—441. Pölkkyjen heitto pinoamispaikalle.
 442. Siirtyminen puulle N:o 5.

- 443—449. Pölkkyjen heitto pinoamispaikalle.
 450—467. Pinoaminen.
 468. Siirtyminen puulle N:o 1.
 469—484. 4 pölkyn kanto pinoamispaikalle.
 485. Siirtyminen puulle N:o 2.
 486—501. 4 pölkyn kanto pinoamispaikalle.
 502. Siirtyminen puulle N:o 3.
- 503—507. 3 pölkyn siirto pinoamispaikalle.
 508. Siirtyminen puulle N:o 8.
 508—515. 4 pölkyn siirto pinoamispaikalle.
 516—532. Pinonpohjan tekoa.
 533—546. Pinon tukipuiden asettaminen.
 546—612. Pinoaminen.

Edelläoleva luettelo on jäljennetty sellaisena, kuin se metsässä tehtiin. Siinä on, kuten lähemmin tarkastettaessa huomaa, epäohjonmukaisuuksia. Paikoin on 2 tai useampiakin työliikkeitä luettu yhdeksi, paikoin ne taas ovat erotetut eri liikkeiksi. Paikoin taas näyttää siltä, että työliikkeitä on jossain liikeryhmissä enemmän, kuin niitä pitäisi olla, mutta tällaiset ryhmämerkinnät ovat varmasti oikeat, sillä niitä luettaessa on merkitty jokainen liike pisteellä samoin kuin esim. puunluvussa. Luettelosta selviää, että kahden propsipinon tekoon, joiden yhteinen kuutiomäärä on vähän yli 1.5 k-m³, on tarvittu ainakin 612 tehollista työliikettä. Tehottomat työliikkeet ja lepoajat puuttuvat ylläolevasta luettelosta miltei kokonaan. Luettelo, joka muuten lienee ainoa laatuaan, mitä milloinkaan on tehty, osoittanee, kuinka monimutkaista työtä on niinkin yksinkertaisena pidetty metsätyö kuin propsinteko. On kuitenkin huomattava, että jos tällaista ryhmätyötä tahdotaan työtehollisesti arvostella ja tätä varten käyttää elokuvakonetta, niin ei suinkaan riitä, että työntekijän liikkeitä seurataan ainoastaan maanpinnalta, vaan niitä on myös seurattava ilmasta. Kaikki siirtymisliikkeet ovat, jotta niihin menisi mahdollisimman vähän aikaa, suoritettavat suorinta tietä, ja tämän suorimman tien voi todeta ainoastaan ilmasta, s.o. ottamallaokuva esim. jostain korkeasta puusta tai tornista.

Seuraavassa tullaan selostettaessa metsätöiden yksinkertaistuttamista yksityiskohtaisemmin tutkimaan ylläolevaa luetteloa, joten tällä kertaa vain todetaan, että jo muutamien kymmenien kuutiometriä propsintekoa tutkittaessa syntyy laaja ja vaikeasti käsiteltävä aineisto. Jos nim. tehottomat liikkeet ja lepoajat otetaan lukuun, niin silloin voidaan sanoa, että liikkeiden kokonaismäärä yhtä kuutiometriä kohti nousee lähes 1,000:nteen ja siis esim. 20 k-m³ kohti lähes 10,000:nteen. Kun työliikkeet sitäpaitsi ovat eri järjestyksissä, niin on jo parinkymmenen täl-

laisen työliikeselvityksen vertaaminen toisiinsa sangen suuritöinen tehtävä.

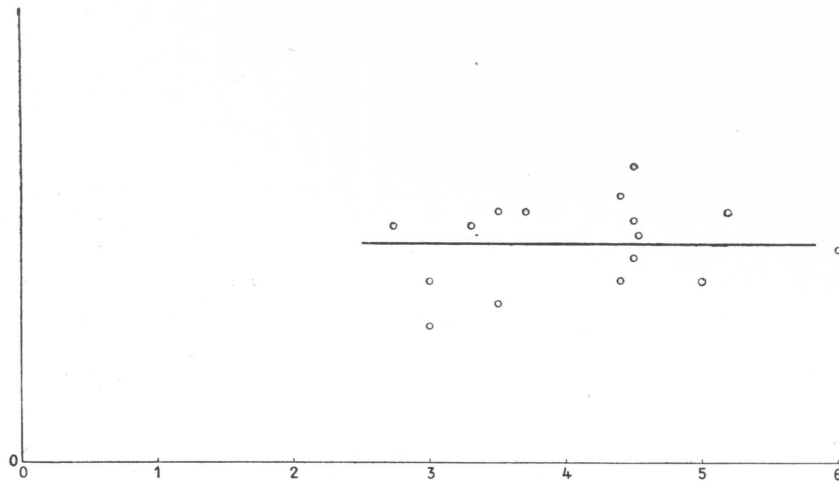
Edellä ei ole ensinkään otettu huomioon aikaa, jonka kukin työliike, oli se sitten tehollinen tai tehoton, on vaatinut. Jos vielä ajat olisivat otettavat huomioon, niin on helposti ymmärrettävää, että tehtävä laajenisi ainakin kaksinkertaiseksi. Sitäpaitsi on huomattava, että ryhmätyön aikoja ei voida tutkia ilman elokuvausta. Työliikkeiden järjestys on nim. siksi epäsäännöllinen, että aikamuistiinpanoja ei mitenkään ennätä tehdä.

Tästä syystä onkin, niinkuin edellä on mainittu, tyydytty ryhmätyön suhteen aikaan nähden tutkimaan ainoastaan työajan ajkaantumista *teholliseen aikaan* ja *hukka-aikaan*. Tutkimus on tehty erikseen *propeille*, *paperipuulle* ja *haloille*.

1. Propsit.

Suurin osa propeista, joiden tekoa tutkittiin, olivat 5 1/2 engl. jalkaa pitkiä, ja niiden latvaläpimitta oli 4—5 1/2 engl. tuumaa. Poikkeustapauksessa tehtiin jokunen propi, jonka pituus oli 10 jalkaa ja latvaläpimitta 5—6 tuumaa. Kun työ oli tehty ja propsit olivat pinotut valmiiseen pinoon ja siis työaika jaettu kahteen osaan, nim. teholliseen ja hukka-aikaan, niin seurasi tämän jälkeen puiden mittaus. Puut mitattiin siis pinoissa ollen. Mittaukset tehtiin siten, että läpimitat mitattiin senttimetreissä ja pituudet jaloissa, jonka jälkeen laskettiin kuutiomäärä ensin kiintokuutiometreissä ja tämä muutettiin kiintokuutiojaloiksi. Propsipinot olivat luonnollisesti eri suuria, ja vaihteli niiden kuutiosisällys 0.3236—1.6768 k-m³. Kaikkiaan tutkittiin 19 pinon valmistus siten, kuin edellä siv. 34 on selostettu. Pinojen kappaleluvut vaihtelivat 12—43. Tavara oli siis propsitavaraksi verrattain järeää; pientä tavaraa ei ollut sanottavasti joukossa. Ylläolevien kappalelukujen perusteella laskettiin sitten keskimääräinen kuutiomäärä kappaletta kohti kussakin pinossa. Sitäpaitsi laskettiin, jakamalla tehollinen aika kuutiomäärällä kuutiojaloissa, tehollinen aika kuutiojalkaa kohti sekunneissa, ja taas, jakamalla hukka-aika kunkin pinon kappalemäärällä, kappaleaika.

Näiden viimemainittujen lukujen perusteella on piirretty graafillinen esitys, kuva 1. Jos kappaleajoista otetaan punnitsematon keskiarvo, niin se tulee olemaan 133 sekuntia. Jos taas kuutiomäärät tasoitetaan graafillisesti, niin huomataan, että tasoitusviiva tulee olemaan miltei X-akselin suuntainen suora viiva, joka leikkaa Y-akselin ordinaatan + 133 kohdalla.



Kuva 1. Mäntyprosien kuutiojalka-aika ordinaatalla ja kuutiosisällys kj:ssa abskissana.

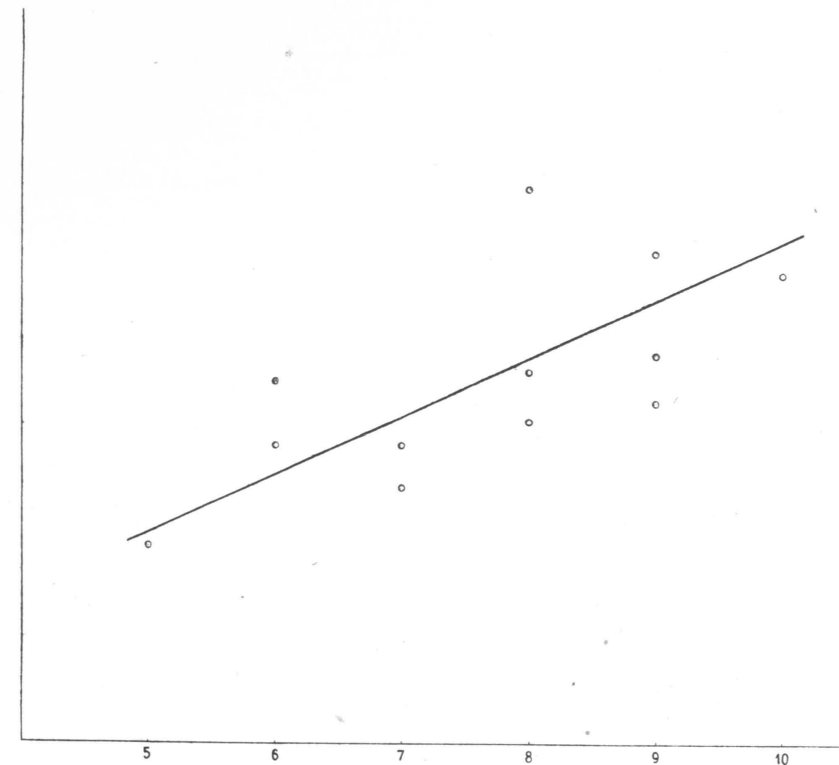
Tämä graafillinen esitys todistaa selvästi, että kuutiojalka-aika on kuutioyksikköä kohti sama kaikille valmistetuille kuutiosisällyksille. Mitään kohoamista tai laskemista ei graafillisen esityksen perusteella voida todeta. Siis sen kokosiin propseihin nähden, joita koe koskee, pitää paikkansa sama asia, jonka RONGE on todennut sahapuihin nähden, nim. että kuutiojalka-aika on riippumaton kuutiosisällyksestä eli että samaa kuutiojalka-aikaa voidaan käyttää kaikille ylläoleville propsimitoille.

Propsien *kuutiojalka-aika on 2.2 minuuttia*, jolloin keskipituudeksi voidaan katsoa 4—5 engl. jalkaa. Tähän verrattavaa lukua ei ole muualta saatavissa.

Hukka-aika on 1.2 minuuttia. Tähän voidaan verrata RONGEN LUNDGRENIN tutkimuksien perusteella tekemiä laskelmia hiilipuun teosta, joiden hukka-ajan voi katsoa suunnilleen vastaavaksi. LUNDGRENIN tutkimusten perusteella laskettu hukka-aika on 58 sekuntia. Tällöin ei kuitenkaan kuoriminen ole ollut läheskään niin perinpohjainen kuin tekijän tutkimassa propsinteossa, jotapaitsi puut ovat olleet hieman pitemmät.

2. Paperipuut.

Paperipuut, joiden tekoa on tutkittu, täyttivät latvasta kuoren alta vähintään 10 sm. Ne kuorittiin puolipuhaksi. Suurin osa paperipuista ladottiin yhden p-m³ pinoihin, mutta osaksi sai työläinen myös lataa ne



Kuva 2. Kuusiprosien kuutiojalka-aika (ordinaatalla) ja kuutiosisällys kj:ssa abskissana.

$\frac{1}{2}$ p-m³ pinoihin. Täten tuli pinojen kuutiosisällys olemaan 0.3984—0.9898 k-m³. On huomattava, etteivät tavalliset pinot sisällä näin suuria kiinteitä kuutioita, joka riippuu siitä, että pinot teetettiin tavallista runsaammiksi. Tällä seikalla on oma syynsä, nim. se, että pinojen kutistuminen on tahdottu ottaa huomioon ja samalla myös ottaa huomioon k a i k k i kuljetuksen aikana tapahtuva pinojen väheneminen, jotta siis työteholaskelmia ja kannattavuuslaskelmia tehtäessä voitaisiin otaksua, että täten lasketut luvut pitävät paikkansa silloin, kuin on kysymys pinomittaisesta kuutiosta kuivana ja kuorittuna tehtaalla. Nämä pinot tulevat siis kuutiomäärälleen sisältämään myöskin tehtaalla tulevan kuorimishukan. Kappaleluvut vaihtelivat 44—103. *Kuutiojalka-aika ja kappaleaika* ovat lasketut samalla tavalla kuin edellisessäkin. Graafillinen esitys, kuva 2,

osoittaa, että kuutiojalka-aika todennäköisesti vähenee kuutiosisällyksen kohotessa. Tämä riippuu siitä, että tyviosien sahaustyö on tehokkaampaa kuin latvaosien. Jos esim. ajatellaan, että on sahattava 15 sm läpimittainen ja 12 sm läpimittainen puu, niin ei näiden sahausajalla ole huomattavaa eroa, mutta sitävastoin on niiden kuutiosisällyksillä tuntuva ero.

