

BIOTEKNOLOGISK MINNESLISTA

Några arbetsfysiologiska,
arbetskyddstekniska
och yrkeshygieniska data

Sammanställd av
industriläkare **ADOLF YLLÖ**
och ingenjör **STIG SANDÉN**

Pris 3 kronor

GRAFISKA KONSTANSTALTEN TRYCKERI AB
STOCKHOLM 1960

SKRIFTER FRÅN 

Innehåll	Sid.
Förord	1
Arbetsställningar	2
Sittande arbetsställning	2
Stående arbetsställning	3
Manöverorgan och handverktyg	4
Rörelseregler	4
Tungt kroppsarbete	5
Manuella lyft	5
Belysning och synförhållanden	6
Mätverktyg	6
Buller	7
Damm, rök, gaser	7
Kylvätskor	7
Värme	8
Kyla	8
Skydd för händerna	8

Förord

Ett riktigt och effektivt utnyttjande av de möjligheter den tekniska utvecklingen bjuder förutsätter, att man förstärker och tager hänsyn till den mänskliga insatsen i produktionen. Det gäller att genom olika åtgärder av fysiologisk, psykologisk, skyddsteknisk och yrkeshygienisk art verksamt underlätta anpassningen av arbete och arbetsmiljö till individen. Hos dem, som inom företagen närmast har ansvaret för att en sådan god anpassning kommer till stånd, är det väsentligt att förena tekniska kunskaper med bioteknologiska erfarenheter. Av denna anledning bedrivs numera undervisning i bioteknologi såväl inom en del större enskilda företag som vid centrala utbildningsinstitutioner.

År 1958 utarbetade dr Adolf Yllö och ingenjör Stig Sandén vid AB Volvo i samarbete med med. dr Nils Lundgren vid GCI:s industrifysiologiska avdelning en förteckning över de viktigaste bioteknologiska data, avsedda att användas som hjälpmedel i den utbildning för produktionstekniker, som försiggår inom företaget. Behovet av undervisnings- och dokumentationsmaterial har aktualiserats i takt med utbildningens tillväxt, och vi vill här framföra ett tack till AB Volvo för dess medgivande till rådet att publicera denna bioteknologiska minneslista för spridning inom näringslivet i dess helhet. Vi vill också tacka författarna för deras beredvillighet att medverka till en översyn och aktualisering av uppgifterna i denna andra upplaga.

Vi vill understryka, att minneslistan — ett koncentrat av viktigare bioteknologiska data — är avsedd för personal som genomgått grundläggande utbildning i ämnet bioteknologi. En sådan utbildning är nämligen en förutsättning för att förstå de uppställda reglernas innebörd och rätt kunna tillämpa dem.

Stockholm i september 1960.

PERSONALADMINISTRATIVA RADET
Rolf Lahnthagen

2
3
4
5
6
7
8

FÖRSÖK I FÖRSTA HAND ORDNA SITTANDE ARBETE
EN BRA ARBETSSTÄLLNING BÖR TILLÅTA OMVÄXLING
GRUNDSTÄLLNINGEN BÖR VARA SYMMETRISK OCH AVSLAPPAD

SITTANDE ARBETSSTÄLLNING

Sparar krafter, skonar ben och rygg



Förutsättning för en god sittställning: benen måste få plats under arbetsbordet
Kan bordsskivan höjas eller göras tunnare?
Flytta hindrande maskindelar eller samla dessa i mitten
Obs! Knäna får skiljas i sär högst 60°
Kan maskinen lutas framåt?
Sluttande arbetsyta ger bättre räckvidd

Riktvärden för höjd och avstånd i cm	Man	Kvinna
Arbetshöjd: utan ögonkontroll	65–75	60–70
vid ögonkontroll	90–100	85–95

Arbetsstycke – Stolsits:

utan ögonkontroll	25
vid ögonkontroll	35–45

Stolsits:

Horisontell, plan, rektangulär, ej för glatt, ev. klädd (ej för mjuk)	35–40
Sitsdjup	45–50
Höjd från golvet	40–45



Ryggstöd: *) Inställbar bricka, höjd från sits 15–20 cm
Bör vanligen stå lodrätt från bakre sitskant!

**) Länstolsstöd enligt Akerblomsprincipen.

Vid strängt bordsbundet arbete bör ryggstödet vara fast och stabilt, vid friare arbetsformer kan fjädring tillåtas för växelställningar.

Obs! I hög värme bör sits och ryggstöd vara luftiga

Fotstöd: av trä, ev. klätt med gummi. Bör vara plant och väl tilltaget, stå stadigt och tillåta fria benrörelser. Höjden beräknas enligt ovanstående. Yta ca 100×60 cm.



Armstöd: armbågar eller/och underarmar behöver stöd vid ansträngande armställningar och under precisionsarbete. Kan vara fasta eller rörliga, ev. utfällbara och avsedda för tillfälligt eller kontinuerligt bruk.
Bästa armstöd: 15–20 cm fri bordskant framtill.
Obs! Mjuka stödytor för armbågarna

STOLEN BÖR VARA STADIG, EV. SVÄNGBAR,
ENDAST I UNDANTAG FÖRSEDD MED HJUL

STAENDE ARBETSSTÄLLNING

Varför måste arbetaren stå?

Tänkbara orsaker: kraftanspråk, behov av räckvidd, synförmågan, säkerhet

Kan Du eliminera orsaken och ändra arbetsplatsen till sittande?



Arbets höjd	Man	Kvinna
utan ögonkontroll	100–110	95–100
vid ögonkontroll	135–145	125–135

Låt arbetaren komma nära sin arbetsplats!

Åtgärda hindrande maskindelar, socklar, fundament, skyddsanordningar, transportband, materialupplag o. d. Om möjligt, »tåhåll» i maskinen
Sluttande arbetsområde ger bättre räckvidd

Undvik låga, krokiga arbetsställningar!

Endast i vissa typer av arbeten, där man vill utnyttja kroppstyngden, t. ex. vid hyllning, är lägre arbets höjd motiverad

När framåtlutad arbetsställning är oundviklig:

- 1) Undvik manuell hantering av tyngder
- 2) Bygg stöd för bälten för att avlasta kroppstyngden
- 3) Tvåhandsarbete ofta olämpligt



Skaffa fritt utrymme!

Arbetsrörelser skall kunna utföras och reglagen manövreras utan hinder
Vid tungt arbete större krav på utrymme

Undvik fixerat stillastående!

Benrörelser befrämjar blodomloppet och motverkar trötthet

Armstöd behövs vid ansträngande armställningar

Stol bör finnas för utnyttjande av maskintider, raster och andra arbetsuppehåll för effektiv vila. Vid mycket korta sittmöjligheter lämpligen hög pall

Sittstöd för halvsittande arbetsställning minskar ryggansträngning under tröttsamt stående och vid vissa typer av låga arbetsställningar. Använd sadelsits eller gungpall. För låga arbetsmoment »mjölkpall», knä kudde el. dyl.



Fotunderlag bör vara stabilt och halkningsfritt (trä, räfflad gummimatta, vinyl eller annat lämpligt material)
Undvik hårda eller för mjuka och kalla eller överhettade golv

Vid behov plattform över hela arbetsområdet (även för material)

Rekommendera stabila skor eller träskor, vid behov med stålskyddshätta

3

4

5

6

7

8

TUNGT KROPPSARBETE

Bedöm arbetstyngden efter belastningstopparna

Även korta belastningstoppar är viktiga ur rekryteringssynpunkt

TUNGT ARBETE FORDRAR ...

- goda kroppskrafter (friskt hjärta, friska lungor, friskt skelett, välutvecklad muskulatur)
- speciellt goda arbetsställningar
- gott utrymme och stabilt underlag
- lägre lufttemperatur
- väl inövad arbetsteknik
- möjlighet till individuell arbetsteknik och arbetsrytm
- tätare, korta vilopauser (arbetaren bör om möjligt kunna bestämma pausfördelningen själv; detta är särskilt viktigt för äldre)

FÖRSÖK ...

- bedöma arbetstyngden genom objektiva mått (puls, temperatur)
- kapa belastningstopparna
- undvika tunga bördor
- anskaffa mekan. transportmedel
- anskaffa kraftbesparande verktyg
- fördela arbetet på tillräckligt stor muskelmassa
- eliminera värmebelastning
- hålla lämplig luftfuktighet
- ordna lättare arbete för omväxling
- skapa möjligheter till effektiv vila under arbetspauserna



MANUELLA LYFT

Lyft med acceleration! Undvik segdraging!

LYFTHÖJDER

DU BÖR ...

Låga och framåtsträckta lyft:
farliga för ryggen

Höga lyft: ger sämre kraft

Lyft+Bålvidning: ökar riskerna

Ideal lyfthöjd:
tunga bördor från 70-80 cm höjd
lätta bördor från 80-110 (-130)

Ryggskonande lyftteknik:
Stå intill bördan, benen något i sär. Rak, fixerad, helst svankig rygg. Sänk bålen genom knäböjning. Grip bördan med raka armar och utför lyftet genom bensträckning med bibehållen rak rygg.

Lyft genom slungrörelse
bör också ske med svankig rygg

- eliminera tunga lyft
- upphäva eller minska höjdnivåskillnaden
- behålla bördan intill kroppen
- om möjligt, belasta kroppen symmetriskt
- skapa för arbetet nödvändigt utrymme
- förbättra föremålets form och gripbarhet
- skydda händerna mot nötning och sårskador
- undanröja snubblings- och halkningsrisker
- sätta flera man på tunga lyft
- instruera arbetaren om lämplig lyftteknik



KONSTRUERA SNABBA LYFTVERKTYG
BYGG LÅGA OCH SMIDIGA TRAVERSANOR

5

6

7

8

BELYSNING OCH SYNFÖRHÅLLANDEN

Förebygg ögonskador!

ARBETET HINDRAS AV . . .	ARBETET GYNNAS AV . . .
<ul style="list-style-type: none">- otillfredsställande synförmåga- ögontrötthet på grund av dålig belysning (äldre personer behöver starkare ljus)- bländande ljus och ljusreflexer (även blankt papper, maskintangenter o.s.v.)- icke önskvärda skuggor- flimrande ljus- täta växlingar av ljusstyrka såsom vid variation hos ljuskällan (bländande ljus) eller vid stora olikheter i ljusstyrka i olika delar av synfältet- ständiga växlingar av blickriktning- ständiga växlingar av synavstånd- skakningar och vibrationer- damm, rök, irriterande gaser- höga precisionskrav- defekt färgsinne (om normalt färgsinne behöves)- felaktig blandning av olika ljus- dålig färgåtergivning genom olämpligt ljus- skymmande skyddsanordningar	<ul style="list-style-type: none">- korrektion av nedsatt synskärpa med glasögon- god allmän belysning 40-400 lux (Obs! Ljusa tak, väggar och golv)- välplacerad platsbelysning 300-2000 lux, om så erfordras- naturliga blickriktningar- tydliga ritningar på rätt avstånd- fasta stopp o. d. vid avståndsbedömning- optiska hjälpmedel såsom specialglasögon, förstoringsglas, kikare, speglar o. dyl.- kontrasterande färgsättning- ljus- och ljudsignaler som hjälpmedel vid precisionskrävande ögonkontroll- klar luft- avskärmning av störande ljus- tillförlitligt ögon- eller ansiktskydd

MÄTVERTYG

Samla mätverktygen nära synfältets centrum
Placera den oftast avlästa kontrollen i mitten
Vänd mätverktygen rätt mot blickriktningen
Placera avläsningsställena på lämpligt synavstånd
Vid krav på precisionsseende, placera mätverktygen på läsavstånd (35-40 cm). Obs! Lätt sänkt blickriktning
Gör skalorna lättlästa och visare väl synliga
Försök utnyttja färgkontraster och ljussignaler
Markera toleransområden tydligt
Vid serier av mätverktyg, standardisera skalorna och placera toleransområden i samma riktning
Se till att mätverktygen kan avläsas i naturlig ordningsföljd
Skydda avläsningsställena mot föroreningar
Ordna jämn belysning utan skymda lägen och reflexer

BULLER

Hindrar produktionen, skadar hörseln

UNDERSÖK OM BULLER . . .	FÖRSÖK . . .
<ul style="list-style-type: none">- hindrar arbetet- försvårar samtal- stör trivseln- ökar olycksfallsrisker- innebär risk för hörselskada- förvärras genom fortledning av vibrationer- förstärkes genom resonans- reflekteras från väggar och tak	<ul style="list-style-type: none">- välja tystare bearbetningsmetoder- isolera maskiner från underlaget genom lämpliga fundament- välja tystare verktyg- anbringa ljuddämpare på pneumatiskt drivna maskiner och verktyg- balansera fläktar och roterande maskindelar- undvika kast och fallande föremål- täcka stötytor med gummimassa eller annat ljuddämpande material- samla bullerkällorna på ett ställe- bygga in eller avskärma bullerkällorna- klä väggar och tak med ljudabsorberande material- se till att raster och pauser blir så bullerfria som möjligt

Skaderisegräns: 80-95 db
Buller, som hindrar samtal med vanlig röststyrka, kan vara skadligt för hörseln

ANLITA EXPERTIS

FÖRESKRIV HÖRSELSKYDD!

