

1998:10

# Konsensusrapporter rörande kunskapsläget om arbetsmiljön i skogsmaskiner

*Förger Winkel*  
*Monica Attebrant*  
*Bengt-Olov Wikström*  
*(red)*

---

ARBETE OCH HÄLSA VETENSKAPLIG SKRIFTSERIE

ISBN 91-7045-470-1 ISSN 0346-7821 <http://www.niwl.se/ah/ah.htm>



*Arbetslivsinstitutet*

## Arbetslivsinstitutet

### *Centrum för arbetslivsforskning*

Arbetslivsinstitutet är nationellt centrum för forskning och utveckling inom arbetsmiljö, arbetsliv och arbetsmarknad. Kunskapsuppbyggnad och kunskapsanvändning genom utbildning, information och dokumentation samt internationellt samarbete är andra viktiga uppgifter för institutet.

Kompetens för forskning, utveckling och utbildning finns inom områden som

- arbetsmarknad och arbetsrätt,
- arbetsorganisation,
- belastningsskador,
- arbetsmiljöteknik,
- hälsoeffekter av det nya arbetslivets psykosociala problem
- arbetsmedicin, allergi, påverkan på nervsystemet,
- kemiska riskfaktorer och toxikologi.

Totalt arbetar omkring 400 personer vid institutet. Forskning och utbildning sker i samarbete med bl a universitet och högskolor.

### ARBETE OCH HÄLSA

---

Redaktör: Anders Kjellberg  
Redaktionskommitté: Anders Colmsjö  
och Ewa Wigaeus Hjelm

© Arbetslivsinstitutet & författarna 1998  
Arbetslivsinstitutet,  
171 84 Solna, Sverige

ISBN 91-7045-470-1  
ISSN 0346-7821  
<http://www.niwl.se/ah/ah.htm>  
Tryckt hos CM Gruppen

# Förord

Ergonomisk Checklista för Skogsmaskiner har tidigare givits ut från Arbetsmiljöinstitutet, Forskningsstiftelsen Skogsarbeten och SLU/Skogshögskolan. Den första utgåvan kom 1969 och den senaste 1989. Checklistan har rönt stort intresse från tillverkare, inköpare och brukare av skogsmaskiner och har sannolikt bidragit till att förbättra arbetsmiljön för förarna.

Emellertid har Checklistan i många fall innehållit riktvärden och rekommendationer som primärt varit baserade på sunt förnuft hos experter, delvis på grund av brist på forskningsdata.

Vi har nu försökt ändra på detta genom att förbättra det vetenskapliga underlaget. Experter har ombetts att i översiktsartiklar sammanställa och kritiskt diskutera den vetenskapliga litteraturen inom elva olika områden. Utifrån vart och ett av dessa har sedan en sammanfattning tagits fram, en sk konsensusrapport. På så vis har vi följt den mall som under många år använts i samband med kriteriearbetet inom det kemikaliska området på Arbetslivsinstitutet.

De vetenskapliga översiktsartiklarna kommer publiceras var för sig i Arbetslivsinstitutets publikationsserier. I föreliggande publikation har vi sammanställt konsensusrapporterna från de elva översiktsartiklarna. Dessa har utgjort basen för utveckling av nya Ergonomiska Riktlinjer för Skogsmaskiner i Norden som publiceras senare under 1998.

Vi vill speciellt tacka Arbetslivsinstitutet ledning, som genom ett betydande extra anslag gjorde det möjligt att anlita även externa experter till sammanställning av den vetenskapliga litteraturen.

Solna i maj 1998

Jörgen Winkel, Monica Attebrant, Bengt-Olov Wikström

# Innehåll

Belastningsergonomi och rationalisering <i>Monica Attebrant, Svend Erik Mathiassen och Jörgen Winkel</i>	1
Belastningsergonomi <i>Jörgen Eklund och Tony Cederqvist</i>	5
Information och kommunikation <i>Håkan Alm</i>	9
Buller <i>Ulf Landström</i>	12
Vibrationer <i>Bengt-Olov Wikström</i>	19
Klimat <i>Mats Bohm, Ingvar Holmér och Olle Norén</i>	24
Gaser och partiklar <i>Wubeshet Sahle och Staffan Krantz</i>	32
Belysning <i>Arve Augdal</i>	36
Elektromagnetiska fält <i>Ulf Bergqvist</i>	40
Olycksfall <i>Tomas Backström och Elisabeth Åberg</i>	42
Arbetstider och ensamarbete <i>Torbjörn Åkerstedt</i>	47
Sammanfattning	50
Summary	51

# Belastningsergonomi och rationalisering

Monica Attebrant, Svend Erik Mathiassen och Jørgen Winkel,  
Arbetslivsinstitutet, Arbetshälsoenheten, 171 84 Solna

## Introduktion

Skogsindustrin har under den senare hälften av nittonhundratalet genomgått omfattande rationaliseringar, både genom mekanisering, utbildning och organisatoriska förändringar. Mellan år 1950 och 1988 ökade produktiviteten, uttryckt i m<sup>3</sup>/dagsverke, 7.6 gånger, och år 1990 svarade skogsindustrin för 19 procent av landets totala exportvärde. Under samma period minskade antalet anställda i skogsindustrin från 80000 till ca 30000. Arbetsmiljön i skogen är idag i huvudsak en konsekvens av denna rationalisering.

Antalet skogsmaskinförare var år 1990 ca 5000. Maskinförarens arbetssituation har ändrats radikalt från de första maskinerna, fällare och läggare, till de moderna engreppsskördarna. De första maskinförarna hade oftast arbetat som huggare förut, och växlade även efter introduktionen av maskiner mellan att vara huggare och maskinförare. Idag har arbetet nästan helt tagits över av maskinerna och arbetet som huggare har i stort försvunnit.

Syftet med denna sammanfattning är att visa att skogsindustrins egna rationaliseringsinsatser är den primära anledningen till att avverkningsarbetet, och därmed belastningsergonomin i skogen, har ändrats radikalt sedan 1950-talet. Språng i teknikutvecklingen och långtgående organisatoriskt förändringsarbete har därvid haft avgörande betydelse. Sammanställningen tydliggör att en god arbetsmiljö för maskinföraren inte bara beror på insatser från maskinkonstruktörer och -tillverkare, utan att även arbetsuppgifterna och arbetsorganisationen kring och i maskinerna är central.

## Rationaliseringen i skogen

Effektivare tidsanvändning och därmed ökad produktivitet är ett huvudmål i rationalisering. Detta kan uppnås med två fundamentalt skilda metoder: teknisk utveckling och förändrad arbetsorganisation.

I skogen har den tekniska framgången lett till mycket avancerade skördare och skotare, där nästan allt arbete kan skötas genom manövrering av multifunktionella spakar i förarhytten. Dessutom har maskinerna blivit mer driftsäkra, och kräver mindre underhållsarbete. Sammantaget betyder detta att föraren sitter långa perioder utan avbrott i hytten. I mitten på 1970-talet upptog arbete inne i skördarhytten ca 60 procent av en normal arbetsdag, varav ca 80 procent var ren reglagemanövrering. I början av 1990-talet hade tiden i skördarhytten ökat till ca 80 procent, varav upp till 90 procent var ren reglagemanövrering.

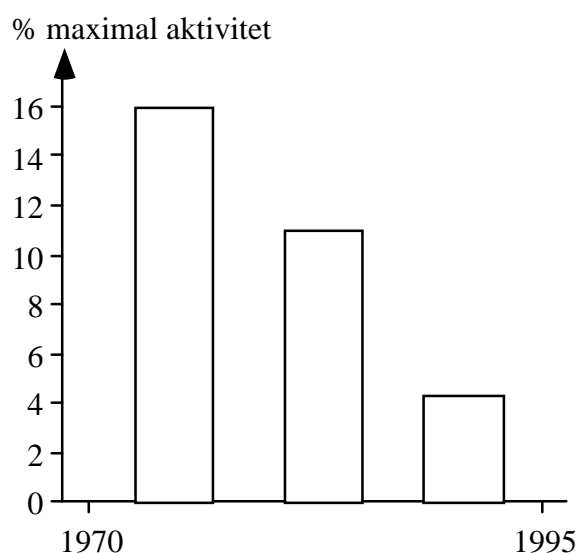
Samtidigt har anställningsförhållandena för maskinförarna ändrats genom åren. Skogsbolagen har minskat antalet bolagsanställda och i stället ökat sin satsning på entreprenörer, till motsvarande ca 75 procent av produktionen. Entreprenörerna måste

investera i de dyra skogsmaskinerna, och är ofta tvungna att arbeta 50 till 70 timmar per vecka för att uppnå en acceptabel lönsamhet. Dessutom är ca hälften av entreprenörerna betalda efter rent ackord, per m<sup>3</sup> avverkat virke. Få maskinägare, jämfört med bolagsförarna, har skoglig grundutbildning. Utbildning är dock något vanligare bland de yngre förarna.

Både den tekniska och den organisatoriska utvecklingen har alltså lett till att maskinförarens arbete idag till största delen består av långa obrutna perioder av intensivt reglagearbete.

Parallellt med skogens rationalisering har ett ergonomiskt arbete ägt rum. Skogsbranschen har traditionellt haft hög förekomst av belastnings- och hälsobesvär, och skogsbruket var en av de tidigaste industrier som blev mål för belastningsergonomisk forskning. Denna forskning har sedan 1970-talet haft ett avgörande inflytande på förararbetsplatsens utformning. Den första ergonomiska checklistan för skogsmaskiner kom år 1969 och följdes åren 1974, 1980 och 1989 av tre reviderade upplagor, alla med fokus på maskinernas utformning, eftersom behovet då var stort av just tekniskt-ergonomiska insatser. Den tekniska utvecklingen i kombination med belastningsergonomiska riktlinjer ligger troligen bakom de senaste 25 årens minskning i belastningsnivån vid reglagearbete (figur 1).

Avverkningsarbetet har alltså under 50 år omvandlats från att vara ett tungt manuellt, men varierat och dynamiskt arbete till att idag nästan uteslutande består av stillasittande reglagearbete, där föraren ska utföra komplexa rörelser på låg men ovarierad belastningsnivå och under långa durationer.



Figur 1. Medelbelastningen på övre delen av trapeziusmuskeln i skuldran under reglagearbete i skogsmaskin. Resultat från tre studier gjorda mellan 1970 och 1995.

## Maskinförarens arbetsbelastning och hälsa i dag

De belastningsergonomiska insatserna mot maskinförararbetet på 1970- och 1980-talet hade som huvudmål att genom designförbättringar eliminera biomekaniskt orsakad muskelaktivitet i skuldran. Fortsatt forskning under 1990-talet med samma inriktning, t.ex. för att ta fram nya reglage som manövreras med endast hand och fingrar, har visat att muskelaktiviteten troligen inte går att minska på teknisk väg till lägre nivåer än 2 till 4 procent av maximal aktivitet (figur 1).

Den muskelaktivitet som dagens reglagearbete ger upphov till har troligen andra primära orsaker än biomekaniska krav. Reglagemanövreringen kräver exakta rörelser i högt tempo med mycket noggrann hand-arm koordination. Dessa höga precisions- och koordinationskrav kan i sig generera muskelaktivitet i skuldran, som också ytterligare förstärks på grund av helkroppsvibrationer. Dessutom måste maskinförarna parallellt med reglagearbetet söka information och fatta beslut i högt tempo, som t.ex. att välja träd för nästa trädfällning. Höga krav på perception och kognition - dvs att ta in och bearbeta information samt fatta beslut därifrån - kan också i sig öka skuldermuskler- nas aktivitet. Andra mentala faktorer, t.ex. upplevd tidspress och egna prestationsförväntningar, kan förmodligen ytterligare förstärka tendensen till muskelaktivering.

Även om belastningsnivån vid reglagearbete är låg har maskinförare hög förekomst av belastningsrelaterade besvär, med en ett års prevalens av besvär i nacke och skuldror på ungefär 60 procent. Av de arbetsrelaterade besvär som överhuvudtaget inrapporteras av maskinförare härrör drygt 60 procent från rörelseapparaten, och ca 20 procent är av psykosomatisk karaktär, såsom huvudvärk, yrsel och sömnproblem. Fler maskinägare anger hälsobesvär än maskinförare i allmänhet.

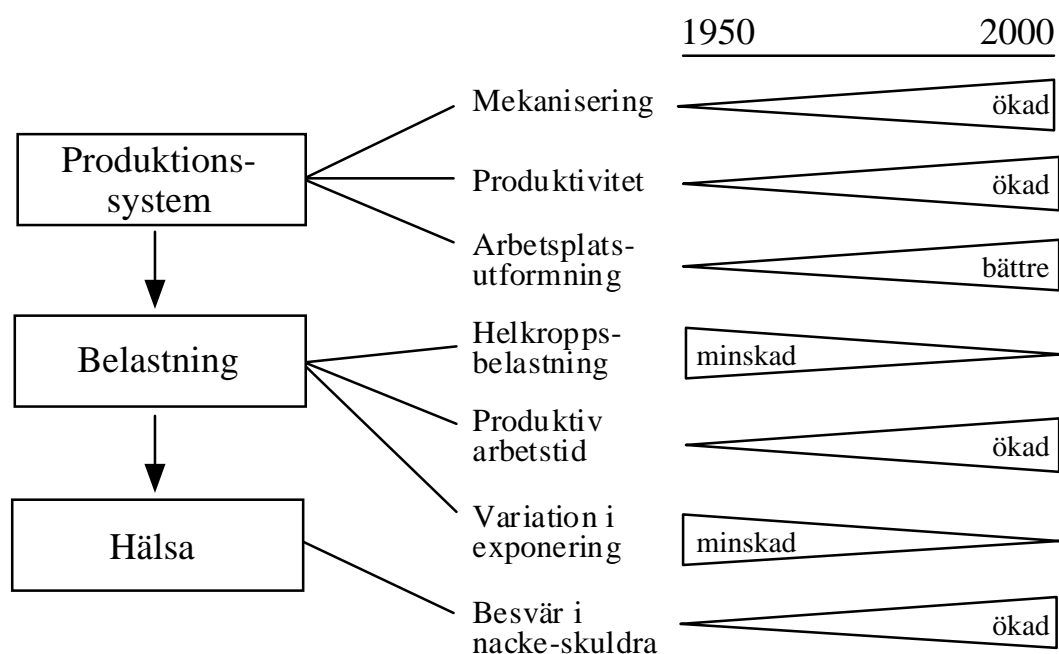
Dessa siffror tyder på att andra faktorer än belastningens nivå kan innebära risk för belastningsbesvär. Rationaliseringen inom skogsindustrin har - som tidigare konstaterats - medfört en betydande ökning av reglagemanövreringens *varaktighet*, samtidigt som möjlighet till *variation* av kroppsställning och kropps rörelser kraftigt har reducerats. Både varaktighet och variabilitet anses ha en avgörande betydelse för besvärsuppkomst i nacke och skuldra. På likartat sätt har nivå, variabilitet och varaktighet av t.ex. vibrationer, buller och kemiska exponeringar betydelse för hälsan.

Forskarna anser idag att just det mönster av muskelaktivitet som är typiskt för maskinföraren: låg belastningsnivå, praktiskt taget ingen variation och lång duration (varaktighet), är speciellt skadligt, eftersom det utnyttjar samma muskelfibrer utan avbrott, och inte ger möjlighet till återhämtning.

## Åtgärder

De varierade, oavbrutna och långvariga belastningar som är kritiska för dagens skogsmaskinförare är ett resultat av organisatoriska, tekniska och psykosociala förhållanden i arbetet. En tänkbar väg mot minskad besvärsförekomst är organisatoriska förändringar som bryter det monotona motoriska mönstret genom annorlunda arbetsuppgifter. Tekniska designförbättringar av förararbetsplatsen kan också vara en väg ifall de avser att öka variationen i arbetet. En tredje väg är att minska varaktigheten av det stillasittande reglagearbetet genom att ge möjlighet för fysisk och psykisk återhämtning genom pauser i arbetet och kortare arbetsdagar. I samtliga fall torde insatserna gå att förena med fortsatt hög lönsamhet på lång sikt i avverkningsarbetet.

Inga åtgärder kommer att vara verksamma om de inte inpassats i skogsindustrins eget förändringsarbete, och anpassats produktionsmässiga krav. Ett effektivt ergonomiskt förändringsarbete förutsätter kunskap om de ergonomiska konsekvenserna av olika utformningar av produktionssystem och av olika rationaliseringsstrategier. Skogsindustrins utveckling under de senaste 50 åren är ett bra exempel på samspelet mellan ergonomi och produktionsutveckling (figur 2). För att minska dagens ohälsa hos maskinförarna måste hänsyn tas till alla påverkande arbetslivsfaktorer, där bl.a. maskinteknik, organisationsformer, lönesättning, prestationskrav och utbildning inkluderas och ses i en helhet.



Figur 2. Utvecklingen av produktionssystem, belastning och hälsa under 50 år av rationalisering i skogsindustrin.

## Referens

- 1 Attebrant M, Mathiassen S E, Winkel J. *Belastningsergonomiska aspekter på rationaliseringen av skogsindustrin*. Manuskript för Arbete och Hälsa (1998).



# Belastningsergonomi

Jörgen Eklund och Tony Cederqvist, Avdelningen för Industriell Arbetsvetenskap, Linköpings Tekniska Högskola, 581 83 Linköping

## Problembeskrivning

Höga frekvenser av belastningsbesvär hos skogsmaskinförare har rapporterats från ett flertal studier. Framför allt är det skuldror och nacke, men också rygg, handleder och underarmar som drabbas. Utvecklingen under de senaste tioårsperioderna visar att tyngdpunkten för besvärens lokalisering förskjutits från rygg till skuldror och armar. Skogsarbete har förändrats från att tidigare ha varit ett tungt dynamiskt arbete till att ha blivit ett stillasittande förararbete med flerfunktionsreglage som används i små högrepetitiva rörelser under långa tidsperioder. I många fall har också den totala arbetstiden i maskinerna ökat.