Myöskin kappaleaika näyttää hieman laskeutuvan kuutiosisällyksen lisääntyessä. Tämä ilmiö tuskin lienee säännöllinen, paremminkin riippuu se vain aineiston satunnaisesta jakaantumisesta, sillä jos tarkastetaan yksityisiä pisteitä, niin ne sijaitsevat koordinaatiston eri ordinaatoilla jokseenkin samoilla paikoilla. Keskimääräinen *tehollinen aika kuutiojalkaa kohti on paperipuulle 1.7 ja kappaleaika eli hukka-aika 0.4 minuuttia*. Lukuja, joihin näitä voitaisiin verrata, ei ole. Mutta verrattuina propseille saatuihin lukuihin ovat ne täysin johdonmukaiset. Kuoriminenhan toimitetaan kuorimalla puu ennen katkomista, jotavastoin katkomistyötä tulee propseille vähemmän. Katkomistyötä tulee paperipuukuutiojalkaa kohti enemmän kuin propsikuutiojalkaa kohti, mutta kuorimistyö, joka on aikaa vaativampaa, on paperipuukuutiojalkaa kohti pienempi. On nim. huomattava, että sekä paperipuut että propsit kuorittiin samalla tavalla. Sitävastoin on mänty vaikeampi kuoria kuin kuusi, ja myös tämä seikka on ollut tehollista aikaa lisäämässä. Se, että paperipuiden kappaleaika on näin paljon pienempi kuin propsien, voi näyttää yllättävältä, mutta itse asiassa on tämä aivan luonnollista senvuoksi, että lyhyempiä kappaleita käsiteltäessä, jotka ovat aina samanpituisia ja joiden latvaläpimittoja ei tarvitse mitata, menee vähemmän aikaa hukkaan.

3. Halot.

Halkoja tehtäessä on mitattu 10 pinoa. Puut olivat suoria, hyvin kasvaneita hieskoivuja, joista osia olisi voitu käyttää faneeripuiksi, jos ne olisivat olleet edullisemmalla paikalla ja jos niitä olisi ollut enemmän. Ne olivat siis erittäin hyvää halkometsää ja puita, jollaisia ei tavallisissa oloissa haloiksi tehdä. Syy, minkä vuoksi ne otettiin tutkittaviksi, oli se, että halonhakkuun tutkiminen on hyvin vaikeata silloin, kuin on kysymyksessä tavallinen halonteko latvuksista tai se tapaus, että samasta puusta tehdään muutakin tavaraa kuin halkoja. Tutkittu työ ei siis ole tyypillinen, mutta saadaan sen kautta kuitenkin jonkunlainen käsitys muutamista tärkeistä halonteon yhteydessä olevista seikoista. Tehdyt halot olivat puolikashalkoja, ja pinot olivat runsaat, niinkuin kuutiomääristä näkyi.

Teholliseksi ajaksi saatiin 0.8 minuuttia kuutiojalkaa kohti ja kappaleajaksi 0.2 minuuttia.

Näihin verrattavia lukuja ei myöskään ole olemassa. Se tavara, joka tässä tehtiin haloiksi, oli paremminkin verrattavissa siihen havupuutavaraan, joka tehtiin propseiksi tai paperipuiksi, ja osaksi sitä suurimittaisempaan. Tarkoitus oli saada verratuiksi toisiinsa työajan jakaantumista propsien, paperipuiden ja halkojen teossa, ja senvuoksi koetettiin valita mahdollisimman samanlaiset olosuhteet, mutta toiselta puolen täytyi tutkia niiden puiden hakkuuta, joita hakkuualoilla oli tutkimukseen käytettävissä.

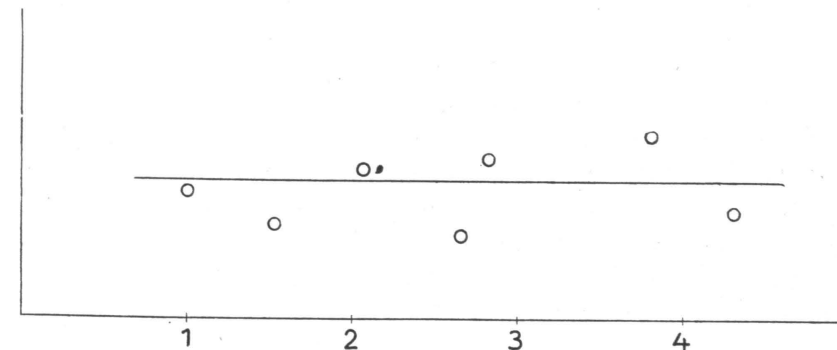
Mainittakoon kuitenkin, että RONGEN laskelmien mukaan saadaan LUNDGRENIN aineiston perusteella seuraava kaksiaikalauseke haloille:

$$\begin{array}{l} 75 \text{ sek. pr } \frac{\text{k-m}^3}{100}; \\ 16 \text{ » » kpl.} \end{array}$$

Tekijän tutkimusten mukaan tulee tekijän aineiston perusteella laskettu kaksiaikalauseke olemaan:

$$\begin{array}{l} 16 \text{ sek. pr } \frac{\text{k-m}^3}{100}; \\ 11 \text{ » » kpl.} \end{array}$$

Vertailu osoittaa, että tekijä on saanut tehollisen ajan huomattavasti paljon pienemmäksi kuin se on ylläolevien ruotsalaisten tutkimusten mukaan. Sen tuntemuksen perusteella, mikä tekijällä tällaisesta hukka-



Kuva 3. Halonhakkuun tehollinen kuutiojalka-aika (ordinaatalla) ja kuutiosisällykset, yksikkö $\frac{1}{2}$ kj. (abscissalla).

ajasta yleensä on, on kuitenkin LUNDGREN-RONGEN tehollinen aika erikoisen suuri. Tämä riippuu siitä, että haloiksi on hakattu niinkin pieniä puita kuin 2—3 sm latvaläpimittäisiä, joten siis halkojen joukossa on ollut hyvin paljon hidasteikoista katkaisuhalkoa. Tästä syystä on aivan selvä asia, että tehollinen aika on näin korkea. Hukka-aikojen ero on myös ymmärrettävissä sekin, mutta ovat hukka-ajat kokolailla yhtäpitävät, kun ottaa huomioon ne olosuhteet, joissa kumpikin työ on suoritettu.

Graafillinen esitys, kuva 3, osoittaa, että halonhakkuun tehollinen kuutiojalka-aika on miltei riippumaton yksityisten halkaistujen kappaleiden kuutiosällyksestä. Keskimääräinen käyrä leikkaa Y-akselin + 46 kohdalla, ja on tehollisten aikojen punnitsematon keskiarvo 46.1. Kappaleaikaa osoittava käyrä on samalla tavalla X-akselin suuntainen, leikatun sen suunnilleen + 11 kohdalla.

4. Yleisiä huomioita pinopuutavaran ryhmätyöstä.

Edelläolevasta selviää, että pinopuun teko voidaan, kun on kysymys työvaikeudesta, ryhmittää alkaen vaikeimmasta helpoimpaan, seuraavaan järjestykseen: I propsit, II paperipuut ja III halot. Jos tarkastetaan hukka-aikoja, niin huomataan, että propsien hukka-aika on huomattavan suuri molempien viimeksimainittujen hukka-aikoihin verrattuna. Propsien valmistus olisi siis koetettava järjestää siten, että niiden valmistuksen hukka-aikaa voitaisiin vähentää.

Paperipuiden ja halkojen teko on sitävastoin sangen tehokasta työtä. On kuitenkin huomattava, että jos hukka-ajat lasketaan jotain kuutioyksikköä kohti, esim. p-m³ kohti, niin silloin tullaan hieman erilaiseen käsitykseen. Paperipuu- ja halkopinossa on kappaleiden lukumäärä suuri, 60—110 kpl. ja enemmänkin, joten siis kappaleaika kuitenkin käy tuntuvaaksi. Työtehon ero ei siis ole niin suuri, kuin se ensi silmäyksellä näyttää. Tästä syystä on myös tälläkin alalla parantamisen varaa. Halonteko on kuitenkin, se olkoon jo tässä yhteydessä mainittu, sangen tehokasta työtä. Varsinkin on tätä puiden halkaiseminen, mutta myös halkojen katkosahaukset syystä, että kuorellinen halkopuu on helpompi käsitellä kuin propsit ja paperipuut, joiden liukkaus kuorittuina tekee niiden siirtelemisen jonkun verran hankalaksi.

E. Yksikkötyö.

Yksikkötyön tutkiminen pinopuita tehtäessä on mahdollinen joko siten, että tutkimukset tehdään silloin, kuin yksinäisiä puita kaadetaan, tai ane-

taan työntekijän kaataa ja valmistaa ryhmissäkin olevat puut yksitellen. On huomattava, ettei täten saatua kokonaisaikaa voida pitää normaalista työsuoritusajasta vastaavana. Kun työntekijä joutuu kaatamaan ja pätkimään yhden puun kerrallaan, niin hän tulee tehneeksi monta turhaa työliikettä. Pinopuutavaraa tehtäessä on ryhmätyö edullisempi kuin yksikkötyö. Yksikkötyön tutkimuksella ei tästä syystä olekaan suoranaista merkitystä kokonaistyöaikaan ja kokonaistyösuoritukseen nähden, vaan ainoastaan työn erinäisiin osiin nähden. Mutta kun työ tehdään määrättyssä, edeltäpäin sovitussa järjestyksessä, niin voidaan muistiinpanot tehdä erehtymättä: tiedetään aina pitää esillä seuraava sareke, jotta siihen voidaan merkitä siihen kuuluva muistiinpano.

On myös selvää, ettei työtahti eikä kunkin yksityisen työn suoritus tule tapahtumaan tällaisessa, edeltäpäin sovitussa yksikkötyössä samalla tavalla kuin ryhmätyössä, eivätkä myöskään yksikkötyön työsuoritusajat tule olemaan samat kuin ryhmätyön. Työntekijä ei saa tehdä työtä, niinkuin hän on tottunut, ja senvuoksi tulevat varsinkin hukka-ajat aivan erilaisiksi kuin ryhmätyössä. Mutta joka tapauksessa tarjoaa yksikkötyön tutkiminen mahdollisuuksia monien tärkeiden työtehokysymysten selvittelyyn.

Ajatellaan esim., että seurataan puun katkomissahausta. Heti kun saha alkaa leikata, pannaan sekuntimittari liikkeelle ja pysäytetään se heti sahauksen pysähtyessä. Kun puu on katkottu, mitataan jokaisen katkotun kappaleen läpimitta, jolloin saadaan tietää, kuinka pitkä aika on kulunut eri läpimittaisten puokappaleiden katkosahaukseen.

Voidaan myös tehdä päinvastoin. Sekuntimittari pannaan käyntiin joka kerta, kuin sahaus on loppunut, ja pysäytetään heti, kun uusi sahaus alkaa. Näin jatketaan, kunnes koko puu on katkaistu. Tällä tavalla tullaan mitanneeksi sahausten väliajat, ja saadaan siis tietää, kuinka paljon aikaa on kulunut lepoon kunkin sahauksen välillä, sahattavan puun sahausasentoon asettamiseen, mahdolliseen mittaukseen y.m.

Voidaan myös seurata ainoastaan kuorimistyötä. Tällöin on paras, että annetaan työläisen suorittaa kuoriminen yhdellä kertaa, ja kun perästäpäin mitataan kuorittu puu, niin saadaan tietää, kuinka pitkä aika on kulunut määrätynmittaisen puun kuorimiseen. Samaan tapaan voidaan myös mitata puun karsimiseen kuuluva aika.

Tällä tavalla saadaan lukuja, jotka selvittävät työn yksityiskohtia. Niiden avulla saadaan tietää, kuinka paljon tehollista aikaa työn eri momentteihin on käytetty. Tosin on sangen vaikea mitata saman puun kaikkia momentteja, mutta jos otaksutaan, että työvaikeus on, useampia

samalla maalla ja vielä lähellä toisiaan kasvavia suunnilleen samanmittaisia puita puutavaraksi valmistettaessa, suunnilleen sama, niin voidaan täten suoritettun tutkimuksen perusteella päästä keskimääräisiin lukuihin, jotka valaisevat työn yksityiskohtia.

Nämä luvut eivät ole täsmällisesti oikeat. Oikeat luvut saataisiin selville työtä tutkimalla sellaisena kuin se käytännössä kulloinkin suoritetaan. Mutta, kuten yllä on osoitettu, ei tällaisten absoluuttisten lukujen mittaaminen ole tämän yhteydessä ollut mahdollista. Tästä syystä onkin seuraavassa esiintyviä yksikkötyön lukuja pidettävä suhdelukuina, joita voidaan verrata toisiinsa ja joiden perusteella voidaan tehdä ainoastaan relatiivisia johtopäätöksiä.

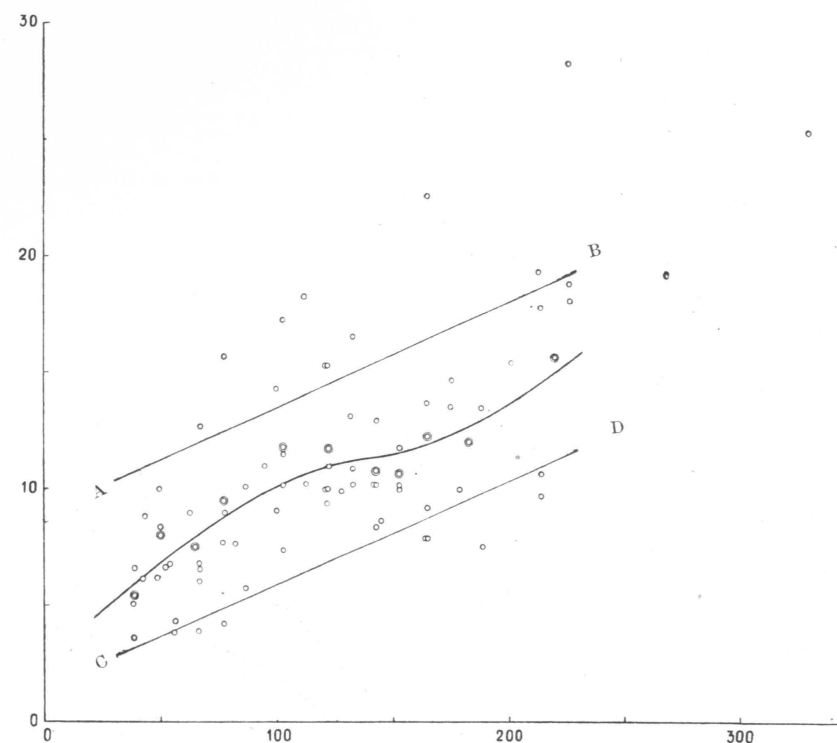
Ryhmätyötä tutkittaessa on koetettu selvittää seuraavat pääkysymykset:

1. Lämpimitan ja katkosahausajan keskinäisestä suhteesta.
2. Kuorimisaikaan ja kuorimisvaikeuteen vaikuttavat seikat.
3. Karsimisaikaan ja karsimisvaikeuteen vaikuttavat seikat.
4. Pinoamisaikaan ja pinoamisvaikeuteen vaikuttavat seikat.
5. Mitä on hukka-aika?
6. Miten voidaan metsätyössä määritellä lepoajat?

