

NORGES LANDBRUKSHØGSKOLE

Institutt for driftslære og landbruksøkonomi

---

FORELESNINGER I ARBEIDSLÆRE

DEL I

Ergonomi

av

Georg Guttormsen og Haldor Røyne

Femte utkast

1971

---

## INNHOLD

	side
Innledning .....	1
Definisjon .....	1
Arbeidet som produksjonsfaktor .....	3
Arbeidsfysiologi .....	5
Innledning .....	5
Anatomi og fysiologi .....	7
Skjelettet .....	8
Muskulaturen .....	11
Bevegelseslære .....	14
Arbeidsteknikk .....	15
Tretthet i arbeidet .....	17
Arbeidsulykker .....	18
Arbeidsbelastning .....	19
Kroppstesting .....	20
Arbeidsinstruksjon .....	21
Kroppstyper .....	23
Tilpassing av arbeidet til arbeideren .....	24
Lys .....	26
Temperatur, luftråme og luftbevegelse .....	28
Støy .....	31
Litt om ulike arbeidsstillinger .....	32
Arbeidsforsøk .....	34
Noen momenter å ta i betraktning .....	34

## Innledning

av Haldor Røyne

### Definisjon.

Arbeidslære er lære om rasjonell innsats av arbeidskraft i produksjonen. Den har sitt opphav i industrien. Med navnet arbeidslære blir vanligvis bare brukt innen landbruket. Dette kommer ventelig av at industrien hos oss og i mange andre land stort sett har fått terminologien til dette fagområdet fra engelsktalende land, især fra U.S.A. Der borte er Motion and Time Study (eller Time and Motion Study) den vanlige betegnelsen på sentrale avsnitt av det en i disse forelesningene kaller arbeidslære. Det tilsvarende navnet i England er Work Study, som deles i to hovedavsnitt, nemlig Method Study og Time Measurement.

I nabolanda våre og i Tyskland og Nederland er navnet arbeidslære vanlig brukt. Begrepet arbeidsvitenskap støter en også på, især i tysk litteratur. I den interskandinaviske fagterminologi er arbeidslære og arbeidsvitenskap synonyme begreper.

Arbeidslære omfatter i sær ergonomi og arbeidsrasjonalisering. Under ergonomi kommer da arbeidsfysiologi, deler av arbeidspsykologi og av medisin.

### Litt om utviklinga av faget arbeidslære.

Det er med arbeidslære som med så mange fagområder at de første spirene har vært så spede og spredte at en kan være i tvil om når og hvor starten egentlig skjedde. Det blir oppgitt at allerede Leonardo da Vinci (1452-1519) foretok tidsmålinger ved bygningsarbeid. Han delte arbeidet opp i ledd og bestemte deltidene. Den berømte fysikeren Coulumb (1736-1806) foretok også tidsstudier av arbeidsprosesser. Men amerikaneren Miller blir gjerne nevnt som den første som gjorde "time study" til et fag.

Imidlertid er det en annen amerikaner, F.W.Taylor (1856-1915) som vanligst regnes som grunnleggeren av tidsstudieteknikken.

Taylor utførte en mengde undersøkelser og skrev også noen bøker. Den mest kjente er "The Principles of Scientific Management" (New York 1911).

Taylors innsats innen tidsstudieteknikken ble grunnleggende, og regnes av de fleste kyndige som det største fremskritt som noen gang er gjort på dette området.

Det kan nevnes at hans oppfatning av bedrifts- og arbeidsledelsens problemer slo ikke gjennom i tilsvarende grad.

Taylors landsmann Frank Gilbreth (1868-1924) blir, sammen med sin frue Lilian Gilbreth, med rette regnet som opphavsmannen til metodestudieteknikken.

I sitt arbeid som entreprenør begynte Gilbreth å interessere seg for arbeidsmetodene og detaljene i disse. Han utviklet en systematisk framgangsmåte for undersøkelse av arbeidet. Herunder nyttet han også spesielle former for bruk av foto- og filmkamera, og kom fram til den såkalte Therbliganalysen for handarbeid hvor han gjorde bruk av sine Therbligs, dvs. 17 "grunnbevegelser".

Disse er nå erstattet av andre, og metodestudieteknikken er også ellers utviklet videre. Men en gjør ikke urett mot noen om en nevner Gilbreth som grunnleggeren.

Blant dem som særlig har bidradd til å utvikle faget siden Taylors og Gilbreth's dager nevner vi her Ralph M. Barnes, Marwin E. Mundel, Lowroy, Manyard, Stegemerten og Allan Mogensen.

Den største nyskaping innen tids- og metodestudieteknikken siden Taylors og Gilbreths tid er P.M.T.S-Systemene predetermined Method Time Standards. Disse skriver seg også fra Amerika. De blir omtalt seinere.

Også på arbeidspsykologiens område var amerikanerne tidlig ute. En nevner i den sammenhengen at Hugo Münsterbergs bok "Psychology and Industrial Efficiency" kom ut i Boston i 1911.

Mer kjent og omtalt er de såkalte Hawthorne-undersøkelsene som ble påbegynt i 1920-åra og som fortsatte i nesten 30 år. Resultatene fra disse bidro til at en mengde andre undersøkelser ble satt i gang, især innen arbeidspsykologien og -sosiologien.

Innen arbeidsfysiologien var en i Europa (især i Tyskland) vel så tidlig ute som i Amerika.

Kaiser-Wilhelm-Institut für Arbeitsphysiologie ble opprettet før første verdenskrig, og vokste til det nåværende Max-Planck-Institut für Arbeitsphysiologie i Dortmund.

De eldste meldinger og handbøker innen dette fagområdet går tilbake til første verdenskrigen, både i Tyskland, England og Frankrike.

Arbeidsundersøkelser i jordbruket ble først utført i Tyskland, tilskyndet av F.W.Taylors arbeider i industrien. Siden er slike undersøkelser tatt opp i de fleste land i Europa.

### Arbeidet som produksjonsfaktor.

Stammen til ordet arbeid fins visstnok i alle ariske språk, og det hevdes at ordets historiske opprinnelse henger nøye sammen med jordbruksvirksomhet (gammeltysk aran, latinsk arare = å pløye).

Begrepet arbeid var lenge reservert for manuell virksomhet. Seinere har det fått den videre betydning som ligger i definisjonen arbeid = menneskelig innsats i produksjonen. Definisjoner av begrepet arbeid er det mange av, men vi nøyer oss med denne ene her. I tillegg skal en bare minne om at i daglig tale blir ordet arbeid vanligst brukt i betydningen arbeidsoppgave, altså en bestemt, avgrenset, "menneskelig innsats" i produksjonen, -f.eks. noe som er blitt, blir, skal eller kan bli utført.

Arbeidet blir altså den ene av de 1-2-3-4 produksjonsfaktorene den teoretiske økonomi har regnet med gjennom tidene. (4: Arbeid, natur, kapital og bedriftsledelse (herunder også tenking, planlegging m.v.), eller 3: Arbeid, natur og kapital, idet en regner bedriftsledelse, planlegging og skaperånd m.v. med til den menneskelige innsatsen, altså til arbeidet, - eller 2: Arbeid og kapital, idet en slår sammen "naturen" og "kapitalen", eller 1: Arbeid, idet en sier at naturgrunnet (plass, stoff og energi) er stilt gratis til menneskenes disposisjon, og at resten av realkapitalen er et resultat av tidligere arbeid. (Å regne med en produksjonsfaktor passer vel ikke særlig bra for privat-, bransje-, eller institusjonsøkonomisk vurdering).

Regner en med 2 produksjonsfaktorer, arbeid og kapital, får en at produksjonskostnadene består dels av arbeidskostnader, dels av kapitalkostnader.

Andelen av hver varierer meget sterkt, fra et rent høstingsbruk med billige, sjøllagde redskaper til automatisert produksjon, hvor de direkte arbeidskostnadene i "siste ledd" kan bli meget små.

Hvis en tar med flere ledd av produksjonen, vil arbeidskostnadene utgjøre en større andel av produksjonskostnadene. (Eks. fleskeproduksjon på innkjøpt eller på heimeavla kraftfôr).

Ser en bort fra subsidier og andre former for jonglering med vareprisene, kan en si at prisen konsumenten betaler for ei vare er satt sammen av produksjonskostnadene for den ferdige, ikke markedsførte vare, og distribusjonskostnadene.

Til grunn for svært mye av den produksjonstekniske forskningen som pågår ligger den tanken at det er en fordel å kunne produsere (og fordele) mer effektivt enn før. (Planteforedling, plantedyrking, gjødsellære, husdyrforedling og -avl, husdyrernæring, teknisk forskning og utviklingsarbeid innen industrien osv.)

Arbeidslæra har det samme filosofiske grunnlaget, den skal bidra til større effektivitet, til enklere, billigere produksjon, og dermed til å gjøre skilnaden mellom økonomisk gode og fritt gode mindre og mindre.



Arbeidsfysiologi  
av Georg Guttormsen.

Innledning.

IDRETTE VISTE VEIEN -----

Ser vi bort fra kroppsdyrkingen i det gamle Hellas er det først i begynnelsen av dette århundre at vi kan spore en mer systematisk interesse for kroppen i idrett og arbeid.

Det var i første rekke idretten - ønsket om å forbedre idrettsresultatet - som gav støtet til denne interesse. Etter hvert kom tanken opp om å overføre erfaringer fra idretten til arbeidslivet.

Denne utviklingen er viktig å merke seg. Den har etterlatt ganske bestemte spor. På idrettsplassen, i skibakken og i gymnastikksalen har det stadig vært spørsmål etter idrettsteknikkens HVORDAN. Hvordan skal satsen være - hvordan skal tilslaget være?

Kan så svaret på disse hvordan i idretten overføres til arbeidslivet? Nei- ikke uten videre. Det er nødvendig - med tanke på å imøtekomme arbeidslivets og arbeidsutøverens behov, å finne et nytt utgangspunkt, og dette bør bestå i at vi forlater idrettsteknikkens hvordan til fordel for ergonomiens hvordan og HVORFOR - det siste ikke minst.

MENNESKET I SENTRUM -----

Folk i arbeidslivet har behov for en fysisk trening og en arbeidsteknisk innsikt som kan være til hjelp i den enkelte arbeidsoperasjon - gjennom arbeidsdagen, ja hele arbeidsåret og livet med for den saks skyld. Vi skal derfor passe oss for å avgrense ergonomi-problemene til å gjelde spesielt "interessante" og "viktige" operasjoner som foregår på bestemte tider og bestemte trinn i arbeidsprosessen.

Vi skal nærme oss arbeidslivet med den innstilling at menneskekroppen er det fysiske leddet i alt arbeid og et ledd som skal stelles og brukes slik at det gjennom et langt liv skal yte mest mulig til fordel for "eieren", sett både fra inntektsmessige hensyn, hans velvære og velferd i det hele. Arbeid og ergonomi er noe som angår alle - gamle og unge - sterke og mindre sterke - store og små.