## Effekter på människan

Frekventa in- och urstigningar kan bidra till uppkomst av ökad trötthet och belastningssjukdomar från höft, knä och fotled. Fyra huvudsakliga kriterier har rapporterats i litteraturen som underlag för konstruktion och utformning av tillträdesvägar till förarhytter, nämligen antropometriska kriterier, komfortkriterier, olycksförebyggande kriterier och kriterier som baseras på belastningar eller arbetsställningar. Ofta förekommer kriterier för belastningar eller arbetsställningar i kombination med hälsopåverkan.

Orsakerna till belastningsbesvären i sittande fordonsförararbeten anses allmänt vara multifaktoriella. Litteraturoversikter beträffande riskfaktorer för ländryggsbesvär har identifierat ett stort antal sådana faktorer, men det finns lite kunskap huruvida dessa faktorer i själva verket orsakar eller bara förvärrar befintliga symptom, samt hur faktorerna interagerar. Bland de riskfaktorer som anses vara kopplade till ländryggsbesvär hos fordonsförare finns höga nivåer av ryggbelastningar, sittande under långa tidsperioder i vridna, böjda, statiska eller onaturligt påtvingade arbetsställningar, repetitiva arbetsuppgifter, exposition för vibrationer samt psykosociala faktorer som arbetstillfredsställelse, bristande socialt stöd och brist på kontroll. Vidare har flera individuella riskfaktorer som rökning, ålder, dålig muskelstyrka, dålig kondition och tidigare ryggbesvär identifierats.

Riskfaktorerna för besvär från nacke och skuldror inkluderar höga belastningsnivåer hos muskulaturen i nacke och skuldror, repetitiva arm- eller huvudrörelser samt långvariga perioder med fixerade arbetsställningar t.ex. framåt- eller utåtföring av överarmar, lyfta armar eller skuldror. Vidare har också andra riskfaktorer påvisats som höga precisions- och koncentrationskrav, pausbrist samt psykosociala faktorer där också lönesystemet inkluderas.

Riskfaktorerna för underarmar och handleder inkluderar höga gripkrafter, högfrekventa rörelser av typ flexion/extension/deviation hos handleden eller låsta

arbetsställningar i dessa rörelseriktningar under lång tid, arbetsställningar med långvarigt pronerade underarmar, men också andra faktorer som typ av handgrepp, greppstorlek, arbetssätt och förekomst av handbeklädning.

Man kan för skogsmaskinförare, utifrån det mekaniska perspektivet, reducera de ovan nämnda riskfaktorerna till ett färre antal, nämligen höga belastningsnivåer, arbete under lång tid och belastningarnas tidsmönster, inkluderande belastningarnas repetitivitet och duration.

## **Standarder och rekommendationer**

Det finns normativa standarder, föreskrifter, rekommendationer och checklistor som behandlar utformning av skogsmaskiner. Dessa bygger på en blandning av vetenskapliga resultat och praktisk erfarenhet. Härigenom förändras rekommendationerna över tiden och mellan olika länder samt beroende på förutsättningarna för användningen av skogsmaskinen.

## **Åtgärder**

Förararbete i skogsmaskiner av idag med moderna små joy-sticks som placerats i armstödens förlängning anses inte orsaka problem p.g.a. för höga belastningsnivåer även om så kunde vara fallet för äldre typer av manöverreglage. Arbetsställningar vid spakhantering i form av långvarigt arbete med pronerade underarmar bör undvikas. Kontinuerliga arbetsrörelser med händer och handleder ökar muskelaktiviteten inte bara i underarmen utan också i skuldermuskulaturen. Problem uppstår i arbeten med högrepitativa nackrörelser samt statiskt låsta nackställningar. Detsamma gäller för högrepitativa handledsrörelser samt för statiska handledspositioner i eller nära ledernas ytterlägen. Övergång till minireglage som regleras med fingrarna tycks emellertid kunna förbättra situationen. Att åstadkomma variation i arbetet genom t ex alternerande arbetsuppgifter/-ställningar är angeläget.

Utformning av maskinen så att föraren i huvudsak kan arbeta med framåtriktade blickriktningar och att sikten inte skymms av t.ex. maskindelar är angeläget. Roterande förarhytter har som ett exempel visats ge klara förbättringar av förarnas nackvinklar och vissa förbättringar har också uppnåtts med ryggstöd som inte är allt för höga. Tillräckligt benutrymme kan resultera i mindre bundna kroppsställningar med bättre möjligheter att variera sin ställning.

Det finns inga säkra nivåer för muskelbelastning utifrån belastningsskadesynpunkt. Avgörande är kombinationen av belastningsnivåer, tidsmönster (inkl pausmönster) och belastningens varaktighet (duration). Problemen i moderna skogsmaskiner tycks snarast vara långvarigt kontinuerligt arbete utan variationsmöjligheter i form av tillräckligt antal pauser eller micropauser. En sittande ställning ger statisk belastning på bl a ländryggen, speciellt vid ökad höftflexion. En balanserad kroppsställning med lederna omkring sina mittlägen och utan gravitationsmoment är önskvärt som utgångsläge, och att rörelser sedan kan ske i fritt val omkring detta utgångsläge.

Sittande som medger ökad bål-benvinkel är positivt utifrån ländryggsbelastning, men sådana stolar har ännu inte färdigutvecklats för skogsmaskiner och de kan ha nackdelar i form av okomfortabel tryckfördelning i sittytan. För konventionella

förorstolar finns det designrekommendationer i litteraturen. Avgörande för stolsutformningen är emellertid arbetsuppgiftens karaktär, maskinens konstruktion och givna restriktioner. Detta bör alltid vara utgångspunkten för vilken stol som är lämplig. Ökade intervall för sitsens vinkling och inställning av stolshöjd ökar variationsmöjligheten vid högt sittande arbetsställningar.

Förorhyttens konstruktion baseras på kriterier för antropometri, komfort och belastningar/arbetsställningar. Statisk och dynamisk data som inbegriper utrymme/storlek, funktionell räckvidd och rörelseutrymme är väsentliga. Den kortaste armen och det kortaste benet bestämmer räckvidden. Den längsta användaren plus hänsyn till fot- och huvudbeklädnad samt rörelser bestämmer takhöjden, största höft- och skulderbredden plus hänsyn till kläder och rörelser bestämmer breddutrymmet, och det längsta låret, underbenet, foten plus utrymme för att sträcka underbenet bestämmer benutrymmet framåt. Det måste också tillgodoses att förarna kan välja fria kroppsställningar som t ex att sträcka ut kroppen i stolen. Alla arbetsaktiviteter skall kunna utföras utan utrymmesrestriktioner och variation av kroppsställningar skall underlättas. Alla punkter som är nödvändiga att se skall kunna ses från den balanserade utgångsställningen. Det finns emellertid inte konsensus beträffande kvantitativa mått för förarhytten, och detta kommer troligen ej heller att uppnås i framtiden.

Placeringen av reglagen samt reglagekrafter och -utslag är centrala parametrar. Dessa är relativt väl utredda för skogsmaskiner och torde utgöra tillräcklig grund för rekommendationer. Fotkontroller ger restriktioner för byte av kroppsställningar och val av bekväma arbetsställningar och är idag därför inget reellt alternativ som ersättning för handkontrollerade reglage.

Tillträdesvägarna till skogsmaskiner bestäms av konstruktionsdetaljerna: steg/fotsteg, stödhandtag och dörr/dörröppning. I litteraturen har flera olika modeller för konstruktionsprocesser publicerats. Kriterierna för konstruktion av tillträdesvägar innefattar följande aspekter:

- Föraren skall ges möjligheter att ta sig in i hytten utan att vrida överkroppen.
- Den största föraren, plus hänsyn till kläder och utrustning, skall kunna beredas tillträde genom dörröppningen.
- Föraren skall enkelt och lätt kunna ta sig in och ut ur förarhytten med väl utformad steg och stödhandtag.
- Stegen skall placeras mitt under dörröppningen och utformas som en steg.
- Fotstegen skall vara tillräckligt breda och djupa samt vara av ett halkfritt material.
- Stödhandtag skall placeras på båda sidor av dörröppningen.
- Dörrarna skall kunna öppnas 90 grader och inte påverkas allt för mycket av vinden.

Det finns i den vetenskapliga litteraturen inga generella och allmänt accepterade rekommendationer beträffande de fysiska dimensionerna för dörrar/dörröppningar, stegar/fotsteg eller stödhandtag. Man kan emellertid se att kraven på komfort har ökat med tiden.

## **Slutsatser**

Skogsmaskinförare uppvisar höga frekvenser av belastningsbesvär. Besvären kan sammankopplas med den fysiska utformningen av skogsmaskiner och arbetsorganisatoriska faktorer.

Det finns i den internationella vetenskapliga litteraturen ett relativt begränsat material om belastningsergonomiska tillämpningar för skogsmaskiner. I någon mån kan dessa kompenseras med resultat från mer generella studier eller från studier av andra typer av arbetsfordon. Vad gäller tillträdesvägar hos skogsmaskiner finns ingen konsensus beträffande fysiska dimensioner för dörrar/dörröppningar, stegar/fotsteg och stödhandtag. Det finns ett antal funktionella kriterier för utformning av förarhytten, men det finns ej konsensus beträffande kvantitativa mått, och detta kan ej heller förväntas i framtiden. För konventionellt sittande finns relativt omfattande och accepterade rekommendationer om stolsutformning. Motsvarande underlag för högt sittande finns ej. Riktlinjer för utformning av reglage är relativt väl utredda och utgör en god grund för rekommendationer.

## **Referens**

1 Eklund J, Cederqvist T. *Review of Ergonomics in Work Vehicles - Mechanical factors and musculoskeletal aspects of forest machines*. Manuskript för Arbete och Hälsa, (1998).

# Information och kommunikation

Håkan Alm, Avdelningen för Industriell Arbetsvetenskap, Linköpings Tekniska Högskola, 581 83 Linköping

## Problembeskrivning

Operatören av skogsmaskiner betraktas i detta dokument utifrån ett perceptuellt och kognitivt perspektiv. Utifrån detta perspektiv måste operatören, för att lösa sina uppgifter, söka och behandla information från den inre miljön i skogsmaskinen och från den yttre miljön utanför maskinen. Olika typer av arbetsuppgifter (transporter till och från avverkningsställen, arbete vid avverkningsställen) kräver olika typer av information. Egenskaper hos den fysiska och sociala miljön påverkar vilka möjligheter operatören har att tillgodogöra sig den nödvändiga informationen. För att optimera operatörens möjligheter att tillgodogöra sig den nödvändiga informationen, bör arbetsuppgiften och arbetsmiljön göra det möjligt för operatören att ha kontroll över såväl arbetsinnehåll som arbetstempo. Operatören bör även ges möjligheter till utveckling genom arbetet. Ett positivt socialt klimat och förekomst av ”socialt stöd” är även en förutsättning för att operatören ska kunna inhämta information på ett optimalt sätt.

## Människan som informationsprocessare

Människan kan betraktas som ett informationsbehandlande system med ett antal olika kanaler till den yttre världen (syn, hörsel, känsel, smak, lukt) och olika minnessystem för att kunna tolka och bearbeta informationen. En vanlig indelning av minnessystemen är i sensoriska minnen med kort lagringstid, korttids eller arbetsminne med längre lagringstid och långtidsminne för permanent lagring av informationen. Det så kallade arbetsminnet jämföras ofta med vårt medvetande, och detta har en begränsad kapacitet. Alltför höga krav från arbetsuppgifter kan innebära att arbetsminnets kapacitet överskrids, vilket kan innebära påfrestningar på individen i form av stress och felhandlingar. Människor har även en uppmärksamhetsfunktion för att kunna inrikta sitt informationsinhämtande på de aspekter i miljön som är viktiga. Förmågan till uppmärksamhet, vilken har ett nära samband med arbetsminnets kapacitet, är även den begränsad och starkt beroende av tidigare erfarenhet. Alltför höga krav på uppmärksamhet kan leda till såväl stress som felhandlingar. Individer fattar även beslut om handling och genomför handling. Människors förmåga att fatta beslut på ett optimalt sätt har visat sig ha brister, och försvåras om den information besluten grundas på innehåller osäkerhet. För att undersöka hur olika typer av uppgifter belastar individens informationsprocessande förmåga används ofta mått på ”mental arbetsbelastning”, idealt tillsammans med mått på den faktiska prestationen på uppgiften i fråga. Sambandet mellan mental arbetsbelastning och prestation är inte fullständigt känt. Däremot råder enighet om att extrema värden (höga eller låga) av mental arbetsbelastning har negativ inverkan på faktisk prestation.

## **Effekter av dålig anpassning av information**

Arbetsuppgifter som kräver mer än vad en operatörs informationsprocessande system klarar av kommer i långa loppet att orsaka olika typer av felhandlingar och stress. Stress kan i sin tur resultera i diverse kroppsliga besvär, exempelvis smärtor i nacken och skuldror eller i värsta fall kroppsliga sjukdomar typ hjärtinfarkt, magsår, migrän, astma.

## **Presentation av information via displayer**

Den information en operatör behöver för att genomföra sitt arbete kan ibland tas in direkt genom att se, lyssna, känna utan andra hjälpmedel än sinnesorganen. I de fall en operatör inte direkt kan tillgodogöra sig nödvändig information skapas ofta ett hjälpmedel för att presentera den informationen. Hjälpmedel av denna typ kallas ”display” och avser varje metod för att presentera information. Riktlinjer för val av display modalitet (visuell eller auditiv display), kodning av information, utformning av text och koder, utformning av signal- och varningsljus, gruppering av information, meny baserad dialog med datoriserade system, presenteras närmare i kunskapsöversikten (1).

## **Automation**

Genom alltmer avancerad teknik är det möjligt att låta maskiner ta över olika arbetsuppgifter som operatörer normalt utför. Automation har naturligtvis en mängd fördelar och kan befria en operatör från tunga, monotona, och ensidigt belastande arbeten. För att kunna genomföra automation på ett optimalt sätt krävs naturligtvis att man fördelar arbetsuppgifter mellan operatör och maskin på ett sätt så att fördelarna hos maskin och människa utnyttjas bäst. Vad gäller uppgifter av informationsbehandlande karaktär så har vi idag bristfällig kunskap om hur detta ska ske på bästa sätt. Man har funnit att automation av just denna typ av uppgifter kan ge upphov till ett antal problem. Ett problem som har uppmärksammats är en övertro på det tekniska systemets kapacitet, vilket har inneburit att operatörer har avstått från att ingripa när detta har varit befogat. Misstro mot ett tekniskt system, vilket är en spegelbild av föregående problem, har även noterats. I dessa fall har operatörer avstått från att använda ett tekniskt system trots att det skulle ha inneburit fördelar. Negativa effekter med avseende på mental arbetsbelastning har även noterats. Automation kan innebära att uppgifter som redan ger upphov till låg arbetsbelastning tas ifrån operatören. Detta kan då leda till att arbetsbelastningen sjunker ytterligare, och om något som kräver operatörens ingripande uppstår så kan detta innebära problem.

## **Standards och rekommendationer**

Beträffande presentation av information via olika typer av displayer pågår arbete med att skapa standards. Ett arbete har även påbörjats inom ISO med en standard om mental trötthet. Utvecklingen inom informationstekniken har gett upphov till diverse arbete för att skapa standards. På grund av den snabba utvecklingen inom området vet

man ibland inte för vad man skapar standards. En alltför tidig utveckling av standards riskerar även att bromsa utvecklingen inom området.

I kunskapsöversikten har rekommendationer angivits för exempelvis textstorlek och typsnitt, design av signal- och varningsljus, design av menyer för menybaserade system mm, när det finns ett empiriskt underlag för dessa rekommendationer.

### **Slutsatser och konsekvenser av det perceptuella och kognitiva synsättet**

Utformningen av skogsmaskiner och organisationen av arbetet med skogsmaskiner bör, för att optimera operatörers möjligheter att tillgodogöra sig informationen, utföras så att operatören:

- Vet vilken information som är nödvändig för olika typer av uppgifter.
- Vet var den nödvändiga informationen ska sökas.
- Kan se, höra, känna den nödvändiga informationen under alla tänkbara förhållanden
- Hinner tillgodogöra sig den nödvändiga informationen under alla tänkbara förhållanden
- Kan förstå betydelsen i den presenterade informationen
- Kan få feedback (återkoppling) på utförda handlingar
- Kan få feedforward (vad händer om...) på planerade handlingar
- Kan bilda sig en mental modell över hur maskinen fungerar

### **Referens**

1 Alm H, Kjellberg A. *Underlag för utformning av förarens arbetsplats i skogsmaskin - ett kognitivt eller informationsprocessande perspektiv - en kunskapsöversikt.* Manuskript för till Arbete och Hälsa (1998).

# Buller

Ulf Landström, Arbetslivsinstitutet, Teknikenheten, Box 7654, 907 13 Umeå

## Problembeskrivning

Viktiga alstringskällor för buller i skogsmaskiner kan vara; dieselmotorer, avgassystem, transmission, hydraulpumpar, och ventiler, luftkonditionering och fläktar, arbetsprocesser, kontakt mellan mark och hjul samt ljud från kommunikationsutrustning. Behoven av visuell överblick, vilket innebär stora glasytor, kan betyda svårigheter att begränsa bullret. Ofta bidrar stomljudsöverföring och resonanser såväl i maskinens och hyttens struktur som i hyttens luftvolym till en hög bullernivå.