DAMM, RÖK, GASER

UNDERSÖK OM . . .	DU BÖR . . .
<ul style="list-style-type: none">- arbetet alstrar onödiga luftföroreningar- dessa sprides från källan till omgivningen- synförhållandena försämras- ögon eller slemhinnor irriteras- silikosrisk kan föreligga- förgiftningsrisker finnes- explosionsfara föreligger- närmare analys är påkallad	<ul style="list-style-type: none">- bedöma hälsoriskerna- ordna god allmän ventilation- ordna effektiv lokal utsugning- ordna renblåsning och dylikt under lämpligaste förhållanden- automatisera och inkapsla dammalstrande arbeten- konstruera effektiva, fasta skydd- föreskriva bekväma, personliga skydd- anlita expertis

KYLVÄTSKOR

Konstruera maskinen så att kylvätskan inte sprides över arbetsplatsen
Avpassa kylstrålens riktning, dimension och tryck så att stänkning undviks
Kan kylstrålen stängas vid byte av arbetsstycket?
Befria kylvätskan från metallstoft och smittoämnen (centrifugera, sterilisera)
Bygg effektiva stänkskydd, som helst regleras automatiskt
Dela ut mjuka och rena torktrasor för torkning av huden
Föreskriv personliga skyddsplagg. Ge råd om lämplig personlig hygien
Ev. skyddshandskar måste vara invändigt torra, helst intalkade

VÄRME

Varm arbetsmiljö är i sig själv ansträngande
Belastningen genom arbetstyngd och värme adderar sig till varandra

VID HÖG LUFTEMPERATUR:	VID STRÅLNINGSVÄRME:	TÄNK PÅ ...
Angrip värmekällan (även lanterniner, mörka yttentak m. m.)	Lufttermometern mäter inte strålningsvärme	- ökat vätskebehov
Öka luftcirkulationen i lokalen	Isolera värmekällan	- event. saltbehov
Tillför frisk luft	Bygg fasta eller flyttbara, helst värmereflekterande skärmar	- vila i svalka
Rekommendera lätta och luftiga kläder och skodon	Vid höggradig värmestrålning, anskaffa värmereflekterande ansiktsskydd, förkläden, handskar	- ombytesarbeten
Minska hög luftfuktighet	Kylelement, vattenspray	- individuella variationer
Minska arbetstyngden	Vanlig klädsel ger visst skydd	- årstidsvariationer
	Markiser mot solvärme	- behovet av noggrann hudvård
	Öka luftcirkulationen genom installation av lämpliga, helst individuellt reglerbara fläktar	- personer i omgivningen

KYLA

LOKAL KROPPSAVKYLNING ...	DU BÖR ...
- risk för förfrysning	- förvärma kalla ämnen
- upphäver hudkänslan	- anskaffa verktyg för hantering
- minskar precisionen	- undvika samtidig fukt och väta
- försvagar muskelkraften	- undvika samtidig vibrationspåverkan
LAG LUFTEMPERATUR ...	- undvika ihållande lokal avkylning
- motverkas genom ökad aktivitet	- undvika isolerade kalla luftströmmar («drag»)
- vid behov lokal platsuppvärmning	
- rekommendera varma kläder, ev. uppvärmda av svagström	

SKYDD FÖR HÄNDERNA

HÄNDERNA SKADAS AV ...	DU BÖR ...
- grader, spån, vassa kanter	- undanröja olycksfallsrisker
- frätande ämnen	- anskaffa verktyg för hantering
- brännheta föremål	- förbättra skrovliga ytor och underlag genom slipning, lackering eller annan lämplig åtgärd
- skrovliga ytor	- anskaffa ändamålsenliga handskar
- nötning genom sand, metallstoft m. m.	- vid behov föreskriva innerhandskar
- fukten i lufttöta handskar	- avkorta avkylnings- och vibrationsperioder genom vilopausar eller annat arbete
- blöta och kyla	- minska skakningar genom dämpande klädsel av handtag eller handskar
- ihållande skakningar och vibrationer	- motverka kombinationen av ett flertal skadefaktorer samtidigt



PERSONALADMINISTRATIVA RÅDET

Forskning - Konsultation - Information
är en fristående institution med uppgift att främja arbetsvetenskaplig forskning och att verka för praktisk tillämpning av vetenskapliga rön.

Rådet

består av företrädare för industrin, arbetsmarknadens huvudorganisationer LO, SAF och TCO samt statsförvaltningen. Vidare är olika expertkommittéer knutna till rådet.

Verksamheten omfattar

- forskning* i form av ekonomiskt stöd åt undersökningar i syfte att fördjupa kunskapen om de faktorer, som berör människan i arbetet;
- konsultation* rörande rekrytering av arbetskraft, personaladministration och industripsykologi samt service i fråga om framställning och användning av bild- och ljudhjälpmedel;
- information* om forskningsresultat och konsultationserfarenheter genom publikationer, kurser och konferenser.

PA-rådets publikationer

— som utges från eget förlag och försäljes genom bokhandel (endast tryckta skrifter) eller direkt från rådet — är uppdelade i tre serier:

- PA-rådets meddelande* — numrerad serie i boktryck, offset eller stencil, i första hand avsedd för arbeten, som tillkommit med stöd av forskningsanslag från rådet;
- Skrifter från PA-rådet* — onumrerad serie, avsedd för sammanfattningar av forskningsrapporter, konferensreferat, allmänna översikter etc.
- Rapport från PA-rådet* — årsnumrerad stencilupplaga avsedd för smärre utredningar, kompendier m. m., som sammanställts inom rådet.

Författarna ansvarar själva för publikationernas innehåll

PERSONALADMINISTRATIVA RÅDET
Hantverkargatan 78, Stockholm K. Tel. 54 13 10
Tel. 54 13 10

Studies of Working Methods in Swedish
Forestry

BY GÖSTA LUTHMAN AND NILS LUNDGREN

Reprint from
The Proceedings of the Eighth International Management Congress
Stockholm 1947

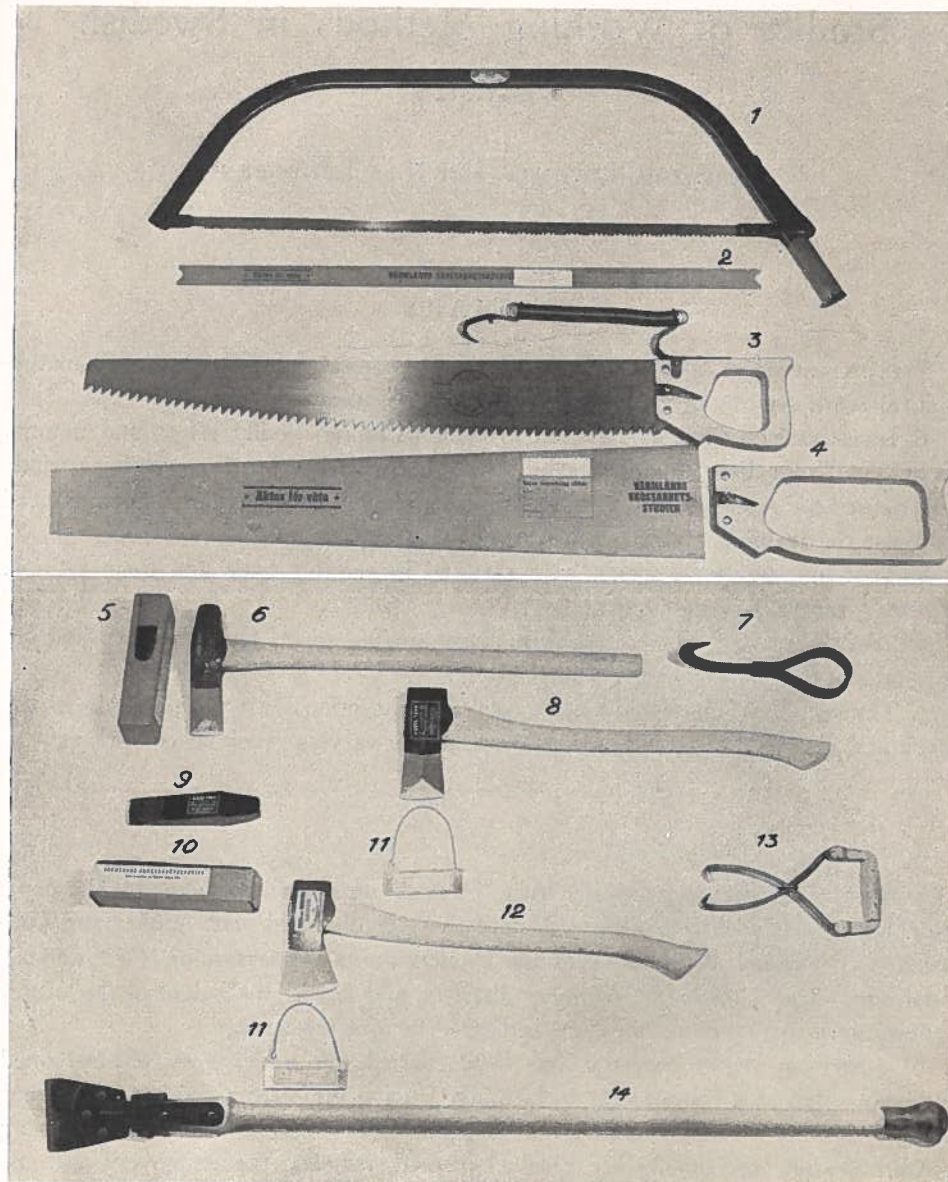


Fig. 1. Suitable tools for lumber work according to investigations of the Society for Värmland's Forest Work Studies.

those efforts. Several forest owning companies created collectively these organizations.

The present studies were carried out in the western part of Sweden, province of Värmland.

I. Working Methods

When cutting lumber the following working operations may be distinguished: tree-felling with felling-saw or bucksaw, pruning and trimming of felled trees, barking, cross-cutting into logs, cleaving of firewood, skidding, yarding or bunching and stacking of timber, pulpwood and firewood. The most important tools used are saw, axe and barking-spade (fig. 1).

a. *Energy Metabolism:* When studying heavy industrial work, it is valuable to know the total demand for energy during working hours and the rest of the day, and also the energy metabolism during different working operations and the different times of the work day.

The need of energy during a 24 hours' period was determined by measuring the daily caloric intake of food. This was done on a great number of forestry workers at different camps in the country, and partly under different conditions. The results of these measurements are collected in table I, where results from experiments from other parts of Sweden as well as the U. S. A. and Canada have been entered for comparison.

TABLE I. Average daily energy output in lumber work.

	Authors	Country	Season	Kcal. per 24 hours
<i>Derived from food investigations</i>	TIGERSTEDT (1900)	Sweden	Winter	6,200
	WOODS and MANSFIELD (1904)	U. S. A.	"	8,100
	ALPERT, LUSBY and GOODHART (1943)	"	Summer	5,700
	BOALT and ZOTTERMAN (1943)	Sweden	Early spring	5,900
	"	"	Winter	4,500
	LUNDGREN and ZOTTERMAN (1946)	"	"	4,700
	"	"	Spring	5,900
	"	"	Winter	5,900
	GIBSON (1946)	Canada	Summer	5,200
	"	"	Winter	5,800
"	"	Summer	5,200	
<i>Calculated from estimations of the energy output during single working operations . . .</i>	LUNDGREN and ZOTTERMAN (1943)	Sweden		5,700
	ALPERT, LUSBY and GOODHART (1943)	U. S. A.		6,100

You will find from the table, that the need for energy in forestry work is about 5 to 6,000 kcal. per 24 hours, which is probably about the maximum of energy that a human being can generate over a period of years. One report from the U. S. A. speaks of 8,000 kcal. per 24 hours, but this has been achieved during a short



Fig. 2. Estimation of the energy output at barking with help of Douglas' bag method.

and intensive working season. The two lowest Swedish values (4,500 and 4,700) may have been influenced by the food rationing during the war. To stress even further the large output of energy in forestry work, it may be mentioned that for industrial workers you generally calculate 3 to 4,000 kcal. and for people with deskwork less than 3,000 kcal.

The liberation of energy in isolated working operations was determined by the DOUGLAS' bag method (fig. 2). By this method the respiratory gaseous exchange is measured, and, from the oxygen consumption and carbon dioxide production, it is possible to determine the combustion in the body. A simpler method, for common use, to calculate the momentary output of energy was also tried. This is based on the fact that, in work of different loads the pulse-rate and oxygen consumption viz. the consumption of energy vary in rectilinear relation to each other. Knowing a person's pulse-rate — O_2 consumption diagram, it is possible to estimate his energy metabolism from his working pulse-rate only.

The results reached while testing single working operations are shown in table 2, where one finds that for most operations the metabolism is very high and varies within a narrow range. This shows, that the lumber man usually works at a relatively unchanging output of energy, which is to some extent independent of the nature of the work. In the fewer operations, where the figures are noticeably

TABLE 2. The energy output for different types of forest work.