#### ET SOLID FUNDAMENT -----

Før vi tar til å høste de kunnskaper som ergonomien kan gi oss, er det av grunnleggende betydning at disse kunnskapene har et solid fundament. Et solid fundament bygger på en allsidig fysisk trening.

Er fundamentet svakt - dårlig fysisk form - vil det være nesten ugjørlig å nå fram til et tilfredsstillende resultat. En god fysisk form er nemlig av avgjørende betydning i arbeidslivet.

#### IKKE BARE IDRETTE -----

Selv om det innledningsvis er sagt at det var idretten som viste veien - må en ikke unnlate å nevne noen av de personer som har bidratt med vesentlige grunnleggende ting innen ergonomien.

Amerikanerne Gilbreth og Taylor utarbeidet allerede ved århundreskiftet prinsippene for bevegelseslæren. Svært ofte satte de effektiviteten i høysetet uten kanskje å ta nok hensyn til de menneskelige sider. På mange måter kan filmen "Modern Times" av Charlie Chaplin illustrere deres målsetning.

#### FORHOLDENE I DAG ----- OG I MORGEN

Utviklingen innen de forskjellige områder innen arbeidslivet har gått stadig i retning av større mekanisering. I mekaniseringens kjølevann følger automatiseringen i stigende grad.

Menneskets plass i produksjonen forandrer seg i takt med denne utvikling. Dette skaper nye problemer på det ergonomiske felt.

Mekaniseringen førte i første omgang til at mange mennesker ble spart for tungt manuelt arbeid og selv om det fremdeles er problemer nok i forbindelse med slikt arbeid må en anta at de etterhvert vil få mindre betydning. På den annen side har den industrielle utvikling ført til en stadig større spesialisering. Nye maskiner og arbeidsprosesser er blitt utviklet, og dette har igjen resultert i at svært meget manuelt arbeide - ergonomisk sett - er blitt mere statisk betont. Den stadig stigende tendens til overbelastninger i muskler og ledd bekrefter at en slik utvikling har funnet sted.

For å kunne håpe på en tilfredsstillende løsning av de mange ulike ergonomiske problemer, må utgangspunktet ikke glemmes: At mennesket selv er den største og viktigste produksjonsfaktor man



har på arbeidsplassen. Dette må vi ta hensyn til. Og det gjør vi ved å orientere oss om hele komplekset - som omfatter, og ikke blir så opptatt av enkelte såkalte "riktige arbeidsstillinger". La oss til slutt i denne innledning slå fast at i ergonomien har en den grunnleggende forutsetning at en ser de mange og ulike problemer ut fra den menneskelige faktor.

Derfor er det naturlig og riktig å begynne med en generell behandling av menneskeorganismens oppbygning og funksjoner.

### Anatomi og fysiologi.

Et menneske som ønsker å kjøpe seg en bil - og bruke den - er nødt til å sette seg noe inn i hva som skjuler seg under panseret på vogna.

Dette er et krav fra våre myndigheter.

Men de samme myndigheter krever ingen kunnskaper om kroppen av arbeideren ute på jordet, i skogen, ved skrivebordet eller i industrien. Dette til tross for at kroppen er et langt mer verdifullt og fintfølende instrument enn bilen.

Vi skal her kort forsøke å gi en framstilling om menneskekroppen og vi skal trekke fram noen enkle anatomiske og fysiologiske forhold som er særlig betydningsfulle i forbindelse med arbeid og arbeidstrening.

#### CELLENE

Effektiviteten av den menneskelige arbeidsmaskin henger sammen med evnen til stadig å forsyne cellene med næring og i å transportere bort avfallstoffer. Dessuten avhenger den av evnen til "å fornye seg", vedlikeholde seg selv.

Forholdet er at cellene i den levende organismen kan "skiftes ut", når en da ser bort fra cellene i de finere mekanismene som hjerne og nerver og til dels cellene i muskelvevet. (Jeg tror at det ikke bare er undertegnede som har grunn til å beklage seg over dette med hjernecellene ----).

Utsiftingen av cellene er nødvendig og normal og er en del av kroppens vedlikehold. I og med at celler skal erstattes og holdes vedlike, må det tilføres nytt bygge- og reparasjonsmateriale.

Det må tilføres impulser som gjør at materialet kommer til utnyttning. Dette danner bakgrunnen for mye av det vi leser om protein, mineraler o.s.v. i fôringslæren.

Det danner også den fundamentale bakgrunnen for alt vi doserer em mosjon og TRIM.

Nå er det slik at cellene, d.v.s. kroppen kan fungere på en måte gjennom lange tidsrom selv om vedlikeholdet oversees. En motor stopper vanligvis fort om drivstoff, olje og stell uteblir. Kroppen har en langt større tilpassingsevne. Dette fører gjerne til at det drives en viss "rovdrift" på kropp og celler, -- På samme måte som at jord alltid kan kaste av seg en avling år etter år uten større stell, men med minkende avkastning etter hvert, kan vi også presse noe ut av kropp og celler gjennom lang tid uten at stellet er fullverdig, og da med samme resultat som i den jordbruksmessige rovdrift.

Fra jordbruket kjenner vi et uttrykk som "jordtrett". Det henspiller ikke nettopp på rovdrift, men på det forhold at jord ser ut til å tape noe av sin livskraft ved ensidig bruk. I en viss forstand har dette også en paralell i det som gjelder kroppen. Ensidighet i bruken kan føre til en viss svekking i den mer alminnelige livskraft ved at vitale deler (f.eks. hjerte og lunger) ikke utvikles og holdes vedlike i takt med det som skjer i mer spesielle deler (f.eks. spesielle muskelgrupper).

Vanligvis deler en kroppen inn i 9 forskjellige organsystemer. Vi skal ta for oss de organsystemer som spiller en vesentlig rolle i ergonomien.

#### Skjelettet.

Det kan være grunn til å fremheve at skjelettet er en nokså sammensatt konstruksjon med i alt over 200 ulike enheter av forskjellig form og størrelse.

Skjelettet byr på en lang rekke fine og interessante detaljer, som det er all grunn til å studere i medisinen og sykepleien - av kroppens ingeniører og mekanikere. Vi skal først og fremst samle oss om prinsippene for kroppsbruk - vi ser det hele som sjåføren av den menneskelige maskinen.

Betrakter vi en tegning av skjelettet, merker vi som et første hovedtrekk at skjelettet danner en sentral ramme av forholdsvis enkle og framfor alt kraftige deler mens det fra denne rammen grener seg ut et system av mekanismer som blir stadig spinklere og mer sammensatt etter som vi beveger oss mot ytterpunktene.

Denne konstruksjonen fører med seg:

Stor bæreevne og stor styrke i de sentrale delene av skjelettet. Det blir store utslag ved skifte av stillinger og vinkler mellom dem.

Motsatt blir det mindre bæreevne og styrke, men større presisjon ved skifte av vinkler mellom de perifere deler.

Ut fra en ergonomisk tankegang kan vi dra følgende slutning: Ved arbeidsoppgaver som krever stor kraftutfordelse tar vi fortrinnsvis i bruk de sentrale kraftige knoklene.

Ved oppgaver som krever stor presisjon nytter vi de finere, perifere knokler.

#### Ryggen.

Ryggens utseende veksler meget hos de ulike mennesker. Den svakt S-formede rygg regnes som den mest velformede og beste. Andre kan ha en markert svai (lordose), rundrygg (kyfose), skjev rygg (skoliose). Dårligst er kanskje de stilt som har en overdreven "rett rygg "Militær holdning".

Men la oss slå fast at det ikke er ryggens utseende, men mer dens indre konstruksjon og måten den brukes på som er avgjørende om en vil få ryggglidelser eller ikke.

Ryggraden er bygget opp av 33-34 virvler. Når disse stables oppå hverandre danner benringene en kanal - ryggradskanalen. Mellom virvellegemene er det bruskskiver som virker som fendere eller støtffangere og i høy grad øker bevegligheten i ryggstøtten.

Men vi skal merke oss at det også er leddforbindelser mellom virvlene. Disses konstruksjon er slik at de mer eller mindre begrenser bevegelsesutslagene. Selv når ryggen holdes "rett" er det en grense for den belastning systemet kan tåle - uten at det inntreffer varige deformasjoner

#### Føttene.

Da svært mange av de nakke- og ryggglidelser folk ofte har skyldes endrede forhold i føttene - skal vi ta for oss oppbygningen og virkemåten i denne del av skjelettet.

Konstruksjonen kan sammenliknes med en gammeldags steinbro. Buen holdes oppe dels av sin egen konstruksjon - videre av kraftige bånd og sist, men ikke minst av kraftig muskulatur som er plassert i leggøen. Når vi går eller løper, vil buen bli presset ned, men etter at belastningen er over, hever den seg igjen.

Utsettes føttene for en langvarig belastning - f.eks. stående, tungt løftearbeide på hardt underlag, vil buen i foten etter hvert synke ned - bånd og muskelatur strekkes, og det kan oppstå en "langplattfot" og/eller en "tverrplattfot".

Har vi et tungt kroppsarbeid, er det nødvendig med et sollid fottøy av lær - hvor selve fottøyets konstruksjon kan hjelpe til å holde buen oppe.

Merk deg at foten er "mindre" i sittende enn stående stilling. Du må ha noe "å gå på". I sittende stilling bør du kunne stikke lillefingeren ned mellom helen og helkappe.

## Muskulaturen

Den muskulatur som beveger vårt skjelettsystem utgjør ca. 40 % av legemsvekten. Både kvantitativt og kvalitativt er denne tverrstripet muskulatur en meget viktig del av vår organisme. I vårt siviliserte samfunn etterstræbes nå et liv hvor musklene brukes minst mulig. Det rasjonaliseres i den grad med muskelkraften at det går ut over hele organismens velvære. Gammeldags tungt arbeid er snart en saga blott, idet den menneskelige muskelkraft i stor utstrekning er erstattet med andre energiskilder som olje, elektrisitet, o.l. Menneskene blir derfor ikke lenger betraktet som en maskin, men mere som et ledd i et kommunikasjonssystem. Arbeidere kontrollerer nå maskinkraften ved hjelp av håndtak, brytere og instrumenter. Muskelkoordinasjonen - samspillet mellom de forskjellige muskler som deltar i en bevegelse - er nå viktigere enn selve muskelkraften.

Ved riktig opplæring vil både enkle og mer kompliserte bevegelser kunne utføres ved hjelp av en liten muskelmasse. I det daglige yrke bruker de fleste av oss kun en liten brøkdel av muskulaturen. Den del av muskelsystemet som ikke er i aktivitet vil litt etter litt bli svekket.

En kan da spørre om det er riktig å redusere vårt muskelbruk i så stor utstrekning som det er gjort i dag. Svaret tror jeg må bli et ubetinget ja, men det forutsetter at musklene trenes opp på en annen måte enten i arbeidet eller i fritiden.