Till exponeringssituationen för buller bör också läggas att ökade krav på specialkompetens vad gäller körning av skogsmaskinerna begränsar möjligheterna till arbetsrotation. Exponeringstiderna för buller riskerar därför att bli relativt långa. Även kravet på effektiva utnyttjandetider för kostsamma maskiner riskerar att driva upp uttaget av arbetstider vid arbete med skogsmaskiner.

I följande översikt ges en beskrivning över reaktionsmönstren från de olika typer av buller som kan aktualiseras under arbete i skogsmaskiner. I översikten ingår även en sammanfattning av gällande lagstiftning och tillämpbara standarder.

## Effekter under exponering för infraljud

Vissa samband mellan exponering för infraljud och störningar av olika slag anses påvisade. Förutsättningen för att störningseffekter skall kunna uppstå, är enligt flertal studier att exponeringsnivån ligger över hörperceptionströskeln. Hörtröskelkurvan utgör därmed även ett ungefärligt mått på lägsta nivåer för uppkomst av störningseffekter.

Bland de fysiologiska effekter av infraljud som främst diskuterats under de senaste åren kan nämnas förändringar i vakenheten. Flera undersökningar har visat att infraljud kan sänka vakenheten. Monoton, dämpad och upprepad stimulering är ofta sövande, medan kraftig, oregelbunden stimulering ofta upplevs väckande. Laboratorieförsök och fältmässiga studier har visat att exponering för infraljud med ljudtrycksnivåer i närheten av hörtröskeln kan sänka vakenheten. Sömnighetseffekten tycks särskilt märkbar vid infraljudnivåer strax över hörtröskeln. Vid höga ljudtrycksnivåer framkallas som väntat väckningseffekter. Sömnighetseffekten följs av samtidiga sänkningar av blodtryck och puls, vilket är normalt i samband med insomning.

## Effekter under exponering för lågfrekvent buller

Hur störande ett lågfrekvensbuller upplevs beror inte enbart på dess dB(A)-nivå. Spektralfördelning, förekomsten av toner eller intermittenta komponenter i bullret, kan påverka störningsupplevelsorna på mycket uttalade sätt.

Vid samma dB(A)-nivå upplevs ljud med starkare lågfrekventa toninslag som betydligt mindre störande än mer högfrekventa tonljud. Detta förhållande pekar alltså på



att A-vägningen överskattar lågfrekventa toners bidrag till besvärssupplevelser. Resultat från andra undersökningar visar å andra sidan att ett lågfrekvensbuller med bredbandskaraktär upplevs som mest acceptabelt då bredbandskomponenten ligger i den lägre delen av frekvensområdet. Detta skulle sammantaget innebära att den generella användbarheten av dB(A)-nivån, då man vill göra utvärderingar med avseende på förväntade störningseffekter på grund av lågfrekvent buller, är mycket begränsad.

Sambandet mellan skattad störningsupplevelse och tid under vilken det lågfrekventa bullret kan höras visar på att störningsupplevelsen inte påverkas av upplevelsetiden för det lågfrekventa bullret. Förhållandet kan tolkas som att exponerade personer i mycket ringa eller ingen utsträckning alls habituerar eller adapterar sig till det lågfrekventa bullret. Habiturering och adaptationsfenomen tycks genomgående starkare för högfrekventa ljud än för lågfrekventa.

Studier har entydigt visat att störningsupplevelsen, ansträngningsgraden och prestationen vid exponering för intermittenta ljud genomgående påverkas mer negativt än vid exponering för kontinuerliga ljud vid samma ekvivalentnivå. Utvärderingar över sambanden mellan besvärssymptom och fluktuationer, har även visat på en ökad risk för symptom med ökad vidd i nivåfluktuation i ett lågfrekvensljud. Effekten av en ökad vidd i nivåfluktuationen är också högre vid högre dB(A)-nivåer. Nivåfluktuationer i närheten av hörperceptionströskeln korrelerades till lägre störningsreaktioner.

## **Exponering för mellanfrekvent buller**

### ***Hörselskadligt buller***

Bestående permanenta hörselskador, sk PTS, kan uppstå genom kortvariga kraftiga exponeringar men även på grund av daglig exponering vid lägre nivåer. Tillfälliga nedsättningar i höruppfattbarhetsförmågan, sk TTS, kan på detta sätt övergå i permanenta skador. Orsaken till dessa skador ligger i påverkan på innerörats hårceller. Hörtröskelförändringens storlek utvecklas efter ett exponentiellt förlopp i förhållande till tiden för exponeringen. Återhämtningstiden efter en exponering har liknande förlopp.

Effekterna i form av TTS och PTS anses vara starkt korrelerade. Lika stora temporära tröskeländringar skulle således kunna leda fram till lika stora permanenta tröskeländringar. Den individuella risken för en hörselskada skulle också vara korrelerad till den individuella förändringen registrerad som en TTS.

Studier har dessutom visat att den temporära tröskelförändringen ökar linjärt med den genomsnittliga bullernivån från ca 80 dB upp till 130 dB. Förändringen i temporär tröskeländring efter en exponering för 80 respektive 90 dB är således lika stor som mellan 100 och 110 dB.

Undersökningar har dessutom visat att återhämtningen av den temporära tröskeländringen också är linjär med logaritmen för tiden. Detta linjära samband gäller dock endast för TTS effekter upp till ca 40 dB. För TTS effekter större än detta blir återhämtningstiden väsentligt längre och kan i fallen med höga TTS effekter sträcka sig över dagar eller veckor.

Vissa exponeringar har visat sig särskilt kritiska ur skaderisksynpunkt. Vid exponering för toner eller smalbandiga anses hörselskaderisken högre än vid exponeringar för bredare frekvensband. Vid exponering för toner eller smalare band uppkommer

tröskelförändringen främst inom ett hörområde motsvarande 0,5 till 1,5 ggr högre upp i oktav räknat jämfört med tonens frekvens.

Man har också konstaterat att oregelbundna ljud i vår omgivning utgör en mindre hörselskaderisk än mer regelbundna stadigvarande ljud. I själva verket har hörselskaderisken visat sig vara proportionell mot den effektiva tid som bullerexponeringen pågår. I de lägen där ett buller i omgivningen avbryts med lika långa pauser utan buller, kan denna exponering tolereras under mer än dubbelt så lång tid jämfört med om bullret skulle vara konstant.

Utvecklingen av hörselskador analyseras vanligtvis via utvärderingar av tonaudiometrisk tester. Exponering för frekvensvarierat buller, dvs bredbandigt buller med inslag för olika frekvenskomponenter, leder i de fall där exponeringsnivån mätt i dB(A) ligger för högt eller där exponeringstiderna blir långa, till en typ av hörselnedsättning som maximeras kring frekvensområdet 4000 Hz. Anledningen till detta förhållande är att detta frekvensområde, förutom att vara det frekvensområde där örat uppvisar sin högsta känslighet för ljudvågor, utgör det område där örat lättast skadas. En begynnande hörselskada visar sig också tidigast inom detta frekvensområde, vilket ur individsynpunkt leder till en nedsättning i förmågan att uppfatta fram för allt konsonanter i det dagliga talet. I takt med att hörselskadan utvecklas vidare, sker nedsättningar i hörförmåga för allt högre men fram för allt lägre frekvenser, vilket ur upplevelsesynpunkt innebär att så småningom även vokaler faller bort från upplevelsen av talljuden.

Genom undersökningar genomförda inom breda grupper från industrin har man kunnat konstatera att vid en bullernivå kring 85 dB(A) kommer den resulterande hörselskadan att tangera den gräns där svårigheter börjar uppstå i förmågan att uppfatta tal med normal röststyrka på ca en meters avstånd. Detta förhållande utgör för närvarande underlag till den i dag valda lagstiftande högsta exponeringsnivån för 8 timmars exponering, 85 dB(A). Kortare tider tillåter högre exponeringsnivåer under förutsättning att den ekvivalenta omräknade exponeringsnivån över 8 timmar inte överstiger 85 dB(A). Högsta tillåtna maximala ljudnivå är 115 dB(A). För impulsartat ljud gäller en högsta tillåten ljudtrycksnivå på 140 dB(C).

Det bör framhållas att den lagstiftning som idag gäller för svenskt arbetsliv, tillåter en relativt långt framskriden påverkan på hörselorganet. Från olika håll föreligger idag förslag om att eftersträva en sänkning av dessa nivåer. 85 dB(A)-nivån förslås sänkt till 75 dB(A).

### ***Störande buller***

På arbetsplatsen är man inte i första hand intresserad av hörstyrkan, utan av att få veta hur störande ljudet upplevs. Denna värdering av bullret påverkas inte bara av dess fysikaliska egenskaper och beror inte enbart på hörstyrkan. Hur störd man är av ett ljud kan också bero på t ex i vilken situation man möter ljudet och vad det är som ger upphov till det.

### ***Betydelsen av bullrets fysikaliska egenskaper***

Störningsgraden påverkas givetvis i hög grad av bullrets nivå. Tumregeln att ljudstyrkan och därmed störningsgraden fördubblas med en 10 dB höjning av ljudtrycket stämmer väl för de flesta ljud. Det viktigaste undantaget är mycket

lågfrekvent ljud. Ju mer frekvensen sänks under 500 Hz desto mer innebär en 10 dB höjning av ljudtrycksnivån för den upplevda styrkan. Därför innebär t ex en 10 dB höjning av en 100 Hz ton inte en fördubbling utan en fyrdubbling av hörstyrkan. Observera att det inte betyder att det går att dra säkra slutsatser om hur störda människor är på en arbetsplats enbart utifrån en vanlig bullermätning. De som arbetar på en arbetsplats med relativt låg bullernivå kan mycket väl vara mer störda än de som arbetar på en annan och bullrigare arbetsplats. Däremot är det troligt att de i båda fallen skulle bli dubbelt så störda eller mer om ljudnivån höjdes med 10 dB.

Vissa bullerkällor skapar buller där energin är mycket ojämnt fördelad över frekvensspektrum. Någon enstaka frekvens eller ett smalt frekvensband ligger på en mycket högre nivå än omkringliggande frekvensband. Detta innebär att en ren ton hörs i bullret. Sådant buller upplevs oftast som mer störande än buller där energin är jämnare fördelad.

Buller som är konstant upplevs vanligen som mindre störande än sådant som avbryts under kortare eller längre perioder eller buller som på annat sätt varierar över tid. Man kan alltså få en bättre uppfattning om hur störande ett buller är om man inte bara tar hänsyn till den genomsnittliga bullernivån utan även till antalet "bullertoppar".

En av de mest påtagliga effekterna av buller är att det kan göra det svårare att uppfatta tal och andra ljud som man vill höra. Maskeringseffekten blir naturligtvis större ju starkare bullret är i förhållande till det ljud vi vill kunna uppfatta (signal-/brus-förhållandet). Men maskeringseffekten beror också på bullrets frekvens. Ett buller kan endast maskera ljud som ligger inom ungefär samma frekvensområde som bullret. Hur väl man uppfattar en ren ton på 1000 Hz påverkas alltså endast av den del av bullret som ligger omkring den frekvensen. I de flesta sammanhang är den viktigaste maskeringseffekten att buller försvårar samtal. Talljuden ligger i huvudsak inom frekvensområdet 200–7000 Hz, men för förståelsen av tal har området 1000-3000 Hz visat sig vara viktigast. Talförståelsen störs därför framför allt av buller inom detta frekvensområde.

#### *Betydelsen av icke-fysikaliska faktorer*

En förklaring till att toleransnivåerna skiljer sig mellan arbetsplatser är att vissa arbetsuppgifter gör personen speciellt känslig för buller. Om uppgiften kräver att man uppfattar ljud kan maskeringseffekter förklara känsligheten, men även andra uppgiftsegenskaper tycks påverka toleransnivån. Så antas ofta den som arbetar med en intellektuell uppgift känna sig mer störd av buller än den som har ett mer rutinartat manuellt arbete. En bedömning utifrån den mycket sparsamma forskning som finns, är att svårare uppgifter är känsligare för bullerstörning än andra uppgifter. Särskilt stor blir störningen om ljudet är andra människors tal.

Buller som uppstår utan förvarning eller som förändras överraskande, upplevs som mer störande än buller som förändras på ett förutsägbart sätt. Minst störande blir bullret då det är vi själva som har kontroll över bullerkällan, som då vi själva skapar bullret genom vårt arbete.

Våra reaktioner på buller färgas också av vår inställning till bullerkällan. Vi har lättare att tolerera bullret från en maskin som vi uppskattar, än bullret från en maskin som vi tycker illa om.

En grupp som definitivt reagerar på ett annat sätt än andra på buller är de hörsel-skadade. Och de är inte, som man skulle kunna förmoda, alltid mindre störda än de normalhörande. Även ganska lätta bullerskador kan leda till en störande förvrängning av tal och av andra ljud som varierar mycket i styrka. Dessutom förstärks maskerings-effekterna av skadan, vilket gör att hörselskadade är mer störda av buller än andra i situationer som kräver att de uppfattar tal.

Aktiveringseffekterna och stress effekterna, av t ex alltför starkt och varierande bul-ler kan leda till försämrad prestation, som framför allt visar sig som ett ökat antal fel-reaktioner. Denna negativa effekt av buller på prestation visar sig vid mer komplexa uppgifter där stora krav ställs på minne och på samtidig bevakning av flera informa-tionskällor. Dessa negativa effekter på prestationen blir större ju starkare och mer varierande bullret är, ju längre arbetet i buller pågår, samt om bullret är oförutsägbart och utanför personens egen kontroll.

Trötthets- och sömnhetseffekterna, av svagt och monotont buller, särskilt lågfrek-vent ljud, riskerar att leda till försämrad prestation, som framför allt visar sig som långsammare reaktioner och missad information. Risken för dessa effekter blir större ju längre tid arbetet i buller pågår.

### **Exponering för ultraljud**

Med ultraljud avses ljudfrekvenser över 18000 Hz. Ultraljudsproblematiken kan ur såväl fysikalisk som biologisk synpunkt indelas i två olika exponeringssituationer. Uppdelningen baseras framför allt på ljudets olika utbredningsförmåga i luft respek-tive fast eller flytande materia. Man talar om luftburet ultraljud och kroppsburet ultra-ljud. Exponeringsriskerna för ultraljud i synnerhet det kroppsburna ljudet, är mycket begränsade under arbete i skogsmaskiner beroende på att nivåerna från dessa ljud-frekvenser ytterst sällan kommer upp i nivå med risk för påverkan.

Överstimulering med ultraljud kan framkalla svårdefinierbara upplevelser i form av tryck eller värme i örats inre delar. Intresset för effekter på hörselorganet har dock huvudsakligen inriktats på frågan om ultraljud kan försämra förmågan att uppfatta ljud under 10 kHz. Effekterna på hörselorganet är mycket begränsade.

Frågan om ultraljudets medicinska effekter aktualiserades i slutet av 1940-talet, i samband med diskussionerna kring den s k "ultraljudsjukan". Med denna åkomma av-sågs de symtom som förekom bland flygplatsernas markpersonal, och då främst den personal som arbetade i närheten av flygplanens jetmotorer. Symtomen bestod i trött-het, huvudvärk och illamående och antogs ha samband med det ultraljud som uppstod från jetmotorernas luftintag. Liknande symptom har sedermera påvisats hos personal verksam nära ultraljudstvättar, ultraljudssvetsar med mera. Även dessa risker är mycket begränsade i en skogsmaskin.

### **Standarder och rekommendationer**

För kontrollförfarandet m.a.p. buller i skogsmaskiner finns ett flertal tillämpbara regelverk (1).

### *Arbetstagares bullerexponering*

Bullerexponeringen för arbetstagare regleras av Arbetarskyddsstyrelsens författningssamling AFS 1992:10 "Buller". Högsta tillåtna bullerexponering enligt denna är 85 dB(A) ekvivalent ljudnivå under en 8-timmars arbetsdag. Högre nivåer kan tillåtas under kortare tider under förutsättning att den dagliga bullerexponeringen inte överstiger 85 dB(A). Som exempel kan nämnas att om man endast arbetar i bullret under fyra timmar per dag tillåts 88 dB(A) under den tiden. I en bullernivå på 100 dB(A) tillåts endast arbete i 15 min per dag. Den maximalt tillåtna ljudnivån är 115 dB(A). För impuls ljud gäller en högsta tillåten nivå på 140 dB(C).

För infraljud finns rekommenderade nivåer i tersband. För ultraljud finns rekommenderade högsta nivåer, även dessa uttryckta i tersband.

För att motverka störningseffekter och minimera risken för hörselskada finns tre rekommenderade riktvärden angivna; 80, 60 och 40 dB(A) där 80 dB(A) kan anses tillämpligt på skogsmaskiner.

I föreskrifterna finns även angivet att exponeringsnivån skall sänkas till lägsta praktiskt möjliga nivå med hänsyn till teknisk utveckling och möjligheterna att begränsa bullret.

Målsättningen för framtida bullernivåer finns formulerad i bl.a. "Handlingsplan mot buller" SOU 1993:65 samt propositionen 1993/94:215. Här föreslås att riktvärdet 80 dB(A) för buller i arbetsmiljön sänks till 70 -75 dB(A).

#### *Buller i maskiner*

För buller i skogsmaskiner gäller två kungörelser; AFS 1985:6 "Motorredskap och traktorer" med ändringskungörelserna AFS 1994:3 och 1994:13 samt AFS 1994:48 "Maskiner och andra tekniska anordningar" vilken baseras på maskindirektivet 89/392/EEG.