Type of work	Number of subjects	Kcal./min.	
		Mean	Range
<i>Timber cutting (in the winter)</i>			
Tree-felling with felling-saw	II	10.7	8.4—12.7
Trimming of felled trees	II	10.2	8.7—11.6
Barking	II	10.1	8.5—12.0
Cross-cutting with bucksaw	II	9.0	7.5—10.5
<i>Fire-wood cutting (in the summer)</i>			
Tree-felling with bucksaw	2	9.6	8.2—11.0
Trimming of felled trees	2	8.4	8.1— 8.6
Dragging of firewood	2	9.8	8.7—10.9
Cross-cutting in a sawhorse	2	7.8	6.9— 8.7
Barking in strips	2	5.9	5.2— 6.5
Cleaving of softwood	2	9.7	9.2—10.1
Cleaving of birch billets	2	8.9	8.6— 9.1
Stacking of firewood	2	6.3	5.7— 6.9

lower, the resistance against the working motion is so low, that the usual high output of energy cannot be reached at a reasonable working speed.

To establish the average level of energy output during separate parts of the day, a very simple method was tried by measuring the body temperature. This method, as well as the pulse-rate method described above, has been previously used at HOHWÜ CHRISTENSEN'S laboratory in order to determine the cost of energy in different fields of athletics.¹ It is based on the fact that, while working the body temperature increases in a certain relationship to the energy metabolism. Within wide margins, this relationship is independent of the environmental conditions influencing the body's loss of heat.

Fig. 3 gives an example from these experiments. You will find that the subject works with his body temperature at a certain level, whether cutting firewood or timber, summer or winter. According to control measurements this means that the output of energy was about the same. This underlines further the above mentioned fact that the forestry worker adjusts himself to a fairly constant working speed, regardless of the type of work he is doing.

b. *The Functional Properties of the Tools:* In order to make clear the effects of the tools used every single working element was analysed mathematically and mechanically. For example, while sawing the result of the work is primarily dependent on the total pulling-length (L) that the saw is brought back and forth to accomplish a given cutting job. This pulling-length may be theoretically deduced as follows. If a cutting tooth is loaded with a pressure (p) an indentation is brought about in the wood. The depth (h) of this can be easily measured with an instru-

¹ BERGGREN, G., Svenska Gymnastiklärarsällskapets Tidskrift 1945, 72.215 (Swedish).

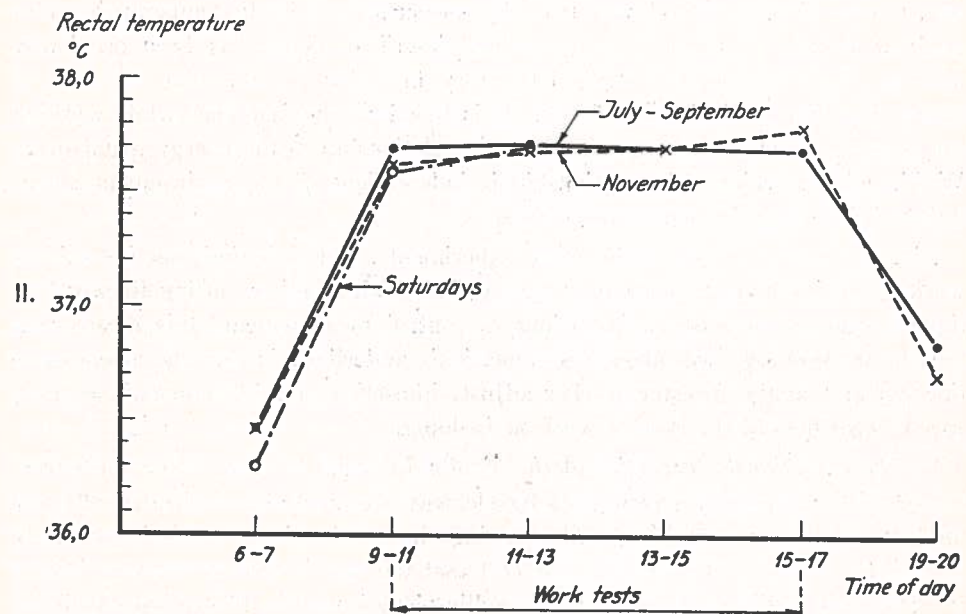
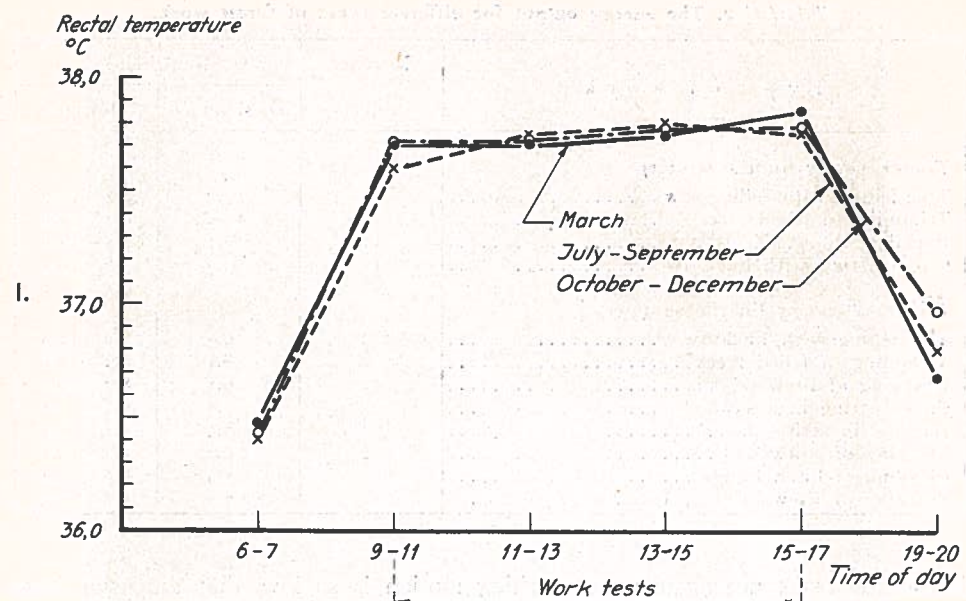


Fig. 3. Body temperature during cutting of timber and pulpwood (I) and firewood (II).

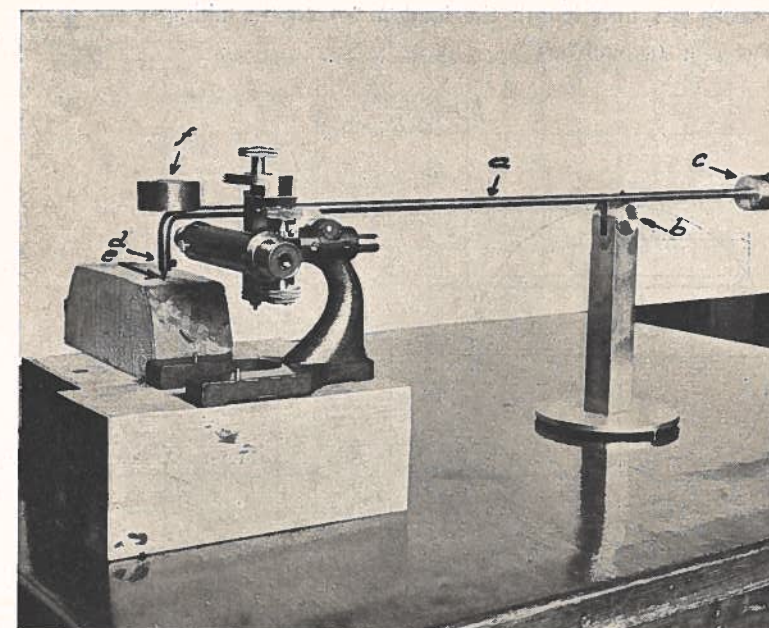


Fig. 4. Apparatus for measuring the indentation of saw teeth.

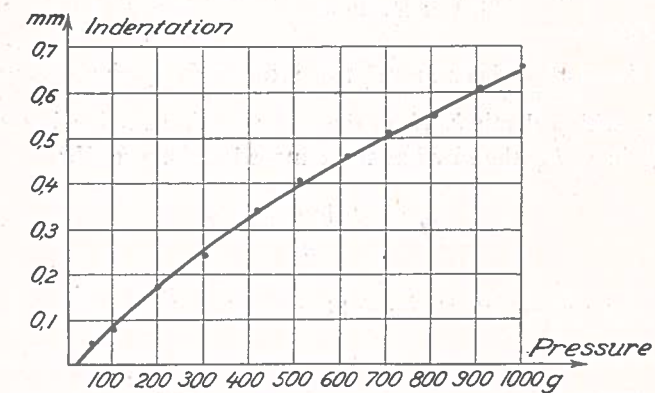


Fig. 5. Impression curves.

ment as shown in fig. 4. By using this method you get impression-curves of a certain type (fig. 5). All these curves correspond to the formula $h=c_1[\sqrt{p-p_0+c^2}-c]$ where c_1 , p_0 and c are constants. The curve shown in the figure has been drawn according to this formula. As seen, it follows very closely the plotted points.

In cutting, the pressure p per tooth depends on the number of teeth that cuts at any given instant, and also the pressure the worker puts on the saw. Special experiments have shown that a worker generally saws with a constant pressure (Q).

With z teeth per unit length the load p per tooth, taking a cut with a center angle of 2φ (fig. 6) will be:

$$p = \frac{Q}{2Rz \sin \varphi}$$

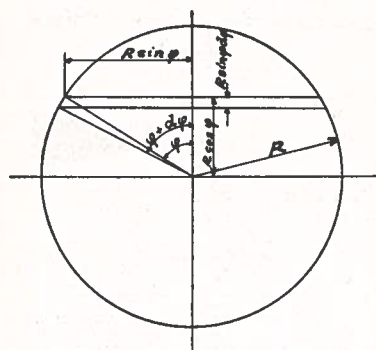


Fig. 6. A saw cut section.

From this is derived the indentation h :

$$h = c_1 \left[\sqrt{\frac{Q}{2Rz \sin \varphi} - p_0 + c^2 - c} \right];$$

As soon as the saw has been moved twice the teeth spacing distance ($\frac{2}{z}$), a cut has been made with a depth h . If on the other hand, a section is considered with a thickness $R \sin \varphi d\varphi$ the saw has to be moved a distance dL :

$$dL = \frac{R \sin \varphi d\varphi}{h} \cdot \frac{2}{z}$$

In order to cut through the log a pulling length L is necessary

$$L = \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{R \sin \varphi}{\sqrt{\frac{Q}{2Rz \sin \varphi} - p_0 + c^2 - c}} \cdot \frac{2}{zc_1} d\varphi$$

This formula is, however, an elliptical integral, which makes it impossible to use elementary integrating. As the main purpose is to find how L is dependent on R , a satisfactory solution is got by using Simpson's formula.

To do this, it is necessary to give the interval $2(0 \dots \frac{\pi}{2})$ a suitable spacing and to calculate the corresponding integral. The equation given above should first be written:

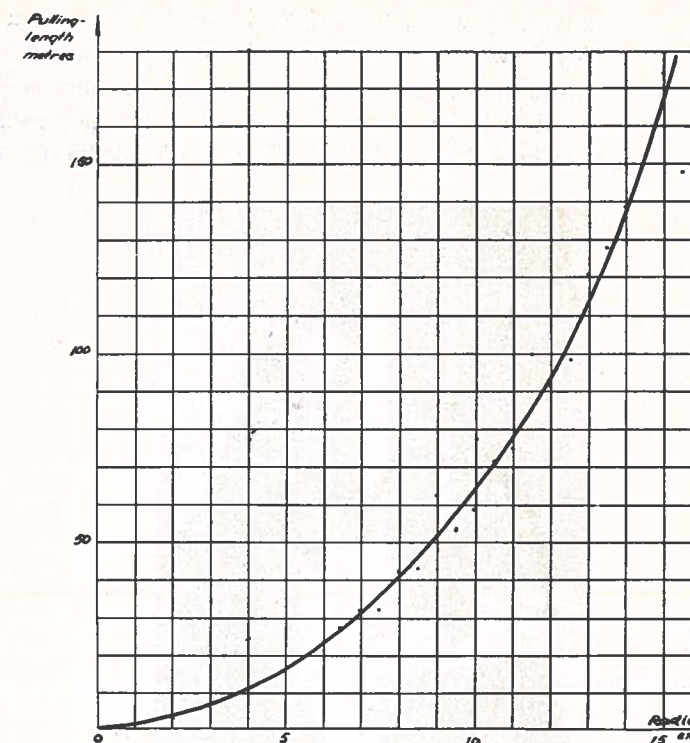


Fig. 7. A calculated curve of the pulling-length.

$$L = k_3' R \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{\sin \varphi}{\sqrt{\frac{1}{R \sin \varphi} + k_1 - k_2}} \cdot d\varphi$$

Fig. 7 shows a good agreement between a curve according to this formula and points derived from practical determinations.

c. *Working Technique*: The term working technique includes planning of the sequence in which the working operations should follow each other, choosing the working posture and muscular combination for working movements and the execution of movements considering power, geometrical range, frequency, and speed. In the present investigation the planning of the work was analysed by time studies. In order to determine the working positions and movements, motion studies were performed.