1. Lämpimitan ja katkosahausajan keskinäisestä suhteesta.

On selvää, että aika, joka tarvitaan jonkun puun katkomiseksi sahalla, on riippuvainen siitä, kuinka paksu puu on, s.o. puun läpimitasta. Jos ajatellaan, että saha leikkaa kohtisuoraan ohutta lautaa, niin voidaan ajatella, että laudan leveys ja sahausvaikeus ovat suoraan verrannolliset toisiinsa. Jos saha esim. jokaisella vedolla leikkaa $\frac{1}{2}$ sm, niin se 10:llä vedolla leikkaa 5 sm. On selvää, että jos sahattavana on kapea lauta, esim. ainoastaan 1 sm paksuinen, niin asianlaita on likimäärin tämä. Pian tulaaan nim. huomaamaan, ettei asia ole näin yksinkertainen. Jos lauta on hyvin paksu, sanotaan 1 m paksuinen, niin havaitaan pian, ettei edes koneellinen saha leikkaa jokaista 5 sm samassa ajassa. Tähän on syynä se, että puu on erilainen eri kohdiltaan, että sahanterä alkaa sahattaessa kuumeta ja siis muuttaa kovuuttansa, ja ennen kaikkea se, että sahanterän hankaus sahattavaa pintaa vastaan suurenee.

Jos ajatellaan, että 1 sm levyisen laudan sijasta olisi sahattavana esim. 4 sm levyinen lauta, niin huomattaisiin pian, ettei sen 1 sm sahata samassa ajassa kuin edellistä 1:htä sm. Hyvin pian voitaisiinkin kokeiluilla todeta, ettei sahausvaikeus ole sahattavan laudan paksuuden eikä



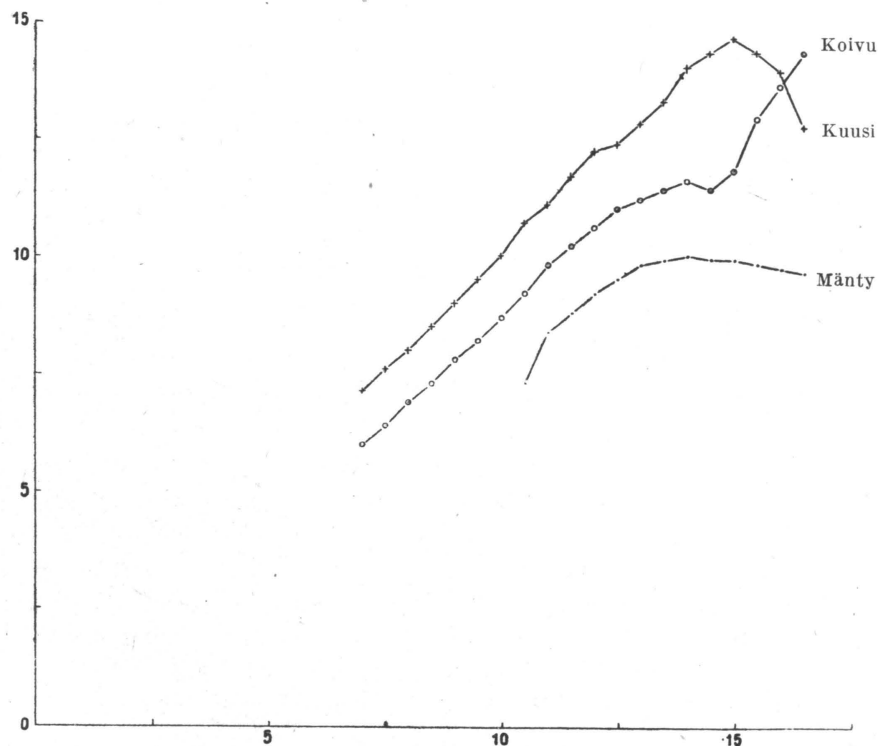
Kuva 4. Eräs katkosahausta esittävä diagrammi. Abskissoina pinta-alat, ordinaattoina ajat.

myöskään sen leveyden eikä edes niiden tulon, s.o. sahatuspoikkileikkauspinta-alan suoraviivainen funktio, jotavastoin huomattaisiin, että sahaus-aika kuitenkin on pinta-alan selvä funktio.

Kun seuraavassa on tutkittu katkosahausta, niin on otaksuttu, että sahaus-aika on riippuvainen poikkileikkauspinta-alasta. On siis menetelty siten, että suorakulmaisessa koordinaatistossa on abskissoiksi merkitty poikkileikkauspinta-ala ja ordinaattoiksi sahausajat. Täten on piirretty kolme diagrammia, yksi mänylle, yksi kuuselle ja yksi koivulle. Täten saatujen pistediagrammien laadusta antaa käsityksen kuva 4. Kuten näkyy, ovat pisteet kokolailta hajalla toisistaan, mutta jäävät kuitenkin viivojen AB ja CD väliin. Tämä osoittaa, että suurin osa katkaisuaajoista on ollut säännöllinen, mutta että myös löytyy aikoja, jotka ovat olleet joko poikkeuksellisen alhaisia tai poikkeuksellisen korkeita. Tällai-

set poikkeukselliset ajat ovat voineet riippua joko siitä, että puu on sahauskohdalla sattunut olemaan kovempaa, tai siitä, että sahaajan asento on ollut epäedullinen, tai muista tämäntapaisista satunnaisista seikoista. Mitä enemmän mittauksia tehtäisiin, sitä harvinaisemmiksi tällaiset poikkeustapaukset todennäköisesti tulisivat, ja sitä lähemmäksi toisiaan siirtyisi todennäköisesti suurin osa pisteitä samalla ordinaatalla.

Tämän jälkeen on laskettu kunkin ordinaatan säännöllisten pisteiden punnittu keskimäärä. Täten on määritelty diagrammaan merkityt tummemmat pisteet. Kun keskimääräinen käyrä on piirretty, on ohjeena käytetty sekä näiden kautta piirrettyä keskimääräistä käyrää että pisteiden yleistä sijaitsemista koordinaatistossa.



Kuva 5. Eri puulajien katkosahausvaikeus graafillisesti esitettynä. (Abskissana läpimitta sm:issä, ordinaattana aika sek:issa).

—x—x—x Kuusi —o—o—o Koivu —. —. —. —. Mänty

Täten saadut käyrät osoittavat sahausajan ja sahatun pintaalan suhdetta toisiinsa. Ne osoittavat siis, kuinka monta neliömillimetriä sekunnissa sahataan silloin, kuin puun poikkileikkauspinta-ala on 50, 60 . . . 100, 150 j.n.e. mm². Kun senjälkeen abskissa-akselille on merkitty läpimittoja 7, 7.5, 8, 8.5, 9, 9.5 j.n.e. vastaavat kohdat ja näistä pisteistä vedetyt kohtisuorat pidennetty, kunnes ne leikkaavat käyrää, niin leikkauspisteiden ordinaatat osoittavat kutakin läpimittaa vastaavia sahaus-aikoja. Näiden perusteella on piirretty diagrammi 5. Kun tarkastetaan männyn ja kuusen graafillista esitystä, niin huomataan, että sekä männyn että kuusen käyrät ovat eräessä suhteessa samanlaiset. Niillä on kummallakin huomattavissa kulminatiokohta, joka sijaitsee noin 14—16 sm välillä. Kun puu on pienempi kuin noin 14—16 sm läpimitaltaan, niin on se helpompi sahata kuin 14—16 sm läpimittainen puu, ja samoin on se helpompi katkaista sahalla silloin, kuin sen läpimitta on tätä suurempi.

Edelläolevan perusteella voidaan siis lyhyesti lausua seuraava johtopäätös: pieniä puita sahattaessa menee pinta-alayksikköä kohti vähemmän aikaa kuin sahattaessa puita, joiden läpimitta on 14—16 sm tienoilla, joiden katkominen on vaikeinta. Tämän jälkeen taas katkominen käy helpommaksi ainakin joillekin seuraaville läpimitoille, mutta suorite-tuista tutkimuksista ei selviä, tullaanko taas myöhemmin läpimittoihin, joiden sahausvaikeus suurenee.

Koivun suhteen ovat luvut hieman erilaiset. Näyttää siltä, kuin sahaus-aika lisääntyisi jokseenkin suoraviivaisesti puun diametrin lisääntyessä. Selvää on, ettei tämäkään lisääntyminen voi jatkua rajattomiin ja että se käsittää siis ainoastaan ne läpimitat, joita on tutkittu, joten siis tässäkin tapauksessa lopulta täytyy tulla läpimittoja, joissa sahausvaikeuden väheneminen pysähtyy.

Diagrammi osoittaa sitäpaitsi eri puulajien sahausvaikeutta. Siitä selviää m.m., että männyn katkominen on kaikkein helpointa, tämän jälkeen seuraa järjestyksessä kuusi ja lopulta koivu.

Ylläolevien tuloksien johdosta mainittakoon seuraavaa.

Kuinka on ensinnäkin selitettävissä se seikka, että kuusen ja männyn sahausvaikeudella on selvä maximinsa, jota ei esim. koivulla ole? Tässä suhteessa on huomattava, että koivupuulla ei ole niin selvää eroa pintapuun ja sydänpuun ominaisuuksien välillä kuin havupuulla. Varsinkin on katkomissahauksessa huomattava merkitys sillä seikalla, että havupuut ovat jakaantuneet kahteen aivan jyrkästi erilaiseen osaan, nim. sydänpuuhun ja pintapuuhun. Mitä tulee puun vesipitoisuuteen, niin koivulla

ei ole edes siinä merkityksessä sydänpuuta, että sydänpuun vesipitoisuus olisi pienempi kuin pintapuun.

Suurta puuta sahattaessa joudutaan sahaamaan suhteellisesti enemmän kuivaa sydänpuuta, jossa ei ole juoksevaa pihkaa, ja senvuoksi käy sahaus helpommaksi. Koivussa taas ei sahausvaikeuden suhteen ole kovin suurta eroa sydänpuun ja pintapuun välillä, ja tästä syystä on suurempaa koivua helpompi sahata kuin pientä, sillä johonkin rajaon saakka saha vaikuttaa tehokkaammasti suuremmassa kuin pienemmässä puussa.

Edelläesitetyt käyrät osoittavat, että kuusi on vaikeampaa sahata kuin mänty ja koivu. Kuinka on tämä seikka yhtäpitävä sen tosiasian kanssa, että kuusi on pehmeämpää puuta kuin nämä molemmat. Tämä riippuu siitä, ettei puun kovuutta ole mitattu sahan, vaan aivan toisenlaisten välineiden avulla. Sitäpaitsi on huomattava, että sahausvaikeus on riippuvainen monesta muusta seikasta kuin puun kovuudesta, esim. siitä, onko saha mahdollisesti ollut sopivampi koivun ja männyn sahausseen kuin kuusen j.n.e. Tästä syystä ei ilman muuta voida ylläolevan perusteella väittääkään, että kuusen sahaus olisi vaikeampaa kuin männyn tai koivun, mutta että näin todennäköisesti on asianlaita. Ja tämä riippuu siitä, että kuusi on erittäin sitkeätä puuta ja senvuoksi sen syyt antavat sahausessa aina perään, ennenkuin ne katkeavat. Voidaan nim. ajatella, että tämä venuttava liike rasittaa sahaajaa. Asia on aivan sama, jos ajatellaan, että esim. olisi katkottava sahalla useita rinnatusten asetettuja nauhoja, jotka antavat perään, tai nauhoja, jotka eivät anna perään.

2. Kuorimisaikaan ja kuorimisvaikeuteen vaikuttavat seikat.

Kuorimisvaikeutta on tutkittu mäntypropsille ja kuusipaperipuulle. Työntekijä on siis saamansa määräyksen mukaan puun kaadettuaan kuorinut siitä sen osan, joka myöhemmin on valmistettu näiksi puutavara-lajeiksi. Näin ei suinkaan aina tehdä käytännössä, vaan tapahtuu kuoriminen usein eri osissa, niinkuin esim. siv. 40—44 esitetystä propsintekoa osoittavasta työselityksestä näkyy. Tämän jälkeen on kuorittu kappale mitattu sellaisina pätkinä, joiksi se on katkottu. Tästä syystä ovat propsit tulleet eri pitkiä, jotavastoin paperipuut ovat aina olleet yhtä pitkiä, nim. 1 m pituisia. Tämän jälkeen on laskettu sekä paperipuiden että propsien manttelipinta keskeltä mitatun läpimitan perusteella. Tästä selviää, etteivät propsien ja paperipuiden manttelipinnat ole toisiinsa verrannollisia syystä, että paperipuiden manttelipinnat on laskettu useampien ja lähempänä toisiaan tehtyjen mittauksien perusteella. Ero ei ole kuitenkaan kovin

suuri, sillä puut ovat olleet suorarunkoisia, ja kummassakin tapauksessa on otettu laskuihin koko varsinainen rungonosa, sikäli kuin se on propiksi tai paperipuiksi kelvannut. Näin on saatu tietää, kuinka monta neliösenttimetriä manttelipintaa on kuorittu, jota paitsi on mitattu koko kuorimiseen menevä aika.

Tämän jälkeen on piirretty käyrät 6 ja 7, joissa abskissoina on manttelipinta-ala neliösenttimetreissä ja ordinaattoina kuorimisaika sekunneissa.

On huomattava, ettei kuorituista puista katkottujen pätkien lukumäärä ole kovin paljon vaihdellut ja etteivät pölkkyjen läpimitatkaan ole olleet kovin erilaisia.

Graafilliset esitykset osoittavat seuraavaa.