AFS 1985:6 gäller efter ändring i AFS 1994:3 endast för skogsbrukstraktorer. Alla övriga skogsmaskiner faller under AFS 1994:48.

För skogsbrukstraktorer gäller enligt AFS 1985:6 "Motorredskap och traktorer" att ljudnivån i hytten får uppgå till högst 85 dB(A). Nivån ska ha fastställts vid typkontroll genom mätning enligt OECD-standarden "Standard Code for the Official Testing of Agricultural Tractors". För maskiner som faller under AFS 1994:48 "Maskiner och andra tekniska anordningar", vilken baseras på maskindirektivet 89/392/EEG, gäller bl.a. att uppgifter om maskinens bullernivå ska finnas i bruksanvisningen. Följande ska redovisas:

- Ekvivalent kontinuerlig A-vägd ljudtrycksnivå på operatörsplats om denna överstiger 70 dB(A). Om nivån understiger detta värde behöver bara anges att så är fallet.
- C-vägt toppvärde för ljudtrycket om detta överstiger 63 Pa (130 dB rel.. 20 µPa)

- Ljudeffektnivå från maskinen om den ekvivalenta kontinuerliga ljudtrycksnivån på operatörsplats överstiger 85 dB(A).

Mätning av bullernivån kan göras enligt s.k. harmoniserade standarder eller med annan för maskinen lämplig metod. Om harmoniserade standarder tillämpats vid mätningen förutsätts de grundläggande hälso- och säkerhetskraven vara uppfyllda. Om annan metod använts åligger det tillverkaren att visa att den använda metoden är i enlighet med föreskrifternas krav. Tillverkaren ska också ange maskinens driftförhållanden under mätningen samt vilka mätmetoder som använts. Tillverkaren kan själv mäta och certifiera maskinen. Någon typkontroll krävs alltså inte.

Harmoniserade EN -standarder finns på tre olika nivåer A-, B- och C-nivå. A-nivån är grundläggande medan B-nivån är mer specifik men tillämpbar på de flesta maskinkategorier. Här finns exempelvis standarder för mätning av buller på operatörsplats. För närvarande finns följande standarder för mätning av buller på operatörsplats: SS-EN-ISO 11200, 11201, 11202, 11203 och 11204. C-standarder gäller för specifika maskingrupper. Där specificeras bl.a. vilka B-standarder som är tillämpliga, driftförhållanden vid mätningen och mätpunkternas läge.

Många C-standarder är fortfarande under utarbetande. I avvaktan på dessa tillämpas därför ofta ISO-standarder eller nationella standarder. Standarder finns också för hur bullernivån ska deklarerars och verifieras. Här tillämpas för närvarande ISO 4871 vilken senare också kommer som EN-standard. Det deklarerade bullervärdet enligt denna standard är det uppmätta värdet med ett påslag för spridning i mätmetod och produktion.

## **Slutsatser**

Exponeringssituationen för buller i skogsmaskiner kan i flertalet fall och situationer beskrivas som mycket komplex. I exponeringsmönstret ingår ljud som kan variera högst avsevärt såväl med avseende på frekvens och ljudtrycksnivå som tid. Bullret härrör ofta från ett stort antal alstringskällor.

Förare till skogsmaskiner exponeras därför för såväl infraljud, lågfrekvent buller, mellanfrekvent buller som högfrekvent buller. Reaktionsmönstren inbegriper effekter på såväl hörselorganet som trötthet, störningsupplevelser och effekter på arbetsprestation.

## **Referens**

1 Landström U. *Kunskapsöversikt avseende underlag till checklista för skogsmaskiner*. Manuskript för Arbetslivsrapport. Arbetslivsinstitutet, Stockholm (1998).

# Vibrationer

Bengt-Olov Wikström, Arbetslivsinstitutet, Arbetshälsoenheten, 171 84 Solna

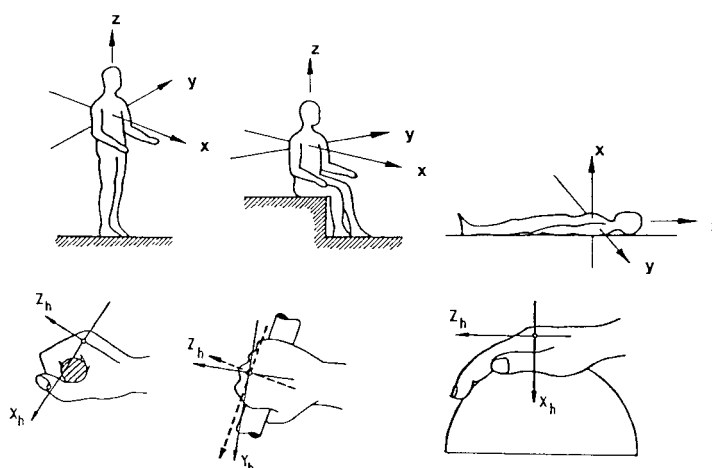
## Problembeskrivning

Exponering för vibrationer kan delas in i två olika områden, *helkroppsvibrationer* som sätter hela människokroppen i svängning och *hand-arm vibrationer* som exponerar hand, arm och i vissa fall skuldra. För att kunna utvärdera exponeringen av vibrationer på människan så måste nivån (acceleration i  $m/s^2$ ), frekvensen (Hz), riktningen (X, Y, Z) och exponeringstiden (timmar/dag, år) tas i beaktande.

Människokroppen kan ur vibrationssynpunkt ses som ett mekaniskt system uppbyggt av massor, fjädrar och dämpare. Ett sådant system är olika känsligt för olika vibrationsamplituder, frekvenser och riktningar. Så också människan. Största känsligheten bestäms huvudsakligen av resonanser i systemet som påverkar fysiologiska och psykologiska funktioner.

## Helkroppsvibrationer (HKV)

Helkroppsvibrationer förekommer främst i fordon och hjulburna maskiner. Vibrationsnivån är beroende av faktorer som körunderlag, körhastighet, maskinens fjäderingsegenskaper och körteknik. Mindre nivåer kan också förekomma i stationära maskiner, inom byggnader, båtar, flygplan och tåg. Exponeringen i fordon sker oftast via sitsen men också via ryggstödet vid sittande kroppsställning. Vid stående överförs HKV via fötternas underlag och vid liggande från underlaget till flera kroppsdelar samtidigt. ISO har standardiserat tre riktningar för exponering av HKV (fig 1).



Figur 1 Standardiserade mätriktningar enligt ISO 2631 och ISO 5349.

## **HKV - Effekter på människan**

Känsligheten varierar beroende på vilken del av kroppen som beaktas och vilken uppgift som människan utför samt i vilken riktning vibrationerna förekommer. För X- och Y-riktningen, som anses ha samma känslighet, föreligger den största känsligheten för acceleration vid 0,8 - 2,0 Hz. För Z-riktningen föreligger den största känsligheten vid 3 - 12 Hz.

HKV kan påverka hälsan, komforten, prestationsförmågan och uppkomsten av rörelsesjuka (tex sjösjuka). Många förare har olika former av hälsobesvär. Man är idag överens om att HKV kan ge upphov till ländryggsbesvär. Både kortvariga, kraftiga stötar och långvariga HKV av jämn nivå anses kunna orsaka detta. Emellertid har alltför få studier utförts för att säkert fastställa sambandet mellan exponeringsnivå och besvär. Man har försökt ta så god hänsyn som möjligt till kunskapsläget vid formuleringen av den nya versionen av ISO-standarderna för HKV, ISO 2631, som också har rekommendationer om riktvärden för hälsorisk. Sambandet mellan HKV och andra typer av besvär (tex nack-skulder besvär, magbesvär och uro-genitala besvär) diskuteras. Det är viktigt att notera att HKV i kombination med andra faktorer som olämpliga kroppsställningar (tex vridna och sneda), långvarigt sittande utan pauser, kallt klimat och reglagemanövrering kan öka belastningen på organismen. Särskilt intressant är att muskelaktiviteten ökar i nacken-skuldran vid reglagemanövrering på grund av vibrationer i förarstolen. En sannolik anledning är att föraren då måste spänna muskulaturen för få tillräcklig precision i den finmotoriska rörelsen. Det finns ännu inga studier på området som ger information om exponering - respons samband för besvär i nacke-skuldra.

Vibrationer kan i undantagsfall förekomma i pedaler och durk, främst orsakade av motor och hydraulikaggregat. Dessa kan ibland upplevas som besvärande för fötter och underben. Forskningen på området är emellertid mycket sparsam.

Komforten påverkas klart av HKV. Emellertid är begreppet komfort mycket relativt och beror till stor del av uppgiften och vana vid situationen. Passagerare på tex tåg kan störas av relativt låga HKV-nivåer medan tex en skogsmaskinförare accepterar betydligt mer.

Påverkan på prestationen, kvantitet och kvalitet (tex skador på virke), består främst i svårigheter att manövrera reglage under exponering för HKV och kan till stor del bero på typen av uppgift och erfarenhet av uppgiften. Synskärpan kan också påverkas i vissa kritiska arbetsuppgifter. Tröttheten kan påverkas främst i form av inverkan på centrala nervsystemet.

Rörelsesjuka uppstår bl a på grund av att CNS inte får överensstämmande information från balansorganet och synsinnet. Känsligheten är störst för mycket låga frekvenser, 0,1-0,5 Hz och rörelsesjuka är därmed i stort sett endast aktuell ombord på båtar.

## **HKV - standarder och rekommendationer**

Standardisering har spelat en viktig roll inom vibrationsområdet. Försök att standardisera påverkan av HKV har pågått sedan 1960-talet inom ISO (kommittén för Human Vibration TC108/4) samt sedan 1990 inom EU (kommittén för Mechanical Vibration and Shock CEN/TC 231). En generell ISO-standard har givits ut för mätning och



bedömning av exponering för HKV (ISO 2631). Denna har nyligen reviderats. Nedan rekommenderade riktvärden är grundade på denna revision.

I ISO 2631 finns tre kriterier: effekter på hälsan, effekter på komfort och prestation samt effekter i form av rörelsesjuka. ISO 2631 anger mät- och utvärderingsmetoder och acceptabla exponeringsnivåer i frekvensintervallet 0,5 - 80 Hz. Frekvensvägning baserad på filter som efterliknar människans känslighet för HKV och därpå följande rms-beräkning skall användas. Detta ger det *frekvensvägda värdet* i var och en av de tre riktningarna. I denna beräkning skall värdena för X- och Y-riktningen multipliceras med en faktor om 1,4. Exponeringstiden skall vara tillräckligt lång för att vara representativ för arbetet ifråga. *Summavektor* av frekvensvägda värden i en riktning kan beräknas. Oftast räcker det frekvensvägda värdet i den kritiska riktningen.

Standardiseringen inom EU för HKV bygger på EU:s Maskindirektiv. Detta anger att de flesta maskiner skall testas avseende HKV innan de släpps ut på marknaden. Testen kommer sannolikt göras på speciella provbanor alternativt på vibrationssimulator. Om maskinen i detta test har en HKV-nivå, som överstiger ett frekvensvägt värde på  $0,5 \text{ m/s}^2$ , skall detta anges i maskinens dokumentation. EU kommer också ta fram ett direktiv för arbetsmiljömätningar. Arbetarskyddsstyrelsen har ej givit ut några föreskrifter om HKV.

### **HKV - åtgärder**

Åtgärder för att minska påverkan av HKV består i att förbättra körunderlaget, minska körhastighet, byta eller reparera förarstolens fjädring till det bättre, byta till förarstol med bättre sittställning och möjlighet att ändra ställning, förbättra hyttfjädringen, optimera däckval och däcktryck mm. För att kunna genomföra mer systematiska förbättringar av vibrationsexponeringen, är det oftast nödvändigt att utföra frekvensanalys av vibrationssignalerna.

### **Hand-arm vibrationer (HAV)**

Hand-arm vibrationer förekommer ibland i ratt och reglage hos fordon och arbetsmaskiner och överförs därmed till handen. Nivåerna är emellertid oftast tämligen låga. Känsligheten för HAV varierar beroende på vilken del av hand-arm systemet som betraktas och vilken uppgift personen utför. ISO har standardiserat tre vibrationsriktningar (fig 1) för handen (X, Y, Z).

### **HAV - effekter på människan**

Hand-armvibrationer kan påverka hälsa, komfort och prestationsförmåga. Hälsobesvär kan bestå av problem med blodcirkulationen i handen ("vita fingrar"), nervskador (stickningar, domningar) och muskuloskeletala besvär i skelettben och leder i hand, arm och armbåge. Kallt klimat kan förorsaka både en ökad effekt på organismen tillsammans med HAV och en utlösning av "vita fingrar" om skadan redan erhållit tidigare.

Emellertid är HAV i arbetsmaskiner ofta mer ett komfortproblem. Påverkan på prestationsförmågan förekommer oftast i kombination med svårigheter vid reglage-manövrering.

### **HAV - standarder och rekommendationer**

En generell ISO-standard har publicerats för mätning och utvärdering av exponering för HAV (ISO 5349). Den är framförallt baserad på hälsoeffekter. ISO 5349 beskriver mätmetoder och acceptabla exponeringsnivåer inom frekvensområdet 8-1000 Hz. Frekvensvägningskurvor med samma utseende har också definierats för X-, Y-, Z-riktningarna (högsta känslighet 8-16 Hz). Frekvensvägning baserad på filter som efterliknar människans känslighet för HAV följt av rms-beräkning skall användas. Denna beräkning ger då det *frekvensvägda värdet*. Exponeringstiden skall vara tillräckligt lång för att vara representativ för arbetet ifråga.

Standardiseringen inom EU för HAV bygger på EU:s Maskindirektiv. Detta anger att de flesta maskiner skall testas avseende HAV innan de släpps ut på marknaden. Om maskinen i detta test har en HAV-nivå, som överstiger ett frekvensvägt värde på  $2,5 \text{ m/s}^2$ , skall detta anges i maskinens dokumentation. Emellertid har denna mätning inte blivit införd för hjulburna arbetsmaskiner ännu. EU kommer också ta fram en standard för arbetsmiljömätningar. Arbetarskyddsstyrelsen har givit ut en föreskrift om HAV.

### **HAV - åtgärder**

Åtgärder mot inverkan av HAV måste bestämmas från fall till fall. För att kunna genomföra mer systematiska förbättringar av vibrationsexponeringen, är det oftast nödvändigt att utföra frekvensanalys av vibrationssignalerna.

### **Slutsatser**

Vibrationers inverkan på en förare beror på om de förekommer som helkroppsvibrationer eller hand-arm vibrationer. HKV kan framförallt ge upphov till skador i ländryggen. Förekomsten av stötar har störst betydelse därvid. HKV kan även ha en betydelsefull roll vid uppkomsten av de skador i nacke-skuldra som är vanliga bland förare som utför intensiv reglagemanövrering. HAV kan ge upphov till olika typer av skador. "Vita fingrar" är sannolikt den vanligaste skadan bland förare. På grund av de normalt låga vibrationsnivåerna är dock denna skada sällsynt. Påverkan från HKV och HAV kan utvärderas med hjälp av ISO-standarderna ISO 2631 och ISO 5349.

### **Referenser**

1 Gemne G, Lundström R, Hansson J-E. Skador och besvär av arbete med handhållna vibrerande maskiner. Kunskapsöversikt för kriteriedokumentation. *Arbete och Hälsa* 1992;49.

2 Kjellberg A, Wikström B-O, Landström U. Skador och besvär av exponering för helkroppsvibrationer i arbetet. Kunskapsöversikt för kriteriedokumentation. *Arbete och Hälsa* 1994;41.

# Klimat

Mats Bohm och Olle Norén, Jordbrukstekniska Institutet, Box 7033, 750 07 Uppsala  
Ingvar Holmér, Arbetslivsinstitutet, Enheten för Arbetsmedicin, 171 84 Solna

## Problembeskrivning

Hyttklimatet är av stor betydelse för förarens komfort och prestationsförmåga liksom för trafiksäkerheten. Vakenheten och förmågan till koncentration kan påverkas negativt även vid små avvikelser från optimal nivå på klimatförhållandena i hytten. Föraren kan normalt endast påverka luftens temperatur, flödes hastighet och riktning när de yttre klimatförhållandena ändras.

Klimatet i en fordonshytt bestäms av den kombinerade verkan av yttre klimatförhållanden och fordonets eget HVAC-system (värme-, ventilations- och kylsystem). Den resulterande effekten på föraren i hytten bestäms av ett komplext samspel mellan flera olika former för värmeöverföring - konvektion, strålning, ledning och avdunstning. Var och en av dessa former bestäms av en eller flera klimatfaktorer, såsom luftens temperatur, strålning, lufthastighet och luftfuktighet. Effekten på föraren sker dels genom inverkan på kroppens totalvärmebalans, dels genom lokala effekter på värmeutbytet på större eller mindre hudavsnitt.

Genom hyttens utformning, konstruktion och HVAC-system uppkommer under körning lätt stora asymmetrier genom riktade luftströmmar, solinstrålning, kalla eller varma ytor eller ledning till stolen. Asymmetrierna skiftar i tid och plats på grund av fordonets framfart, de yttre klimatförhållandena och reglering av HVAC-inställning. Såväl den lokala effekten som den summerade verkan bestämmer förutsättningarna för värmebalans och förarens upplevelse. För att en person ska vara i god värmebalans och uppleva termisk komfort måste föreligga en god värmebalans såväl för kroppen som helhet som för de olika delarna av kroppen.