The most well known methods for motion studies are those initiated by F. W. TAYLOR and F. and L. GILBRETH. The execution of the analyses of movements, according to Gilbreth, is achieved by breaking up the total sequence of movements in a number of units, called therbligs. These are compromises of different opinions of a technical, physiological and psychological nature, and may

be considered as a language, by which the practical man can describe a working method. In heavy trades, however, like forestry, it is first of all necessary to develop a working technique that in itself makes use of the strength employed as economically as possible. It is less a question of impeding the movements, as in the lighter occupations, where Mr. and Mrs. GILBRETH's methods are of the



Fig. 8. Sawing ergometer.

greatest help. In heavier work the mechanical efficiency of the body is more important. This is given as the quotient between a given amount of work and the energy expended by the body.

In the present investigation, the efficiency was calculated by determining the energy output and physical work, using so called ergometers, the one shown in fig. 8 being used in sawing. With this instrument several systematic experiments were tried at varying working heights, pulling-lengths etc. Some examples of the results achieved are shown in figures 9 and 10.

A great part of the technical investigations was to study how skilled men worked. As many of the working operations performed by a lumber worker are executed at a relatively high speed, it is not possible to follow the sequence of work in detail with the eye, but motion pictures have to be used. These films were, picture by picture, graphically plotted to follow the geometrical sequence of the

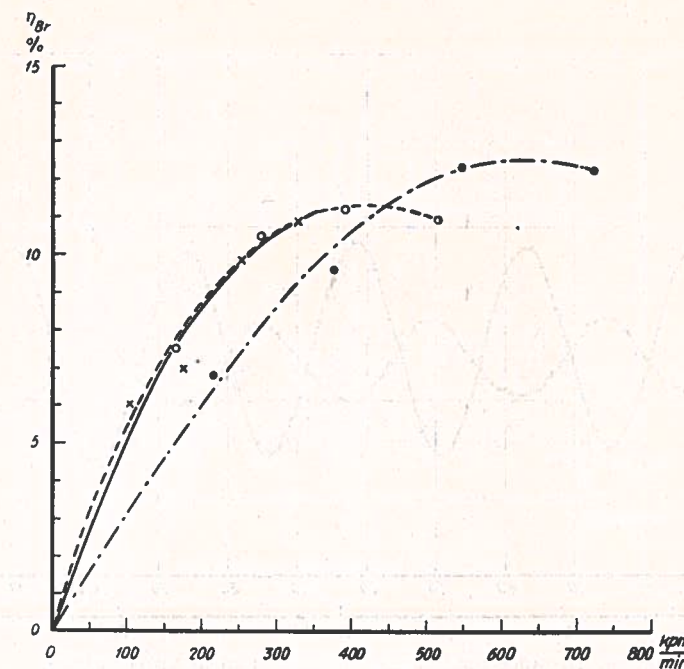


Fig. 9. The mechanical efficiency of the body in relationship to the load. — 30 saw cuts per min., - - - 50 saw cuts per min., - · - 70 saw cuts per min.

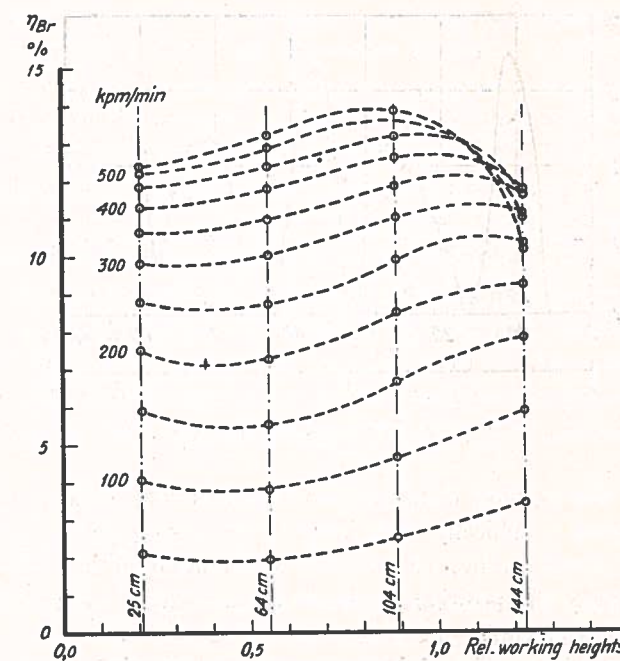


Fig. 10. The mechanical efficiency of the body at different working heights on the sawing ergometer. Unit of relative working height = distance from the floor to the elbow joint in upright position.

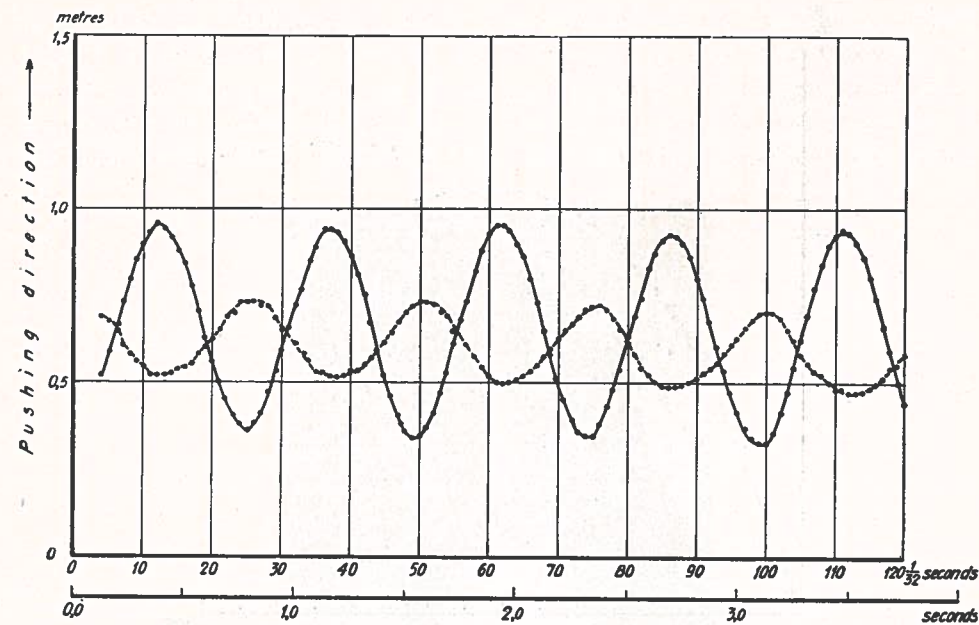


Fig. 11. Distance-time diagram for the tool at cross cutting.

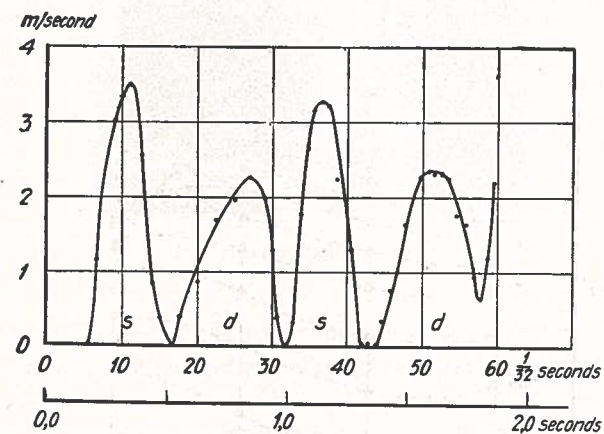


Fig. 12. Velocity-time diagram.

movements. By this method distance-time diagrams were drawn (fig. 11). By tracing these curves graphically once resp. twice, the speed of the movements was deduced as shown in fig. 12, and the acceleration in fig. 13. Analyses of this type thus clarify the position of the body, as well as the geometrical range and speed of its movements.

Some results may be mentioned. When cutting down timber, you can distinguish two types of working positions, one standing, the other kneeling, combined with

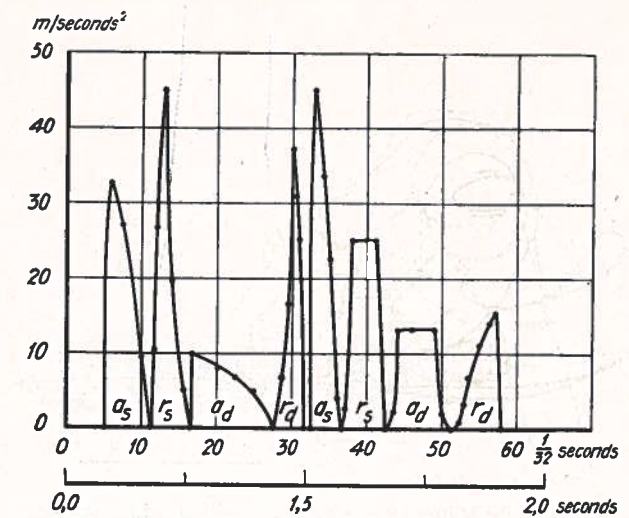


Fig. 13. Acceleration-time diagram.

a swinging and pushing movement (see fig. 14, 15, 16 and 17). Neither of these combinations can be given preference, as their suitability is largely dependent on the cutter's personal disposition. From a solely energetic standpoint the standing position is perhaps somewhat less favourable compared to the kneeling position. On the other hand, the former demands less muscular strength, because the effort is carried by a greater volume of muscles. As for the swinging or the pushing movement of the saw, the situation is somewhat similar. When the swinging movement is employed, the torso partakes in the work more than in the pushing movement. This means that the muscles of the arm will be less strained in the former case, and this method, therefore, can be recommended for a more general use.

In regard to working speed, the picture analyses showed that experienced timber cutters very quickly accelerate the speed of the saw after the turning point, and also that the slowing up before the turning point is very quick. According to other authors, such movements under similar conditions are physiologically favourable. The speed by which the saw travels varies from 2 to 4 metres per second.

2. Tool Investigations

In logging, there were previously used a great number of types of tools. The cost of manufacturing and the distribution became unnecessarily high, and, not infrequently, the tools offered were of an inferior quality. It was therefore advantageous to have some of the inferior types expelled from the market.

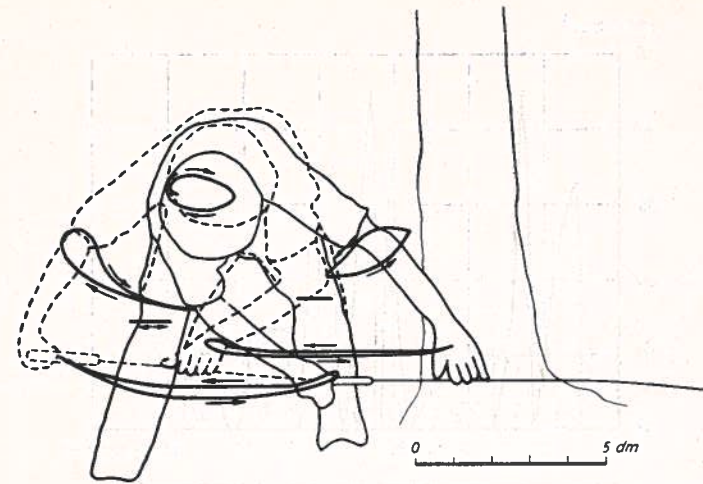


Fig. 14. Tree-felling in a standing position with swinging movement.

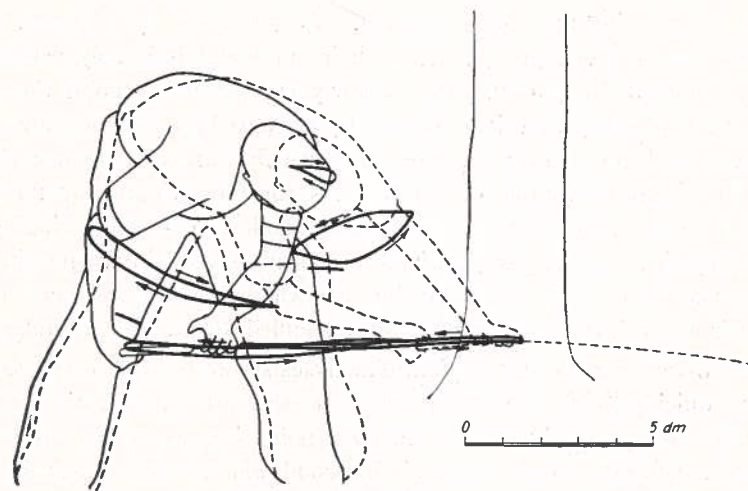


Fig. 15. Pushing.

Hand tools should not only have suitable technical and mechanical qualities, but they should also be well suited to the worker, that is, they should have a good weight, size, form of handle etc. With this in mind, the tools have to be judged in intimate cooperation with experienced workers. This has made it possible to separate certain primary models that the majority of the workers approves of.