Et velutviklet muskelsystem er nemlig et meget stort aktivum. Det hjelper å støtte leddkapsler og bånd, så vi f.eks. ikke så lett får kink i ryggen. Når vi et ensidig arbeide eller begynner vi med et nytt, så vil en trenet muskulatur hindre muskelsmerter og yrkesmyalgi.

Muskelsystemet er også en meget viktig faktor i blodtransporten. Det hjelper til å føre blodet tilbake til hjertet. La oss slå fast at blodsirkulasjonen bedres med en veltrenet muskulatur, og at muskeltrening kan forebygge sykdommer i hjerte- og karsystemet. (Cholesterolinnholdet hos trenede individer er lavere enn hos utrenede).

Det er således mange faktorer som viser hvor viktig en velutviklet muskulatur er for menneskets trivsel og velvære. La oss være klar over at skjelettsystemet har mange viktige oppgaver og følgelig er det av den største betydning for organismen som helhet at alle muskler blir brukt. Ved den "hyperrasjonalisering og affek-

tivisering" vi kan registrere på mange av våre arbeidsplasser i dag, så er det nødvendig for de fleste at "vedlikeholdsarbeidet" blir foretatt utenfor arbeidstiden.

### Muskelenergi

Energien for musklens aktivitet kan leveres på to prinsipielt ulike måter:

#### 1. Anaerobt arbeid -

ved spalting av energiholdige stoffer i musklene, hvor de kjemiske prosesser utvikler energi ved omdanning av glykogen til melkesyre. Denne prosess foregår uten oksygen - derav navnet.

#### 2. Aerobt arbeid -

ved forbrenningsprosesser under opptagelse av oksygen, hvor blant annet melkesyre forbrennes til kulldioksyd og vann under frigjøring av en stor energimengde.

Denne prosess foregår med oksygen - derav navnet.

Glykogenet er et kullhydrat dannet av druesukker. Hos et voksent menneske kan det "lagres" ca. 350 gr. Under tungt kroppsarbeide vil dette forbrukes på et par timer. Av energi som blir frigjort i musklene under de nevnte forhold går ca. 70 - 75 % til varme, resten til arbeidet.

Men vi skal være klar over at av denne resten på ca. 30 % kan vi under normale forhold kun utnytte ca. 65 %.

Vi skal bestrebe oss på å unngå anaerobt arbeid. Der det er nødvendig må vi passe på å legge inn hyppige pauser. En liten hvilepause på bare 15 - 30 sek. har vist seg å være meget gunstig.

### Muskelarbeid

Vi skjelner mellom to hovedtyper av muskelarbeid: dynamisk og statisk muskelarbeid.

Ved dynamisk (isotonisk) muskelarbeid skjer det en skifting mellom kontraksjon og avspenning. Avstanden mellom en muskels utspring og feste er stadig under forandring. Spenningsendringene i muskulaturen gir gode forhold for blodtilførselen, ved at blodet blir "pumpet" gjennom muskelen.

Ved statisk (isometrisk) muskelarbeid er muskelen vedvarende kontrahert. Avstanden mellom muskelens utspring og feste er hele

tiden den samme. Blodårene i muskelen blir presset sammen - blodstrømmen hindres - og oksygenforsyningen til muskelen uteblir. Ved statisk muskelarbeid vil vi etter en ganske kort tid merke en tretthet - etter et langvarig statisk arbeid vil trettheten følges av smerter i muskulaturen.

Det er vanskelig å unngå statisk muskelarbeid helt. Kroppens sentrale muskelgrupper må ofte arbeide statisk, som f.eks. ved start av raske eller tunge bevegelser, presisjonsarbeider etc. Vi kan eliminere noen av disse skadevirkninger ved å foreta små endringer i arbeidsstillingen.

---

Etter dette korte overblikk over bevegelsesapparatets bygning og funksjoner, må konklusjonen når det gjelder bruken av dette bli:

1. Å sørge for at en bruker de sterke enhetene til det tunge arbeidet og de svake til det lette og hurtige arbeidet.
2. Å passe på at de sentrale deler av leddene blir belastet ved tungt arbeide.
3. Å velge arbeidsstillinger og bevegelser som tillater mest mulig dynamisk muskelarbeide.
4. Å sørge for - sist men ikke minst - opptrening av bevegelsesapparatet slik at det får et overskudd i forhold til arbeidets størrelsen.



## BEVEGELSESLÆRE.

I et hvert arbeid er det viktig å finne fram til en hensiktsmessig utgangsstilling og bevegelsesmåte, slik at selve arbeidet kan utføres på beste måte.

### 1. Utgangsstillingen.

Måten føttene plasseres på er av største betydning og gir grunnlaget for utslagsstørrelse, balanse og hastighet.

- a. Gangstående, gir skyvekraft og stabilitet i retningen framover-bakover.
- b. Bredstående - føttene langt fra hverandre til side - gir skyvekraft og stabilitet i sideretning.
- c. Gangstående/skrått fram - gir skyvekraft og stabilitet i begge retninger, men redusert i forhold til a og b.

### 2. Kroppens bevegelsemåter.

- a. Føring. En føring er en bevegelse som blir styrt av muskelenkraften. Typiske eksempler på slike muskelstyrte bevegelser er f.eks. å skrive på en tavle, å male en vegg eller å tre tråden gjennom et nåløye.

Muskelinnsatsen under en føring er hele tiden jamn - bevegelsen er til stadighet under kontroll.

- b. Pendelbevegelse. En pendelbevegelse starter sentralt og forplanter seg utover i kroppen. En sterkere kroppsdel arbeider før de svakere trer i aksjon. På denne måten blir bevegelsesenergien overført.

I en pendelbevegelse slutter musklene å arbeide ennå før bevegelsesutslaget er ferdig. I denne form for arbeid utnyttes ofte tyngdekraften og/eller den bevegelsesenergi kroppsdelene har fått. Er arbeidet meget tungt, starter bevegelsen i hoftepartiet (kroppens bulldozer) - forplanter seg via skulderen (kroppens traktor) - for så å ende i hånden (kroppens mix-master). Typisk for disse pendelbevegelser - når disse blir gjentatt - er at de sentrale, arbeidende kroppsdelene tar til å arbeide i motsatt retning, ennå før de perifere har avsluttet sitt arbeid.

Bruk av hakke - barkespade og ljå er typiske pendelbevegelser.

Husk alltid på å la føttene peke i arbeidsretningen. På den måte kan du unngå uheldige belastninger på ledd og bånd.

### 3. Hodets og øynenes betydning.

I mange arbeidsinstruksjoner blir det beskrevet hvordan hodets stilling skal være eller hvordan blikket skal festes. Dette skyldes det faktum at blikket kan utløse de reflekser som får resten av kroppen til å følge med. Bøyes f.eks. hodet fram under et løft og en lar blikket falle på føttene, så vil ryggen vanligvis få en uheldig bøyning.

### ARBEIDSTEKNIKK.

Vi kan kort definere arbeidsteknikk som:  
Måten å bruke kroppen på ved en bestemt arbeidsoperasjon.

Vi søker ved riktig arbeidsteknikk å finne fram til det mest hensiktsmessige samspill mellom menneskekroppen og arbeidsredskapen. Men la det være klart - at selv om vi finner fram til en meget god og brukbar arbeidsteknikk i en enkelt arbeidsoperasjon - så er det dermed ikke sagt at vi skal bruke denne gjennom en hel økt. Variasjoner må til.

1. Arbeidsstillinger. Vi kan dele arbeidsstillingene inn i 4 grunnstillinger:

1. Liggende
2. Sittende
3. Stående
4. Frambøyd

Settes kraftforbruket til 100 for den liggende stilling, vil den være for den sittende 104, for den stående 112 og for den fram-bøyd 155.

a. Sittende arbeidsstilling. 2/3 av låret plasseres på stolens sete. Leggen på skrå-ned, framover, slik at lodmlinjen gjennom kneets framside går på baksiden av helen. Parallele føtter. Overkroppen naturlig reist - litt framfelt. Hodet i forlengelse av kroppen. Skulderen senket og albuen inntil kroppen. Stolens ryggstøe plasseres litt over beltestedet, i svairyggen.

I denne sittestilling avlaster vi kne- og ankelledd og balanse-muskulaturen nedenfor hoftepartiet. Ved at låret går svakt fram/oppover og at partiet om knehasen er fri, blir blodsirkulasjonen lettet. Føttene skal bære benenes tyngde.

Ved at ryggstøtet blir plassert omkring beltestedet (ca. 20 cm. fra stolsetets plan), reduseres balansearbeidet i bekken - og ryggpartiet.

Stolsetet bør være plant - dette gir en større bevegelsesmulighet. Er stolsetet "anatomisk formet" låses en fast i en stilling og har lett for å få uheldige trykk på øvre del av låret. - "vi skal sitte på baken" sitteknutene og ikke på "hoftene". Vanligvis vil riktig høyde på stolsetet være opp til underkant av kneskålen.

#### b. Stående arbeidsstilling.

Føttene paralelle i en avstand av ca. 1/2 fot. Benene er løst strukket. Ryggen naturlig reist og hodet i forlengelse av kroppen.

Skuldrene senket og lett tilbakeført. Armene langs lårene med handflaten inn mot disse. Tygden på fotballene - jamt fordelt på begge føtter.

I denne stilling vil kroppens tyngdepunkt falle sentralt på understøttelsesflaten og balansearbeidet reduseres. Den stående stilling belaster i særlig grad føtter og ben og stiller store krav til kretsløpsorganene ved at benmuskulaturens pumpevirksomhet er satt ut av funksjon. Belastningen på hjertet og blodkretsløpet er større i den stående enn i den sittende arbeidsstilling.

#### c. Frambøyde arbeidsstilling.

Bøyes eller felles overkroppen framover, får vi en frambøyd arbeidsstilling. Denne stiller store krav til ryggens muskulatur og forsiden av kroppen blir presset sammen. Lar vi overkroppen bøye ytterligere fram - slik at kroppen "henger" i ryggens lende-parti - så reduseres belastningen på ryggen, men vi skal forsøke å unngå langvarig arbeid i denne stilling.

#### 2. Armer og hender.

Armer og hender utgjør kroppens viktigste arbeidsredskap. Det er av den største betydning at disse nyttes riktig. Håndleddet bør arbeide i mellomstilling, dvs. handen i forlengelse av underarmen. Blir håndleddet strukket eller bøyd, svekkes handkraften - underarmens muskulatur går fort trett, og senene i håndleddet har dårlige arbeidsforhold.

### 3. Grepet om et redskap.

Er arbeidet et typisk pendelarbeid (barking - skyfling) nyttes overtak med begge hender.

Er arbeidet mer løftebetont (spaing), nyttes undertak med fremre hand.

Det er viktig at redskapet - skaftet passer til handen. Et skaft er passe tykt når det er igjen ca. 1 cm mellom tommel- og langfinger etter at grepet er tatt. Er skaftet eller handtaket for tynt eller for tykt vil dette vanligvis føre til en ekstrabelasting på fingrenes og underarmens muskulatur.