De kriterier som diskuteras i detta dokument är huvudsakligen baserade på den mycket omfattande litteratur som finns om effekter av olika klimatförhållanden. Publicerad forskning rörande klimateffekter i små utrymmen såsom en förarhytt är av liten omfattning. Med tanke på att de flesta hytter är utrustade med HVAC-system, som redan efter några minuter kan skapa ett förhållandevis drägligt klimat under såväl varma som kalla arbetsdagar, kan föraren själv bidra till att eliminera de mest extrema formerna av klimatpåverkan. Dessa kan dock inträffa i samband med driftstopp eller liknande.

## Effekter på människan

I motsats till många andra fysiska och kemiska omgivningsfaktorer påverkar den termiska miljön kontinuerligt människans kropp och kräver fortlöpande anpassningar för att bibehålla god värmebalans. Dessa anpassningar sker emellertid ofta omärkligt, särskilt när klimatet är optimalt och komfortabelt. Vid avvikelser från det optimala upplevs förändringen antingen som varmare eller kallare och åtgärder vidtas för att

kompensera ändringen. Detta kan ske genom ändring av klädsel, höja eller sänka värmen i hytten etc. Om inte anpassningen görs eller är tillräcklig sker automatiskt en fysiologisk anpassning genom ökad hudgenomblödning och efterhand svettning i värme respektive minskad hudgenomblödning och efterhand huttring i kyla.

Såväl upplevelsreaktionen som den fysiologiska regleringen innebär belastningar på kroppen som, beroende på storleken, resulterar i olika typer av påverkan på föraren.

Klimatpåverkan på människan kan yttra sig som effekter på hälsa, funktion, prestation och komfortupplevelse.

Klimatförhållandena måste analyseras i termer av dels effekter på kroppen som helhet, dels lokala effekter.

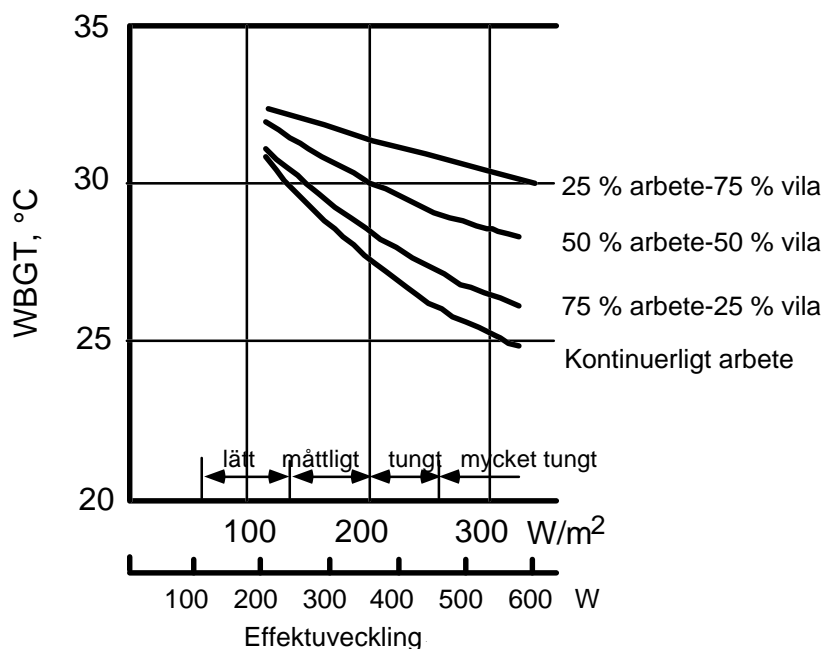
## **Hälsa**

Såväl extrem hetta som stark kyla kan ha allvarliga hälsoeffekter. Som tidigare nämnts är det emellertid inte sannolikt att sådana nivåer av värme- eller kyla-belastning uppstår i en modern förarhytt. Inom få minuter kommer nämligen HVAC-systemet att värma upp eller kyla hytten till nivåer som ligger långt från dessa gränser. Huruvida dessa få minuter, särskilt vid exponering för kyla, representerar någon typ av hälsorisk är mindre sannolikt men återstår att fastställa.

## **Funktion**

Funktionella effekter definieras som avtagande eller försvagade funktion i t.ex. cirkulationsapparat, muskulatur eller nervsystem. Den mänskliga kroppen har, även om det varierar individuellt, en avsevärd kapacitet för kompensatoriska justeringar av funktionella försämringar antingen det gäller fysiskt arbete eller extremt klimat. Inom ett begränsat intervall och tid kan justeringarna upprätthållas, ehuru till priset av t.ex. ökad energikostnad. Kapaciteten är emellertid individuell och för varje individ finns det en okompenserbar högsta belastning som kan tålas och ovanför vilken trötthet och utmattning gradvis utvecklas.

Acceptabel (kompenserbar) fysiologisk belastning föreligger om klimatförhållandena mätt med WBGT (Wet Bulb Globe Temperature) inte överskrider de värden som anges i figur 1. Värdena anger betingelser där kroppstemperaturen i medeltal för en grupp friska män eller kvinnor inte överstiger 38,0 °C.



Figur 1. Referensvärden för klimat (i WBGT) som inte bör överskridas. Linjerna anger värden vid olika aktivitetsnivå samt intermitterant arbete.

Muskelfunktion är relaterat till muskeltemperatur. Inom ett begränsat temperaturområde är de neuromuskulära funktionerna optimala. Utanför detta område, särskilt vid lägre temperaturer, försämras den muskulära funktionen.

Nedkylning av extremiteterna är till förfång för en normal funktion. Kylan gör händer och fötter stela, känslolösa och långsamma vilket gör föraren mindre kapabel i situationer där man måste vara snabb i vändningarna. Nedkylning av extremiteterna sker ofta i samband med att hela kroppen kyls ned men kallt drag eller kalla golv kan i sig förorsaka nedkylning av fötterna. I tabell 1 anges sambandet mellan fingertemperatur och funktionspåverkan.

Tabell 1. Samband mellan handens/fingrarnas hudtemperatur och funktionspåverkan. Till höger riktvärden enligt ISO för låg och hög belastning.

Hudtemp.	Effekt	ISO/TR11079
32-36 °C	Optimal handfunktion	
27-32 °C	Effekt på fingerfärdighet; precision och snabbhet	
20-27 °C	Försämrad funktion vid detaljarbeten; minskad uthållighet	24 °C
15-20 °C	Effekt på grövre handarbeten; smärtförminnelse	
10-15 °C	Nedsatt funktion vid grova handarbeten; försämrad styrka och koordinationsförmåga; smärtkänsla	15 °C
<10 °C	Känselförlust; grav funktionsstörning; spontan, kortvarig, upprepad uppvärmning vanlig (Lewis reaktion).	
< 0 °C	Risk för kylskada, vävnaden fryser	

Det är uppenbart att möjligheterna till manövrering av styrdon och pedaler försämras med kalla händer och fötter.

## **Prestation**

Fysisk prestation och arbetskapacitet påverkas av klimatförhållandena. Värmestress förorsakar en minskning av den kardiovaskulära funktionen varigenom den fysiska arbetskapaciteten reduceras. Slutsatsen av detta är att så snart värmestress äventyrar den kardiovaskulära funktionen finns det en ökande risk för nedsatt prestation.

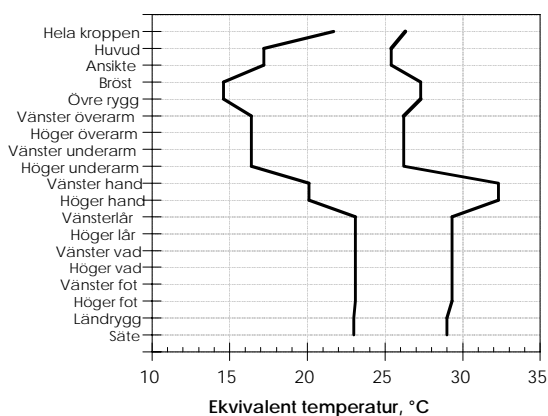
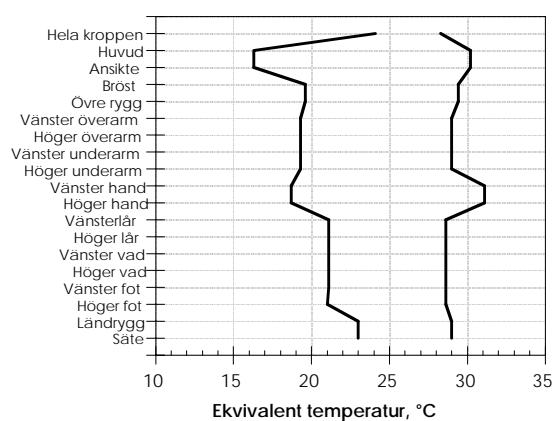
Endast ett fåtal studier beträffande prestation har genomförts under realistiska körförhållanden. Vissa har funnit en minskning i förarnas prestation vid ordentlig värmestress, andra har funnit bevis på försämrade prestationer redan vid hyttemperaturer på 27 °C. Försämringen visade sig främst i form av missade signaler och information från instrumentbrädan och långsammare reaktioner. Effekten av kyla på mera komplexa funktioner har inte studerats i förarhytter. Slutsatsen är att suboptimala klimatkonitioner påverkar prestationen. Den exakta karaktären av effekterna såväl som relationen till klimatförhållandena återstår emellertid att bestämma i detalj.

## **Komfort**

Små ändringar i klimatförhållandena påverkar såväl temperatur- som komfortupplevelsen. När klimatet kommer utanför den termoneutrala zonen (20-26°C) ökar upplevelsen av besvär och komforten minskar. En termisk omgivning känns komfortabel endast om hela kroppen är i värmebalans och det inte finns någon förmimelse av lokal termisk störning. Relationen mellan termisk upplevelse och omgivande klimatförhållanden har studerats i många undersökningar av vårt inomhusklimat. Den termiska upplevelsen för kroppen i sin helhet kan förutsägas på gruppnivå för kombinationer av klädsel, aktivitetsnivå och klimat. Metoden är en internationell och europeisk standard (EN-ISO 7730).

Metoden kan i modifierad form också användas för förarhytter, men den beaktar inte lokal påverkan på ett relevant sätt. Lokala termiska effekter bedöms genom användning av lokal ekvivalent temperatur.

Ekvivalent temperatur används för att beskriva den samlade verkan av olika klimat-effekter på människan på gruppnivå i en förarhytt. Ekvivalent temperatur anges såväl för kroppen som helhet, som för lokala delar av kroppen. För given klädsel och aktivitet finns en optimal ekvivalent temperatur för kroppen och dess olika delar. Vid ökande avvikelser från detta optimum, stiger andelen personer som upplever besvär. I figuren nedan anges acceptabla nivåer på ekvivalent temperatur vid en besvärsfrekvens på 20 %.



Figur 2. Samband mellan temperaturupplevelse på gruppnivå, ekvivalent temperatur och del på kroppen. Linjerna gäller för 20 % besvärsfrekvens under sommarförhållanden (överst) och vinterförhållanden (nederst).

### Förarens klimatexponering

De klimatiska omgivningsfaktorer som i huvudsak påverkar hyttklimatet är lufttemperatur, solstrålning, lufthastighet och relativ fuktighet. Klimatet i hytten och därmed förarens exponering påverkas emellertid också till mycket stor del av hyttens utformning. Detta gäller hyttens storlek, utformningen av interiören i hytten, isoleringen av hytten, glasytor och typ av glas, sitsen och HVAC-systemets utformning. Slutligen inverkar självfallet det yttre klimatet.

Isolationen i hytter är ofta liten beroende på att man har stora glasytor och oftast enkelglas med låg isolation. Under vinterförhållanden vid  $-20^{\circ}\text{C}$ , vilket inte är ovanligt i Skandinavien, kan yttemperaturen på insidan av rutorna bli mycket låg, t.o.m. under  $0^{\circ}\text{C}$ . Detta förorsakar kallras och stora strålningsförluster från föraren.

Under sommarförhållanden blir strålningsbelastningen på föraren hög vid stark solstrålning. Strålningen träffar ofta mycket lokalt, medan stora delar av kroppen är skuggade av väggar, skärmar etc. Värmeförlusten från de delar av kroppen som direkt påverkas av solstrålningen blir låg eller till och med negativ (dvs värmeupptag). För att uppnå värmebalans för kroppen som helhet, måste detta låga lokala värmefflöde



kompenseras genom att man sänker hyttemperaturen. Detta leder ofta till att kroppsdelar i skugga blir kalla, vilket kan upplevas som ett större obehag än solstrålningen. Storleken av de problem som här nämns är beroende på hyttens utformning och storlek. Större avstånd mellan föraren och omgivande ytor reducerar både effekten av drag och strålning.

Sitsen påverkar också klimatet i hytten. Mellan 15 och 20 % av kroppsytan är i kontakt med sitsen. En sits är i regel väl isolerad och är fuktät och kan därför ge upphov till lokala värmeproblem i kontaktzonerna, särskilt sommartid men även vid längre körningar vintertid.

Luftmunstyckenas placering och inblåsning av ventilationsluft kan också orsaka problem. Det är viktigt att förhindra drag från luftmunstyckena på föraren, speciellt under sommarförhållanden när man använder kylning.

När en maskin eller ett fordon inte är i bruk blir temperaturen i hytten ofta mycket låg under vinterförhållanden och mycket hög under sommarförhållanden. En temporär kyla- respektive värmebelastning uppkommer under några minuter innan hytten hunnit värmas upp respektive kylas ner.

Som framgått av ovanstående kan klimatet i det begränsade utrymme som en förarhytt utgör bli mycket komplext och i all synnerhet asymmetriskt. Utvärderingen kräver hänsynstagande till detta.

## Utvärdering

Ännu finns det ingen europeisk eller annan standard för utvärdering och klassificering av den termiska omgivningen i fordon. Tillverkarna använder ofta metoder där resultaten ges i verbal form, vilket är svårt att verifiera genom objektiva mätningar.

Människans termiska komfort är ett resultat av den kombinerade effekten av följande sex parametrar: aktivitetsnivå, beklädnad, lufttemperatur, medelstrålningstemperatur, lufthastighet och luftfuktighet. Fordonsklimat kan därför inte på ett tillfredsställande sätt utvärderas med enkla temperaturmätningar. En mätning av lufttemperaturen på en eller flera definierade platser i en hytt ger endast ett grovt mått på klimatet och kan ej användas för att bedöma kvalitetskillnader hos HVAC-system eller termisk belastning på föraren. Olika så kallade klimatindex måste användas.

Ett stort antal klimatindex har föreslagits och ett par av dem har blivit internationella standarder. Detta gäller WBGT för bedömning av värmebelastning (ISO 7243) samt PMV/PPD för bedömning av komfortklimat (ISO 7730). De nämnda indexen kombinerar två eller fler av de sex omgivningsparametrarna som är av betydelse för människans värmebalans.

WBGT rekommenderas för bedömning av stark värmebelastning (se figur 1). PMV kan användas för att bedöma helkroppspåverkan, men har egentligen inte vare sig framtagits eller validerats under så asymmetriska klimatförhållanden som förekommer in en förarhytt.

Andra standardiserade metoder används för att utvärdera termiskt klimat i hytter såsom ISO 6097, ISO/TR 8953, ISO DIS 10263, men dessa avser huvudsakligen uppmätning av kapaciteten hos klimatsystemen eller mätning av lufttemperatur och hastighet på ett antal punkter i hytten.

Ekvivalent temperatur är det index som bäst lämpas sig för utvärdering av asymmetriska klimatförhållanden. Det kan relateras såväl till hela kroppen (medeltal av ekvivalent temperatur) som till delar av kroppen (lokal ekvivalent temperatur). Den ekvivalenta temperaturen kan bestämmas genom

- 1) beräkning på basis av uppmätta värden på lufttemperatur, medelstrålningstemperatur och lufthastighet,
- 2) mätning med uppvärmda, integrerande sensorer,
- 3) mätning med termisk docka.

Relevans, noggrannhet och upplösning ökar med de mer komplicerade mätmotoderna. Den mest detaljerade utvärderingen sker med hjälp av en termisk docka.

När detta skrivs pågår ett internationellt arbete som syftar till att ta fram underlag för att utarbeta internationella standarder för olika metoder för att mäta ekvivalent temperatur och bedöma den termiska komforten.

## Åtgärder

Det resulterande klimatet som påverkar föraren i en hytt utgör resultat av samverkan mellan omgivningsklimat, hyttutformning samt HVAC-system. Åtgärder för att ändra klimatet kan därför inriktas på en eller flera av dessa tre komponenter.

HVAC-system av varierande kapacitet finns idag i de flesta hytter. Det är viktigt att inställningen är enkel och att luftmunstyckena är placerade så att de kan förse hytten med luft utan att blåsa direkt på föraren. En annan viktig faktor är antalet luftmunstycken och den totala inblåsningssytan. Normalt har fläkten tre eller fyra hastigheter. Vid den lägsta hastigheten ger fläkten i regel en luftmängd på ca 200 m<sup>3</sup> i timmen och vid den högsta hastigheten 500–700 m<sup>3</sup> per timme. Om antalet munstycken är för litet blir lufthastigheten från munstyckena hög, vanligtvis omkring 2 m/sek, vilket är mycket mer än vad som är acceptabelt nära föraren. Lufthastigheten bör vara så låg som möjligt för att erhålla bästa möjliga klimat. Det har visat sig att användning av perforerade paneler som luftinsläpp, speciellt i taket, är ett medel att lösa en del av problemen med inblåsningssmunstycke.

Det är viktigt att kapaciteten på klimatsystemet är tillräcklig för att värma upp från en låg temperatur (vintertid) eller kyla från en hög temperatur (sommartid) till en komfortabel nivå inom en så kort tid som möjligt.