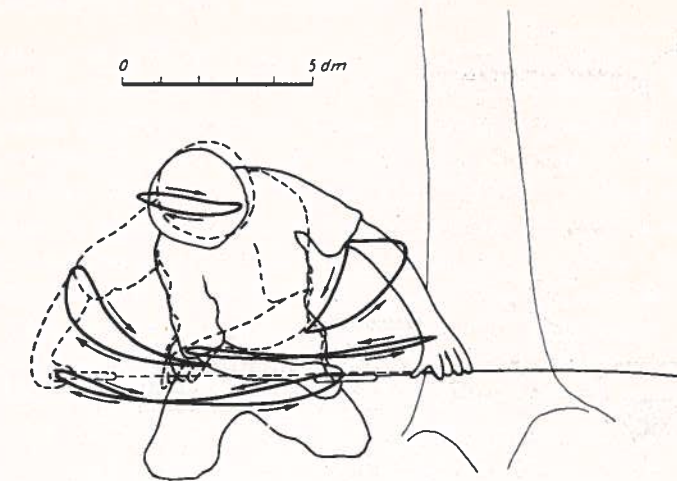


Fig. 16. Kneeling, swinging.

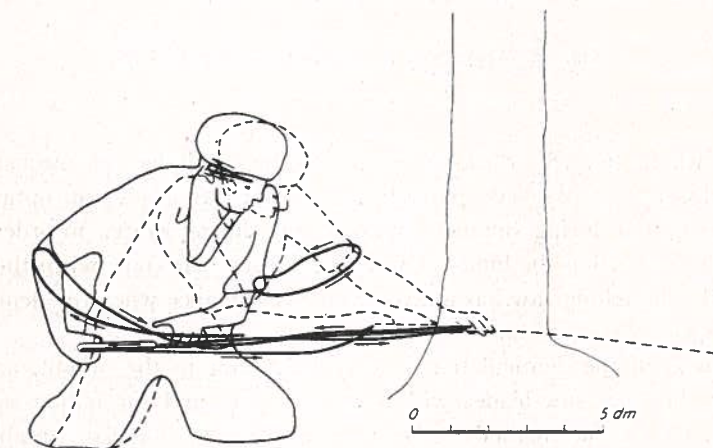


Fig. 17. Kneeling, pushing.

Along with these primary models, a limited number of secondary models have been introduced. Some of the tools have also been made adjustable, so that all individual wishes are met within the limit of a small number of types of tools.

The tools have undergone laboratory tests with special regard to their performance, material, quality etc. Saws and barking-spades have been tested in a

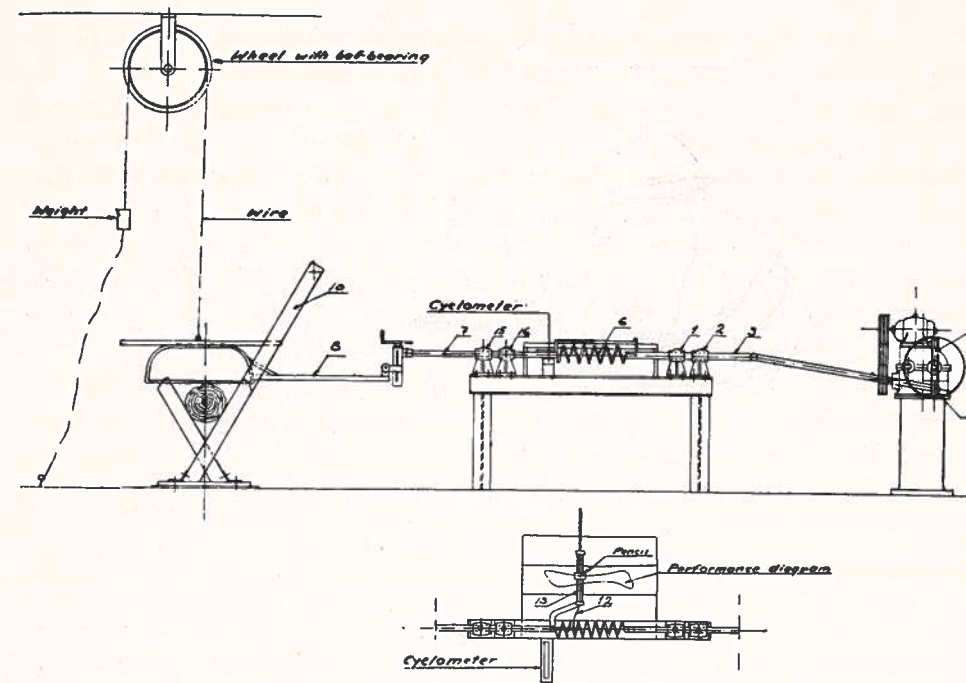


Fig. 18. Apparatus for testing forestry tools.

machine shown in fig. 18, which makes it possible to judge the mechanical efficiency. In this way it has been possible to give the saw-blades an optimal denticulation of 0.25 mm during summer, and 0.20 mm during winter, in order to make them suitable for cutting the kinds of pine and spruce that you find in the province of Värmland. The felling saw has a favourable performance when the denticulations are 0.30 respectively 0.25 mm.

The evenness of the denticulation is very important to the output, and should be kept for the buck-saw-blades within ± 0.02 mm, and for felling saw within ± 0.03 mm. By similar methods it has been possible to establish suitable cutting angles.

Workers are often unable to take proper care of their tools. In order to improve this, and to save the workers' spare time, centrally located repairshops have been created. To maintain this system it is necessary, of course, that each worker has a number of tools, enabling him to have some in use, while others are being repaired. Within a few years the main group of the lumber workers in western Sweden will have their tooling question solved in this manner.

3. The Physiological Effects of Scheduled Work

As a result of the strenuous labour that is necessary in lumbering, it is important that the work day is sensibly divided into working periods, and pauses for rest and meals, and that the intensity of work is adjusted accordingly. Lumber work is always performed with very little supervision. Because of this, the workers themselves decide when they want to discontinue work for food and rest. Many workers break up their work day unfavourably, having too long a working period. This causes them to tire unnecessarily and lowers their output. To improve this and gradually accustom the workers to better conditions, time schedules for the work day have been established, based on common physiological considerations and in agreement with a great number of lumber workers.

During the light period from February 16th to October 31st this schedule is as follows: work starting at 7 o'clock, continuing until 9, from 9 to 9.30 breakfast, 9.30 to 12.00 working, 12 to 12.45 lunch, 12.45 to 14.45 working, 14.45 to 15 coffee, 15 to 17 working. During each working period short pauses of 7 minutes in all per each hour are recommended.

Long term experiments have been arranged to follow the effects of these schedules upon the worker. Five well trained lumber-men between the ages 26 and 55 have been working continuously according to these suggestions for 9 to 14½ months. While doing so, they have been under minute control, undergoing not only medical examinations, including x-rays of the heart and electrocardiographic records, but also functional tests. The latter were performed to establish respiratory and circulatory capacity, in as much as these organs are of a primary interest in connection with overwork and overstrain in heavy manual labour.

The functional tests consisted of daily taking the pulse-rate while resting and after stool-stepping, and also more thorough tests of the man's reaction to work. The latter tests were made about once a week. They consisted of a submaximal series of loads on the bicycle ergometer (fig. 19), the intensity of work being expressed in terms of the oxygen consumption, and the latter being correlated with the pulse-rate and the ventilation of the lungs per litre oxygen consumed. The results of these tests have been plotted graphically, examples of these being given in fig. 20 and 21 and apparent long term trends have been statistically treated. All these investigations showed that the subjects had an unchanged or, in some cases, a somewhat improved adaptation to work during the observation period. Nor did any other sign of damage or of overstrain appear in the tested men.

During the course of single work days, signs of diminished circulatory efficiency were sometimes noticeable in a higher level of the pulse-rate by the end of the day compared at the same amount of oxygen consumed. This rise of the working pulse-rate was caused, at least partly, by hydrostatic factors associated with blood deposition in the legs. The explanation to this may lie in a changed vasomotor tonus, or a diminished pressure exerted by the skeletal muscles on the veins. This



Fig. 19. A lumber man's capacity for work is tested on a bicycle ergometer.

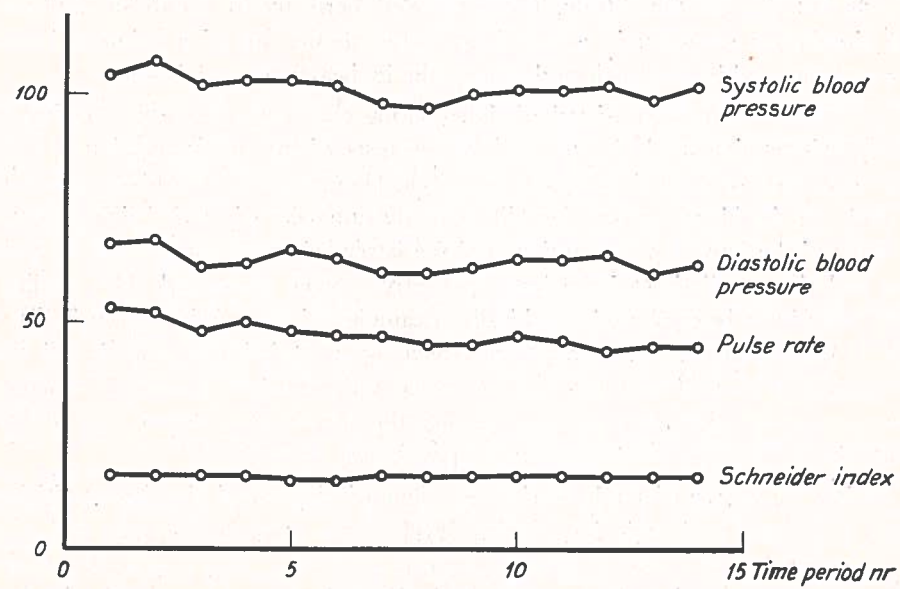


Fig. 20. Morning pulse-rate and arterial blood pressure in recumbent position, and Schneider index during the course of the investigation for one of the subjects. The time periods have a length of about 4 weeks.

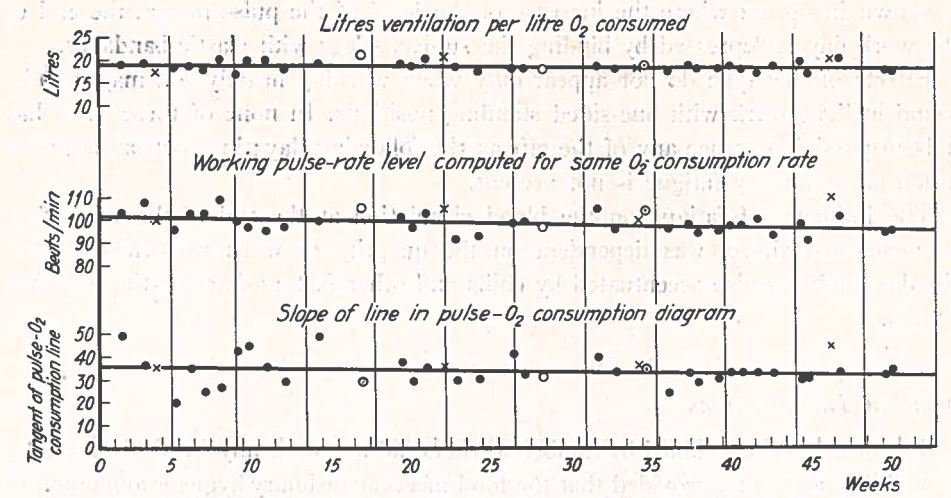


Fig. 21. Experiments on the bicycle ergometer for one of the subjects.

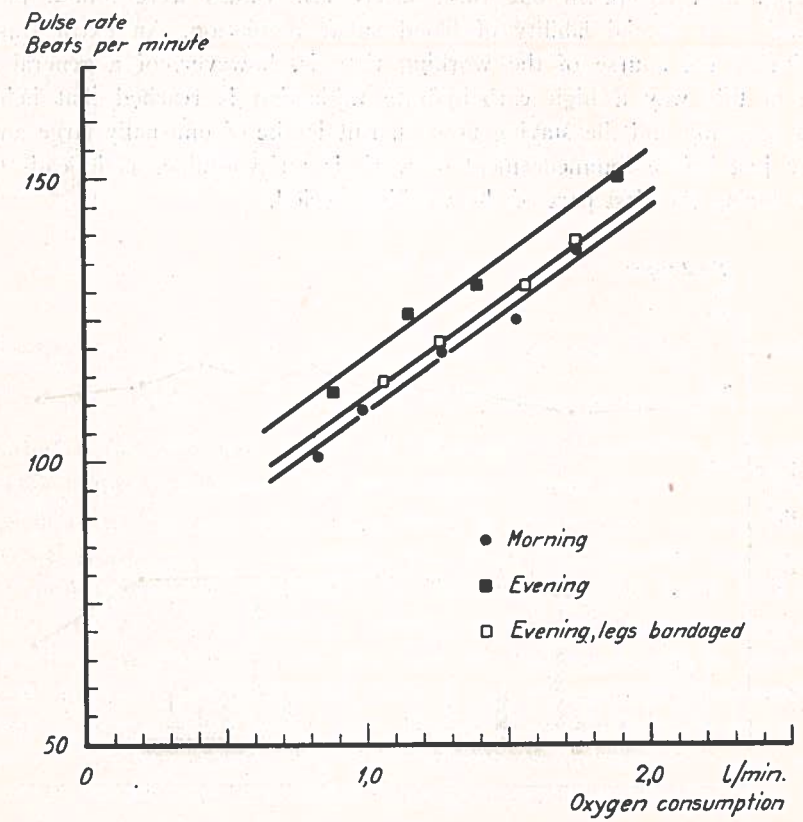


Fig. 22. Pulse-O₂-diagram during work on a bicycle ergometer with and without legs bandaged. Working day in the forest.

is shown in fig. 22 where the increase of the level of the pulse-rate at the end of the work day is depressed by binding the subject's legs with elastic bandages.