### 4. Arbeidsredskap.

En skal i størst mulig utstrekning utnytte de muligheter som er slik at den enkelte arbeider kan få nytte et arbeidsredskap som "passer".

Faktorer som bestemmer redskapets utforming er bl.a. kroppen (størrelse og krefter) og arbeidets art.

Ved å ta med disse ting ved utformingen eller valg av et arbeidsredskap - vil redskapet kunne avpasses etter individet.

Alle vet hvor lang en skistav skal være. Er den bare 10 cm. for kort eller for lang så gjør dette vesentlig utslag i arbeidsutføringen. Er stavene for korte, blir det en vesentlig større belastning på ryggen - og trettheten melder seg snart. Er stavene for lange, er det vanskelig å få utnyttet kroppens arbeidsevne. Kan du fortelle meg hvor lang en spade eller grep skal være?

### Tretthet i arbeidet.

La oss se positivt på trettheten å definere den som: En fysiologisk foreteelse som kroppen har som selvforsvar til ikke å ta ut de siste kreftene.

Tretthetstegn under et arbeide er med andre ord en sikkerhetsanordning. Fortsetter vi et arbeid etter at trettheten har gitt seg til kjenne, nærmer vi oss ganske snart grenseverdien for arbeidsstopp.

At tretthet inntreer skyldes i første rekke at nervecellene er blitt overbelastet. Videre kommer den av at det er blitt en svikt i blodtilførselen og blodets sammensetning. I muskulaturen får vi en opphopning av avfallsstoffer som nedsetter muskulaturens arbeidsevne.

Trettheten gir seg uttrykk ved kroppens bevegelser blir ukontrollert, kraftinnsatsen blir mindre og feilprosenten større.

Lokal muskeltretthet. Mange yrker - som i og for seg er fysisk lette - kan lede til tretthet og andre besværigheter gjennom overanstrengning av enkelte muskler.

Overanstrengelsen kan bero på at arbeidet er statisk betont. Videre kan årsaken være at en nytter samme muskel uten at det skjer noen forandringer verken i arbeidsstilling eller bevegelse. Under hogst i skogen f.eks. er arbeidet rikt på variasjoner. Dette fører til at vi ofte unngå lokal muskeltretthet i skogsarbeidet.

### Arbeidsulykker.

Det skulle være unødvendig for min ærede leser å referere tall fra Rikstrygdeverket om hvor mange arbeidsulykker det registrerer. Dødsfall - invaliditet - tapte arbeidsdager. Pedagogisk kunne det være riktig å skremme med noen tall som avgjort har en stor innvirkning på vårt nasjonalbudsjett. Men vi skal la dette ligge.

Derimot kan vi ta fram våre matematiske tegn og la disse være oss behjelpelig til å huske at arbeidsulykkene:

- de minsker landets produksjon
- + de øker mangelen på arbeidskraft
- : de deler arbeidsbyrden ujamt
- x de mangedobler våre bekymringer

Over inngangsporten til en fabrikk i England står det med sirlige bokstaver: PREVENTION IS BETTER THAN CURE. (Fritt oversatt: Det er bedre å forebygge enn å reparere.)

La oss gå til kamp mot arbeidsulykkene på bakgrunn av denne regel

ARBEIDSBELASTNING

GRADERINGSSKJEMA FOR ARBEIDSBELASTNINGEN

- Arbeidstyngde -  
(Fysiologisk arbeidsbelastning)

Funksjon	Meget lett	Lett	Moderat	Tungt	Meget tungt	Ekstremt tungt
Opptak av åndingsluft l/min	7	15	30	50	80	120
Pulsfrekvens slag pr.min.	(75)	75-100	100-125	125-150	150-175	175
Kroppstemperatur, ° C		37,5	37,5-38,0	38,0-38,5	38,5-39,0	39

Dette skjema er satt opp på bakgrunn av studier som er foretatt ved ulike arbeidsplasser hovedsaklig jernverk og skogbruk.

Når det gjelder surstoffopptak gjelder dette for voksne personer (ikke alt for gamle) med en max. kapasitet på ca. 4 liter pr. min. For puls og temp. er det ikke tatt noe forbehold.

Eksempler på gruppeinndeling:

Meget lett: Skrivebordsarbeide.

Lett: Sittende og stående arbeide i industrien. (Der det ikke forekommer noen direkte kroppsbelastning.)

Moderat: Arbeidet kan fra et energimessig synspunkt utføres kontinuerlig (av en frisk og normalt utviklet person).

Tungt: Skal "tungt" arbeide utføres noenlunde kontinuerlig gjennom dagen, må utøvernen ha gode fysiske forutsetninger, dels også trenet med hensyn til yrkets krav. Eksempel på denne er gravings- og gruvearbeid, samt noen av de arbeidsoperasjoner som foregår i skogbruket.

Meget tungt og Ekstremt tungt: Her blir arbeidet typisk anærobt. Pausebehovet blir stort - (Lenger enn selve "arbeidstiden" Til denne gruppe hører manuelt laste- og lossearbeid, og f.eks. lunning i skogen.

K R O P P S T E S T I N G.  
-----

For å lære kroppen bedre å kjenne og om de prinsipper den bør arbeide etter er det nyttig å foreta en undersøkelse av styrkeforholdene og leddutslagene i kroppen.

Ved hjelp av disse undersøkelser vil vi ofte finne fram til de prinsipper som vi direkte kan overføre på de enkelte idretts- og arbeidsøvelsene.

Som gruppearbeide skal vi foreta følgende tester:

1. Styrkeforholdet i føttene ved belastning av indre og yttre fotrand. (Belastning: Hjelper sitter på nakken).  
Styrkeforholdet i føttene ved paralelle eller "Chaplin"-fötter.
  2. Styrkeforholdet i lår-sete - partiet. (Belastning: Hjelper på ryggen). Finn ut hvordan event. styrkeforholdet i beina varierer når vinkelen mellom legg og lår endres.
  3. Styrkeforholdet ved et "sideløft". 1. "Ryggen mot." 2. "Siden imot". 3. "Brystet imot".
  4. Styrkeforholdet i armenes "strekkerer" når avstanden mellom hendene varierer.  
Vi nytter her stupfall-liggende stilling.
  5. Styrkeforholdet i "skulderpartiet" ved dobbelttak (ski).
    1. Når armene og skuldrene er strukket godt fram.
    2. Når armene er rette men skuldrene er ført tilbake.
  6. Styrkeforholdet i hånden ved varierende vinkler i håndleddet.  
To arbeider sammen, den ene trykker - den andre registrerer trykket.
  7. Vi går på "leddutslagsjakt"!  
Undersøk gruppens gjennomsnittsutslag i de forskjellige "hovedledd"
  8. "Eksteriørbedømmelse" av ryggen.
    1. I oppreist stilling bakfra.
    2. I oppreist stilling fra siden.
    3. I frambøyd stilling
    4. Stå inntil en vegg - før armene fram-opp. Slipper ryggen vegg?
  9. Test ryggens muskulatur. Tommelene i siden - de andre fingrene tar et lett tak i ryggens muskulatur - like over beltestedet.  
Vi registrerer muskelarbeidet i:
    1. Oppreist stilling
    2. Framfelt stilling
    3. Under gang og jogg.Sett testresultatet i sammenheng med dine omfattende kunnskaper om statisk og dynamisk muskelarbeide.---
- OBS! La det bli en "likevekt" mellom resultatenes nøyaktighet og observasjonens nøyaktighet.



A R B E I D S I N S T R U K S J O N .

1. ORIENTERING OM DET SOM SKAL LÆRES.

Få opp interessen for nettopp å lære dette.  
Gi veiledning om skader og ulykker.

2. VIS HELE ARBEIDSOPERASJONEN.

Husk: Fra begge sider.

3. KORT FORKLARING.

Husk: Den skal være kort.

Beskriv det hele ved følgende framgangsmåte:

Plassering - bena - knær - hofte - ryggen - hodet - armene -  
grapet.

4. ELEVEN PRØVER.

Iakta eleven fra forskjellige synsvinkler.

La eleven foreta arbeidet flere ganger.

5. ØVING.

Det er nødvendig at eleven får høve til å øve.

Selv om en instruksjon er gitt - og alt er forestått - så  
tar det tid før han kan gjøre det riktig.

6. DETALJTRENING.

Meget ofte vil det være vanskelig å lære hele arbeidet på en gang.

Det vil da være nødvendig å gi detaljinstruksjoner.

Oppdelingen i "detaljinstruksjoner" er avhengig av arbeidets art -  
og elevenes ferdighet.

-----

Under punktene 5 og 6 - øvring og detaljtrening - er det viktig  
at elevene får en positiv feilretting.

Eks.: Per - strekk raskere i knærna under løftet.

Det er uheldig og galt å si: Du gjør feil med bena, Per.

La alltid elevene få prøve seg flere ganger, før du bestemmer  
deg for hva du vil rette på.

Husk: - Betrakt elevene fra forskjellige synsvinkler. Noen feil  
ser du best fra siden - andre rett forfra.

Og tilslutt: Unngå MUNNDIARE.

-----

INSTRUKSJON I LØFTING - GRUNNLØFT-

Utgangsstilling.

Føttene paralelle. Avstanden mellom dem avpasses etter den ting som skal løftes. Stå så nær inntil tingen som mulig. Hele foten på underlaget.



Kroppen naturlig reist - lang nakke.

Skuldrene senket - armene løse og ledige.

Blikket ned-fram.

Ned i løftestilling.

Bøyer i kne- og hoftelodd samtidig, som kroppen felles framover.

Hodet i forlengelse av kroppen.

Vinkelen mellom legg og lår og lår og kropp skal være like store.

Pass på at knærna ikke "glir ut".

Grepet: En griper med handflatene vendt innover og tommelen framover. Fingertak. Handleddet i mellomstilling.



Løftet.

Løftet tar til ved en samtidig strekning av kne- og hoftelodd. -Jevn bevegelse.

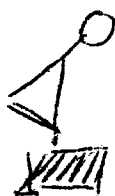
I starten av bevegelsen føres kroppstynghden litt tilbake.

Ryggen er strak under hele løftet.

Kroppstynghden jamnt fordelt på begge føtter.

Stå størt - unngå rykk.

Trekk inn pusten - hold pusten - og løft.



.....

Kroppstyper.

Du vil komme i kontakt med mange slags mennesker.

Kroppstypen kan svært ofte hjelpe til når du skal "plassere" vedkommende.

La oss se litt nærmere på de enkelte kroppstyper og hvilke egenskaper vi tillegger disse.

Vi har 3 hovedtyper:



PYKNISKE

---



LEPTOSOME

---



ATLETISKE

----

"Tønneform"  
Korte armer  
Korte ben  
Myke fingrer  
"Mykt" hår,  
Blir lett skallete  
Oppstopper  
Rødlig hudfarge  
Kort hals.