Hyttens utformning är svår att påverka under användning. Det är framför allt under konstruktionsskedet av nya hytter, som större hänsynstagande till klimatet i hytten kan beaktas. Detta gäller till exempel val av luftdistribution, enkel- eller dubbelglas, färgade glasrutor, solavskärmningar, ventilerade och uppvärmda stolar etc. Yttre solskydd är normalt effektivare än inre.

Solbelastning direkt på föraren medför de svåraste klimatproblemen och det är omöjligt att uppnå en god termisk komfort utan någon form av skuggning. Förarens behov av visuell kontakt med omgivningen och med människor utanför hytten såväl som trafikbestämmelser begränsar möjligheten att reducera solbelastningen genom användning av mörka glas. Myndigheterna i EU-länderna har bestämt att ett minimum av ljustransmission måste vara 75 % genom vindrutan och 70 % genom övriga rutor. Det är alltså inte möjligt att avskärma mer än ungefär 25 % av de synbara ljuset med mörkt glas. Däremot är det möjligt att med denna typ av glas utestänga IR- och UV-

strålning, vilket gör att man kan utestänga ca 50 % av den strålningsenergi som träffar hyttens glasrutor.

Stolsklimatet utgör en viktig del av den totala klimatupplevelsen. Förbättringar kan åstadkommas genom uppvärmning av stolen (vinternbruk) samt genom ventilation av stolen (sommарbruk).

Det yttre klimat är vad det är och kan främst påverkas genom arbetsorganisatoriska åtgärder. Körningar kan kortas ner i stark värme/solsken, alternativt läggas tidigare eller senare på dagen.

## **Referens**

- 1 Bohm M, Norén O and Holmér I. *Climate Stress in Vehicles - a criteria and guideline document*. International Journal of Human Environment Systems, (1998).

# Gaser och partiklar

Wubeshet Sahle och Staffan Krantz, Arbetslivsinstitutet, Enheten för Arbetsorganisation, 171 84 Solna.

## Problembeskrivning

Dieselmotorn är den helt dominerande motortypen i Skogsmaskiner. En dieselmotor är effektiv med dubbelt så hög verkningsgrad som en bensinmotor. Avgaser från förbränningsmotorer oavsett motortyp är ett stort problem i många arbetsmiljöer. Avgasernas sammansättning och mängd är beroende av bl a motorns konstruktion, intrimning och körsätt samt av bränsle- och reningsutrustning. Enligt pågående EU-arbete svarar utsläppet från mobila maskiner, som inte är avsedda att användas på väg, för en avsevärd del av luftföroreningar särskilt kväveoxider ( $\text{NO}_x$ ) och partiklar jämfört med dieselmotorer i tunga fordon avsedda att användas på väg.

Även om utsläpp från dieselmotorer i skogsbruket inte är reglerat, finns det en risk att föraren exponeras för luftföroreningar vilka innebär en hälsorisk. Vid en ergonomisk bedömning av nya dieseldrivna fordon, med avseende på exponering för luftföroreningar, måste flera parametrar vägas samman för att skydda både hälsan och miljön. Motorkonstruktionen, placeringen av avgasröret, ventilationen av hytten m m är viktiga parametrar vid val av nya dieseldrivna fordon i skogsbruket.

## Effekter på människan

Hälsoriskerna för dieselavgaser har fokuserats på mutagena och cancerogena effekter och också i viss mån på de akuta toxiska effekterna. Dieselavgaserna är en produkt av vad som tillförs under förbränningen i motorn. Dieselavgaserna är mycket komplexa. Väsentliga beståndsdelar i avgaserna är kväve, vattenånga, koldioxid, kolmonoxid, svaveloxider, kväveoxider, aerosoler och delvis eller helt oförbränt bränsle. Dieselmotorn arbetar vid stort luftöverskott, vilket leder till att CO-mängden i avgaserna är liten jämfört med avgaserna från en bensinmotor. Däremot har dieselmotorer ansetts vara en väsentlig källa för partiklar och kväveoxider.

Inandning av avgaser kan ge upphov till trötthet, huvudvärk, illamående, irritation i luftvägar och slemhinnor samt påverkan av lungfunktionen. Polyaromatiska kolväten (PAH) som finns i sot från dieselmotorer misstänks vara cancerogena. Därför har världshälsoorganisationen (WHO) fastslagit att partiklar i dieselavgaser är en trolig cancerogen för människan. Man anser vidare att resultat från epidemiologiska undersökningar av dieselavgasexponerade arbetare talar för ett kausalt samband mellan exponering för dieselavgaser och uppkomst av lungcancer.

Stort luftöverskottet i dieselmotorer i kombination med hög temperatur innebär att kväveoxider bildas från atmosfärens kvävgas. Nitroxa gaser ( $\text{NO}$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ , och  $\text{NO}_2$ ) ger ökad känslighet i andningsvägarnas luftrör, vilket ökar risken för astma och allergier. Höga koncentrationer av nitroxa gaser ger också upphov till vätskeansamling i lungorna.

## Exponering

Stort intresse har ägnats emissioner från dieselmotorer och hur dessa skall begränsas. Samtidigt har ett stort antal epidemiologiska studier rörande kopplingen mellan dieselavgasexponering och lungcancer utförts på ett flertal yrkeskategorier som långtradarechaufförer, buss- och taxiförare, järnvägsarbetare och lokförare, bussgaragearbetare, hamnarbetare och gruvarbetare. Exponeringsdata för skogsmaskinförare saknas däremot helt i litteraturen. Under normala körförhållanden finns det tre olika källor för luftföroreningar som maskinföraren exponeras för nämligen -utsläpp från motorer och kemikalier -luftburna fasta partiklar (damm, sporer, terpenier m m) från mark -uppvirvling av redan alstrat damm.

Utsläpp av partiklar från dieselmotorer utgör en allvarlig hälsorisk. Den kolinnehållande stoftdelen består dels av torrt sot med till största delen elementärt kol och dels en organisk fas av oförbränt bränsle och smörjmedel, organiskt löslig del s. k. "soluble organic fraction" (SOF). SOF innehåller bl. a. polyaromatiska kolväten (PAH). Partikulära luftföroreningar av dammtyp har betydligt större partikelstorleksintervall än aerosoler av rök/avgastyp, vilka huvudsakligen består av mycket fina partiklar.

Dieselavgaser är en blandning av hundratals föreningar, vilka kan variera i sammansättning. PAH bildas mer eller mindre vid all förbränning av organiska material. Andra kolväten som är mer flyktiga och har sitt ursprung i oförbränt bränsle brukas i engelsk text benämnas "hydrocarbons" (HC) vilket är ett samlingsnamn för alkaner, alkylbensener, alkoholer m fl. Andra grupper kolväten t ex aldehyder, syror, fenolen m fl i avgasen syntetiseras under förbränningsförloppet. Aldehydmängden ökar kraftigt medan fenolmängden inte varierar nämnvärt med olika bränslen.

Utsläpp från dieseldrivna fordon innehåller stoft såsom mycket fina partiklar i form av sot och PAH samt gaser som  $\text{NO}_x$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{SO}_2$  och kolväten (HC). Partiklarna i dieselavgasen är huvudsakligen uppbyggda av rester av ofullständigt förbränt bränsle och smörjolja samt svavel i form av sulfat. Det mesta av svavelinnehållet i bränslet oxideras till  $\text{SO}_2$  och släpps ut i gasform. En liten andel av svaveldioxiden reagerar med syre till  $\text{SO}_3$  som i sin tur reagerar med vatten i avgasen till svavelsyra. Svavelfria eller svavelfattiga bränslen minimerar svavelutsläppen.

## Standards och rekommendationer.

I ett EU dokument ges en detaljerad beskrivning av rekommenderade provtagnings- och analysystem för bestämning av gasformiga utsläpp i avgaser. Bestämning av gasformiga utsläpp i utspädda avgaser baseras på användningen av kolmonoxid och koldioxid med sk Non-Dispersive-Infra-Red (NDIR)-instrument. För mätning av kolväten används en flamjonisationsdetektor (FID). Kväveoxider mäts vanligen med kemiluminiscens eller likvärdig analysator (HCLD). Den vanligaste redovisade metoden för identifikation och kvantifiering av komponenter i avgaserna är våtkemisk upp- arbetning, följt av gaskromatografisk masspektrometrisk analys vilket möjliggör identifiering av de enskilda föreningarna.

I vissa fall ( Tyskland) mäts dieselpartiklar genom att bestämma kolhalten i dammet. Olika metoder har utvecklats för att göra koncentrationsbestämningar av sot i avgaser för olika bränslen och motorer. Enlighet med tyska metoden bestäms kolkoncentrationen med coulometrisk analysmetodik och gränsvärdet är satt på  $0,1 \text{ mg/m}^3$ .

Vid exposition för kolväten i aerosolform (partiklar eller vätskedroppar) tillämpas i Sverige gränsvärdet för organiskt damm och dimma,  $5 \text{ mg/m}^3$ . Gränsvärdet för totaldamm är  $10 \text{ mg/m}^3$  och  $5 \text{ mg/m}^3$  för den organiska delen av totaldamm, medan gränsvärdet för träddamm är  $3 \text{ mg/m}^3$ . Gränsvärdena för kvävedioxid är 1 ppm och för kolmonoxid är 20 ppm. Dessa värden är avsedda att ta hänsyn till den samlade effekten av de ämnen som förekommer i avgaser inklusive cancerframkallande ämnen. Dessa ämnen används således som indikatorsubstanser.

## Åtgärder

Motormodifikationer som turbo och intercoolersystem i dieselmotorer innebär att förbränningstemperaturen sänks och det bildas mindre mängd kväveoxider. Det framförallt  $\text{NO}_x$ -utsläppen man har lyckats minska med dessa åtgärder.  $\text{NO}_x$ -bildas vid hög temperatur och tryck vid förbränningen. Partikelemissionen och kväveoxidbildningen är beroende av temperatur. Partikelhalterna ökar och kväveoxiderna sjunker med sjunkande motortemperatur.

Man kan idag nå mycket hög reningseffekt genom efterbehandling av avgaserna med hjälp av en katalysator. Katalysatorn reducerar huvudsakligen kolväten. Ett partikelfilter reducerar huvudsakligen partiklar. Man kan också reducera sotbildningen genom att öka lufttillgången via t ex högre laddtryck och laddluftkyling. Återcirkuleringens främsta syfte är att sänka förbränningstemperaturen och därmed minimera  $\text{NO}_x$ -utsläpp. Nackdelen är dock att  $\text{CO}$ -,  $\text{HC}$ - och partikelhalten istället ökar. Temperaturen kan sänkas genom laddluftkyllning, vatteninsprutning eller avgascirkulation. Eftersom de båda senare metoderna lätt leder till korrosions- och slitageproblem är turbo med laddluftkyllning den viktigaste motormodifikationen. Införandet av höga insprutningstryck, turboöverladdning och mellankylning har minskat  $\text{CO}$ -utsläppet och detsamma gäller för gasformiga kolväten. De små utsläppen av  $\text{HC}$  och  $\text{CO}$  är lätt åtgärdade med en oxidationskatalysator.

Ytterligare en åtgärd är att använda bränsle med högre cetantal vilket innebär bättre tändvillighet och lägre aromathalt. Positiva effekter när det gäller utsläpp kan uppnås genom högre krav på dieselbränslets kvalitet, som t ex lägre svavel- och aromathalt. Därmed skulle generering av partiklar minska och utsläppet av svavelämnen elimineras. Genom att sänka smörjoljeförbrukningen minskas utsläppet av sot. Snabb bränsleinsprutning är en förutsättning för förbättrad förbränning med minskade utsläpp av farliga avgaser som följd. Snabbare och bättre bränsleinsprutning kan också minska kväveutsläppen. De är effektivare på tomgång och ger lägre  $\text{CO}$ -halter. Belastning av motorn påverkar också avgassammansättningen. Termiska renare kan oxidera ämnen som kolmonoxid, och sotpartiklar till koldioxid genom snabbare och bättre bränsleinsprutning kan man minska kväveutsläppen från en motor med upp till 65 %.

## Slutsatser

Dieselmotorer med sin höga verkningsgrad är det motoralternativ som gäller för skogsmaskiner. Baserad på epidemiologiska undersökningar av yrkesexponerade arbetare och på djurexperimentella undersökningar bedöms sot i dieselavgaser som troligen cancerframkallande. Det finns ingen koncensus rörande vilken/vilka föreningar som skulle kunna ge ett tillförlitligt mått på dieselavgasexponering. I epidemiologiska studier

används ofta exponeringsuppskattningar. I Sverige är kvävedioxidvärdet dimensionerande för den samlade effekten av de ämnen som förekommer i dieselavgaserna.

Sammansättningen av dieselavgaser kan variera avsevärt beroende på vilken typ av dieselolja som används, liksom även motortyp och körförhållande.

Partiklarnas sammansättning beror i huvudsak på dieselbränslets svavel- och aromathalt, smörjoljans kvalitet samt även på hur dieselmotorn belastas. Vid effektivare förbränning är mindre HC närvarande i avgaserna. Turboladdning av dieselmotor ger ett luftöverskott som ger en effektivare förbränning och mindre sotbildning.

Den irriterande effekten av dieselavgaser beror på en komplicerad samverkan mellan gaser och partiklar. Den irritativa effekten antas bero på sotpartiklarna i dieselavgaserna, vilka har möjlighet att transporteras långt ner i lungorna där de utövar sin effekt. Användning av rätt motortyp t ex med lägre drivmedelsförbrukning, rätt bränsle t ex lägre svavel- och aromathalt, tillgång till avgasrenare t ex katalysatorer och partikelfilter kan minimera utsläppen och därmed exponeringsrisken. Om katalysator eller en partikelfälla används skall genom hållbarhetsprov bevisas att dessa anordningar kan förväntas fungera korrekt under motorns livslängd eller att systematiskt utbyte av anordningen efter en viss körtid måste krävas. Krav på regelbundet underhåll skall anges i kundens handbok. Eftersom det numera är visat att dieselavgasens hälsoeffekter i arbetsmiljön främst orsakas av partiklarna bör man vid sättande av ergonomiska kriterier noga beakta åtgärder för att minimera partikelutsläppet.

## **Referens**

1 Sahle W, Krantz S. *Avgaser och damm - underlag för utformning av ergonomiska riktlinjer för Nordiska skogsmaskiner*. Manuskript för Arbetslivsrapport (1998).

# Belysning

Arve Augdal, Energiforsyningens forskningsinstitutt, N – 7034 Trondheim

## Problemstilling

Arbeidet i forbindelse med skogsmaskiner foregår i en dynamisk og kompleks prosess hvor forholdene stadig endres. Effektivitet reduseres av vanskelige avgjørelser eller nye operasjoner. Arbeidet går langsommere og risikoen for feil øker. Både arbeidsgiver og arbeidstaker har interesse av å motvirke denne tendensen. Til dels lang opplæring og erfaring er nødvendig for full effektivitet.

De primære oppgavene kan for eksempel være å felle riktig tre og oppdage råteskade i løpet av noen sekunder, gjerne på flere meters avstand. En sekundær oppgave vil være forflytting i terrenget hvor en behøver oversikt over tilstrekkelig stort felt omkring maskinen. En tredje type oppgave vil være vedlikehold og reparasjon av maskinen uavhengig av maskinens drift. I disse oppgavene har syn og belysning en grunnleggende betydning. Det meste av den informasjon som behøves for å utføre disse oppgavene formidles via synssansen.

Mennesket har tilpasset sin aktivitet til tilgangen til naturlig dagslys, men teknisk utvikling har gjort det mulig å skaffe belysning døgnet rundt. For praktisk talt alle typer aktiviteter foregår i kunstig belysning (nesten uten unntak elektrisk belysning) har det vært en utvikling i de krav som stilles til belysningen. Drivkraften i utviklingen har vært – og er – at den kunstige belysningen ikke kan måle seg med den belysning vi fysiologisk trenger, men teknisk og økonomisk utvikling gir stadig nye muligheter. Ut fra disse forutsetningene forsøker en å fastslå hva som er belysning i tilstrekkelig mengde og med riktig kvalitet. Forskningen har beskjefteget seg med de ulike parametre en kan stille opp for kunstig belysning og forsøker å sammenholde disse med menneskets fysiologi. Men samtidig holder man intuitivt et øye med hvordan den kunstige belysningen faller ut i sammenligning med det naturlige dagslyset.

Den forskning som er utført er dels av grunnleggende art ved at en har rendyrket sammenhengen mellom parametre i laboratorium, dels har en studert belysning i sammenheng med ulike virksomheter i arbeidslivet. Litteraturstudier har frambragt svært lite forskning som er direkte relatert til skogbruksmaskiner. Kunnskap må hentes fra grunnforskning og erfaringer overføres fra andre typer virksomheter. Det ligger ekstra utfordringer ved arbeidsbelysning på skogsmaskiner i det at maskinen må være selvforsynt med elektrisk kraft samtidig med at arbeidsoppgaven er kompleks og synsoppgaven kan forekomme hvor som helst innenfor et meget stort rom omkring maskinen.

## Effekter på mennesket

Det er påvist at lys foruten å ha betydning for synssansens funksjon også virker inn på en del av kroppens øvrige funksjoner. For eksempel kan en ved hjelp av lys manipulere kroppens indre ”klokke”, den som blant annet styrer rytmen i kroppstemperatur



og melatonininnhold og følelsen av tretthet og søvn. Den sirkadiske rytmen i kroppstemperaturen er interessant i eksperimentsammenheng fordi den følges parallelt av svingninger i en rekke prestasjoner og mentale prosesser som årvåkenhet, humør og hukommelse. Belysningsnivåene som behøves for påvirkning av den sirkadiske rytmen synes såvidt høye at en ikke vil vente at den maskinbelysning vi her omtaler vil ha særlig effekt.