Männyn manttelipinta-alan kasvaessa noin 200 sm²:stä 500 sm²:iin, lisääntyy kuorimiseen menevä aika hitaasti suoraviivaisesti. Tämä merkitsee sitä, että manttelipinta-ala on jonkunlainen mitta kuorimisvaikeudelle.

Sama seikka on myös todettavissa kuuseen nähden, paitsi että käyrän kohoaminen tapahtuu nopeammin kuin männylle.

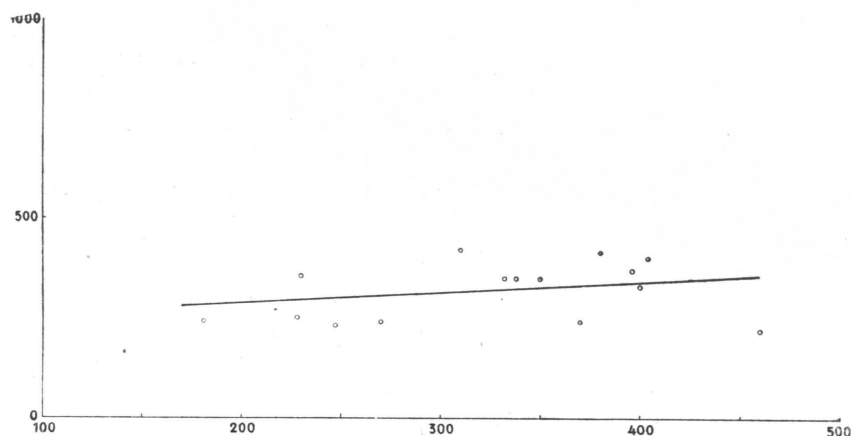
Tämä todistaa sitä, että, kun on kysymys paperi- ja propsipuiksi käytettävien puiden, siis sellaisten puiden kuorimisesta, jotka yleensä eivät täytä sahapuiden mittoja ja joiden kuori vielä on ohut ja joista koko paperipuiksi tai propsipuiksi kelpaava osa kuoritaan, niin yleensä siis kuorimisvaikeus, s.o. kuorimiseen käytettävä aika, on riippuvainen manttelipinta-alasta ja kuusella enemmän kuin männyllä.

Sitäpaitsi osoittavat kyseenalaiset käyrät, ettei tämänkokoisen männyn ja kuusen kuorimisvaikeudella ole sanottavaa eroa. Männyn kuori on tosin paksumpi kuin kuusen, mutta kuusi taas on oksaisempi, joten nämä molemmat seikat vaikuttavat tasoittavasti kuorimisaikaan.

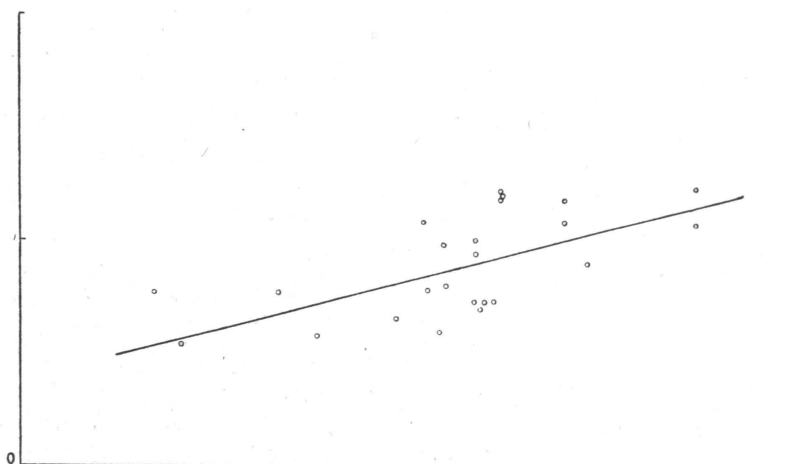
Jos sitävastoin on kysymys yhtä pitkistä, mutta eri läpimittaisista puista, niin silloin ei kuorimisvaikeus enään vaihtelee manttelipinta-alan suuruuden mukaan. Todennäköistä on, että kuorimisvaikeus lisääntyy suurimmissa propsi- ja paperipuissa ja myöskin pienemmissä propsi- ja paperipuissa, jotavastoin noin 10—13 sm mittaiset puut ovat helpoimmat kuoria.

Jos taas ajatellaan, että on kuorittava kaksi eri pitkää kappaletta, joiden manttelipinta-ala on sama, niin eivät tietysti pienet pituus erot, 4—6 jalkaa, resp. 1.22—1.83 m, vaikuta sanottavasti asiaan. Mutta jos pituusero ylittää tämän määrän, niin käy pitemmän pölkyn kuoriminen hankalammaksi kuin lyhyemmän.

Edelläolevien kuorimiskäyrien suhteen on nimenomaan huomautettava,



Kuva 6. Männyn kuorimista osottava diagrammi.



Kuva 7. Kuusen kuorimista osottava diagrammi (Mittakaava = kuvassa 6).

että ne osoittavat kesän aikana, kesäkuun puolivälistä heinäkuun puoliväliin, ja heti kaadon jälkeen suoritettua kuorimista. Mainittakoon tässä yhteydessä, että työtulokset ovat luonnollisesti aivan erilaiset, jos kuoriminen toimitetaan sen jälkeen kuin puu on pätäkitty. Sensijaan, että heti kaadon jälkeen suoritettua kuorimisessa ja puu yhtenä pätäkänä kuoritessa kuoriminen voidaan suorittaa koko lailla tehokkaasti, vaatii lyhyi-

den pätkien kuoriminen useita siirtoliikkeitä, joten tehollinen aika lisääntyy, jotapaitsi jokaista kappaletta kohti tulee myös enemmän hukkaamennyttä aikaa.

3. Karsimisaikaan ja karsimisvaikeuteen vaikuttavat seikat.

Jos ajatellaan seikkoja, joista karsimiseen menevä aika riippuu, niin ovat näistä ehdottomasti tärkeimmät *oksien koko* ja *oksien lukumäärä*. Varsinkin on oksien koolla suuri merkitys, sillä jos oksat ovat pieniä, niin on niiden karsiminen helppoa, vaikka niitä olisi paljonkin. Yleensä on säännöllisen tiheässä metsässä kasvava mänty joko oksatonta tai on sillä sangen pienet oksat. Niinpiankuin metsä on tullut siihen ikään, että siitä hakataan propseja, ovat alemmat oksat alkaneet kuivua ja hävitä, joten latvus on sangen lyhyt, vaihdellen sen pituus tekijän tutkimusten mukaan 2.8—6.0 metriin. Kuusipaperipuu on huomattavasti oksaisempaa säännöllisen tiheässäkin metsässä, niin että suunnilleen samanmittaisen kuusen latvuksen pituus vaihtelee 5—10 m:iin. Tällaisten puiden oksat ovat siksi hennot, että työmies katkaisee ne yhdellä kirveeniskulla. Kun puu karsitaan pintaa myöten, niin katkeaa vielä oksa, jonka läpimitta on noin 3 sm vaiheilla, yhdellä iskulla. Jos oksan läpimitta on alle 1.3 sm, niin tällaisia oksia pyhkäistään vielä tekijän huomioiden mukaan useampia kerrallaan yhdellä iskulla. Voidaan siis sanoa, että puun karsimisaika pitenee huomattavasti senmukaan, kumpaanko yllämainituista luokista sen oksat keskimääräisesti kuuluvat. Tästä syystä ovatkin puut karsimisaikoja tutkittaessa luokiteltavat eri oksaisuusluokkiin. RONGEN luokittelu on seuraava:

- I. Oksaton kuusi.
- II. Vähäoksainen kuusi (mera kvistig).
- III. Karhakkakuusi (mycket risig).
- IV. Oksaton mänty.
- V. Karkeaoksaisempi mänty (mera grovkvistig tall).

Tekijä on tutkinut sellaisten puiden karsimisaikoja, jotka ovat pidettävät RONGEN luokituksen mukaan oksattomina ja joiden oksien läpimitta siis keskimäärin on ollut 1.3 sm ja sitä pienempi, sekä sellaisia puita, joiden oksien läpimitat ovat vaihdelleet 1.3—3 sm. Kun silmällään RONGEN luokitusta, niin on luultavaa, että tämänkokoisilla oksilla varustetut puut ovat luetut joko normaalisiksi tai vähäoksaisiksi.

Kun siis on otaksuttu, että oksien keskimääräinen paksuus on tutkittavissa puissa ollut määrättyjen rajojen sisäpuolella, että on ollut kysymys

samasta puulajista, että puut sitäpaitsi ovat kasvaneet samalla maalla ja ovat samanikäisiä, niin on selvää, että karsimisvaikeus lopulta jää riippuvaksi latvuksen pituudesta. Tästä syystä onkin karsimisaikoja tutkittaessa otettu selville, missä määrin latvuksen pituus, kun edellämäinitut edellytykset otetaan huomioon, vaikuttaa karsimisaikaan. Tästä syystä on piirretty diagrammeja, joissa abskissoina on latvuksen pituus, s.o. latvuksen karsittavan osan pituus, ja ordinaattoina karsimisaika. Luonnollisesti vaikuttaa karsimisvaikeuteen myös puun läpimitta tai oikeammin sanoen latvuksen manttelipinta. Mutta tämä seikka tulee jo latvuksen pituusmitan perusteella otetuksi huomioon, sillä mitä pitempi latvus säännöllisen tiheässä metsikössä kasvaneella puulla on, sitä suurempi on myös latvuksen sisälle jäänyt manttelipinta.

Näiden monimutkaisten graafillisten tutkimusten tuloksena on ollut, että karsimisajat ovat latvuksen pituuksien ollessa 3—6 m pysyneet muuttumattomina. Vaikka työvaikeus selvästi on suurempi silloin, kuin karsitaan esim. 6 m pituinen latvus kuin karsittaessa 3 m pituinen latvus, niin on työaika jäänyt yhtä suureksi. Tämä seikka voi tuntua epätodennukaiselta, mutta itse asiassa se on helposti selitettävissä. Tutkituissa tapauksissa on työmies tarvinnut yhtä monta kirveenpyhkäisyä pyhkäistäkseen latvan puhtaaksi oksista 6-metriseksi kuin 3-metriseksi puulle. Sitävastoin hänen on tietysti täytynyt käyttää 6-metristä puuta karsiesaan enemmän työvoimaa, joten hän esim. väsy enemmän 6-metrisen kuin 3 metrisen puun karsittuaan. Hänen täytyy siis edellisessä tapauksessa levätä lyhyempien aikojen perästä, ja tästä syystä tulee edellisessä tapauksessa karsimisen hukka-aika suuremmaksi kuin jälkimmäisessä, ja siis työ kokonaisuudessaan vaatimaan pitemmän ajan.

Tällaisten pienioksaisten mäntyjen ja kuusien kuorimiseen menee suunnilleen yhtä pitkä aika. Niinpä menee männyn, jonka latvus on 5 m pitkä, karsimiseen 48 sekuntia ja samankokoisen kuusen karsimiseen 47 sekuntia. Kuusien, joiden karsittavan latvuksen pituus on 5—10 m, kuorimisaika saadaan yhtälöstä

$$(117-47) : (10-5) = y : x;$$

$$y = 14 x.$$

Ylläolevan yhtälön perusteella voitane laskea karsimisaika säännöllisessä metsikössä kasvaneille n.k. oksattomille kuusille ja männyille. Vaikkei ylläesitetty käyrä osoitakaan, että männyn kuorimisaika pitenisi latvuksen pidetessä, niin on huomattava, että tutkitut männyn latvukset ovat olleet korkeintaan 6 m pitkiä. Jos ne sitävastoin olisivat olleet tätä

pitempiä, niin on selvää, että myös tehollinen kuorimistyö olisi lisääntynyt samassa suhteessa kuin latvuksen pituuskin.

Sitäpaitsi on tutkittu sellaisten puiden kuorimista, joiden oksien vahvuus vaihtelee 1.3—3 sm. Tällöin on huomattu, että myöskin tässä tapauksessa latvuksen pituus hyvin soveltuu karsimisen mitaksi, mutta että karsimisaika on tuntuvasti pitempi. Jos karsimisaika, niinkuin työajat edellisessä, lasketaan minuuteissa kuutiojalkaa kohti, niin on karsimistyöhön menevä tehollinen aika kuuselle ja männylle edelläolevat edellytykset huomioonottaen, keskimäärin 0.3 minuuttia tehollista aikaa kj. kohti. Jos tällaista kuutiojalka-aikaa käytetään perusaikana, niin on siitä vähennettävä 0.1 minuuttia siinä tapauksessa, että on kysymyksessä n.k. oksaton kuusi, ja 0.2 minuuttia siinä tapauksessa, että on kysymyksessä n.k. oksaton mänty. Jos taas on kysymyksessä oksaiset mäntymetsät, joiden oksien läpimitta siis on keskimäärin yli 3 sm, niin silloin on tähän aikaan lisättävä 0.1—0.3 minuuttia. Jos on kysymyksessä yhtä karkeaoksaista kuusimetsää, on lisäys 0.2—0.4 minuuttia. Kaikkein vaikeimpia ovat tietysti karsia erittäin karkeaoksaista kuuset, jolloin tähän teholliseen aikaan on lisättävä jopa 0.7 minuuttia.

4. Pinoamisaikaan ja pinoamisvaikeuteen vaikuttavat seikat.

Metsäpinojen suhteen asetetaan yleensä meillä kaikkialla suunnilleen samat vaatimukset. Yleensä ei pinon suuruudella ole sanottavaa vaikutusta pinon tiheyteen. Tästä syystä ei pinon irtomittaista kuutiometriä kohti sisältyvään kiinteään kuutiomäärään paljontaan vaikuta se, onko pino $\frac{1}{2}$ p-m³, 1 p-m³ j.n.e. Jos kahteen pinoon ladottavat puut ovat saman matkan päässä pinon pohjasta, niin merkitsee kuitenkin pienen pinon latominen ajanhukkaa, sillä pientäkin pino varten on tehtävä aluspuut ja tukipuut. Näiden tekemiseen menee tavallisesti keskimäärin 1' 40" otaksuen, että pinon aluspuiden ja tukipuiden aineet saadaan läheltä. Tähän sisältyy myös pinon pohjan raivaaminen. Kuten edellä siv. 40—44 olevasta selostuksesta näkyy, menee näihin alkuvalmistuksiin monta työliikettä.