Lange armer  
Lange ben  
Smal over skuldrene  
Uregjerlig hår,  
Markert neseparti  
Blek hudfarge  
Alltid tynne  
Kvinner rel. meget mindre enn menn

Kraftige hender og armer  
Muskulær type  
Lang hals  
Frisk hudfarge  
Muligheter for fettlag

Sanvinske  
Selskapelige  
Gemyttelige  
Skiftende karakteregenskaper  
Nærtagende  
Handler før de tenker  
Blir sjelden nervøse

-----  
Må passes på  
Spill-opp-maker

-----  
Liker å representere

Melankolske  
Kan virke uselskapelige  
Alvorlige  
Liker orden  
Påpasselige mennesker

-----  
Herskernatur  
Idealister  
Ofte nervøse,

-----  
Kan stole på dem i arbeidet  
Må stagges  
Tilbakeholdne - innesluttende

Flegmatiske (seigtflytende slim)  
Dorske  
Sjelsro  
Karakterstyrke i vanskelige situasjoner  
Sjelden nervøse  
Jevn i humør og temperament  
Trofast i vanskap og ekteskap

-----  
PYKNOS betyr:  
Tykt fettlag

-----  
LEPTOSOM betyr:  
smal kropp

-----  
ATLETISK betyr:  
Egnet til kappesstrid

## Tilpassing av arbeidet til arbeideren

av Haldor Røyne

Dette er et av formålene ved metodestudiene. Arbeidsfysiologiske og -psykologiske momenter kommer sterkt inn i bildet her. Faktorer som støy, støv, røyk, damp, gass, lys, temperatur, arrangement på arbeidsplassen, utforming av maskiner, redskap og utstyr kan spille en stor rolle. Det vil med andre ord si at det kan være særs mange faktorer å ta i betraktning ved utvikling av nye og bedre arbeidsmetoder. Noen av disse faktorene blir kort omtalt her.

Uttrykket "Tilpassing av arbeidet til arbeideren" svarer til det engelske "Fitting the job to the worker", til det amerikanske "Human Engineering" og til det tyske "Anpassung der Arbeit an den Menschen".

Problemet har mange sider, og skal det tas opp i sin fulle bredde, trengs nært samarbeid mellom spesialister fra mange fagområder, som konstruktører, arkitekter, metodeingeniører, rasjonaliseringsingeniører, leger og psykologer m.fl.

Oppgaven å tilpasse arbeidet og arbeidstilhøva til arbeideren er i prinsippet den samme i jord- og hagebruk som i industrien. Men problemene kan få forskjellig vekt. Ulempene av støy, av støv og andre luftforurensninger, av høy temperatur og monotoni er vel ofte større i industrien enn i jordbruket. Også belysningsproblemene er det skilnad på. Det er riktig nok så at mye arbeid i jordbruket blir utført i kunstig lys. Men presisjonen som kreves er som regel ikke stor, og da stilles det heller ikke store krav til belysningen.

Jordbrukets større foredlingsbedrifter blir å betrakte som industri i denne sammenheng.

Viktigste kravet er sikkerhet mot skade på helse.

En skiller ofte mellom akutte skader (uhell, ulykker) og kroniske skader. De siste utvikler seg snikende gjennom år eller tiår.

Skadene blir søkt forebygget på flere måter.

### 1. Ved lovgiving.

Sikkerhetstiltak av mange slag er påbudt i lover og forskrifter. Slike tiltak vedkommende bygninger, maskiner og bruk av plantevernmidler m.v. blir gått gjennom i andre fag.

## 2. Ved forskning.

Det blir lagt an på bl.a. å klarlegge årsaker og finne rådgjerder såvel mot akutte som kroniske skader.

## 3. Ved organisert vernearbeid.

Statens og det Kommunale arbeidstilsyn ledes av Direktoratet for arbeidstilsynet under Kommunal- og arbeidsdepartementet. Landet er delt i 9 distrikter med hver sitt distriktstilsyn.

Vern og Velferd er en sammenslutning av offentlige og private institusjoner og organisasjoner, bedrifter og enkeltmedlemmer. Et særutvalg i Vern og Velferd er Verneutvalget for jordbruket.

Vern og Velferd driver en landsomfattende opplysningsvirksomhet for å forebygge skader, især de akutte.

Norges Bygdeungdomslag, Norges Bonde-Kvinnelag, Norges Skogeierforbund og Norges Bondelag har i fellesskap nevnt opp Landsutvalget for Arbeidsteknikk. Dette utvalget har bl.a. holdt kurs for landbrukslærere og drevet opplysningsvirksomhet om "bedre arbeidsteknikk" d.v.s. "riktigere" bruk av kroppen. Dette skulle bidra til bl.a. å redusere tallet på vonde rygger.

Støv og andre luftforurensninger, støy, for høy (og for låg) temperatur og feilaktig belysning på arbeidsplassen kan være årsak til kroniske skader. En mengde undersøkelser er utført og litteraturen om emnet er omfattende.

Stort sett kan en si problemene er taklet etter to hovedprinsipp:

Medisinsk kontroll av de personene som er utsatt for risikoen, og teknisk kontroll på arbeidsplassen av de skadelige faktorene.

Ved å sammenligne resultatene som etter hvert vinnes ved erfaring fra slik kontroll, kan det stilles opp visse grenseverdier eller terskelverdier som de skadeframbringende faktorer ikke må overskride. Men framgangsmåten passer ikke like godt for alle de faktorene det er tale om.

a Lys.

Dagslys er beste arbeidslyset. Men kveld og morgen blir det for svakt i den mørke årstida. Innendørs arbeid krever lokaler med relativt meget stor vindusflate hvis dagslyset skal nyttes best mulig. Dette fører til visse vansker for temperaturreguleringen - kaldt om vinteren, varmt om sommeren. Det lar seg gjøre å få meget tilfredsstillende lysforhold med bare kunstig belysning. Men den mangel på kontakt med "ytterverden" som dette fører med seg (lokaler uten vinduer) regnes å ha uheldig virkning psykologisk. Derfor tyr en oftest til en kombinasjon av dagslys og kunstig lys i arbeidslokalene.

Belysningsteknikken er av relativ ny dato. Det er bare de siste 30 - 40 år en har ofret problemet rasjonell belysning på arbeidsplassen noen større oppmerksomhet. Grundige undersøkelser har vist at riktig belysning har ført til økt velvære og arbeidslyst, større og bedre arbeidsytelser, mindre tretthet, færre uhell og ulykker. Mangler ved belysningen skyldes oftest en eller flere av følgende feil:

For svak belysning

Feilaktig plassering av lyskilden

Blending, direkte og/eller indirekte

Forstyrrende skyggevirksomheter og skarpe kontraster.

Uheldig fargevalg

Belysningsstyrken (=lysstrøm pr. flateenhet) måles i lux. For belyste flater nyttes ofte enheten apostilb, som er et mål for den reflekterte lystetthet. Synsfysiologisk er dette et viktig lysteknisk begrep, fordi det er det reflekterte lyset som treffer øyet og dermed er avgjørende for det subjektive lysinntrykket. Et apostilb er den lystetthet en absolutt kvit og diffust reflekterende flate har når det belyses med 1 lux. (Lystetthet kalles også luminans).

Selskap for Lyskultur har laget tabeller over minimums belysningsstyrke, målt i lux, for en mengde ulike arbeidsoppgaver. Verdiene er ikke å betrakte som normer eller standarder. De skal tjene til veiledning når en skal kontrollere eller beregne belysningen for bestemte arbeid. Slike tabeller fins i enkelte håndbøker, f.eks. i Proforapporten, Arbeidsfysiologiske problemer. Del 1. 1957.

Kravet til belysning varierer som før nevnt meget sterkt med arbeidets art, - fra 40-50 lux ved "grov" arbeid opp til 30 000 lux på kirurgens operasjonsbord.

Behovet for god belysning stiger med alderen. Det angis at en ved 60 års alder trenger tre ganger så stor belysningsstyrke som ved 20 års alder for å se like bra.

#### Plassering av lyskilder, blending.

Belysningen avtar omtrent proporsjonalt med kvadratet på avstanden fra den belyste flate til lyskilden. Denne avstanden er derfor meget viktig. Med de belysningstekniske hjelpemidler som står til rådighet nå for tiden kan kravet til belysningsstyrke alltid oppfylles. Derimot er det vanskelig å unngå blending. Når øyet blendes kan det ikke se så klart og hurtig som ellers. Tretthet i øynene, hodepine og annet ubehag opptrer også, og setter ned arbeidsevnen. Setter en inn dobbelt så sterke lyspærer, øker belysningen til det dobbelte, men blendingsgraden blir vel så 3 ganger så stor som før.

Klager over at belysningen i et arbeidslokale er for sterk, skyldes oftest blending. Dagslyset utendørs er i regelen langt sterkere - uten at noen merker noe ubehagelig av den grunn. Blending skyldes at for mye "uvedkommende" lys kommer inn i øyet i tillegg til det diffust reflekterte lyset fra det en vil se, og en taler om direkte og indirekte blending alt etter om lyset som blender kommer direkte fra lyskilden eller er reflektert.

Direkte blending unngår en ved hensiktsmessig plassering og skjerming av lyskilden og/eller av øyet. En prøve på om indirekte blending gjør seg gjeldende, kan en få ved å erstatte "arbeidsstykket" med et speil. Hvis en ser lyskilden eller noe annet blankt i speilet kommer det innfallende lyset i ugunstig vinkel. Dette kan så rettes på, eller en kan bruke diffus belysning.

Uheldig kontrastforhold og ditto lysfarge bidrar også til at belysningen kan synes for sterk, enda om den er langt svakere enn behagelig dagslys.

En taler om almenbelysning og plassbelysning.

Almenbelysningen belyser hele arbeidslokalet, plassbelysningen den enkelte arbeidsplassen.



Til arbeid som krever liten nøyaktighet er god almenbelysning tilstrekkelig. Med økende krav til presisjon øker også kravet til belysningsstyrken, og da trengs det plassbelysning i tillegg. Bare plassbelysning er i regelen mindre heldig. Kontrastene blir gjerne for skarpe og dette setter for store krav til øyets adaptasjonsevne.

Det angis at den nærmeste bakgrunnen bør ha en luminans (lystetthet) på minst 1/3 av arbeidsstykkets, og de mer perifere delene minst 1/10.

Før "Hitlerkrigen" var det mange steder gjort mye for å skaffe lyse, trivelige arbeidslokaler. Det viste seg imidlertid at ikke bare vegger og tak, men også maskiner og utstyr m.v. burde få lysere farger enn før var vanlig. Hvis ikke, ble øyet utsatt for unødige anstrengelse som følge av for store lys- og fargekontraster. En kom etter hvert fram til visse standardfarger som viste seg hensiktsmessige. (Jfr. Norsk Standard 463).

Lys med spesiell farge nyttes til spesielt bruk.

Gult lys i støperier og i tåkelys, (trenger gjennom dis og damp) og kvikksølvlys eller kvartslamper for visse slag kontrollarbeid er eksempler.