Effects of this type do not appear only when working heavily but may also be found in light work with one-sided standing positions. In none of these cases has it been possible to trace any of the effects the following day; in short, an accumulation of circulatory fatigue is not present.

The influence of fatigue on the blood circulation at the end of the work day, as mentioned above, was dependent on the quantity of work performed during the day, and was also accentuated by chills and other factors deteriorating physical fitness.

4. Food Investigations

The usual food consumed by lumber workers did not show any signs of deficiency in vitamins and salts, provided that the food meets an ordinary hygienic and nutritive standard. The blood sugar content during lumber work varied within normal limits (fig. 23), except in one case, where low values were found, probably depending on a special lability of blood sugar regulation. An extra supply of sugar during the course of the working time is, however, of a general value, because in this way a high carbohydrate utilization is reached that helps the working economy and the staying powers. But intake of unusually large amounts of sugar just before commencement of work is unfavourable, as it leads to discomfort during the first part of the working period.

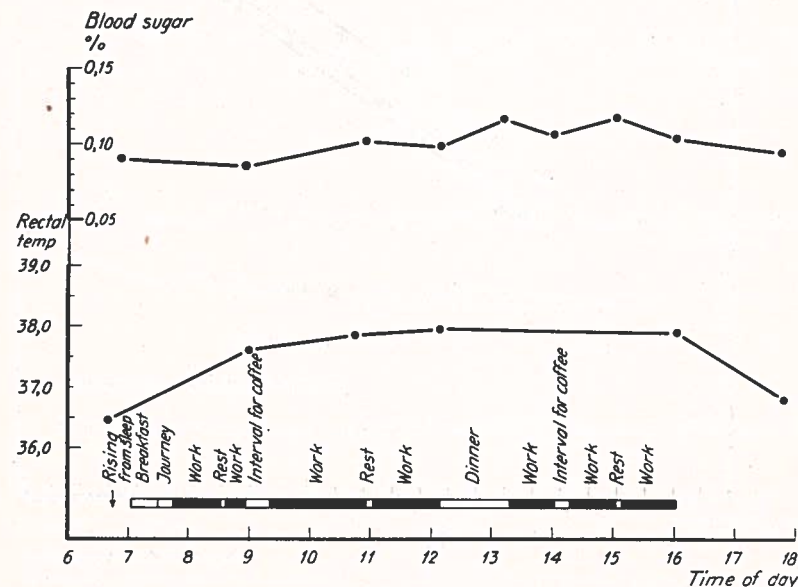


Fig. 23. Blood sugar and body temperature during a working day with ordinary meal-times

5. Time Studies

The time necessary to carry out the different working operations in forestry is influenced by the great variance of single trees. In order to mathematically overcome this difficulty it has been necessary to design special time study methods as follows:

1. To investigate the factors, which are of primary importance for the working technique as well as the working results from *one* cut, *one* pull of the saw etc.,
2. to decide on the conditions which determine the total number of cuts, pulls of the saw etc. per tree, and
3. to determine by means of time studies the *speed* by which an axe, a saw etc. is moved.

With a knowledge of these three factors the total working time can be calculated under the most universal conditions. To clarify the methods used, sawing will again have to serve as an example. Above, the total curve for the pulling length has been deduced. From fig. 11 it is apparent that the sawing movement may be divided into two phases, the first, when the saw is moved at a constant speed, the second, when the direction is changed and for a moment the saw stands still. In other words, the time necessary for sawing is absolutely definite if you know the cutting-speed (v), the number of pulls on the saw (n), and the length of time (t_v) during which the saw changes its direction and the total pulling-length (L) from which is derived

$$T = \frac{L}{v} + n \cdot t_v$$

Ordinarily each pull on the saw is of about the same length (l) while the number of pulls equals $\frac{L}{l}$. If, however, the diameter of the log is very great, l decreases, a fact that also has to be taken into consideration. The empirical coefficients v and t_v that enter into the formula are determined.

Since the results of these time studies should be of use under varying conditions, their statistical accuracy has to be made clear. One has to consider how the mathematical combinations for individual time studies reflect the actual time that is needed, as well as how the empirical values vary between the different studies, for example, from worker to worker and from one cutting district to the next. If the actual time in a certain study is called t_{v1} , t_{v2} , etc. and you compare these to the assumed values called t_{b1} , t_{b2} , etc., the difference between t_v and t_b has to be studied. These differences may be of a systematical character or at random. If there is a systematical difference, the factors of equalization seem to be less suitable. Additional fundamental investigations are then justified. To make it possible to judge the character of the differences, it is best to show t_b as a function

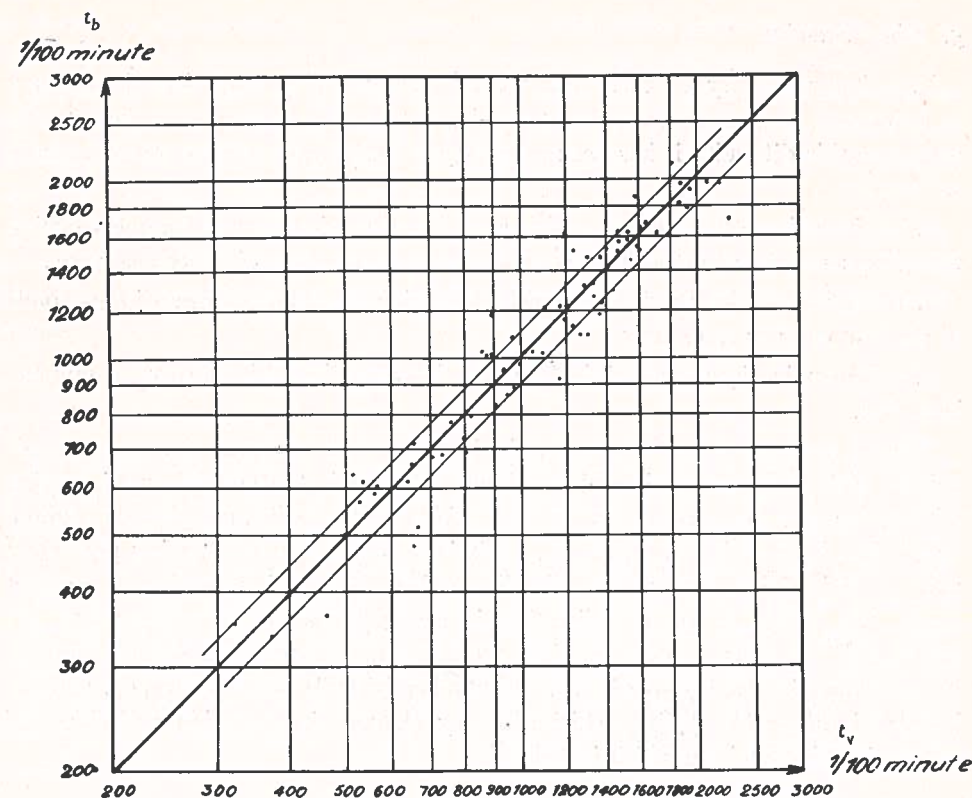


Fig. 24. Assumed times as functions of real times. Plotted on a double logarithmical paper.

of t_v graphically. If the same scale is used on both the ordinate and the absciss, all points should be on a line $t_b = t_v$, providing that t_v and t_b tally absolutely.

In plotting these curves graphically in a double logarithmical scale dispersion diagrams according to fig. 24 are derived. The figure shows that the differences group themselves symmetrically around the line $t_b = t_v$. From this it may be concluded that $t_v - t_b$ equals $k \times t_b$.

When making time studies, it often happens that the periods are not normally distributed, but that there is occasionally a tendency towards longer periods. This, of course, depends on the fact that it is theoretically possible to keep at a job indefinitely, while it is impossible to decrease the consumption of time indefinitely. As fatigue plays a part in the work, it is quite natural that there should be a tendency to longer periods. This problem has been especially studied by fil. lic. W. THORMUND. He assumes that a working process can be divided into N equal periods, τ_n being the time necessary to execute one of these periods, when it is carried out independently from the others. If the time τ_n is sufficiently short,

one can assume that the fatigue factor has no effect. τ_n is then a statistical variable, which may be looked upon as normally distributed. If t_n signifies the time necessary to carry out the first n periods in a sequence, the time t_{n+1} may be written:

$$t_{n+1} = t_n + \tau_n \cdot g(t)$$

or

$$t_{n+1} - t_n = \tau_n \cdot g(t) \quad (1)$$

This equation means obviously that the time necessary to carry out the first $(n+1)$ periods, is proportionate to a certain function $g(t_n)$ as the variable t_n is the time necessary for the first n periods. In the matter of a manual operation, one can assume that $g(t_n)$ is a growing positive function, since a worker becomes tired while the work is in progress, and accordingly needs a gradually increasing time per each period.

To be able to draw a conclusion from the equation we have to make an assumption as to the function $g(t_n)$. A plausible and simple assumption is that

$$g(t_n) = c \cdot t_n \quad (2)$$

that is, the time necessary to execute the n th period is proportionate to the time already consumed. From (1) and (2) is derived

$$t_n = \frac{t_{n+1} - t_n}{c \cdot t_n}$$

If N is a large figure one may write

$$\sum_{i=1}^N \tau_n = \frac{1}{c} \sum_{i=1}^N \frac{t_{n+1} - t_n}{t_n} = \frac{1}{c} \int_1^{t_N} \frac{dt}{t} = \frac{1}{c} \log t_N \quad (3)$$

The assumption was that τ_n is a normally distributed variable. $\sum_{i=1}^N \tau_n$ must then also be a normally distributed variable and the equation (3) indicates that $\log t_N$ is normally distributed, or that t_N is logarithmically normally distributed.

In the matter of functional time regressions one has to study the quotient $\frac{t_v}{t_b}$ instead of the t_n . It can be shown that also this quotient is logarithmically normally distributed.

In order to verify the hypothesis given above, the distribution of the variable $\log 10 \cdot \frac{t_v}{t_b}$ for the different subjects and working operations has been plotted on probability papers. Fig. 25 shows an example of these diagrams. The dispersion around the straight line is very small.

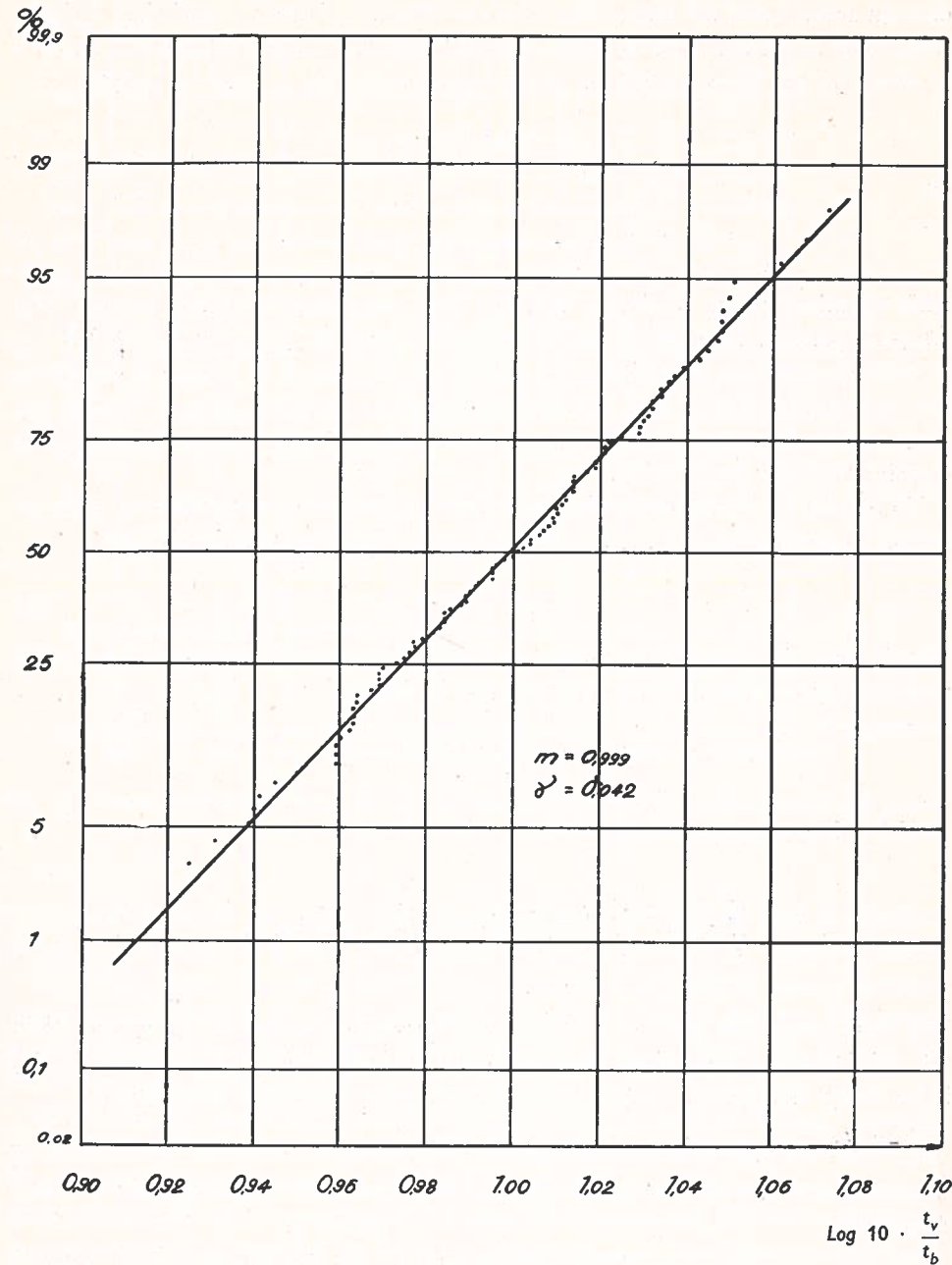


Fig 25. The distribution of the variable $\text{Log } 10 \frac{t_v}{t_b}$ reproduced on probability paper.