Itse pinoamisaika jakaantuu kahteen osaan, pölkkyjen siirtämiseen pinottavalle paikalle ja pinon latomiseen. Jos pinon pohja on siksi lähellä sitä paikkaa, jossa pölkkyt ovat tehdyt, ja pölkkyt ovat lyhyitä, niin voidaan jokainen pölkky nopeasti heittää pinoamispaikalle. Aika lisääntyy huomattavasti, jos pölkkyt ovat kannettavat. Jos otaksutaan, että pölkkyt voi-

daan heittää pinoamispaikalle, niin tällöin menee siirtämiseen sangen pieni aika. Kuhunkin heittoon menee suunnilleen 1 sekunti ja kuhunkin nostoon suunnilleen 1 sekunti eli paperipuupinoa kohti, jossa on 60 pölkkyä, menee siis aikaa 120 sekuntia. Halkopinon puiden siirtoon menevä aika on suunnilleen sama, 2.0 minuuttia. Propsipinon laita on vähän toinen senvuoksi, että kappaleet voivat olla hankalampia liikutella, luonnollisesti varsinkin pitemmät propsit, mutta itse asiassa ei ero ole kovin suuri, joten tässäkin tapauksessa voidaan käyttää samoja aikoja. Seuraa sitten puiden latominen pinoon. Tämän luulisi menevän suunnilleen yhtä lyhyessä ajassa kuin pölkkyjen siirtämisen pinolle. On kuitenkin huomattava, että on tehtävä eräitä esitöitä. On ensinnäkin asetettava paikalleen aluspuut ja pääpuut. Näiden asetukseen menee noin pari minuuttia (85—125 sek.). Jos aluspuuta on asetettava 4, niinkuin propsipinoon asetetaan, niin silloin luonnollisesti tähän menee kaksinkertainen aika.

Kun siis pinon pohjapuut ja tukipuut on pantu paikalleen, seuraa pinon latominen. Se aika, jonka tämä vaatii, riippuu luonnollisesti siitä, kuinka monta kappaletta on ladottava ja kuinka paljon kukin kappale painaa ja kuinka mukavasti kukin kappale voidaan nostaa pinoon. Vaikka kappaleet ovat heitetyt pinoamispaikalle, niin ei niitä vielä kaikkia voida nostaa suorastaan pinoon, vaan on pinoajan ehkä otettava askel tai pari pölkkyyn ulottuakseen. Että painon vaikutus tässä suhteessa on huomattava, näkyy siitä, että halkojen ja paperipuiden latomisajalla ei käytännössä ole kovinkaan suurta eroa. Vaikka paperipuita on pinossa 60—70 kpl. ja halkoja pinossa 100—130 kpl. p-m³ kohti, niin on latomisaika kummassakin tapauksessa suunnilleen sama, nim. noin 8—9 minuuttia. Jos paperipuun pinoaminen voi tapahtua edullisesti ja ilman häiriöitä, päästään 6 minuutilla.

Kuten ylläolevasta näkyy, menee pinoamiseen huomattava aika. Jos edellämainitut ajat lasketaan yhteen, niin saadaan pyöreissä luvuissa keskimääräksi 11 minuuttia, joka kuutiojalkaa kohti merkitsee *kokonaisaika* 0.4 minuuttia. Jos ajatellaan, että jokainen kappale pinossa on keskimäärin 0.2 kuutiojalkaa, niin edellä olevan mukaan on tehollinen aika kuutiojalkaa kohti paperipuulle 1.7 minuuttia ja siis tavallista paperipuukuutiometriä kohti 42.5 minuuttia, ja kun tähän vielä lisätään hukka-aika 24 minuuttia, niin saadan kokonaisajaksi 66.5 minuuttia. Kun pinoamiseen menevä aika oli kaikkiaan 11 minuuttia, niin huomataan, että pinoamiseen menee noin 1/6 koko työajasta. Itse asiassa menee esim. halkojen ja propsien pinoamiseen suhteellisesti vielä pitempi aika.

5. Mitä on hukka-aika?

RONGEN hukka-aika ei ole, kuten jo edellisestä on selvinnyt, sama kuin työtehotutkimuksissa käytetty hukka-aika (allowance). Siihen sisältyy nim. paljon tehollisen työn momenteja, m.m. kaikki siirrot. Työtehotutkimuksissa taas hukka-aikaan kuuluvat seuraavat osat:

- 1) Persoonallinen hukka-aika.
- 2) Välttämättömät viivytykset.
- 3) Työn erikoislaadusta ja työn olosuhteista johtuvat viivytykset.
- 4) Väsymyksestä johtuvat viivytykset.

* * *

1) *Persoonallisen hukka-ajan* käsite selviää seuraavasta. Otaksutaan, että kaksi työläistä kaataa, karsii, kuorii ja tekee tukeiksi sahapuita. Toinen suorittaa nopeammin esim. katkomisen ja karsimisen, toinen taas nopeammin kuorimisen. Toinen on nopeampi siirroissa, toinen taas hitaampi. Lopputuloksena on, että kummankin lopullinen työtulos on sama. Jos sitävastoin työn yksityisiä momenteja verrataan toisiinsa, niin on niissä kummallakin työntekijällä toiseensa verrattuna erilainen hukka-aika. Tällainen hukka-aika on juuri persoonallista hukka-aikaa. Sen ei siis tarvitse merkitä sitä, ettei työntekijää voitaisi käyttää kyseenalaiseen työhön, vaan on sillä merkitys esim. työn jakamisessa sopiviin osiin. Suurin tulos saavutetaan siten, että kukin työntekijä sijoitetaan sellaiseen työhön, jossa hänen persoonallinen hukka-aikansa on mahdollisimman pieni.

2) *Välttämättömiä viivytyksiä* esiintyy aina työssä. Saha on teroitettava määräaikojen kuluttua, autorenkasiin on pumputtava ilmaa, koneita on rasvattava j.n.e. Tämäntapaiset viivytykset voidaan monissa töissä hyvin helposti laskea edeltäkäsien, mutta hyvin paljon esiintyy myös sellaisia viivytyksiä, joita ei voida edeltäpäin määrätä. Näiden selvillesaaminen käy mahdolliseksi vasta pitempiaikaisen tilaston perusteella. Varsinkin metsätöissä on tässä suhteessa tehtävä paljon havaintoja, ennenkuin voidaan päästä luotettaviin kokemuskuluihin.

3) *Työn erikoislaadusta ja työn olosuhteista johtuvat viivytykset.* Ajatellaan, että työmies nostaa kiviä kuormaan. Niin kauan aikaa kuin kivet ovat sen kokoisia, että hän voi kunkin kiven helposti nostaa, sujuu työ säännöllisessä tahdissa. Mutta kun nostettavaksi tulee tavallista suurempi kivi, niin silloin on työmiehen turvauduttava joko toisen apuun tai esim. tehtävä laitteita, joiden avulla hän saa kiven kuormaan. Työmies, joka käsittelee tukkeja, joutuu hyvin usein viivyttämään työtänsä tämän-

tapaisten seikkojen vuoksi. Viivytyksiä syntyy esim. silloin, kun metsä on liika harvaa, kun siinä on tavallista hankalampi liikkua (esim. paksun lumen aikana) j.n.e. Myöskin tällaiset työn laadusta ja työn olosuhteista riippuvat viivytykset ovat otettavat huomioon. Niistä päästään selville vasta laajojen tutkimusten perusteella, ja ne johtavat tavallisesti työn luokitteluun eri vaikeusasteisiin senmukaan, kuinka paljon nämä viivytykset vaikuttavat kokonaisuikaan.

4) *Väsymyksestä johtuvista viivytyksistä* on edellä (siv. 37—39) puhuttu. Niiden merkitys ei metsätyössä ole niin suuri kuin esim. tehdastyössä. Metsätyö on laadultaan hyvin vaihtelevaa ja sen suhteen pitää paikkansa sananpars: »työn vaihtelu on lepoa». Metsätyössä tulee työläinen työn kestäessä vaihtamaan työasentoa ja työkalua ja voi silloin lepuuttaa edellisessä työssä rasittuneita jäseniään. Siirtyminen puulta puulle on myös lepoa sekin, ainakin osaksi. Mutta joka tapauksessa on metsätyössä, niin kuin kaikissa muissakin töissä, otettava huomioon lepoajat. Ne ovat ainakin otettavat huomioon laskuissa, vaikkei niiden sijoittaminen voi tapahtua yhtä kaavamaisesti kuin monessa tehdastyössä.

Niinkuin edellisestä huomataan, voidaan siis työn hukka-aika (allowance) helposti analysoida. Sen analysoiminen ei myöskään metsätyön alalla tuota sanottavia vaikeuksia. On vain kysymys siitä, mistä päästä analysoiminen on alettava. Tässä suhteessa ei käsittäksemme kuitenkaan voine olla olemassa kovinkaan suuria erimielisyyksiä. Kaikkein tärkeintä on aluksi ottaa selville persoonallinen hukka-aika. Ennenkuin vakinainen työntekijä otetaan työhön, on tutkittava hänen työtänsä ja sen perusteella koetettava jakaa hänelle juuri sellaiset työt, jotka hän voi suorittaa mahdollisimman pienellä hukka-ajalla. Tällä tavalla on voitu metsätöissä saavuttaa melkoisia työnsäästöjä. Saksalaiset kokeilut ovat osoittaneet, että on voitu päästä aina 20 %:iin.

Tämän jälkeen on tärkeintä tutkia työn erikoisluonteesta ja työn olosuhteista johtuvia viivytyksiä. Metsätyön suhteen on siis tutkittava, mitä metsän tiheys, kappaleiden lukumäärä, metsätyyppi, ilman lämpötila, kuoren vahvuus, metsän oksaisuus, maan kivisyys j.n.e. vaikuttavat työtuloksiin.

Tällaisten seikkojen tutkiminen on siksi laajatöistä ja vaatii siksi suuria kustannuksia, ettei allekirjoittaneella ole ollut siihen tilaisuutta. Tekijä on kuitenkin tehnyt havaintoja tässä yhteydessä olevista seikoista, ja esittää niistä tehtyjä johtopäätöksiä tämän teoksen viimeisessä luvussa, sikäli kuin ne ovat tarpeellisia sanotussa luvussa esitettyjen tarkoitusten saavuttamiseksi.

6. Miten voidaan metsätyössä määritellä lepoajat?

Edellä mainittiin niistä tekijöistä, joista hukka-aika on kokoonpantu. Hukka-aika on riippuvainen työn laadusta, ollen se esim. naistyöntekijällä erilainen kuin miestyöntekijällä, metsätyössä erilainen kuin tehdastyössä j.n.e. Jos ajatellaan, että metsätyö olisi standardisoitu ja sille siis määrätty standardiajat, niin voidaan myös sanoa, että metsätyön hukka-aika on paljon suurempi % standardiajasta kuin esim. tehdastyön. Konepajoissa ja työssä, joka suoritetaan paikallaan, on hukka-aika 25 %. Metsätyössä on hukka-aika suurempi kuin tehollinen työaika tai on edellämainittu % ainakin paljon suurempi kuin tehdastyössä.

Mutta miten voidaan erottaa tästä hukka-ajasta varsinaiset lepoajat? Edellä on siv. 37—39 puhuttu keinoista, joilla voidaan määrätä, milloin työntekijä on väsynyt. Jo tästä lyhyestä yleissilmäyksestä selviää, ettei tällä alalla toistaiseksi ole keksitty käytännöllisiä ja samalla tieteellisesti päteviä koneellisia menettelytapoja. Väsymyksen tutkiminen on siksi hankalaa, että tieteellisesti tarkkojen keskimääräisten tuloksien saavuttaminen on usein käytännöllisesti mahdotonta. Tieteellisiä menettelytapoja ei siis voidakaan käyttää muussa tarkoituksessa kuin käytännöllisellä tavalla määrättyjen tuloksien kontrolloimiseen.

Hukka-aika sinänsä voidaan helposti määrätä. Jos ajatellaan, että on määrätty persoonallinen hukka-aika, välttämättömät viivytykset ja työn erikoislaadusta johtuvat viivytykset mitattuina aikamitalla, niin vähentämällä näiden yhteinen aika koko hukka-ajasta saadaan teoreettisesti välttämätön lepoaika. Tämä lepoaika voidaan määritellä esim. kappaletta kohti, työtuntia kohti, työpäivää kohti j.n.e., riippuen siitä, mikä tapa kulloinkin on sopivin.

Mutta myös näiden muiden hukka-ajan elementtien määrääminen metsätyössä tuottaa vaikeuksia. Kuten edellä on mainittu, eivät metsätyön työliikkeet ole yhtä helposti erotettavissa toisistaan kuin esim. tehdastyön. Tästä syystä onkin metsätyötä alkeellisesti tutkittaessa täytynyt aluksi tyytyä sentapaiseen hukka-ajaan, jota esim. RONGE on käyttänyt. Mutta RONGEN menettelytavalla on se vika, ettei sen perusteella voida ensinkään suunnitella parannuksia työntekotapoihin. Se on oikeastaan hyvin steriili menettely, sillä tavallaan RONGE otaksuu, että hänen tutkimansa parhaat työläiset jo omaavat niin suuren taidon työn suorituksessa, kuin alalla käytännössä voidaan saavuttaa.

Näin ei kuitenkaan ole meneteltävä, sillä ilman muuta voidaan pitää varmana, ettei kouluuttamaton metsätyöläinen ole voinut päästä alansa huipusaavutuksiin.

Kysymys siitä, milloinka työntekijä on väsynyt vai ei, voidaan ratkaista kahdessa mielessä. Voidaan tutkia, onko työntekijä työstä tullessaan yhtä hyvässä kunnossa kuin työhön lähtiessään, tai voidaan tutkia, onko hän yleensä kestänyt työntöön aiheuttamaa rasitusta ilman, että siitä on hänelle haittaa, lähinnä ruumiillista. Selvää on, että työ aina kuluttaa ja että edellisessäkin tapauksessa ei voida vaatia enempää kuin, että työläinen yön levättyään seuraavana aamuna on yhtä hyvässä kunnossa kuin edellisenä päivänä työhön lähtiessään. Se, että työ ei yleensä käy liika rasittavaksi, on seikka, joka voidaan välttää jo säännöstelemällä työaika ja asettamalla työlle erinäisiä vaatimuksia, jotka takaavat, ettei se käy terveydelle vaaralliseksi.