### Temperatur, luftråme og luftbevegelse.

Ekstrem temperatur på arbeidsplassen reduserer arbeidsevnen. Luftråme og -bevegelse kan og spille en betydelig rolle. Når det gjelder arbeid i friluft er det som regel lite annet å gjøre mot varme og kulde enn å bruke høvelige arbeidsklær. Innendørs er det større muligheter for inngrep.

Det er utført en mengde undersøkelser over virkningen av temperaturtilhøva under arbeidet og litteraturen om emnet er meget omfattende. Vi må her behandle dette meget kort.

Det er især virkningen av høye temperaturer på arbeidsstedet som er undersøkt. Dette skyldes at slike temperaturtilhøve er vanskelig å unngå i visse former av industri.

Kroppens varmeregulerende "mekanisme" forutsettes kjent i grove trekk.

For kroppstemperaturens likevekt gjelder følgende likning:

$$M \pm ST \pm Kv. + Sv = 0$$

der M = varmeproduksjonen fra stoffskiftet, ST = stråling (positiv

om omgivende gjenstander og flater har h ogre temperatur enn huden, negativ om den er l ogere). Kv = Konveksjon, positiv eller negativ etter som lufttemperaturen er h ogere eller l ogere enn hudens temperatur, og Sv = den varmemengden som kroppen taper ved at svette fordamper fra huden.

Hvis hudtemperaturen stiger eller faller, kan en korrigere for dette:

$$M \pm Vm \pm St \pm Kv \pm Sv = 0$$

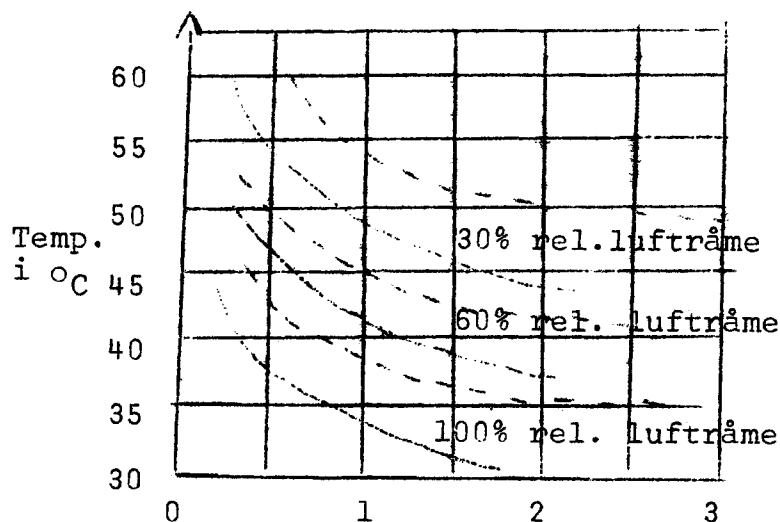
der Vm = magasinert varme, positiv om kroppstemperaturen faller, og omvendt.

Den subjektive bed omming av arbeidsklimaet henger n oye sammen med varmebalansen. Arbeidsklimaet vil f oles behagelig hvis summen av varmeproduksjon og varmeopptak er lik varmetapet, uten at kroppens varmereguleringsmekanisme trer i funksjon.

Kan balanse oppn as ved en beskjeden virksomhet av denne mekanismen, vil det kjennes "litt kj olig" eller "i varmeste laget".

Hvis balansen bare kan oppn as ved maksimal regulering er klimaet ubehagelig, men t albart. Kan balanse ikke oppn as, blir klimaet ikke til   holde ut i lengden. Er temperaturen for h oy, kan arbeid t ales periodevis.

Etter Lehmann gjengis en fig. som viser at h og temperatur under arbeidet t ales langt lettere i relativt t orr enn i relativt r a luft.

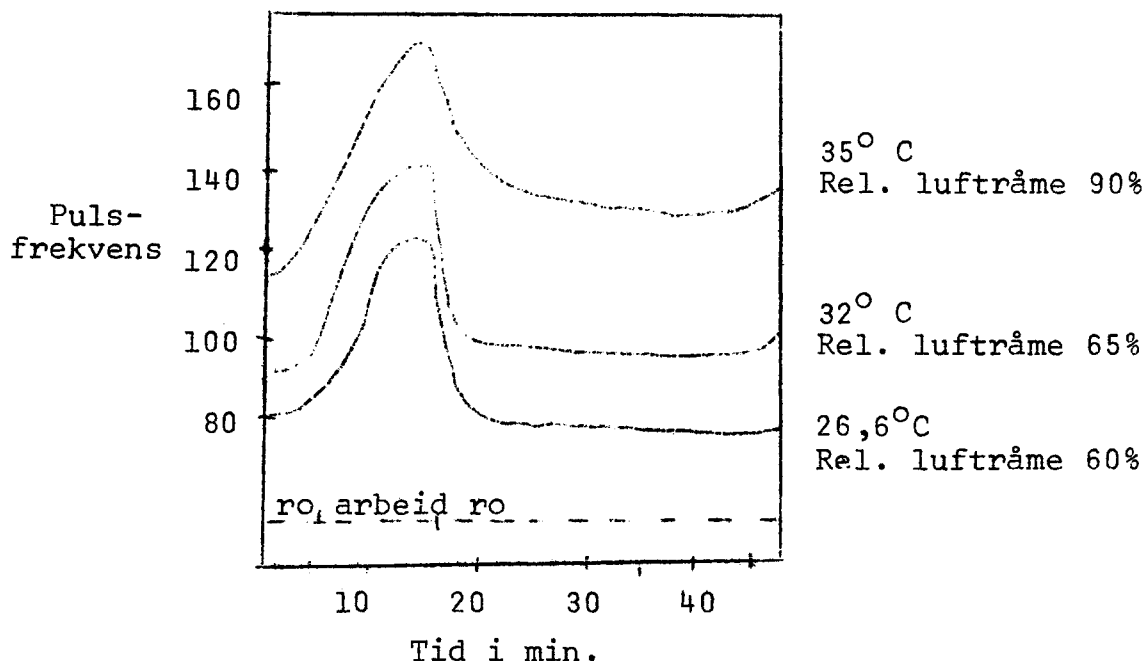


Timer arbeidet kan t ales.

----- fors oksperson i ro

\_\_\_\_\_ " i arbeid, 240 K Cal pr. time

Den neste fig. viser resultater av et forsøk hvor samme arbeid ble utført av samme person under ulike temperaturer og luftråme. Arbeidet ble langt mer anstrengende i varm og fuktig luft enn i kjøligere og tørrere.



I et støperi presterte en forsøksperson 900 kgm/min ved ergometertest. Ved vanlig temperatur steg pulsfrekvensen til 125 (125 slag pr. min). Kroppstemperaturen ble registrert til 38,1°C, gjennomsnittlig hudtemperatur var 31°C og svette mengden 0,3 l pr. time.

Så ble samme arbeidet utført foran støpejernsblander i sterk strålevarme. Da økte pulsfrekvensen til 173, kroppstemperaturen til 39,1°C og svette mengden til 1,9 l pr. time.

Enda om lufttemperaturen er ens på to arbeidsplasser kan luftråmen, strålevarmen og lufthastigheten variere så sterkt at virkningen på menneskeorganismen kan bli helt forskjellig. Det er ønskelig å kunne gi uttrykk for arbeidsklimaet uten å måtte angi mange data. Derfor regner en med såkalt "effektiv temperatur". Tallene som viser effektiv temperatur er bestemt slik at behørig hensyn er tatt både til luftens temperatur og dens fuktighet. Men virkningen av eventuell strålevarme tas ikke med.

Hvis det forekommer strålevarme fra omgivelsene, må den effektive temperatur korrigeres for den. De korrigerede verdier kalles "korrigert effektiv temperatur". Lufttemperaturen og

eventuell stråling måles med dertil egnet termometer og luft-hastigheten med anemometer. Verdiene for "effektiv temperatur" og "korrigert effektiv temperatur" kan da tas ut av nomogrammer.

Verdiene skulle være til hjelp for å kunne bedømme om arbeidsklimaet er gunstig eller ugunstig. Framgangsmåten har vært brukt i den Britiske marine for å bedømme klimaet ombord i marinefartøyer.

Men verdiene sier ikke noe om klimafaktorenes virkning for anstrengelsen under arbeid. Dette har en da prøvd å finne uttrykk for på andre måter, f.eks. ved å beregne en såkalt "Heat Stress Index". Framgangsmåten omtales ikke her.

### Støy.

Det sies at ingen av miljøfaktorene har en så umiddelbar virkning på mennesket som støy og larm.

Øyet har stor evne til å tilpasse seg varierende lysstyrker (adaptasjon). I sterkt lys kan øyet trekke sammen pupillen og redusere innfallende lysmengde til ca. 1/4, og i mørke kan lysfølsomheten bli ca. 10 000 ganger større enn i sterkt lys.

Utsettes kroppen for sterk varme, kan den ved temperaturregulering mangedoble varmetapet.

Øret har ikke noen tilsvarende regulerings- eller beskyttelsesmekanisme. Følsomheten er konstant, uavhengig av støyens styrke.

Alt etter støyens styrke og art vil en kunne få hele skalaen fra svakt irriterende eller forstyrrende støy via direkte produksjonshemmende til helsefarlig støy og larm. Det oppgis i faglitteraturen at selv svak støy kan være en medvirkende årsak til stress, især ved langvarig påvirkning. En har nemlig funnet at støy kan virke på blodtrykket, blodets sammensetning, hjertet, stoffskiftet, fordøyelsesorganene og muskelsystemet, m.v.

Støy har både psykiske og fysiologiske virkninger, og det er nær sammenheng mellom disse. Det foreligger resultater fra en mengde undersøkelser som viser at reduksjon av støyplagen har økt trivselen og produktiviteten.

Skadevirkningene av støyen blir især motarbeidet på to måter, nemlig ved bruk av hørselvern og ved å redusere støyproduksjon og støyforplantning. Vanlig hørselvern består i bruk av passende øre-

propper eller øreklokker.

Reduksjon av selve støyen krever ulike tiltak alt etter forholdene i det gitte tilfelle. Det er ikke plass til å gå inn på dette her.

Støv, røyk, damp og gass kan forurense luften og være mer eller mindre skadelig.

Foruten gruppering av ulike fareklasser alt etter giftigheten, angis også maksimalt tillatte konsentrasjonsverdier som ikke må overskrides. Håndbøkene angir slike verdier i tabellform.

### Litt om ulike arbeidsstillinger.

#### Stående arbeidsstilling.

Regel: En bør ikke stå under arbeidet, hvis det kan gjøres like bra sittende. Den stående arbeidsstillingen er mer energikrevende og mer trettende enn den sittende. Årsaken er mer statisk muskelarbeid (beina). Ved statisk arbeid (stadig spenning av musklene) hemmes transporten til og fra musklene.