As described above, the statistical qualities in working operations common to forestry work have been analysed. They have resulted in a series of parameters for the logarithmical distribution.

A piece price that is given to the worker covers all of the working operations. The dispersion, therefore, of the total time determines the degree of exactness for the time study. To find this total dispersion it is necessary to have them summed up for each working operation. Such a summation cannot be exactly calculated using logarithmical normal distributions, but it becomes necessary to use numeral integration. As the dispersions in the single working operations are not correlated to each other, the summing up gives as a result that the total times become more significant than the times in each operation.

INSTITUTE OF WORK PHYSIOLOGY

GCI, STOCKHOLM

The Institute of Work Physiology (formerly Section of Industrial Physiology) conducts research and its application regarding the physiological adaptation of man to his work. Permanent cooperation is established with the following institutions:

Department of Physiology, Royal Central Gymnastics Institute (basic research).

National Labour Market Board (certain labour market problems).

Department of operational Efficiency, Forest Research Institute of Sweden (forestry research).

Swedish Council for Personnel Administration (psychological and sociological aspects).

Furthermore, investigations are made in various industries jointly with work study engineers, industrial medical officers, etc.

The costs of the Institute are covered partly by annual grants and partly from consultant work. Annual grants are received from the Confederation of Swedish Trade Unions, the Swedish Employers' Confederation, the Swedish Central Organization of Salaried Employees, the Forest Research Institute of Sweden, the Swedish Council for Personnel Administration and a special fund for the welfare of employees within the forest industry.

Board of Directors:

Bertil Olsson, chairman, director general, National Labour Market Board.
E. Hohwilt Christensen, Ph.D., M.D., ~~Professor~~ of Physiology, Royal Central Gymnastics Institute.

Ture Flyboe, secretary, Confederation of Swedish Trade Unions.

Sven Forssman, M.D., professor, Swedish Employers' Confederation.

Erik Hagberg, professor, director, Forest Research Institute of Sweden.

Rolf Lahnhausen, director, Swedish Council for Personnel Administration.

Gösta Luthman, managing director, Norrbotten Steel Works, (from 1.10 1961).

Karl-Erik Modig, secretary, Swedish Central Organization of Salaried Employees.

Ulf Sundberg, professor, Department of Operational Efficiency, Forest Research Institute of Sweden.

Gust. Vahlberg, director general, National Road Board.

Lars Werkö, M.D., professor of International Medicine, University of Gothenburg.

Nils Lundgren, M.D., Institute of Work Physiology.
Bruno Utbult, secretary, National Labour Market Board.

Scientific staff members:

Ordinary:

Nils P.V. Lundgren, M.D.
Astrid Lindholm, M.Sc.

Affiliated:

Sven Carlsöö, M.D., associate professor of anatomy, Royal Caroline
Institute, Stockholm.
Ulf Åberg, Tekn.Lic., research officer, Swedish MTM Association.
Bruno Utbult, Fil.Kand., National Labour Market Board.
Jan-Erik Hansson, research engineer, Department of Operational Efficiency,
Forest Research Institute of Sweden.
Torsten Olson, ergonomics consultant, LKAB, Kiruna.

Reports:

Below, a list is given of the publications and unpublished reports in which the institute has taken part during the time period 1955-1960.

Research reports:

1955:

- Ager, B.: Sammanställning av resultaten från studier av virkessortering vid flottning i Kvitsle. Opubl. rapport. (Studies of log sorting in river log floating. Unpublished report).
- Industrifysiol. avd.: En undersökning av arbetstyngd och fysisk arbetsmiljö vid ASEAs fabriker i Västerås. Opubl. rapport. (Studies of environment and physiological work load at ASEA, Västerås. Unpublished report).
- Lundgren, N., U. Sundberg & A. Lindholm: En undersökning av arbetstyngden vid användning av motorsågar i skogen. Medd. fr. Statens Skogsforskningsinstitut, 45, nr 10. English summary. (A study of the heaviness of work in using power saws in timber cutting).

1956:

- Hansson, J.E., U.Sundberg & N.Lundgren: Snöskor vid skogsarbete. En preliminär undersökning över deras användning. Medd. fr. Statens Skogsforskningsinstitut, nr 43. English summary. (A note on the use of snow shoes in forestry).

Industrifysiol. avd.: Studier av fysiska arbetskrav vid Bodås gruva.

Opubl. rapport. (Studies of physiological work load in the Bodås mine. Unpublished report).

Industrifysiol. avd.: Studier av fysiska arbetskrav vid Sandvikens Jernverks Aktiebolag. Opubl. rapport. (Studies of physiological work load at the Sandviken Steel Works. Unpublished report).

Lundgren, N., G. Callin, J.-E. Hansson & A. Lindholm: Om arbetstyngden vid plantering. Tidskr. Skogen, 43, nr 6, 140. (Studies of heaviness of work in tree planting).

Olson, T.: Vägarbete - lätt eller tungt beredskapsarbete? Tidskr. Arbetsmarknaden, nr 6. (Road construction, light or heavy work?).

Sundberg, U., A. Lindholm, J.-E. Hansson, I. Troeng & N. Lundgren: Buller och koloxid - en fara vid motorsågning. Medd. fr. Statens Skogsforskningsinstitut, nr 44. English summary. (Physiological and hygienic problems connected with the use of power saws in forestry).

1957:

Callin, G.: En undersökning av röjning med motorsågar. Medd. fr. Statens Skogsforskningsinstitut, nr 56. (An investigation on cleaning with brush motor saws).

Edlund, E., & N. Lundgren: Hälsotillstånd och fysisk arbetsförmåga. Studier av hälsotillstånd och fysisk arbetsförmåga hos skogs- och järnbruکارbetare samt sambandet mellan dessa faktorer och ryggbesvär. Personaladministrativa Rådets medd. nr 6, Stockholm. English summary. (Comparative studies of health and physical fitness of forest workers and steel millworkers, and the relationship of these factors to backache and associated conditions).

Forsgren, L.: Studier av fysiska arbetskrav vid barmarkskörning med Fössingdoning. Opubl. rapport. (Studies of physiological work load in forestry log transports with the "Fössing-doningen". Unpublished report).

Hansson, J.-E.: En undersökning över arbetsrörelser, arbetsställningar och prestationsnivå hos ett sjuttiototal skogsarbetare. Statens Skogsforskningsinstitut, avd. f. arbetslära, Serien Rapporter, nr 1. (Studies of work movements, work positions and production levels of about 70 forest workers).

Hansson, J.-E., A. Lindholm & S. Burton: En orienterande fysiologisk studie av vinschlunning vintertid. Statens Skogsforskningsinstitut, avd. f. arbetslära, Serien Rapporter, nr 2. (A pilot study of physiological work load in log transports with the aid of winches in wintertime).

- Johnson, G., N. Lundgren & G. Bystedt: Hantering av massabalar. Fysiska arbetskrav, arbetsmetoder och arbetsförloppens tidsfördelning inom stuverifacket. Personaladministrativa Rådets medd. nr 8, Stockholm. (Handling of paper pulp bales).
- Industrifysiol. avd.: Jämförande fysiologiska studier av olika gruvdräkter. Opubl. rapport. (Comparative physiological studies of different types of clothing for miners. Unpublished report).
- Industrifysiol. avd.: Betr. arbetsställningar etc. inom den grafiska industrien. Opubl. rapport. (Studies of work positions, etc., in the graphic industry. Unpublished report).
- Industrifysiol. avd.: Några iakttagelser betr. fysiska arbetskrav vid bageriarbete. Opubl. rapport. (Physiological work demands in bakeries. Unpublished report).
- Olson, T.: Fysiska arbetskrav vid vägarbete. Tidskr. Arbetsmarknaden, nr 5, 104. (Physiological work load in road construction work).
- Olson, T. & N. Lundgren: Fysiska arbetskrav vid gasverk. Personaladministrativa Rådets medd. nr 15, Stockholm. (Physiological work load in a gas works).
- Åstrand, I.: Fysiologiska synpunkter på de skogliga lärlingskurserna. Tidskr. Skogen, 44, nr 12, 421. (Physiological aspects of apprentices training in forestry).
- Åstrand, P.-O.: Fysiska arbetskrav inom massaindustrin. Personaladministrativa Rådets medd. nr 5, Stockholm. (Physiological demands in the paper pulp industry).
- 1958:
- Ager, B.: En undersökning på virkesutkörare av arbetstyngdens variation med köravståndet. Medd. fr. Statens Skogsforskningsinstitut, 47, nr 9. Summary in German. (Comparative studies of the physiological work load in log transports of varying distances).
- Hansson, J.-E.: Försök med snöskor i skogsarbete. Statens Skogsforskningsinstitut, avd. f. arbetslära, Serien Rapporter nr 3. (Tests with snow shoes in forest work).
- Industrifysiol. avd.: Studier av arbetsmiljö och fysiologisk arbetsbelastning i motorprovningssavdelningen vid AB Volvo Pentaverken. Opubl. rapport. (Studies of the physiological work load in the engine testing department of the Volvo Car Manufacturing CO. Unpublished report).

- Industriefysiolog. avd.: Arbetsfysiologiska undersökningar vid Svenska Aluminiumkompaniet, Kubikenborgsverken. Opubl. rapport. (Physiological studies at the Swedish Aluminum Works, Kubikenborgs factory. Unpublished report).
- Industriefysiolog. avd.: Arbetskrav och hälsofrågor vid kiselmetallugnarna i Ljungaverk. Opubl. rapport. (Physiological work demands and health problems among open-furnace workers in Ljungaverk. Unpublished report).
- Industriefysiolog. avd.: Stuvning av sågade trävaror. Vissa fysiologiska och medicinska iakttagelser. Opubl. rapport. (Physiological studies of loading of lumber on board ships. Unpublished report).
- Lundgren, N. & U. Sundberg: Tekniska och fysiologiska studier av maskinbarkning. Medd. fr. Statens Skogsforskningsinstitut, 48, nr 1. English summary. (Technical and physiological studies on mechanical barking).
- Lundgren, N., S. Brundell, J.-E. Hansson & A. Lindholm: Distribution av malt- och läskedrycker. Studier av arbetstyngd och arbetsmetoder. Personaladministrativa Rådets medd. nr 19, Stockholm. (Studies of physiological work load and working methods of delivery men at breweries).
- Qvennerstedt, H. & P.O. Zenk: Några arbetsfysiologiska laboratorieundersökningar.
- I. Inverkan av skodonsvikten m.m. vid gång, II. Arbetet i regnkläder. III. Den energetiska arbetstyngden vid bärning av bördor med olika vikt och användning av olika bärningssätt. Statens Skogsforskningsinstitut, avd. f. arbetslära, Serien Rapporter, nr 4. English summary. (Physiological tests on safety rubber boots, waterproof clothes and the carrying of loads).
- Westberg, P. & I. Åkerlund: Säsongvariationer i fysisk arbetsförmåga hos fast anställda skogsarbetare och studenter. Statens Skogsforskningsinstitut, avd. f. arbetslära, Serien Rapporter, nr 5. English summary. Seasonal variations in the physical working capacity of forest workers and students).
- 1959:
- Blomqvist, G. & K.-G. Olofsson: Undersökning av orsakerna till avgången inom skogsarbetarstammen. Opubl. rapport. (Studies of reasons for the labour turnover in forestry. Unpublished report).
- Callin, G. & J.-E. Hansson: Plantering av gran och tall. En jämförande arbetsstudie av manuella metoder. Medd. fr. Statens Skogsforskningsinstitut, 48, nr 8. English summary. (Planting of pine and spruce. Comparing studies of manual methods).