Jos siis halutaan määritellä lepoaikoja, niin on edellytettävä, että tällaiset yleiset vaatimukset työn jälkeiseen lepoon ja työn terveydellisyyteen nähden on täytetty. Tällöin saakin kysymys aivan toisen luonteen. Astuu esille kysymys siitä, kuinka pitkien väliaikojen perästä ja kuinka pitkiä lepoaikoja on säännösteltävä, jotta työläinen voisi rasittumatta ja kunnossa pysyen saada aikaan mahdollisimman suuren tehollisen työmäärän työpäivän aikana. On siis kysymys lepohetkistä eli hengähdyspaukseista. Kun tyydytään ainoastaan näiden selvittämiseen, niin käy tehtävä paljon helpommaksi. Se voidaan suorittaa kokeellisesti, vaikka sitä varten tarvitaankin paljon havaintoja.

Tämä tapahtuu seuraavalla tavalla.

Hankitaan esim. 100 kpl. suunnilleen samanmittaista, esim. latvasta 30 sm täyttävää oksatonta sahapuuta samasta metsikosta. Kukin tällainen pölkky voidaan asettaa telineelle, jossa siitä helposti voidaan sahata esim. 5 sm paksuisia kiekkoja. Teline on sellainen, että siinä tukki voidaan koneellisesti siirtää eteenpäin sellaisen välimatkan, kuin sahaus vaatii, joten sahaaja voi heti kiekon irroitettuaan siirtyä seuraavaa sahaamaan. Sahaukselle määrätään tahti, jota on noudatettava. Niin kauan aikaa kuin sahaaja jaksaa noudattaa tahtia, ei hän tunne pakottavaa väsymystä, mutta niin pian kuin hänen on tahdista luovuttava, on hän väsynyt. Tahti pannaan merkille siten, että luetaan, kuinka monta kertaa saha on liikunut joissain määrääjässä tai lyödään tahtia metronoomilla.

Tällä tavalla saa siis sahaaja jatkaa siksi, kunnes hän on väsynyt, jonka jälkeen hänelle määrätään joku lepoaika. Jos sahaaja ei tämän jälkeen jaksa tehdä läheskään samaa työtä kuin edellisellä kerralla, on selvää, että lepoaika on ollut liian lyhyt. Kun tehdään kokeita useita lepoaikoja ja sahausaikoja käyttäen, niin voidaan monien kokeiden jälkeen löytää sel-

lainen työntöön ja levon suhde, jota käyttäen aikaansaadaan mahdollisimman suuri määrä tehollista työtä.

Täten kokeellisesti määritellyjä lepoaikoja voidaan metsätöissä ani harvoin sellaisinaan käyttää. Voidaan ainoastaan määritellä muutamia selviä tapauksia, esim. lepoaika oksatonta puuta sahattaessa, lepoaika oksaista puuta sahattaessa, lepoaika kuivaa puuta sahattaessa, lepoaika tuoretta puuta sahattaessa j.n.e. Tällaisten lepoaikojen määrääminen voi olla ainoastaan jonkunlaisena ohjeena työkaavoja laadittaessa. Tällä alalla, niinkuin kaikilla muillakin, täytyy työkaavojen suunnittelijalla olla käytännöllistä kokemusta ja arvostelukykyä voidaakseen sovelluttaa tätä saavutetut kaavamaiset tulokset käytäntöön.

Jo ylläolevasta selvinnee, ettei tekijällä ole ollut tilaisuutta siksi laajojen tutkimusten tekemiseen, kuin sopivien lepoaikojen pituuden ja sijoittamisen määrääminen pinopuun teossa edellyttäisi. Tekijä on kuitenkin yrittänyt asiaan perehtyä ja on tutkimusten perusteella tullut siihen tulokseen, että esim. suurien sahapuiden katkosahauksessa jo jokaisen 10 minuutin sahaus perästä on varattava 2 minuutin hengähdys hetki ja että suurimittaisia lehtipuita sahattaessa päästään parempiin tuloksiin, jos tällainen hengähdys hetki varataan joka 5 minuutin sahaus jälkeksi.

Nämä tulokset eivät kuitenkaan ole millään tavalla yleispäteviä jo siitä syystä, että tutkimusaineisto on ollut pieni ja käsittänyt hyvin erilaista puutavaraa. Nämä luvut ovat mainitut ainoastaan sen vuoksi, että niiden perusteella selviää, että varsinaisten hengähdyspauksien tarve ei metsätyössä ole kovinkaan suuri. Tähän vaikuttaa m.m. se, että työmies ei ole riippuvainen koneista. Hän on, niin sanoaksemme, oma herransa. Koska hän ei ole riippuvainen koneista, ei häneltä vaadita samaa jännitystä kuin siltä, joka tekee työtä koneella. Hän voi, niinkuin edellä mainittiin, työtä tehdessään, vieläpä puuta miltei koneellisesti poikki sahatessaan, ottaa mukavampia asentoja, vaihtaa kättä j.n.e., s.o. käyttää myös hyväkseen metsätöille ominaisia tapoja lepuuttaa ruumistaan ja sen lukemattomia aivan lyhyitä lepoaikoja. Ylläolevasta selvinnee myös, ettei lepoaikojen määräämisellä metsätyössä ole samaa merkitystä kuin esim. teollisuustöissä.

IV.

Johtopäätöksiä metsätyön tieteellisestä suunnittelusta.

Edellä on selostettu tutkimuksia metsätyön suorituksesta ja esitetty niiden tuloksia. Tarkoituksena on ollut selvittää meillä suoritettun metsätyön luonnetta yleensä ja erikoisesti tutkia pinopuun tekoa. Ne tulokset, jotka edellä on esitetty, ovat sellaisia, ettei niitä sellaisinaan voida yleistää. Arvostelukykyiselle käytännönmiehelle ne kuitenkin voivat olla ohjeena tähän alaan kuuluvia kysymyksiä ratkaistaessa.

Tutkimukset käsittävät *nykyisten työsuhteiden selvittämisen* eli toisin sanoen ne ovat pääpiirteittäin tehdyt niiden seikkojen selville saamiseksi, jotka ovat välttämättömät tuntea, *ennenkuin työmenetelmiä voidaan ryhtyä parantamaan*, s.o. taylorismin alustavan tutkimuksen. Työtieteen alalla on, varsinkin tehdastyöhön nähden, päästy moniin kokemuksiin, ja empiirisellä tavalla johdettuihin kaavoihin, mutta metsätyön alalla ei näitä sellaisinaan voida käyttää. Sen kokemuksen perusteella, minkä tekijä on edellä esitettyjen tutkimusten kautta saavuttanut, haluaa tekijä myös esittää yleispiirteisen ohjelman taylorismin toisen asteen toteuttamiseksi metsätöiden alalla.

Ensimmäinen tehtävä on tärkeimpien työmomenttien standardiaikojen määrääminen. Standardiajalla ymmärretään aikaa, joka saadaan kun todellinen keskimääräinen nettotyöaika kerrotaan kullekin työlle tai työnlaadulle tai kokonaistyölle ominaisella tasoitustekijällä (leveling factor). Leveling factor taas on riippuvainen 4:stä tekijästä: taito, yritys, kunto ja johdonmukaisuus (skill, effort, condition, and consistency). Näiden arvostelemista varten on oma luokittelunsa, esim. skill on jaettu seuraaviin luokkiin: superskill (A1, A2), excellent (B1, B2), good (C1, C2), average (D), fair (E1, E2), poor (F1, F2). Jos työ on suoritettu saaden arvostelun good C1, niin merkitään sen lukuarvoksi 0.05, jos arvostelu on fair E2, niin arvostelu on -0.02 j.n.e. Näiden lukujen summa lisätään lukuun 1.00, ja näin saatu luku on juuri edellämainittu leveling factor.

Standardiaika käsittää siis nettovalmistusajan ja hukka-ajan hengähdyspaukseja lukuunottamatta. Leveling factorin määrääminen metsä-

töissä on kuitenkin sangen vaikeata. Se tulee perustumaan enemmän tai vähemmän subjektiiviseen arvosteluun, jotapaitsi metsätöissä työ jo samalla työmaalla suoritetaan hyvin erilaisissa olosuhteissa, joten arvostelua ei voida tehdä niin koneellisesti kuin tehdastyössä. Tehdastyössä voidaan kokolailla tarkoin määritellä, kun on kysymys esim. yrityksestä, mitä sen eri asteilla tarkoitetaan, mutta metsätyössä eivät tätä varten laaditut luokittelut sovellu. Tästä syystä onkin metsätyössä käytettävä toisenlaisia menettelytapoja.

Tekijä puolestaan ehdottaa käytettäväksi n.k. 30 %:n metodia, joka esim. puun katkomiseen sovellettuna olisi seuraava.

Katkomiseen käytetyt ajat merkitään sillä tavalla kuin siv. 30—31 on selostettu puita katkottaessa. Tämän jälkeen luokitellaan ajat minimiajasta ylöspäin. Näistä luokista valitaan 5 edullista. Ajatellaan esim., että minimiaika on 30 sek. Viisi ensimmäistä luokkaa ja niiden varianttien lukumäärä olkoot esim. seuraavat:

I. 30—34.9 sek.	2 tapausta
II. 35—39.9 »	4 »
III. 40—44.9 »	3 »
IV. 45—49.9 »	8 »
V. 50— »	3 »
	Yhteensä 20 »

Prosenttiluvut ovat seuraavat: I — 10 %, II — 20 %, III — 15 %, IV — 40 % ja V — 15 %.

Koska prosenttiluku luokassa IV on suurempi kuin 30, otaksutaan, että standardiaika on etsittävä tästä luokasta, ollen se siis 45—49.9 sekuntia eli keskimäärin 47 1/2 sekuntia.

Tätä n.k. 30 %:n menettelytapaa on kokeiltu sadoissa tuhansissa erilaisissa aikaturkimuksissa, ja on se vienyt tyydyttäviin tuloksiin. Se on keksitty empiiristä tietä, mutta voidaan sen oikeutus matemaattisesti todistaa.

Aivan samalla tavalla kuin 30 %:n metodia voidaan käyttää kvalifisoitujen tehollisten työaikojen standardisoimiseen, voidaan sitä myös käyttää kvalifisoitujen kokonaisaikojen, kvalifisoitujen hukka-aikojen j.n.e. standardisoimiseen.

Otaksutaan siis, että on laskettava kvalifisoitu hukka-aika tukinteolle esim. 12-tuumaisesta sahapuusta. Kun useita kokeita, ainakin noin parikymmentä, on tehty mahdollisimman samanlaisissa olosuhteissa ja siis

määrätty kaikkiin työliikkeisiin yhteensä kuluva aika kussakin tapauksessa, niin määrätään edellämainitulla tavalla tehollinen standardiaika. Sitäpaitsi on tutkittu kokonaistyöajat, jolloin luonnollisesti taas 30 %:n menettelyn perusteella on eliminointava kaikki poikkeukselliset tapaukset. Kun standardisoidusta kokonaistyöajasta vähennetään standardisoitu tehollinen työaika, saadaan standardisoitu hukka-aika.

Tämä hukka-aika voidaan vielä helposti jakaa kahteen osaan käyttäen LOWRYN y.m. selostamaa menettelytapaa. Se on seuraava.

Otaksutaan, että tehollinen työaika yksikköä kohti on T ja sen valmistusaika kokonaisuudessaan on S . Tällöin on

$TL = S$, jossa $L =$ edellämainittu leveling factor. Ja

$$L = \frac{S}{T}.$$

Jos työntekijä alkaa väsyä, on

$TL > S$ eli, jos erotusta merkitään d :llä, on

$TL - d = S$. Jos otetaan kysymykseen N kappaleen (esim. koko päivän) valmistus ja tehollisen ajan summa merkitään O :lla, niin on:

$$\begin{aligned} OL - D &= NS \text{ ja} \\ D &= OL - NS. \end{aligned}$$

Jos tahdotaan tietää, kuinka monta %:ia D on kokonaistyöajasta, saadaan se yhtälöstä

$$p : 100 = OL - NS : NS;$$

$$p = 100 \left(\frac{OL - NS}{NS} \right) = 100 \left(\frac{OL}{NS} - 1 \right).$$

Käyttämällä p :tä voidaan siis määrätä, kuinka pitkä aika työtä voidaan tehdä ilman, että väsymys siihen vaikuttaa, ja siis välillisesti erottaa hukka-ajasta lepoaikat.

Kuten ylläolevasta selviää, on menettelytapaa sangen yksinkertainen. Kaikkein paras on ensin suorittaa tutkimukset säännöllisissä oloissa: tasaisella maalla sijaitsevassa, säännöllisen tiheässä metsikössä, jossa eivät otettavat puudimensiot suuresti vaihtelee. On todennäköistä, että jo noin parinsadan puun tekoa seuraamalla voidaan päästä sellaisiin tutkimuksiin, joiden perusteella voidaan ruveta työmenetelmiä korjaamaan.

Otaksutaan, että ollaan esim. selvillä siitä, että 12-tuumainen puu voidaan katkaista $47 \frac{1}{2}$ sekunnissa. Tämä arvo on kuitenkin paljon pienempi

kuin esim. aikamittausten aritmeettinen keskiarvo. Se saatiin 20 parhaan tuloksen perusteella, jotavastoin muita tuloksia esim. tässä tapauksessa oli yli 80. Tiedetään siis, että työ voidaan suorittaa $47 \frac{1}{2}$:ssa sekunnissa, mutta todellisuudessa tarvitsee työläinen siihen 60 sekuntia. Missä on vika?