Med dynamisk arbeid (vekslende spenning og avspenning) følger en viss "pumpevirkning" som reduserer arbeidet for hjertet, især ved å fremme blodtransporten oppover i beinas vener. Venenes "lommeformede klaffer" medvirker her. I sittestilling kan beinmuskulaturen være mer avslappet enn i stående stilling. Hertil kommer at løftehøyden fra fot til hjerte blir mindre. Det er bedre å bevege beina litt under stående arbeid, enn å stå helt stille.

Fra Handbok i ergonomi er hentet følgende:

Eks. på sjekklister ved hjelp ved utvikling av bedre arbeidsforhold (bedre metode).

Hvorfor må arbeideren stå?

Mulige årsaker: Kraftbehov, rekkevidde, synsforhold, sikkerhet.

Kan årsakene elimineres og arbeidet utføres i sittende stilling?

Gj. snitt høvelig arbeidshøyde for arb.

i stående stilling.	Menn	Kvinner
Uten øyekontroll	100 - 110	95 - 100
Med "	135 - 145	125 - 135

La operatøren komme nær arbeidsplassen.

Eliminer hindringer av maskindeler, sokler, fundament osv.

Unngå låge, krokete arbeidsstillinger.

Det er bare ved visse typer av arbeid der en utnytter kroppstygden, f.eks. ved høvling, at lågere arbeidshøyde er å foretrekke. Hvis framoverbøyd arbeidsstilling er uungåelig bør en unngå manuell handtering av tunge gjenstander og/eller lage støtte for kroppen.

Arbeid i bøyd stilling leiter på muskler, sener og band. Men farligst er den store påkjenning lendepartiet blir utsatt for. "En fremfelling av kroppen i hoften med rett rygg til ca. 45° gir en påkjenning på lendesøylen omtrent svarende til det tredobbelte av kroppsvekten" (Tvedt).

Sittende stilling gir mindre påkjenning på kne- og ankelledd og avlaster balansemuskulaturen nedenfor hoftepartiet. Blodsirkulasjonen lettes også ved "riktig" sittestilling og ditto stol.

Det oppgis å være fastslått at sittende arbeidsstilling gir større trykghetsfølelse, og det antas at dette skyldes et psyko-fysiologisk fenomen som blant annet henger sammen med at ved riktig sittestilling kan bryst- og bukmuskler avslappes. For arbeid i sittende stilling angis følgende gjennomsnittlige mål som mest høvelig:

		Mål i cm.	
		Menn	Kvinner
Høyde fra golv til arbeidstykket	Uten synskontroll	65 - 75	55 - 65
	Med "	90 - 100	85 - 90
Fra stolsetet til arbeidstykket	Uten synskontroll	ca. 25	
	Med "	35 - 40	
Stolhøyde, Golv - stolsete		45 - 50	40 - 45
Ryggstøttets avstand fra stolsetet		15 - 25	
Armlenets " " "		15 - 20	
Stolsetet	Bredde	35 - 40	
	Dybde	30 - 35	

## Arbeidsforsøk.

av Haldor Røyne

Definisjon: "En undersøkelse av et arbeid hvor en eller noen få faktorer varieres systematisk mens de øvrige holdes mest mulig konstant eller mest mulig optimale for vedkommende forsøksledd."

Hensikten med undersøkelsen og kravet til nøyaktighetsgraden kan være noe forskjellig.

Især under utvikling av nye arbeidsmåter for rasjonalisering i praksis trenger en ikke sjelden forsøk og prøver av orienterende art. I slike tilfelle viser det seg ofte at skilnadene i tid og anstrengelse mellom ulike arbeidsmåter blir meget store enda om forandringene er billige. Da trengs det ingen stor nøyaktighet.

Større nøyaktighet trengs om en vil sammenligne arbeidsmåter som er mer like. Det skjer ved å måle:

1. Tida arbeidet tar.
2. Anstrengelsen det krever.
3. Kvaliteten av arbeidet.
4. Andre målbare faktorer av interesse.

### Noen momenter å ta i betraktning.

1. Arbeidsmetodene en vil sammenligne må være rasjonelle, eller om en vil: En må sammenligne rasjonelle varianter av metoder.

Hvis en f.eks. vil sammenligne arbeidsbehovet ved ulike metoder av maskinmjølking, la oss si spannmjølking og rørmjølking, nytter det lite å stille seg opp med ei stoppeklokke og kneppe på den for å "finne hvor lang tid arbeidet tar". Det er nemlig mange varianter såvel av spannmjølking som av rørmjølking. En må derfor først undersøke de observerte metodene. Dette er et ufravikelig krav. Blir det ikke etterkommet, kan resultatene bli villledende istedet for veiledende. Dette er en av grunnene til at en neppe får brukbare data for metodesammenligninger fra arbeidsregnskap eller arbeidsnoteringer.



Er ikke metodene detaljert klarlagt og beskrevet, vet en i virkeligheten ikke så nøye hva en har sammenlignet. Metodene må undersøkes så en så langt en greier får nytt ut de latente mulighetene for forenkling som måtte være tilstede. Blir ikke dette gjort, får en ikke sammenlignet de mest rasjonelle variantene. Det er liten grunn til å sammenligne urasjonelle varianter.

2. Måling av tida. Dette skjer vanligvis ved tidsstudier med stoppeklokke. I noen tilfelle kan tida bestemmes ved bruk av standardtidssystem. I industrien er slike system mye brukt. De har i ikke liten utstrekning erstattet andre metoder. I enkelte land har en så smått begynt å prøve denne metoden også på jordbruksarbeid.

Ved måling av tida under metodesammenligning er det mange omsyn å ta for at resultatene skal kunne bli riktige.

- a. Arbeidstempoet. Stort sett er det vel enighet om at det er best operatøren holder seg så nær normaltempoet som mulig. Men lenger går ikke enigheten. Noen foretrekker nemlig å foreta ytelsesvurdering, bestemme ytelsesfaktoren og regne om observert tid til standardtid = normaltids, s. 95, del II. Andre vil ikke vite av ytelsesvurderingen i denne sammenheng, fordi den bygger på skjønn. De vil "erstatte" ytelsesvurderingen med et større antall observasjoner og la temposvingningene gå inn i tallene som en variasjonsårsak.

En brukbar framgangsmåte er følgende:

Forsøkspersonene øver inn et visst rimelig tempo på forhånd, og prøver så å holde dette uforandret gjennom alle forsøksledd. Under forsøket vurderer observatøren tempoet og noterer resultatet av vurderingen, men han foretar ingen omregning av den observerte tida. Tempovurderingen brukes da bare til støtte for tolking av resultatene.

- b. Øvelsen. Forsøkspersonene må være godt og like godt øvde i alle metodene som skal sammenlignes.
- c. Den mentale innstilling må såvidt mulig være den samme til alle metodene i forsøket, dvs. den må være nøytral. En må unngå at planlegger, observatør og/eller operatør på forhånd gjør seg opp noen mening om hvilken metode som er best.

"Nye" forsøkspersoner kan bli trykket av studens alvor når de ser en fyr som knepper på stoppeklokka. Det pleier imidlertid

å rette seg etter hvert.

- d. Andre momenter. I mange tilfelle vil det være riktig at forsøkspersonene arbeider seg varme før målingene tar til.

Det bør legges inn passende hvilepauser, gjerne mellom hvert ledd. Pausene bør ikke være så lange at vedkommende trenger ny oppvarming.

Er det større arbeidsoppgaver som skal utføres på ulike vis, blir det tidkrevende og kostbart med mange gjentak. Men er arbeidet av den art at det uten ulemper kan stoppes når sagt hvorsomhelst (syklisk arbeid med korte sykler) bør arbeidstida for hvert ledd være relativt kort, og helst av samme varighet for alle ledd. Kan det hele utføres på ei økt, er det bra. Ytelsen vil nok variere noe i løpet av økta, men den synes å variere mer fra økt til økt og fra dag til dag. Til forsøkspersoner bør en ha folk med stabilt ytelsesnivå, det forekommer individuelle skilnader i så måte.

Ved "enmannsmetoder" (eks. røkt av dyr) må ofte samme operatøren utføre arbeidet på alle de metodene som skal sammenlignes. En må da gjenta forsøket, og om mulig utføre det også på andre steder! I andre tilfelle kan flere personer arbeide samtidig, - på samme eller ulike metoder. En kan da la alle operatørene prøve alle metodene skiftesvis.

Alt i alt er det i jordbruket så mange ulike arbeidsoppgaver og arbeidstilhøve, at forsøksmetoden ofte må tilpasses forholdene.

### 3. Måling av anstrengelsen

Den psykiske anstrengelse er vanskelig å måle. Vi nøyer oss her med å antyde noen målemetoder for fysiologisk innsats.

Kravet til nøyaktighet under slik måling kan bli meget forskjellig. Grove, enkle målinger og tellinger kan vise gangavstand under arbeidet, antall skritt, vektmengder som blir håndtert og båret osv. Når skilnadene mellom ulike arbeidsmåter er meget store - som de ofte er - gir slike målinger og tellinger pålitelige resultater, især sammen med måling av tida.

Ved øyemål kan en grovt bedømme kroppsstillinga under arbeidet, og - når forskjellene er store - dra riktige slutninger.

Nøyaktigere kan en måle anstrengelsen under kroppsarbeid på forskjellig vis.

a. Pulstellinger. Pulsfrekvensen øker med økende anstrengelse. Men ikke like mye hos alle personer. Hos en og samme person varierer den med treningstilstanden, tretthetstilstanden og sinnstilstanden. Hvis arbeidet utføres under slik temperatur - og råmetilhøve at organismen får vansker med å holde temperaturen nede på det som er normalt for anstrengelsen, vil dette øke pulsfrekvensen. Tobakkkrøking øker den også.

Når en vet om dette, kan en i regelen unngå de feilene disse variasjonsårsakene ellers kunne føre til.