- Industrifysiol. avd.: Iakttagelser betr. transport- och hanteringsarbeten vid Nya Systembolaget. Opubl. rapport. (Studies of transport and handling at the State Liquor CO. Unpublished report).
- Olson, T.: Fysiska arbetskrav vid väg - och anläggningsarbeten. Personaladministrativa Rådets medd. nr 21. (Physiological work load in road construction work).
- Industrifysiol. avd.: Orienterande undersökning över arbetsförhållandena för kassörskor i snabbköpsbutiker. Opubl. rapport. (Studies of work conditions for cashiers in food markets. Unpublished report).
- Industrifysiol. avd.: PM betr. arbetsstolar m.m. vid Åhlén & Åkerlunds Förlags AB:s sätter, Sveavägen 51-53, Stockholm. (Views regarding chairs, etc., at Åhlén & Åkerlund CO. Unpublished report).
- Industrifysiol. avd.: Bioteknologisk översyn av vissa arbeten vid Marma-Långrörs AB:s industrier i Vallvik, Hå och Söderhamn. Opubl. rapport. (Ergonomics analysis of some jobs at the Marma-Långrör CO. factories at Vallvik, Hå and Söderhamn. Unpublished report).
- Industrifysiol. avd.: Studier av den fysiologiska belastningen vid ugnsarbeten i tegelbruk. Opubl. rapport. (Studies of physiological work load at brickkilns. Unpublished report).
- Industrifysiol. avd.: Studier av fysiska arbetskrav vid AB Svenska Kul-lagerfabriken, Katrineholm. Opubl. rapport. (Studies of physiological work load at SKF, Katrineholm. Unpublished report).
- Industrifysiol. avd.: Bioteknologisk översyn av vissa arbeten vid AB Separators stockholmsfabrik. Opubl. rapport. (Ergonomics analysis of certain jobs at the Separator CO. Stockholms factory. Unpublished report).
- 1960:
- Carlsöö, S.: En elektromyografisk undersökning av muskelaktiviteten vid hålkortsstansning. Hålkortsstansning - ett MTM - tekniskt och bioteknologiskt tillämpningsexempel. Svenska MTM-föreningen, Stockholm, s. 43. (Electromyographic studies of muscle activity in card punching).
- Hagbergh, A.: Olycksfall, individ, arbete och arbetsmiljö. Personaladministrativa Rådets medd. nr 23, Stockholm. (Accidents, person, work and environment).
- Hansson, J.-E.: Studie av arbetsplanering vid huggningsarbete. Opubl. rapport. (Studies of work planning in forest work. Unpublished report).
- Industrifysiol. avd.: Betr. arbetsförhållanden för svetsare vid AB Elektroheliol, Kallhäll. Opubl. rapport. (A study of work conditions for welders at Electro-Helios CO., Kallhäll. Unpublished report).

- Industrifysiol. avd.: Pausfrågor, arbetskravsprofiler och bioteknologiska frågor vid SKF, Katrineholm. Opubl. rapport. (Problems regarding pauses, physiological work demands and ergonomics at SKF, Katrineholm. Unpublished report).
- Industrifysiol. avd.: Betr. arbetsställningar m.m. vid SAS, Lintaverken. Opubl. rapport. (~~Report regarding~~ work positions, etc., at SAS, Lintafactory. Unpublished report).
- Industrifysiol. avd.: Studier av arbetsförhållanden för handelsanställd personal. Rapport I. Opubl. rapport. (Studies of conditions of work for store personnel. Report no. I. Unpublished report).
- Industrifysiol. avd.: Bioteknologiska intervjuer rörande stolar, sittförhållanden och belysning vid AB Åhlén & Åkerlunds maskinsätteri, Torsgatan 21, Stockholm. Opubl. rapport. (Ergonomics interviews regarding chairs, working positions and illumination at Åhlén & Åkerlund CO., Stockholm. Unpublished report).
- Industrifysiol. avd.: Rapport I betr. byggnadsarbete: undersökning av fysiologisk arbetsbelastning vid vissa byggnadsarbeten. Opubl. rapport. Report number I regarding housebuilding work: Studies of physiological work load of some jobs at the building site. Unpublished report).
- Industrifysiol. avd.: Rapport II betr. byggnadsarbete: Studier av energetisk belastning vid vissa byggnadsarbeten. Opubl. rapport. (Report number II. Regarding housebuilding work: Studies of energy demands of certain jobs at the building site. Unpublished report).
- Lindholm, A.: Inverkan av klädedräkten på energiomsättningen vid gång. Opubl. rapport. (Effects of different types of clothing on the energy expenditure during walking. Unpublished report).
- Lindholm, A.: Syreförbrukningen vid gång med olika fotbeklädnad. Opubl. rapport. (Oxygen intake at walking with different types of shoes. Unpublished report).
- Lindholm, A.: Fysiologisk undersökning av värmebelastningen vid användning av olika branddräkter. Opubl. rapport. (Physiological studies of heat load when using different types of firemen clothes. Unpublished report).
- Lundgren, N. & S. Rahm: Jämförande fysiologiska studier av olika gruvdräkter. Jernkontorets Annaler, 144, nr 2, 164. English summary. (Comparative physiological studies of different mining clothes).
- Sundberg, U.: Studier över manuell hantering av rundvirke. Medd. fr. Statens Skogsforskningsinstitut, 49, nr 2. English summary. (A study on the manual handling of round timber).

Reviews:

1955:

Eriksson, R.: Några synpunkter på arrangemang av mekanistfysiologiska mätningar. Opubl. rapport. (Some views on the arrangement of mechanical physiological measurements. Unpublished report).

Lindholm, A. & N. Lundgren: Arbetsfysiologien, resultat och möjligheter. Medd. fr. Saia (Socialarbetare inom Industri och Affärsvärld), Stockholm, nr 4, s. 24. (Work physiology. Results and possibilities).

1956:

Lundgren, N.: Fysiologisk belastning och yrkesskador. Socialmed. Tidskr., 33, nr 1, s. 9. (Physiological work load and accidents).

Lundgren, N.: Tungt och varmt arbete. Tidskr. Affärsekonomi, 29, nr 17 & 19, s. 1121 & 1273. (Heavy and warm work).

Lundgren, N.: Physical demands of various transport jobs in dock work, steel industry, iron mining and forestry, Abstract of paper read at the Ergonomics Society's symposium on human factors in road transport, April 16th - 19th at Bristol.

Lundgren, N.: Fysiologisk yrkesanalys utförd av tekniker. Opubl. rapport. (Physiological ergonomics analysis schedule for engineers. Unpublished report).

1957:

Christensen, E. Hohwi & N. Lundgren: A review of Swedish research within the field of applied work physiology. Note for the European Productivity Agency, Projekt No. 335, Technical Seminar at Leyden, 29th March - 3rd April.

Lundgren, N.: Arbetsfysiologien i praktisk tillämpning. Arbetsstudier i dagens Sverige. Arbetsstudierådet, Stockholm, s. 30. (Work physiology in practice).

Lundgren, N.: Medical and physiological problems in forest works. Proc. Section 32, 12th Congress of the Internat. Union of Forest res. Org. in Oxford 11 - 13 July, s. 20.

Lundgren, N.: Fysiologiska synpunkter på MTM-metoden. Opubl. rapport. (Physiological views on the MTM-method. Unpublished report).

Lundgren, N. & T. Olson: Några praktiska arbetsfysiologiska problem. Tidskr. Arbetarskyddet, 45, nr 2, s. 30. (Some practical physiological problems).

Sundberg, U. & N. Lundgren: Mechanization and physiological work load in forestry. Abstract of paper read at the Ergonomics Research Society's symposium on changing demands of modern work and control, April 8th-11th, at Bristol.

1958:

Hedman, R.: Träning i skogen. Kungl. Skogsstyrelsen. (Training of forest workers).

Lundgren, N.: Practical problems in heavy work. (Rapport till European Productivity Agency).

Lundgren, N.: Från industrifysiologiska avdelningen vid GCI. Tidskr. Affärsekonomi, 31, nr 15, 1052. (From the department of Industrial Physiology at GCI).

Lundgren, N.: Några hälsofrågor vid skogsarbete. Tidskr. Partnerbladet (utg. av El-och Motorverktyg AB), nr 2, s.4. (Some health problems in forest work).

Lundgren, N. & H. Birath: Arbetsfysiologi och arbetshygien. Del I: Arbetskrav och arbetsförmåga i skogen. Ljusbildserie med tillhörande texthäfte. Skogsbrukets Filmförening, Stockholm. (Work physiology and occupational hygiene. Part I: Physiological work load and physical working capacity in forest work. Series of slides with explaining brochure).

Lundgren, N. & T. Olson: Bioteknologiska problemställningar. Tidskr. Verkstäderna, nr 2, s.44 & nr 3, s. 91. (Ergonomics problems).

Sundberg, U., E. Hohwü Christensen, N. Lundgren & O. Perey: Hälsa, arbetsförmåga och effektivitet i skogsarbetet:

I. Arbetsfysiologi och rationalisering (U. Sundberg).

II. Arbetskrav och arbetsförmåga (E. Hohwü Christensen).

III. Medicinska problem vid rekryteringen och yrkesutbildningen (N. Lundgren).

IV. Ryggbesvär - orsaker och åtgärder (O. Perey).

Sv. Skogsvårdsfören. Tidskr., 56, 153 - 182 (nr 2). (Health, working capacity and efficiency in forest work). I. Work physiology and technical rationalization (U.Sundberg). II. Physiological work load and working capacity (E.Hohwü Christensen). III. Medical problems in recruitment and training (N. Lundgren). IV. Backache - reasons and measures (O.Perey).

1959:

Lundgren, N.: The practical use of physiological research methods in work study. Statens Skogsforskningsinstitut, avd. f. arbetslära. Serien rapporter, nr 6.

Lundgren, N.: Människan och arbetet. Medicinska synpunkter på arbetskrav och arbetsplacering. Svenska Byggnadsindustriförbundet 1958 (publ. utg. vid förbundets 40-årsjubileum den 23 april 1959), s.52. (Man and his work. Medical aspects on work load and placement of personnel).

- Lundgren, N.: Från Industrifysiologiska avdelningen vid GCI. Tidskr. Affärsekonomi, 32, nr 3, 122, nr 5, 236, nr 11, 658 och 17, 1162. (From the department of Industrial Physiology at GCI).
- Lundgren, N. & T. Olson: Maskinen människan. Fysiologiska perspektiv på utkörararbetet. Sv. Bryggeritidskr., 74, nr 3, 73. (The human machine. Physiological aspects on delivery work at breweries).
- Olson, T.: Arbetsfysiologiska undersökningar inom vägbyggnadsbranschen. Tidskr. Byggnadsindustrien, 29, nr 18, 780. (Physiological studies of road construction work).
- Personaladministrativa Rådet: Arbetskrav på kontor. Skrifter från PA-rådet, Stockholm. (Work demands in offices).
- 1960:
- Carlsöö, S.: Office work and office workers from biotechnological viewpoints. ASSAB Bulletin, November.
- Lundgren, N.: En arbetsfysiologisk undersökning med anknytning till MTM-utförande och resultat. MTM i praktiken. Svenska MTM-föreningen. (A physiological investigation related to the MTM-method).
- Lundgren, N.: Physiological work load in some jobs in the building construction industry. Abstracts of papers, Ergonomics Research Society, Annual conference 1960. Tidskr. Ergonomics, 3, 3, 286.
- Lundgren, N.: Arbetsfysiologiska studier vid SKF i Katrineholm. Tidskr. Innerringen, 7, nr 4, 28. (Physiological studies at SKF at Katrineholm).
- Lundgren, N.: Menschengerechte Gestaltung der Schwerarbeit. Industrielle Organisation (Schweiz. Zschr. f. Betriebswissenschaft), 29, nr 10, 401. (Adaptation of work to man in heavy occupations).
- Lundgren, N.: Hantering av öl och vatten - en fysiologisk och arbetsstudietechnisk undersökning. Tidskr. Affärsekonomi, 33, nr IX:17, 1163. (Handling of beer, physiological and technological studies).
- Lundgren, N.: Från Industrifysiologiska avdelningen vid GCI. Tidskr. Affärsekonomi, 33, nr IV:7, 410 och nr 13, 858. (From the Department of Industrial Physiology at GCI).
- Lundgren, N.: Arbetsfysiologiska problem vid modernt yrkesarbete. Automationen och arbetskraften. Opubl. rapport från Ingenjörsvetenskapsakademins subkommitté för automationens sociala och arbetsvetenskapliga aspekter. (Physiological problems in modern occupational work).
- Plevin, E.: Muskelmotorns bränsleförsörjning. Tidskr. Vi motorsågare, nr 1. (Energy supply of the human machine).
- Yllö, A. & S. Sandén: Bioteknologisk minneslista. Skrifter från PA-rådet, Stockholm. (Ergonomics checklist).