Nyt on aika ruveta tutkimaan työliikkeitä. Tiedetään, että kun työliikkeestä poistetaan kaikki liiat liikkeet, niin päästään ainakin tuohon $47 \frac{1}{2}$ sekuntiin. Että näin on asianlaita, on nim. varmaa tai ainakin erittäin todennäköistä. Jo seuraamalla tarkkaan työtä ja vertaamalla eri työntekijöiden työmenetelmiä toisiinsa voidaan ilman koneellista apua tehdä korjauksia, mutta usein ovat virheet työnteossa siksi vaikeasti löydettävissä, että on käytettävä avuksi elokuva. Elokuvaamalla työliike ja suurikokoinen sekuntimittari samalla kertaa saadaan tutkimusaineisto, jonka avulla voidaan tutkia liikkeen pienimpiäkin yksityiskohtia. Usein vielä asetetaan työntekijän taakse ruutuihin jaettu kulissi, joten liikkeet ovat myös mitallisesti seurattavissa.

Edelläolevasta selvinnee, ettei metsätyön standardisoiminen työtieteen viimeisten saavutusten mukaisesti ole ylivoimainen tehtävä. Sen suuntaaviivat selvinnevät jo edelläolevasta. Yksityiskohtien järjestäminen, esim. lomakkeiden laatiminen, tarpeellisten työvälineiden keksiminen j.n.e., vaatii luonnollisesti huomattavia esitöitä. Niiden selvittely ei kuulu tämän teoksen puitteisiin.

TAULUKKO I.

Alku 8.30

Loppu 8.52

Lepohetket

Sekundometri I	3	15	19	15	14
	22	25	29	12	11
	2	3	5	9	4
	19	4	5	9	5
	9	4	3	4	4
	5	4	3	11	21
	4	4	5	11	8
	4	8	5	4	4

Sekundometri II: III + 21

Työn tulokset: 0.5 p-m³ 24 kpl.

Muistutuksia: paperipuu, oksaton,
täysitiheä metsä;
työmies Kaljunen.

TAULUKKO II.

Kirjallisuusluettelo.

- ABELES: Der Akkordvertrag bei der Waldmanipulation. (Internationaler Holzmarkt 1926.)
- AMAR, JULES: Le moteur humain et les bases scientifiques du travail professionnel. Paris 1914.
- »— Signes respiratoires de la fatigue. («Comptes rendus de l'Acad. des Sciences.» 1913.)
- »— L'utilisation rationnelle de l'énergie humaine. (Etude scientifique du travail manuel.) (Genie Civil 1913—14.)
- ATTMANN und ERNST: Arbeitsleistung bei der Holzhauerei. (Forstwissenschaftliches Centralblatt 1925.)
- Aus der Rationalisierungsbewegung. (Forstarchiv 1928.)
- BIOLLEY, H.: Procédés pratiques de l'exploitation des bois. (Journal forestier 1927.)
- BOEGE, H.: Das Handwerkzeug im praktischen Hauungsbetrieb. (Forstarchiv 1926.)
- BÜCHER, KARL.: Arbeit und Rhythmus. Leipzig 1909.
- CARLSON, John A.: Industriens rationalisering. Stockholm 1929.
- DOEVENSPECK, H.: Taylor-System und schwere Muskelarbeit. (Schriften herausgegeben von O. Lippman und W. Stern. Leipzig 1923.)
- EDHOLM, PER: Kostnadsberäkning för timmerdrifning. (Norrlands skogsvårdsförbunds tidskrift 1916.)
- ERMANSKI, J.: Wissenschaftliche Betriebsorganisation und Taylor-System. Berlin 1925.
- FUCHS: Ersparnisse beim Aufsetzen von Brennholz. (Forstarchiv 1928.)
- »— Versuche mit Amerikanersägen. (Forstarchiv 1927.)
- GALÉOT.: De l'organisation des activités humaines. Paris 1919.
- GERLACH: Betrachtungen und Ermittlungen über den Baumfällungsbetrieb mittels Säge, Axt und Keil. (Silva N:o 12, 1926.)
- GERLINGHOFF, A.: Ergebnisse neuer Waldsägen-Prüfungen. (Forstarchiv 1926.)
- GIESE, F.: Handwörterbuch der Arbeitswissenschaft. Halle 1927.
- GILBRETH-COLLIN, ROSS: Bewegungsstudien. Berlin 1927.
- GONET, CH.: Concours de bon bucheronnage. (Journal forestier 1927.)
- GRUNOW: Wie können die Löhne in der Forstwirtschaft wirtschaftlicher werden. (Deutscher Förster 1927.)
- HERBER, R.: Taylorsystem und Forstbetrieb. (Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen 1923.)
- HILDEBRAND & BERGKNECHT: Erfahrungssätze, Tarifflohnfestsetzung und Verwandtes. Deutscher Förster 1927, 1928.
- HILF, H. H.: Die Arbeitslehre in der Forstwirtschaft. (Forstarchiv. 1926.)
- »— Leistungsbeurteilung im Hauungsbetrieb. (Der Deutsche Forstwirt 1927.)
- »— Organisation im Hauungsbetrieb. (Forstarchiv 1927.)

- HILF, H. H.: Wissenschaftliche Betriebsführung. (Esitelmä Rostockin Metsäyhdistyksen kokouksessa 26. VIII 1926.)
- HILF, H. H., RIES, L. W., STREHLKE, E. G.: Forstliche Arbeitswissenschaft. Berlin 1927.
- HOXIE, R.: Scientific Management and Labour. New York. 1920.
- LAHY, J. M.: La système Taylor et la physiologie du travail professionnel. Paris 1921.
- LASSILA, I.: Työtehon kohottamisesta metsätyössä. (Suomen Paperi- ja Puutavara-lehti 1926.)
- »— Piirteitä työtehotutkimuksien saavutuksista metsälalla. (Liiketaito 1926.)
- LOWRY, STEWART M. & MAYNARD, HAROLD B. & STEGEMERTEN, G. J.: Time and motion study and formulas for wage incentives. New York. 1927.
- LÖNNROTH, ERIK: Untersuchungen über die innere Struktur und Entwicklung gleichaltriger naturnormaler Kiefernbestände basiert auf Material aus der Südhälfte Finnlands. Helsinki 1925.
- MEYER, K. A.: Forstliche Arbeitslehre und Rationalisierungsfragen. (Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen 1928.)
- VON MONROY, JOH. Albr.: Eindrücke aus amerikanischen Holzhauerlagern. (Deutsche Forst-Zeitung 1926.)
- »— Wirtschaftliche Betriebsführung in der Forstwirtschaft. Berlin 1925.
- MOSSE, A.: La fatigue intellectuelle et physique. Paris 1894.
- PRÜGER: Die Förderung des tüchtigen Waldarbeiters — — — als Mittel zum Zwecke der Steigerung der Rentabilität der Forsten. (Deutscher Förster 1927.)
- RAMELOW: Taylorsystem und Forstbetrieb. (Der Holzmarkt 1926.)
- RONGE, ERIK W.: Om avverkningens arbetets kostnadsberäkning och prissättning efter tvåprissystem. (Norrlands skogsvårdsförbunds tidskrift 1919.)
- STREHLKE: Die Arbeitswissenschaft in der Forstwirtschaft. (Deutsche Forst-Zeitung 1927.)
- TAYLOR, F. W.: The principles of scientific management. New York 1912.
- VERNON, H. M.: Industrial fatigue and Efficiency. London 1921.

STUDIES ON EFFICIENCY OF LABOUR IN FOREST WORK.

I

PREPARATION OF PILED WOOD.

The author begins by passing in review rationalization in general and its chief results in the domain of forestry. Then the author passes to a consideration of the character of forestry work from the point of view of efficiency, and of the methods of investigation peculiar to forestry work.

The author reaches the conclusion that forestry work is characterized by a limited use of machinery, and by the fact that it need not be performed in a fixed order, as is the case with industrial work.

The author subjects the character of forestry work to a detailed analysis and arrives at the conclusion that from the point of view of efficiency research forestry work is characterized by the following fundamental features.

- 1) Forestry work is physical and mental at the same time.
- 2) Forestry work calls for mental qualities (power of observation, quickness etc.) in a greater measure than for physical force, and its highest achievements do not directly depend on muscular force.
- 3) In forestry work the motions need not necessarily follow one another in the same sequence; on the contrary the achievement of good results often presupposes the capacity of devising rapidly the proper sequence of motions.
- 4) Forestry work may be resolved into different components according as their performance requires the capacity of quick thinking, sense of locality, capacity of ocular measurement, skill, proper motions and physical force.

Further the author divides forestry work into *timeable* and *untimeable* component parts on the basis of the following arguments:

For the reason that forestry work is mental and physical at the same time, one could imagine its division into two components, viz. *mental* and *physical*. The separation of these two components from one another, however, is impracticable. A worker may quite well be aware at which point to strike a log with the axe in order to split it most easily; but every time he strikes the log it budges and diverts the axe from the best point. Purely mechanical circumstances are the reason that he cannot avail himself of his knowledge of the point to be struck with the greatest effect. He cannot take advantage of his knowledge until he has succeeded in placing the log so as to prevent budging, which may be effected for instance by furnishing him with a support on which to place the log. If one tried to ascertain how many units of working time the worker economizes by his knowledge of the best point for striking, it would soon be found out that this gain is not susceptible of being gauged by time. At most it could be measured by causing two logs to be split in succession, the one on the ground, the other on the support, and by taking the difference in time of these two performances. But this would land us in very arbitrary time values, for there never are two identical

logs, and therefore the statement is legitimate that *in forestry work there are elements which cannot be measured by time*. With respect to these elements one has to be content with recording them apart and stating that forestry work has to be divided into *elements capable of timing and those incapable of timing*. Since according to Ronge working time may further be divided into *effective* and *ineffective*, it will always prove that, if the individual elements of work be measured by time, the final result of two pieces of work never covers the same total lapse of working time, however identical the conditions are made. Two similar logs of the same dimensions never exist, and therefore it never occurs that, for instance, two cubic metres of pulpwood are prepared in exactly the same lapse of time. Consequently, if, notwithstanding, the preparation of two pulp-wood piles is measured by time, it is correct to say that a time value never indicates accurately, for instance, whether one worker has performed his job with greater speed than another, for in both cases there are in action untimeable elements, which have exercised an influence on the working time, but which, none the less, are not susceptible of measurement by time.

The influence of the *untimeable elements of work* may best be determined by various equations, both constant and personal; while the *timeable elements of work* are easily detected and examined with a view to a possible reduction of the time taken by a job.

In the present study the author investigates the *timeable elements in the preparation of piled wood*, and he has investigated *group work* as well as *piece work*.

In his investigation of group work the author has supplemented the method of Ronge by taking into account also resting time and the possibility of improving the output of work.

The data have been collected by employing tables such as those annexed to the study. Table I stands for group work, Table II for piece work. The columns of Table I are as follows:

Table I.

Beginning 8.30

End 8.52

Resting pauses

Secondometer I.	3	15	19	15	14
	22	25	29	12	11
	2	3	5	9	4
	19	4	5	9	5
	9	4	3	4	4
	5	4	3	11	21
	4	4	5	11	8
	4	8	5	4	4

Secondometer II: III + 21

Output 0.5 cbm, piled measure 24 pieces

Remarks: pulp-wood, branchless,
full-stocked forest;
operator Kaljunen.

The principal columns of Table II are as follows:

Table II.

Puun numero = Number of tree.
 Puulaji = Species of tree; m = Pine; ko = Birch.
 Kello = Time-keeping; alku = Start; loppu = End.
 Kantoleikkaus = Diameter of stump.
 Siirtyminen = Passage.
 Kaataminen = Felling.
 Kaatosahaus = Felling sawing.
 Kolon teko = Incision of notch.
 Vaihdot ja kaato = Changes and felling.
 Karsiminen = Lopping.
 Vaihdot = Changes.
 Kuoriminen = Barking.
 Mittaus = Measurement; Pinoaminen = Piling; Kehyspuut ja perustus = Frame poles and foundation.
 Katkomisaika = Time taken by cutting to pieces.
 s = Time taken by sawing; v = Time taken by changes.
 Katkomismitat = Cutted dimensions.
 Pituus = Length.
 Latvuksen pituus = Length of crown.
 Puiden et. edellisestä = Distances of trees.
 Palkka = Wage.
 Muistutuksia = Remarks; Työmies = Operator; Tod. aika = Actual time; Lask. aika = Calc. time.
 Vajaus = Deficit; Kirvesvarsi = Axe-shaft; Saha = Saw; Terän pituus = Length of blade; Hammasluku = Number of teeth; Hammasasema = Base of tooth.
 Kärkien väli = Distance of points.
 Hammasetäisyys = Side projection.

The material for investigation has been treated as follows:

Among the results for group work the following time values may be mentioned:

Props:

Time for 1 cubic foot	2.2 minutes,
time for one piece	1.2 »

Pulp-wood:

time for 1 cubic foot	1.7 minutes,
time for one piece	0.4 »

Fuel wood:

time for 1 cubic foot	0.8 minutes,
time for one piece	0.2 »

Data collected for group work. — The number of cubic feet of timber prepared and the number of pieces of timber prepared were counted. Pulp-wood as well as fuel

wood were measured by the cubic foot in order to render the results commensurable with the results reached by RONGE.

Consequently, provided the values for the solid volume embraced by the test, for the time taken by the job and for the effective portion of the working time are known, the value for allowance time is, according to RONGE, found out by subtracting the effective portion from the total working time. The procedure employed by RONGE, consisting in measuring only the effective portion and the total of working time and deducing the allowance time from them, is one-sided. The procedure may be rendered more reliable by measuring also the allowance times, subtracting these from the total working time and thus computing the effective working time. This procedure has been employed for checking purposes, and it has been found that, as a rule, the values actually measured are higher than those calculated. If, for instance, of two recorders measuring the same operation the one measures the effective time, the other the allowance time, the former reaches a higher value for the allowance time, the latter for the effective portion. This is due to the fact that the second-watch never can be stopped exactly at the moment a motion ends, but always a trifle later, or, in the case of ineffective work, not at the moment the motion starts, but an instant later, and as these stops number several hundreds, they yield a considerable sum total. It is a matter of course that the correct value lies midway between those two values, provided that both measurements are correct. When, accordingly, two measurements have been carried out in this manner and the mean value has been deduced from their differences, and when this mean value is then divided by the value for the effective or allowance time, as the case may be, expressed in seconds, the mean adjustment figure Δ is reached, calculated for the effective working time. Thus the method of RONGE has been released from its one-sidedness, which is indisputable, for it does not provide any guarantee for the readings from the second-watch being correct. It is to be noted that owing to this one-sided procedure the results for effective working time, reached in the investigations of RONGE, are higher than in reality.