Synssystemet vårt kan fungere hensiktsmessig over et svært luminansområde, fra luminanser omkring  $10^{-6}$  cd/m<sup>2</sup> til ca  $10^5$  cd/m<sup>2</sup>. Det kan imidlertid bare fungere over ca tre dekadere samtidig. Luminanser over funksjonsområdet oppfattes å gi blinding mens de som er lavere oppfattes som meget mørke eller svarte. Denne evnen til tilpasning benevnes som adaptasjon. Det er flere prosesser involvert i adaptasjonen: forandring i pupillstørrelse, nevralt adaptasjon, fotokjemisk adaptasjon (bleking) og transient adaptasjon. De to førstnevnte prosessene foretar en tilpasning innenfor funksjonsområdet i løpet av ca et sekund eller raskere. Tilpasning ned til de laveste nivåene tar flere titalls minutter. Lysadaptasjon går vesentlig raskere enn mørkeadaptasjon.

Synsskarphet er evnen til klart å se objekter som er svært nær hverandre. Den måles som den inverse verdien av vinkelavstanden (i bueminutter) mellom to objekter øyet akkurat er i stand til å skjelne. Synsskarpheten avhenger sterkt av objektets kontrast, men ved samme luminans kan en generelt si at den er seks ganger bedre ved en adaptasjonsluminans på 10 000 cd/m<sup>2</sup> enn ved 0,1 cd/m<sup>2</sup>. Ved 92% kontrast er synsskarpheten 4 ganger bedre enn ved 3% kontrast.

Synshastighet øker og feilrate avtar ved økende belysningsstyrke. Sammenhengen med synshastighet er tilnærmet logaritmisk. God synshastighet oppnås allerede ved 50 lux, men det er fortsatt en tydelig økning ved 10 000 lux. Visuelle prestasjoner øker for kontraster opp til ca 0,3. Derover er det liten økning. Det er vist at en belysningsfordeling som framhever arbeidsfeltet gjør at visse mentale oppgaver løses mere effektivt.

Avtagende evne til å stille om synsavstand og å forandre pupillens størrelse er noen av de aldersbetingede forandringene i øyet. Unge folk ser bedre ved lave belysningsstyrker enn eldre. For samme prestasjoner trenger de eldre en belysningsstyrke som er 2 – 3 ganger så høy. De er også mindre utsatt for blinding. Forholdene hos eldre viser stor spredning ved tiltagende alder, og en bør vær tilbakeholden med generalisering.

Epidemiologiske undersøkelser mellom belysning og helse er sparsomme. I forbindelse med arbeid på dataterminaler er det imidlertid indikasjoner på at lengre tids eksponeringer for visuelt sett monotont arbeid i nærfokusområdet og situasjoner med blinding eller upassende store luminansforskjeller kan medføre synsplager og hodepine. Muskelbelastninger i og omkring øyet på grunn av hyppig omstilling mellom for ulike luminansnivå kan være medvirkende til besværet. Problemstillingen med store luminansforskjeller kan antagelig ha relevans for arbeid i skogsmaskiner, kanskje særlig vinterstid. På den annen side vil en ikke ha den konsentrerte og langvarige fokuseringen innen nærfeltet.

## **Standardisering og regelverk**

Det foreligger ingen standarder for arbeidsbelysning på mobile arbeidsmaskiner. Foreliggende normer omhandler hovedsakelig faste arbeidsplasser innendørs. For utendørs

arbeid kreves belyningsstyrker i området 5 - 200 lux avhengig av de belyste arealenes størrelse, synsoppgavens vanskelighet og konsekvensene av feiloperasjon. Disse kravene kan ikke overføres til skogsmaskiner, men at de sammen med annen dokumentasjon gir grunnlag for å fastsette 5 lux som absolutt laveste arbeidsbelysning.

## **Tiltak**

Den menneskelige fysiologi er tilpasset naturlig dagslys, men den er såvidt tilpassningsdyktig at god funksjon oppnås også ved vesentlig lavere lysnivå. Situasjonen tilsier at en må vurdere det aktuelle tekniske utviklingsnivå og de kostnader som er forbundet med nødvendig teknisk innsats for å skaffe en kunstig belysning som kommer nærmere den optimale situasjonen.

Som lyskilder nyttes nesten utelukkende halogenglødelamper. Disse gir en lysfluks på ca 25 lumen per watt elektrisk effekt som tilføres, og levetiden er 150 timer. Ny teknologi for kjøretøybelysning i form av lamper basert på gassutladningsteknikk gir ca 85 lumen per watt. Levetiden for disse lampene er 2000 timer. Tilgangen på utstyr for maskinbelysning er svært begrenset, men dette ventes å endre seg ganske raskt. Også damplampeteknikk for ordinære belyningsformål lar seg tilpasse til kjøretøybelysning, men det er såvidt vites ingen slik teknisk løsning tilgjengelig. For lamper til kjøretøybelysning er det teknisk sett realistisk å øke effektiviteten med en faktor på 3. Lyskastere med mere avansert reflektorteknikk gir også mulighet for å forbedre maskinbelysningen. I en sum kan en anta at det teknisk sett er mulig å øke avgitt lysfluks fra en maskin med en faktor på 4, uten at generatorkapasiteten økes. Utstyrs-kostnader vil øke mens kostnader i forbindelse med lampeskift reduseres.

Belysningen bør ikke være for ujevn i den forstand at forholdet mellom maksimal luminans og minimal luminans i synsfeltet bør holdes innenfor et forhold 10:1. I synsfeltet bør det ikke være direkte innsyn på lyskilder eller speilinger av lyskilder i blanke flater. Dette momentet har spesiell relevans der flere skogsmaskiner arbeider i samme område. På grunn av funksjonskravene kan denne type lyskastere ikke avblendes. Damplampeteknikk må vurderes med bakgrunn i relevansen i denne problemstillingen. Bruk av lyskastere montert med innbyrdes god avstand på maskinen vil myke opp slagskygger. Disse tiltakene vil sikre at arbeidet ikke forsinkes av adaptasjonen eller kvaliteten på arbeidet forringes på grunn av utilstrekkelig adaptasjon.

## **Konklusjon**

Det er kjent at belysning av god kvalitet foruten å bidra til bedre visuelle prestasjoner også bidrar positivt til den allmenne sinnstilstand. Og det synes å være aksept i samfunnet for å sørge for gode forhold på arbeidsplassen. Det finnes tekniske muligheter for å høyne lysnivåene vesentlig fra de som er vanlige i dag, men i dagens situasjon synes det ikke realistisk å stille krav om å komme opp på samme nivå som for arbeid innendørs. Økte kostnader forbundet med høyere belyningsnivå synes lettere å begrunne ut fra ønske om høyere komfort og produktivitet enn ut fra hensynet til helse.

**Referanse**

1 Augdal, A. *Oversikt over litteratur relevant for belysning på skogmaskiner*.  
Manuskript for Arbeta och Hälsa. (1998).

# Elektromagnetiska fält

Ulf Bergqvist, Arbetshälsoenheten, Arbetstlivsinstitutet, 171 84 Solna

## Problembeskrivning

I detta dokument ges en kort redogörelse för kunskapen om eventuella samband mellan exponering för elektriska och/eller magnetiska fält i olika arbetsmiljöer och olika hälsoeffekter. Redogörelsen är avgränsad till sådana förhållanden som kan antas vara relevanta för arbetssituationer i arbetsmaskiner/ fordon, d.v.s. dels exponering för elektriska och magnetiska fält i det extremt lågfrekventa frekvensområdet (ELF, 3-300 Hz), dels sådana fält som uppkommer kring utrustning för mobil kommunikation.

## Effekter på människa

Akuta effekter av höga nivåer av fält är relativt väl beskrivna, och ligger till grund för olika gränsvärdesättningar och rekommendationer. Exponering för fält i arbetsmaskiner/fordon har ej explicit mätts, men analogier med andra liknande situationer (skogsarbetare, motorfordonsförare) ger vid handen att exponeringen snarast kan karakteriseras av betydligt lägre nivåer på fälten.

De utfall som diskuteras vid exponering i  $\mu\text{T}$ -nivå (eller lägre) för lågfrekventa magnetfält är i första hand cancer, samt i viss mån andra effekter på nervsystemet eller reproduktionsstörningar. En omfattande diskussion förs också i vissa länder angående s.k. elöverkänslighet - och där även de elektriska fälten diskuteras.

Ett visst underlag för hypotesen att exponering för extremt lågfrekventa magnetfält är associerat med en förhöjd risk för vissa cancerformer (främst leukemi och hjärntumörer) föreligger, men bedömningen är osäker, bland annat beroende på att bekräftande djurförsöksresultat i stort sett saknas. När det gäller andra möjliga effekter av exponering för ELF elektriska och magnetiska fält på lägre nivåer föreligger idag enstaka observationer för vissa neurastena symtom och även för några olika neurologiska sjukdomar, men dessa observationer är för få och i vissa fall för disparata för några slutsatser. Det saknas således f.n. säkra belegg för att exponering för extremt lågfrekventa magnetfält i de nivåer som får anses vara troliga i arbetsmaskiner/fordon skulle inverka på hälsotillståndet.

När det gäller radiofrekventa fält av den typ som förekommer kring utrustning för mobil kommunikation saknas idag nästan helt relevant information. Konstaterade effekter är - såvitt man idag känner till - relaterade till s.k. termiska effekter, och därigenom till exponering (eller temperaturhöjningar) för fält som är kraftigare än de som kan förväntas vid användning av mobiltelefoner.

## Standardisering och regelverk

I Sverige saknas idag gränsvärden för extremt lågfrekventa elektriska eller magnetiska fält. Internationella rekommendationer finns dock - i dessa rekommenderas att expo-

neringen begränsas till 10 kV/m resp. 500  $\mu$ T (enligt ICNIRP) vid 50-60 Hz. Sådana nivåer ligger kraftigt över vad som kan förväntas förekomma i arbetsmaskiner/fordon. Samtidigt har myndigheter i Sverige påpekat att de idag oklart grundade misstankarna om cancer trots allt motiverar viss försiktighet. De rekommenderar därför följande försiktighetsprincip: "Om åtgärder, som generellt minskar exponeringen, kan vidtas till rimliga kostnader och konsekvenser i övrigt bör man sträva efter att reducera fält som avviker starkt från vad som kan anses normalt i den aktuella miljön. När det gäller nya elanläggningar och byggnader bör man redan vid planeringen sträva efter att utforma och placera dessa så att exponeringen begränsas."

För högfrekventa fält föreligger i Sverige gränsvärden (AFS 1987:2). I dessa undantags - i dagens skrivning - apparater med en avgiven effekt lägre än 7 W från behov av kontroll. Denna undantagsklausul omfattar därigenom bl. a. handhållna mobiltelefoner.

### **Åtgärder och slutsatser**

Den exponering för elektromagnetiska fält som kan antas förekomma i arbetsmaskiner/fordon föranleder inga generella eller tvingande åtgärder. Den ovan nämnda försiktighetsprincipen kan dock användas för att motivera åtgärder mot situationer där exponeringen "kraftigt" avviker från vad som är normalt i dessa arbetssituationer - d.v.s. där exponeringen kan anses som "onödigt" hög.

En relevant åtgärd skulle därför vara att bättre precisera vad som är normala exponeringsförhållanden i arbetsmaskiner/fordon, och också indikera vid vilka betingelser en exponering kan tänkas uppkomma som kraftigt avviker från dessa.

### **Referens**

1 Kriteriegruppen för fysikaliska riskfaktorer. Magnetfält och cancer - ett kriteriedokument. *Arbete och Hälsa* 1995:13;1-10.

# Olycksfall

Tomas Backström och Elisabeth Åberg, Arbetstlivsinstitutet, Enheten för Arbetsorganisation, 171 84 Solna

## Problembeskrivning

Olycksfallsproblemet har varit relativt stort inom skogsbruket. Antalet rapporterade olycksfall per 1000 anställda har dock sjunkit under de senaste åren och ligger nu på jämförbar nivå med tillverkningsindustrin. Största delen av olycksfallen har inträffat vid motormanuell avverkning, och inte vid arbete med skogsmaskiner som är fokus i denna skrift. Antal olycksfall per tusen anställda minskade dock kraftigt (mer än halverades) för motormanuell avverkning under perioden 1985-1990. För maskinarbeten ligger däremot frekvensen konstant över perioden. En trendframskrivning av utvecklingen ger vid handen att det är relevant att speciellt uppmärksamma olycksfallsrisker vid maskinarbeten inom skogsbruket.

Underhållsarbete är den vanligaste arbetsuppgiften vid maskinolycksfall i skogen. Största delen av underhållet sköts i fält. Underhållsvänliga maskiner och så välordnade omständigheter som möjligt för underhållet i fält är centrala både för maskinernas tillgänglighet (och därigenom driftsekonomi) och personsäkerhet.

Olycksfall vid skogsmaskiner kan indelats i kategorier, se t ex tabell 1.

Tabell 1. Kategoriindelning av inträffade olycksfall (totalt 166 st) vid skogsmaskiner under tiden 920101 - 951231. Procentandel, antal olycksfall och medianvärdet för antalet sjukskrivningar för respektive kategori.

	%	Antal	Sjukdagar Median
1 Skadad i samband med i- eller urstigning	21	34	7
2 Fall/halkning/förlorad balans vid arbete uppe på fordonet	20	33	49
3 Skadad av oväntad maskinrörelse	8	13	54,5
4 Skadad av lösgjorda maskindelar	8	14	34
5 Fordonsolyckor, vältning, kollision, påkörning	11	18	43
6 Primärt överbelastning av kroppsdel	5	8	64
7 Träffad av fallande träd	2	4	0
8 Träffad av flygande, mindre föremål eller sprutande vätska	7	12	6
9 Träffad av stock eller dylikt som hanteras	4	6	18
10 Slog i/stötte emot maskinen eller delar därav	5	9	13
11 Övrigt (bränn-, klämskador, skada p g a skak- ningar utan att slå i maskinen någonstans)	5	9	5
12 Oklart	<u>4</u>	<u>6</u>	16
	100	166	

De fem första kategorierna beskrivs ytterligare nedan under respektive rubrik. Att vi valt att fördjupa analysen av just dessa kategorier beror på att de är relativt homogena

grupper av olycksfall och de är allvarliga, eftersom de är både vanliga och leder till lång sjukskrivning.

#### *Kategori 1: Skadad i samband med i- eller urstigning*

Dessa olycksfall inträffade i huvudsak vid avstigning i samband med normalt arbete och var något vanligare vid skördare. Ofta har man halkat och i hela en tredjedel av fallen har man halkat på fotsteg eller stege.

I en fjärdedel av fallen är det fot/fotled som skadas, andra kroppsdelar som ofta skadas är höftled/knä/ben, ansikte och rygg. Över hälften av skadorna är stukning/vrickning/sträckning, men även kross/kläm/mjukdelsskador och sårskador är vanliga.

#### *Kategori 2: Fall/halkning/förlorad balans vid arbete/underhåll uppe på fordonet*

Dessa olycksfall inträffade vid underhåll, justering o dyl och var något vanligare vid skördare. Oftast har man halkat i arbete uppe på maskinen. Ibland har man förlorat balansen och fallit, efter att t ex ha fått en knuff av en maskindel eller förlorat greppet om ett verktyg man tog i med.

Skador på axel/arm, fot/fotled och höftled/knä/ben var ungefär lika vanliga, med vardera en femtedel av fallen. Oftast var det en stukning/vrickning/sträckning eller en skelettskada.

#### *Kategori 3: Skadad av oväntad maskinrörelse*

Dessa olycksfall inträffade vid underhåll, justering o dyl av framför allt skördare. Vid tio av 13 fall har man skadat sig på skördaraggregatet, t ex när kvistverktyg, sågsvärd eller klinga plötsligt startat.

Nästan hälften av skadorna drabbar hand/handled, andra kroppsdelar som skadas oftare än andra var fingrar, fötter och huvud. I 40 procent av fallen var det sårskador och i en femtedel av fallen vardera var det skelettskada och kross/kläm/mjukdelsskada. I denna kategori finns också ett fall där den skadade förlorade ett finger.

#### *Kategori 4: Skadad av lösgjorda maskindelar*

Dessa olycksfall inträffade vid underhåll, justering o dyl. Oftast var det en maskindel som en person lossat, som faller och träffar honom. Lika vanligt för skördare och skotare. Typ av skada och skadad kroppsdel varierar. Skelettskador, sårskador respektive kross/kläm/mjukdelsskador på hand/handled, fingrar, höftled/ben/knä eller ansikte var vanligast.

#### *Kategori 5: Fordonsolyckor, vältning, kollision, påkörning*

Dessa olycksfall inträffade vid normalt arbete och var vanligast för skotare. Det vanligaste i denna kategori var att maskinen välte (13 av 18). Ofta var det kombinationen ojämn mark och hög hastighet som orsakade olycksfallen. Ojämnheterna kan ha varit dolda under snö eller ris. Olycksfallen orsakas mer sällan av att marken lutar för mycket. Förarna vet vanligen vad maskinen klarar och kan hantera maskinen så att den inte välter. I tre fall har en person blivit påkörd av skogsmaskinen.

Alla kroppsdelar utom fingrar, tår, ögon, buk och bäcken har skadats vid denna typ av olycksfall. I en tredjedel av fallen var det kross/kläm/mjukdelsskada, men skelettskada, stukning/sträckning/vrickning och hjärnskada/hjärnskakning var också vanliga.