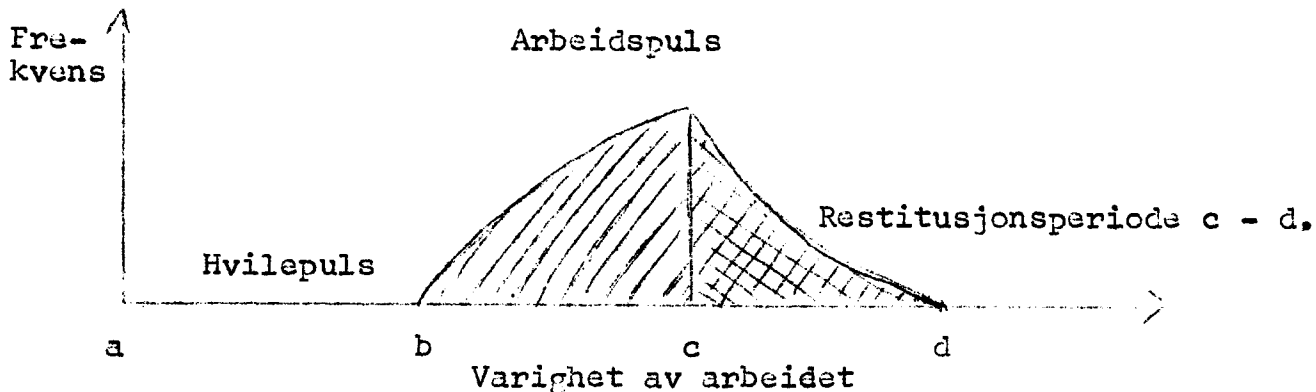
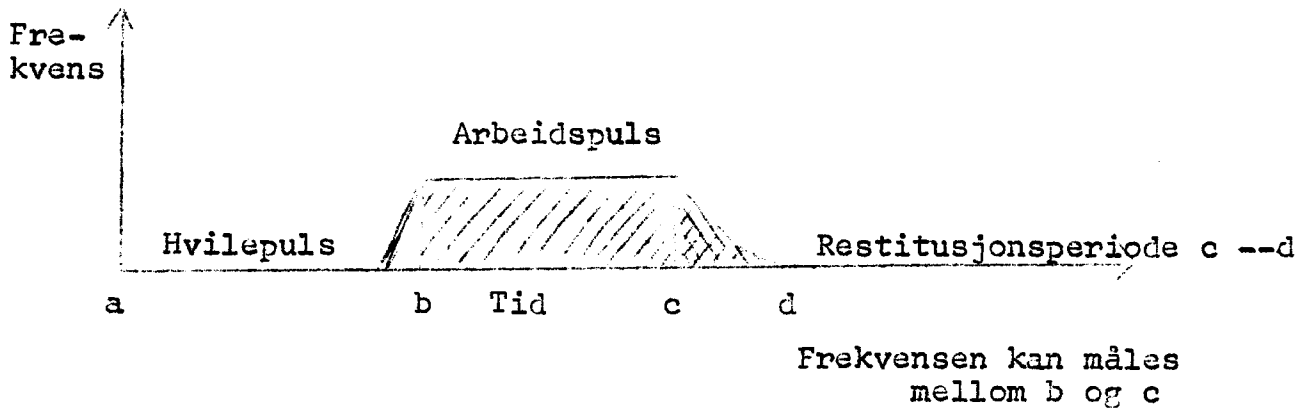
Vil en ha resultater som kan brukes til noe mer enn en forsiktig relativ sammenligning innen samme forsøk, kan hvilepuls hos operatøren bestemmes. Deretter kan samme person få pulsfrekvensen målt mens han gjennomgår bestemte standardiserte arbeidstester, f.eks. på sykkelergometer. Dermed får en kalibrert puls til operatøren, og sammenligningsgrunnlaget blir langt bedre.

Å måle pulsen ved fingertrykk over en arterie som under sykdom, duger ikke under arbeid. Operatøren blir hindret i bevegelsene og psykiske virkninger opptrer. Pulstelling etter at arbeidet er slutt, gir usikre resultater, fordi pulsen avtar raskt når anstrengelsen opphører, men ikke like raskt under alle tilhøve. Derfor blir pulsen registrert mens arbeidet pågår, med særskilt apparatur. Müllers elektroniske pulsteller har vært mye brukt. Ei lita lampe belyser ei fotocelle etter at lyset har passert gjennom øreflippen. Den variable strømmen en da får, blir forsterket og ledet til et skriveapparat som registrerer resultatet.

Andre typer virker som små radiosendere. De bæres på brystet under klærne og registrerer hjerteslaget. Det fins óg enklere konstruksjoner,

Måling av pulsfrekvens er alt i alt en relativ enkel metode, især når anstrengelsen under arbeidet ikke er så stor at det oppstår oksygenunderskudd i kroppen.

Pulsfrekvensdiagram for aerobt arbeid,  
dvs. oksygentilførselen dekker behovet.



Pulsfrekvensdiagram for an-/aerobt arbeid, dvs. for arbeid som er så tungt at det oppstår oksygenunderskudd i vevene. Målinga må omfatte hele området (tida) mellom b og d.

Større nøyaktighet oppnår en hvis en også foretar

b. Måling av kaloriforbruket.

Den vanlige metoden går ut på å måle mengde og sammensetning av utåndingslufta. Dette må skje mens forsøkspersonene utfører arbeidet som blir undersøkt, og vanlige kliniske metoder for kalorimåling kan derfor ikke brukes. Det krevs apparatur som hemmer forsøkspersonen minst mulig under arbeidet. Tidligere ble utåndingslufta samlet opp i en stor gummisekk som vedkommende arbeider bar på ryggen (Douglas-sekk). Et nyere apparat er respirasjonsgassuret. Det måler mengden av utåndingslufta som strømmer gjennom det. Litt av denne lufta blir samlet opp i ei gummiblære. Fra denne blir prøver av lufta tatt ut og analysert. Mengden av forbrukt oksygen og avgitt  $CO_2$  kan da beregnes.

Den varmemengden som pr. liter forbrukt oksygen frigjøres i kroppen, varierer med arten av næringsstoff som er omsatt. Mengdeforholdet  $\frac{CO_2}{O_2}$  kalles den respiratoriske kvotient RQ. Iflg.

Lehmann vil 1 liter brukt oksygen ved

RQ .....	0,70	0,80	0,90	1,0
svare til .....	4,69	4,80	4,92	5,05 Kcal.

Mellomverdier finnes ved interpolasjon.

Ved luftanalysen kan en beregne RQ og mengden av forbrukt oksygen. Dermed kan en også beregne kaloriforbruket. Det angis gjerne i Kcal. pr. dag eller i cal. pr. min.

Enklere enn luftanalysen er måling av oksygenets partialtrykk i den gassprøven som er tatt ut. Dermed kan en beregne mengden av forbrukt oksygen og kaloriforbruket - ved den RQ en velger.<sup>x)</sup> Partialtrykket kan bestemmes lettvis med passende apparatur. (I skogforsøksvesenet, driftsteknisk avdeling, brukes for tiden en "Pauling Oxygen Analyser" (konstruert av den berømte Linus Pauling) til slik bestemmelse).

Enda om gassuret er langt bekvemmere for forsøkspersonene enn Douglas-sekken, vil apparaturen hemme forsøkspersonen en del, bl.a. fordi han må puste gjennom et munnstykke forbundet med slange til uret som han bærer på ryggen. Måling kan bare foregå i kortere perioder, og litt varigere arbeid må derfor måles stykkevis.

Å måle kaloriforbruket er verken billig eller lettvis, det mangler mye på det. Men riktig utført skulle metoden gi et korrekt bilde av energiforbruket.

Imidlertid er det jo så at den metoden som krever minste energiforbruket er ikke alltid den beste for organismen som helhet. Det er derfor ofte grunn til å se resultatet av energimålingene i sammenheng med andre fakta, især resultat av pulsmålinger. Når det gjelder ulike kroppsstillinger, statisk arbeid, risikomomenter m.v. - må en også til dels bruke skjønn.

---

x) Det er mellomverdien av RQ som er av interesse i "praksis". Ytterverdiene 4,69 og 5,05 svarer til fett og karbohydrater etter tur. Vanlig kost er blandet, verdiene av RQ for bare fett eller bare karbohydrater har en derfor ikke bruk for.

c. Måling av kroppstemperaturen

Hvis arbeidet er tungt og ikke for kortvarig, kan en noe grovt måle energiforbruket ved å måle kroppstemperaturen. Det er nemlig noe så nær proporsjonalitet mellom temperaturstigning og oksygenforbruk. En må vente minst 20-30 minutter etter at arbeidet er begynt, måling kan da foretas under en pause i arbeidet. For hver  $1/10^{\circ}$  kroppstemperatur stiger, øker oksygenforbruket med minst 10 l.

d. Bruk av kaloritabeller

Hvis en nøye observerer art og varighet av arbeidet, kan en beregne kaloriforbruket ved hjelp av detaljerte kaloritabeller som finnes i håndbøkene.

Måling av energiomsetning under uskelarbeid kalles ergometri.

4. Kvaliteten av arbeidet og produktene.

I noen tilfelle blir ikke kvaliteten av arbeidet eller av de produserte produktene påvirket av arbeidsmetoden i det hele. I andre tilfelle kan kvalitetskravet være avgjørende for metodens anvendbarhet. Målinger og undersøkelser i den sammenhengen blir av så vidt ulike slag at generelle metoder ikke kan angis.

5. Andre faktorer av interesse.

Disse kan det være mange av, alt etter hva slags arbeid en undersøker i forsket. Dette blir i noen grad belyst i avsnittet om valg av arbeidsmåter.

Bearbeiding av resultater fra arbeidsforsøk

Av de målingene en foretar når en vil sammenligne tidsforbruk, anstrengelse og kvalitet m.m. ved ulike arbeidsmåter, er det i regelen tidsmålingene som gir de fleste data, og det er især bearbeiding av disse vi nevner et par ord om her.

Undersøkelser av flere tyder på at når det blir arbeidet med alminnelig tempo vil de observerte tidene fordele seg normalt. En kan nytte de vanlige statistiske metoder og spredningsmål.

Frekvensdiagrammer kan være til hjelp.

Blir samme operatør observert gjentatte ganger under utførelsen av samme arbeidsledd, og observasjonene er nøyaktige og riktige, vil det tilhørende frekvensdiagrammet gi god beskjed om hvor metodesikker operatøren er. En høg, spiss kurve viser større metodesikkerhet enn en flatere.

Viser frekvensdiagrammet en kurve med to topper, må dette ha spesielle årsaker. Det kan være små metodeforandringer, tempoforandringer, eller det kan være observatøren som ikke har hatt faste avlesningspunkter.

For å finne tida som trengs i praksis ved vedkommende metode, må en til den produktive tida gjøre et tillegg for avbrott av forskjellig slag. Dette tillegget regnes vanlig i prosent av produktiv tid, se avsnitt om normtider.

Momenter å ta i betraktning ved sammenligning av ulike arbeidsmetoder.

a. Natural- og pengedata.

1. Personbehov - Få folk på gardene, vanskelig å få tak i hjelp når den trengs - "enmannsmetoder" kan by på spesielle fordeler i slike høve -.
2. Maskinbehov.
3. Kapasitet - pr. time - pr. dag - pr. sesong.
4. Anstrengelse.
5. Kapitalbehov.
6. Kostnader.

b. Funksjonelle faktorer.

1. Risikomomenter - skade på folk, dyr, produkter.
2. Arbeidskvalitet.
3. Driftssikkerhet.
4. Tilpasningsmuligheter.
5. Krav til ledelse.
6. Krav til betjening.
7. Krav til service.
8. Konsekvenser for driftsmåten.
9. Konsekvenser for bygningene.
10. Konsekvenser for andre arbeid og for annen redskap.  
Eks.sporvidde = arb.bredde.
11. Konsekvenser for arbeidsoppgavens størrelse.
12. Ømfintlighet for ulaglig vær, jordart, jordtilstand, helling osv.