The treatment of the data for *piece work* was not so simple. First of all it has to be noted that the lapses of time which have to be dealt with are exceedingly small. The cutting of a felling notch, for instance, may take place so suddenly that it is no easy thing to note the moment of its beginning and end, and a saw incision may seem to be finished, but the tree is not yet cut off: one stroke of the saw or two are required, perhaps it must be struck with the axe. For this reason it easily happens that the data embrace figures which the investigator knows to be exceptional. But on the other hand it is evident that forestry work can never be constrained into such mechanical and regular channels as for instance industrial work, and therefore it is probable that it will always be beset with such irregularities. But they will level themselves automatically, if the material is large enough. But in cases in which the material is not large enough, does not embrace perhaps thousands of trees, as would be indispensable in this case, it is undoubtedly advisable to resort to graphical levelling. Regarding the character and applicability of graphical levelling the remarks made by LINDBERG and the arguments advanced by LÖNNROTH in reviewing them may be consulted.

In the investigation of piece work an attempt has been made to find out the time required by each motion. In the preparation of timber in the forest the *sawing motion*, of course, is the most interesting motion. With respect to it, it has been investigated,

how much time is required by sawing an area unit. It has been assumed that the cross-section area is the most suitable measure for sawing work, and it has been counted, how many time units are required by sawing a cross-section unit in trees with different diameters and in different species of tree.

Barking of trees is an exceedingly important operation in forestry work, affecting the general costs in a high degree. EKMAN compiled a table in which the barking difficulty was gauged on the basis of the mantle surface of a log. The author examined to what extent it is really possible to evaluate the barking charge by the mantle surface, in what relation the barking season and the mantle surface stand to one another.

The lopping difficulty is related to the dimensions of the crown and the thickness of the branches. In investigating it both these factors have been taken into account.

In the investigation of piece work an attempt has been made to solve the following questions:

- 1) The relation between the diameter and the time taken by cross-section sawing;
- 2) The circumstances affecting the time taken by barking and the barking difficulties;
- 3) The circumstances affecting the time taken by lopping and the lopping difficulties;
- 4) The circumstances affecting the time taken by piling and the piling difficulties;
- 5) What is allowance time?
- 6) How are pauses for rest to be defined in forestry work?

The time taken by cross-section sawing has at first been calculated as the function of the cross-section area. Accordingly, a graphical curve has been plotted, in which the ordinata represent the times taken by sawing, the abscissas the cross-section areas. On the basis of these curves new curves have been plotted, exhibiting the dependence of the times taken by sawing on the diameter. The largest diameter was 20 cm. Larger ones, too, investigated, but their number was too small to allow of any conclusions.

The investigations warrant the following conclusions:

1) In sawing off smaller trees an area unit takes less time than when sawing trees the diameter of which is about 14 to 16 cm., the cutting of the latter being the most difficult. Thereafter cutting with the saw becomes easier, at least for some of the diameters following it, but the investigations carried out do not disclose whether further on diameters are reached for which the sawing difficulty increases.

With respect to birch the figures are slightly different. Sawing difficulty seems to increase rectilinearly *pari passu* with the increase in the diameter. It goes without saying that this increase, too, cannot continue indefinitely, that it refers only to the diameters investigated. Accordingly, in this case, too, ultimately one arrives at diameters in which the decrease in sawing difficulty ceases.

2) The diameters of the trees investigated were also in this case less than 20 cm. The procedure in barking was to bark the whole of the portion suitable for pulpwood or props, and not to cut up the trees at first, and then to bark the parts cut up. It appeared quite clearly that for such small trees as these the sawing difficulty is proportionate to the mantle surface, and this more clearly for spruce than for pine.

3) For lopping trees were employed the branches of which ranged from 1.3 to 3 cm. in diameter, and were normally branched. The crown to be lopped was from 2.8 to 6.0 m. in length for pine and from 5 to 10 m. for spruce. The aim was to find out, to what extent the length of the crown influences the time required by lopping.

These complicated graphical investigations yielded the result that the times taken by lopping remained the same, when the length of the crowns ranged from 3 to 6 m. Although the working difficulty is evidently greater when the crown is 6 m. than when it is 3 m., the time taken remained the same. This may seem improbable, but as a matter of fact it is easily accounted for. In the cases investigated the worker has to strike with his axe in clearing from branches a crown of 6 m's length as many times as when clearing that of 3 m's length. On the other hand, the worker has to apply more working force, and, accordingly, becomes more fatigued than when lopping three metres of a tree. In the former case he has to take a rest at shorter intervals, and for this reason the allowance time in lopping will be greater in it than in the latter, and the operation as a whole will take more time.

4) The time taken by piling was divided into two portions, *viz.* that taken by moving to the piling place and that required by piling. The investigations showed that even where the pieces of tree may be thrown to the place of the pile or laid in a pile directly, the time taken by piling is considerable, or about one-sixth of the entire working time.

5) As has already appeared from what has been said above, allowances, as treated by RONGE, are not the same thing as the notion of allowances employed in investigations on efficiency of work. It contains many of the ingredients of efficient work, as, for instance, all displacements. The allowances dealt with in investigations on efficiency of work are as follows:

- 1) Personal allowance,
- 2) Unavoidable delays,
- 3) Delays due to the special character and the special conditions of a piece of work,
- 4) Delays due to fatigue.

Personal allowance. Its meaning will be illustrated by the following example. Suppose that there are two workers felling, lopping, barking and turning trees into sawlogs. One of them performs cutting and lopping, for instance, with greater speed than the other, the other is quicker in barking; one is quicker in displacements, the other is slower. The final result is that the ultimate upshot is the same for both. If, on the other hand, the individual elements of the job are compared with one another, it turns out that both workers have lost a certain amount of time as compared with one another. It is this lost time that is called personal allowance. This does not mean that the worker cannot be employed in the job under consideration; it is only of significance with respect to the division of the job into suitable portions. The best result is achieved by employing the worker on such a job in which his personal allowance is as small as possible.

2) *Unavoidable delays* always occur in work. A saw must be sharpened at certain intervals, motor car tires must be inflated, machines must be lubricated etc. The delays of this type may in many jobs be calculated beforehand, but plenty of delays occur which cannot be determined in advance. They may be ascertained only by means of statistics covering long periods. Especially in forestry work a great number of observations must be collected, before reliable empirical data are reached.

3) *Delays due to the special character of a job and the working conditions.* Let us imagine a worker loading stones into a cart. As long as the stones are of such a size that he can lift each stone easily, the job proceeds at a regular pace. But when he has

to lift a stone larger than usual, either he must call for assistance or he must improvise contrivances in order to get the stone into the cart. A worker handling timber has often to delay his work on account of circumstances of this kind. Delays occur, for instance, when the forest is too sparse, when it is more than usually difficult to move about (e.g. at the season of thick snow) etc. Delays like these, caused by the character of work and the working conditions must also be taken into account. They can be determined only by means of extensive investigations, which usually lead to the classification of work by the different degrees of difficulty according as these delays affect the total time required.

4) *The delays due to fatigue* are not of such significance in forestry work as in factory work, for instance. Forestry work is in its character varied in a high degree, and the old saying that »variation in work is equal to rest» holds good of it. In forestry work the worker must change the working position and the implement, and this permits him to rest the limb fatigued during the preceding operation. Moving from tree to tree, too, is equal to rest at least in part. None the less, however, as in every kind of work, in forestry work, too, pauses for rest must be taken into account. In any case, they must be taken into account in the calculations, although their distribution cannot be as schematic as in many kinds of industrial work.

As will be seen from the above, the allowances in a job are easily analysable. Nor is their analysis in forestry work beset with any great difficulties, either. The problem is to know where to begin the analysis. On this point, however, as far as I can judge, no wide differences of opinion are possible. The most important thing is to begin with finding out the personal allowance. Before engaging a permanent worker his work has to be investigated, and an attempt has to be made to allot to him on that basis just the jobs which he performs with the least loss of time. By this procedure considerable saving of working time may be effected in forestry work. German experiments have shown that it is possible to save as much as 20 %.

This done, the thing to do is to investigate the delays due to the special character and the working conditions. Accordingly, with respect to forestry work, the factors to be investigated are the influence of the density of forest, the number of pieces, the forest types, the temperature of the air, the thickness of bark, the rate of branchiness, the rate of stones in the ground etc., on the upshot of work.

6. The factors constituting allowance time have been enumerated above. They depend on the quality of work, and are different for instance for female and male workers, in forestry work and industrial work etc. If forestry work were standardized, and if the standard times for it were determined, it would already now be permissible to lay down that the rate of allowance time in forestry is a far greater percentage of the standard time than in industrial work. In machine-shops and in work performed on the same spot the rate of allowance time is 25 %. In forestry work the proportion of allowance time exceeds that of efficient working time, at any rate it is far greater than in factory work.

But how should the real rest pauses be separated from this allowance time? On pages 37 to 39 a procedure has been described which makes it possible to ascertain, when a worker is tired. That brief sketch suffices to show that in this domain so far no practicable and at the same time scientifically valid mechanical procedures have not been devised. Investigation of fatigue is beset with so many difficulties that the attain-

ment of scientifically exact values is often practically impossible. Consequently, scientific procedures cannot be employed for other purposes than for checking data ascertained by practical methods.

Allowance time as such is easily determined. Supposing that the personal allowance, the unavoidable delays and the delays due to the special character of a job, as measured by time, are determined, the theoretically indispensable rest time is obtained by subtracting the total time of the delays mentioned from the total of the allowance times. This rest time may be determined per piece, working hour, working day etc., in accordance with the method that is most suitable for a given case.

But also the determination of these other elements of allowance time in forestry work is beset with difficulties. As has already been mentioned, the motions in forestry work are not so easy to separate from one another than in industrial work. For this reason it has been necessary in elementary investigation of forestry work to be satisfied with the type of allowance time that RONGE has employed. But the procedure of RONGE is hampered by the drawback that it does not yield a basis for devising improvements in the working methods. Strictly speaking it is a very sterile method, for its author presumes that the best workers investigated by him already possess so high a skill in the work as is practically possible in this domain.

This, however, is not the proper policy, for it cannot be taken for granted that an untrained forest worker is not qualified to attain the heights of efficiency in his work.

The question, when a worker is tired and when not, may be solved from two points of view. It may be investigated, whether a worker is in as good a condition after the close of his work as before starting it; or it may be investigated, whether he has sustained the strain imposed by the work without injury, in the first place physical injury. It goes without saying that work always means strain, and even in the former case no more can be required than that the worker, after having taken his night's rest, is on the following morning in as good a condition as before his work the day before. Overstrain in work is a matter that can be avoided by regulating working time and by providing for certain standards preventing the work from becoming a danger to health.

In attempting to determine the pauses for rest it must be taken for granted that these general standards with respect to post-work rest and hygienics of the work are provided. But thereby the import of the question is changed entirely. The question arises: what length of pauses for rest must be arranged after what lengthy spells of work in order to enable the worker to yield during the working hours as great an amount of productive work as possible without overstrain and in possession of his fitness. It is, accordingly, the problem of pauses for rest or breathing spells we have to deal with. By limiting the investigation only to these the task is rendered far easier. It may be solved experimentally, although it requires a good deal of observation.

The procedure is as follows:

Suppose that there are, say, 100 branchless saw-logs taken from the same forest, of fairly equal size, some 30 cm. in diameter at the smaller end. One by one these saw-logs are placed on a saw-horse, where they may be easily sawn into discs of let us say 5 cm's thickness, and which moves them those 5 cm. automatically, thus enabling the sawer to proceed to sawing the next disc immediately after he has severed the preceding one. A certain tempo is fixed for sawing to be observed by the sawer. As long as the sawer observes the tempo, he does not feel any overwhelming fatigue,

but as soon as he ceases to observe it he is tired. The tempo is found out by counting how many times the saw strikes in a certain period of time, or it is beaten with a metronome.

The sawer is made to continue in this way until he is tired, after which a certain pause for rest is fixed. If the sawer cannot this time perform even approximately the same amount of work, it is evident that the pause for rest has been too short. By experimenting with several lengths of pauses for rest and sawing spells such a division of working time into working spells and pauses for rest may be attained as secure as great an amount of effective work as possible.

The pauses for rest determined in this way experimentally are very seldom applicable to forestry work. The only thing that is feasible is to establish the best rest pauses for such simple cases as sawing timber free from knots, for sawing knotty timber, dry wood, green wood etc. The pauses for rest determined for all these are qualified to serve only as some sort of guide in compiling formulae. Here as everywhere the compiler of formulae must have practical experience and judgement in order to be able to apply the schematic results thus reached to practice.

The author, however, has not been in a position to carry out as extensive investigations as the determination and distribution of best pauses for rest in the preparation of piled wood would require. The author, nevertheless, has tried to get some insight into the matter and reached in his investigations the result that, for instance, in the cross-section of large saw-logs every 10 minutes' working spell must be succeeded by a 2 minutes' breathing space, that better results are realized in sawing large-sized leaf trees if such a breathing space is placed after every 5 minutes' working spell.

These results, however, do not make any pretensions to universality for the simple reason that the research material has been too small and has embraced very heterogeneous timber. The figures given have been mentioned only to show that the need for breathing spaces is not very urgent in forestry work. This is due to the fact that the worker is not dependent on machines. In a sense he is his own master. And as he is not dependent on machines, there is no need for such strained application as is the case with a person working with a machine. In his work, nay, even when he is sawing logs almost mechanically, a forestry worker may take more comfortable positions, change hands etc. *i.e.* avail himself of the various modes of taking rest, characteristic of forestry work, and of its numberless brief pauses for rest. This seems to warrant the conclusion that the determination of pauses for rest in forestry work is not of the same importance as, for instance, in industrial work.