## Effekter på människan

Medelantalet sjukskrivningsdagar per olycksfall under perioden 1985-1990 var 20 för maskinarbete och 24 för alla skogsarbeten. I ISA statistiken för 1990 var motsvarande siffra för skogsbruket 22 dagar och 19 dagar för samtliga näringsgrenar.

De kroppsdelar som oftast skadas på grund av olycksfall vid skogsmaskiner är ansiktet (16%), höftled/ben/knä (14%), fot/fotled (13%), axel/arm (11%), rygg (11%), hand/handled (10%) och finger (10%).

Vanligaste art av skada är stukning/vrickning/sträckning (28%), skelettskada (19%), kross/kläm/mjukdelsskada (18%) och sårskador (14%).

## Standardisering och regelverk mm inom området

Den föreskrift som reglerar säkerhetsfrågor för skogsmaskiner är "Maskiner och vissa andra tekniska anordningar" AFS 1994:48. Föreskriften är baserad på det allmänna maskindirektivet, dvs de Europeiska Gemenskapernas Ministerråd och Kommissions direktiv 89/392/EEG om tillnärmning av medlemsstaternas lagstiftning om maskiner, ändrad av direktiven 91/368/EEG och 93/44/EEG.

Denna föreskrift tar upp allmänna maskinsäkerhetsfrågor som t ex säkerhet och tillförlitligheten hos maskinens styrning, behov av stoppanordningar, skydd mot mekaniska risker (t ex fallande och flygande föremål och rörliga maskindelar) och säkerhet och tillgänglighet vid underhåll. Föreskriften tar också upp speciella säkerhetskrav på mobila maskiner, t ex gällande förarplatsens utformning, skydd mot vältnings (ROPS) och fallande föremål (FOPS) och behovet av tillträdesvägar. Den tar även upp speciella säkerhetskrav för maskiner som lyfter.

## Åtgärder

En skyddande hytt hör till de första krav man ska ställa på en skogsmaskin. De olycksfallsdata vi har tyder dock på att detta krav är väl uppfyllt i dagens maskinpark. Andra säkerhetskrav på maskinens utformning i tidigare forskning, är t ex tillträdesvägar, synfält och helkroppsvibration, som enligt intervjuer med förare kan försämrade deras styrning av maskinen. Underhållsvänligare maskiner har också nämnts som åtgärd mot olycksfallsrisker. När det gäller personlig utrustning, är det framförallt lämpliga skor som är viktiga för säkerheten. Vid inköp av en ny maskin får föraren ofta utbildning av maskintillverkaren. Det vore det bra om personsäkerhet ingick till en väsentlig del i denna utbildning.

Nedan följer en genomgång av några tänkbara åtgärder för de viktigaste kategorierna av olycksfall.

### *Kategori 1: Skadad i samband med i- eller urstigning*

Fordonet kan ha variabel höjd, så att man kan lägga ned det på marken vid av- och påstigning. Det kan t ex uppnås genom att hjulen sitter på rörliga länkar. En enklare lösning är att ha en rörlig steg. Den kan t ex vara hydraulisk och fällas ut när den behövs. Stegen måste alltså vara utformade så att friktionen är hög och isbildning undviks. Eventuellt borde den rörliga stegen utformas lutande som en trappa, så att det



är möjligt att gå ned på ett säkert sätt med ryggen mot fordonet. Det är också viktigt att handtag finns att hålla sig i, när man klättrar till och från hytten.

#### *Kategori 2: Fall/halkning/förlorad balans vid arbete/underhåll uppe på fordonet*

Bästa lösningen på detta problem är att utforma fordonet så att så många arbetsuppgifter som möjligt kan utföras från marken, i stället för uppe på fordonet. Vidare att arbetsplattformar och säkra tillträdesvägar finns för de arbetsuppgifter som måste utföras uppe på fordonet.

#### *Kategori 3: Skadad av oväntad maskinrörelse*

Huvudproblemet i denna kategori är att man utför underhållsarbete på skördaraggregatet med motorn igång. Ett första steg för att minska denna risk är att försäkra sig om att det aldrig är nödvändigt att göra så, dvs att det inte finns några arbetsuppgifter i anslutning till skördaraggregatet, som måste utföras med energi på som skulle kunna sätta i gång farliga maskinrörelser. Felsökning är en arbetsuppgift som är problematisk. Kanske kan den ske med hjälp av datorn utan att föraren behöver lämna hytten? Kanske kan man koppla bort elmotorer och hydraulik, men behålla strömmen till styrningen på, så att man kan kontrollera sensorsignaler och dylikt?

Nästa steg för att minska risken är att göra det enklare, snabbare och mer bekvämt att arbeta på ett säkert sätt. Energin till farliga maskinrörelser kan t ex automatiskt kopplas bort när skördaraggregatet ställs ned på marken eller när föraren lämnar sin stol. Man kan också tänka sig att aggregatet har ett underhållsläge. Underhållsläget bör vara det enda läge där åtkomligheten är god, så att alla arbetsuppgifter är enklast att utföra i detta läge. Och i underhållsläge ska alla farliga maskinrörelser vara mekaniskt förhindrade på ett säkert sätt.

#### *Kategori 4: Skadad av lösgjorda maskindelar*

Vid konstruktion av fordonet bör man kontrollera att det på ett säkert sätt går att utföra alla arbetsuppgifter, som kan förväntas behöva bli utförda vid fordonet. Enligt föreskriften ska arbetsinstruktioner finnas för alla arbeten. Man kan dock inte förvänta sig att föraren alltid kommer att läsa instruktionsboken innan han t ex försöker laga något som har gått sönder. Det är därför viktigt att det enklaste, mest intuitiva sättet att utföra en arbetsuppgift på, inte är farligt. T ex får inte maskindelar, som är tunga eller på något sätt kan komma i rörelse (pga kraften från hydraultryck, en mekanisk fjäder e dyl), röra sig på ett sådant sätt att de kan träffa en människa när de blivit losstagna.

Underhållsarbetet i fält bör ske i så välordnade omständigheter som möjligt. På den vagn man brukar ha med sig till avverkningsplatsen bör det finnas hjälpmedel som underlättar vid arbete med fordonet, t ex belysning, IR-värme, telfer, arbetsbord, förråd av verktyg och reservdelar osv. Både personsäkerheten och maskintillgängligheten ökar om man underlättar underhållsarbetet.

#### *Kategori 5: Fordonsolyckor, vältning, kollision, påkörning*

Vältingarna har ofta ett hastigt förlopp, en kombination av ojämn mark och hög hastighet på fordonet. Teknisk utveckling av fordonet så att den dynamiska stabiliteten

ökar är tänkbar. Lägre tyngdpunkt och en hjulupphängning som klarar ojämnheter på ett bra sätt, kan vara delar i en sådan utveckling.

En annan åtgärdslinje är att skydda föraren vid vältnings. Användning av säkerhetsbälte t ex, minskar skaderisken vid vältnings. Problemet här är hur man ska få förarna att använda bälte i ökad utsträckning. Automatisk bältespåtagare är en väg. En annan är att använda sig av belöningar och sanktioner, som gör att man är mer motiverad att använda bälte. T ex skulle körning i höga hastigheter kunna omöjliggöras om inte säkerhetsbältet används, t ex genom att spärra de högre växlar.

Påkörning får antas ske pga att föraren inte vet att det finns en person i maskinens körriktning. Bra sikt från förarplatsen är del i en lösning. Arbetslaget runt fordonen bör ha en rutin för att meddela föraren innan man närmar sig och lämplig utrustning för att få hans uppmärksamhet.

## Slutsatser

De viktigaste bristerna i dagens maskinpark ur olycksfallssynpunkt är:

- säker i- och urstigning
- skydd som hindrar att människan skadas av oväntade maskinrörelser (observera speciellt skördaraggregatet vid underhåll, justering, rensning, felsökning och korrigering av driftstörning)
- fordonets dynamiska stabilitet (observera speciellt risk att välta vid körning i hög hastighet på ojämnt underlag)
- möjlighet att utföra allt underhållsarbete utan risk att skadas.

För att komma tillrätta med säkerheten vid underhållsarbete, kan man göra en lista över alla underhållsarbeten som kan förväntas bli utförda vid fordonet, både förebyggande och avhjälpande underhåll. För varje arbetsuppgift på listan ska det fyllas i dels hur ofta den behöver utföras, dels faktorer som påverkar säkerheten vid utförandet.

Viktiga faktorer som ökar olycksfallsrisken vid underhållsarbete är:

- om arbetet måste utföras uppe på maskinen
- om det finns risk för oväntade maskinrörelser
- om man kan skada sig på lösgjorda maskindelar (de är tunga eller påverkade av någon kraft, som hydraultryck, fjädrar e dyl)
- om man måste arbeta i dåliga arbetsställningar
- om man måste använda stor kraft vid arbetet.

Oftast är föraren ensam på avverkningsplatsen. Ett olycksfall kan då få allvarigare konsekvenser än annars, eftersom det kan ta lång tid att få hjälp. Kanske bör farligare arbetsuppgifter som t ex underhållsarbete förbjudas vid ensamarbete och i mörker. Föraren bör också ha möjlighet att lätt kalla på hjälp via någon trådlös förbindelse. Vissa arbetsuppgifter bör kanske också undvikas under besvärliga yttre förhållanden, som t ex mörker.

## Referens

1 Backström T, Åberg E. *Olycksfall vid tunga skogsmaskiner*. Arbetslivsrapport, 1997:5. Arbetslivsinstitutet, Solna.

# Arbetstider och ensamarbete

Torbjörn Åkerstedt, Statens institut för psykosocial miljömedicin, Box 230, 17177 Stockholm

## Problembeskrivning

Människans biologiska klocka är inställd på arbete dagtid och återhämtning nattetid. Konstruktionen förutsätter också en balans mellan arbete och återhämtning. Arbetstider som starkt avviker från dagarbete (ca 8-10% av befolkningen) eller från rimlig längd (2-3%) medför en avsevärd ökning av skaderisk och sjukdom. Effekterna accentueras ofta av ensamarbete och andra belastningsfaktorer.

## Effekter på människan

*Nattarbete* medför framför allt sänkt vakenhet och prestationsförmåga mot slutet av nattpasset. Skälet är att den biologiska klockan då befinner sig i sitt bottenläge då ämnesomsättningen är kraftigt sänkt. Sömn på dagen efter nattarbete är dessutom störd pga att "klockan" då ökar ämnesomsättningen. *Morgonarbete* ger liknande trötthetseffekter. Nattorienterat skiftarbete medför också på sikt en ökning av hjärt-/kärlsjukdom, mag-/tarmsjukdom samt skapar i vissa problem med relationen till samhälle och familj (svårigheter att delta i kurser eller föreningsliv samt komplikationer vid barntillsyn).

Arbetspassets *längd* börjar få säkerhetskONSEKVENSER vid 10-12 timmars längd, men i mycket krävande yrken (fysiskt eller psykiskt) kan effekterna komma tidigare. Skogsmaskinarbete tillhör i många fall den senare gruppen.

*Lång arbetstid (inkl övertid)* per vecka får hälsomässiga konsekvenser över 48-56 timmar, beroende på belastning.

*Vilotiden* per dygn får direkta säkerhetskONSEKVENSER under 8-11 timmar per dygn.

Kontinuerligt arbete utan *raster* utgör en säkerhetsrisk, och tyngre & stressande arbete kräver täta avbrott. Absolutnivån är dock starkt beroende av den specifika arbetssituationens krav. Skogsmaskinarbete tillhör många fall den mer krävande kategorin.

Observera att arbetspassets längd, dygnsvilans längd, antal arbetspass före veckovila, veckovilans längd, tiden på dygnet (före både arbete och vila), möjligheter till raster samt arbetets karaktär (stress, tyngd, etc) *samvarierar* och att ingen faktor kan ses isolerad från de andra.

Graden av *inflytande* påverkar kraftigt inställningen till arbetstiderna och arbetssituationen i sin helhet.

## Standardisering och regelverk

### Arbetstider

Den huvudsakliga regleringen inom området utgörs av *Arbetstidslagen*: (per 1/11 1996). I korthet innebär denna:

- Normalarbetstid = 40tim/vecka
- Övertid får uppgå till max 48 tim/4 veckor; 200 tim per år
- Minst 36 tim veckovila
- Max 5 tim arbete före rast & rätt till nödvändiga pauser
- Nattarbete (kl 24-05) är förbjudet " i princip".
- Regelbundna läkarundersökningar för nattarbetande.

Dessutom får ej avtal slutas som avviker från *EU-direktivet* om arbetstid. Detta innebär följande:

- Maximal *arbetstid per vecka* är 48 timmar, inklusive övertid (medel 4-6 mån)
- Dygnsvila minst 11 timmar per dygn.
- Max 6 timmars arbete före rast.
- Minst 24+11tim veckovila.
- Max 8tim nattpass (genomsnitt)
- Max 8tim nattpass (absolut) vid speciellt krävande arbete
- Rätt till regelbundna läkarundersökningar för nattarbetande
- Rätt till överflyttning till dagarbete av medicinska skäl - om möjligt
- Speciella hänsyn till arbetets krav vid utläggning av arbetstider.

Arbetstidslagen är f.n. under omarbetning (framför allt i form av en anpassning till EU-direktivet).

*Avtalsmässigt* medför skiftarbete/turlistearbete där natt inte ingår, ofta en reduktion med 2 tim vecka. För skift-/turlistearbete där natt ingår förekommer avtal om 35-36 timmars veckoarbetstid. Det finns dock en klar variation mellan olika avtalsområden.

### Ensamarbete

Arbetsmiljölagens kapitel 3, §2. säger i andra stycket: "Arbetsgivaren skall beakta den särskilda risk för ohälsa och olycksfall som kan följa av att arbetstagaren utför arbete ensam. Arbetsarkyddsstyrelsens kungörelse ger mer detalj och förordnar framför allt att:

- ensamarbete skall arrangeras så risken för ohälsa och skaderisk minimeras
- ensamarbete inte får utföras då olycksrisken är stor
- att möjligheter till kommunikation och hjälp måste arrangeras
- att minderåriga inte får användas vid ensamarbete

### Åtgärder

Det är framför allt viktigt att se till att arbetsscheman i görligaste mån undviker:

- nattarbete
- tidiga morgnar (uppstigande före 06)
- pass längre än 12tim vid lätt arbete (kortare vid krävande uppgifter)
- långa (2-3tim) arbetssekvenser utan möjlighet till rast/paus

- många (>5) arbetspass i rad - i synnerhet över längre perioder
- dygnsvilotider kortare än 11 timmar
- att morgonpass läggs direkt efter eftermiddagspass
- ensamarbete (situationer utan tillgång till stöd/hjälp vid problem)
- kombinationer av flera negativa faktorer
- överskådliga arbetsscheman

### **Slutsatser**

Oregelbundna arbetstider och ensamarbete medför en rad olägenheter vad gäller hälsa och säkerhet. Dessa går i viss utsträckning att reducera.

### **Referens**

1 Åkerstedt T. *Arbetstider och ensamarbete - en sammanfattning av effekter på hälsa och säkerhet samt en översikt av regler*. Manuskript för Arbete och Hälsa (1998).

# Sammanfattning

Jörgen Winkel, Monica Attebrant, Bengt-Olov Wikström (eds). Konsensusrapporter rörande kunskapsläget om arbetsmiljön i skogsmaskiner. *Arbete och Hälsa*; 1998:10.

Ergonomisk Checklista för Skogsmaskiner har tidigare givits ut från Arbetsmiljöinstitutet, Forskningsstiftelsen Skogsarbeten och SLU/Skogshögskolan. Den första utgåvan utkom 1969 och den senaste 1989. Checklistan har rönt stort intresse från tillverkare, inköpare och brukare av skogsmaskiner och har sannolikt bidragit till att förbättra arbetsmiljön för skogsmaskinförarna.

För att förbättra det vetenskapliga underlaget inför en revision av Checklistan till en skrift kallad 'Nordiska Ergonomiska Riktlinjer för Skogsmaskiner' har ett antal vetenskapliga experter ombetts att granska den vetenskapliga litteraturen på sina områden. I denna skrift publiceras experternas sammanfattningar, sk konsensusrapporter. Var och en av dessa är baserad på översiktsartiklar som i sin tur inkluderar referenser till den vetenskapliga primärlitteraturen. Rapporten omfattar sammanfattningar inom områdena: belastningsergonomi, information och kommunikation, buller, vibrationer, klimat, gaser och partiklar, belysning, elektromagnetiska fält, olycksfall samt arbetstider och ensamarbete.

# Summary

Jörgen Winkel, Monica Attebrant, Bengt-Olov Wikström (eds). Consensusreports concerning the state of the art of the knowledge about the work environment in forest machines. *Arbete och Hälsa*; 1998:10.

An Ergonomic Checklist for Forestry Machinery has earlier been published from the National Institute of Occupational Health, The Forest Operation Institute of Sweden and The College of Forestry/Swedish University of Agricultural Sciences. The first edition was published in 1969 and the last in 1989. The Checklist has been in great demand among manufacturers, buyers and users of forest machines and has probably contributed to an improvement of the work environment for the machine drivers.

In order to improve the scientific basis of a coming revision of the Checklist ('Nordic Ergonomic Guidelines for Forestry Machines') a number of scientific experts have been asked to review the scientific literature within their respective fields. The present report publishes summaries of their reviews, so called consensus reports. Each of these are based on the reviews, which include references to the scientific primary literature. The report includes summaries in the following areas: work-load ergonomics, information and communication, noise, vibration, climate, exhausts and particles, lighting, electromagnetic fields, accidents, work hours and solitary work.