

# Hand-arm vibrationer – mätning, kvantifiering och diagnostik

*I detta projekt studerades vibrationer i hand-arm, mättes och kvantifierades vibrationsdos samt utvecklades diagnostik av neuropatier och dessas dos-effektsamband.*

*Taktilometri, dvs registrering av känseltrösklar för vibrationer inom ett brett frekvensområde, för diagnos av sensoriska neuropatier vidareutvecklades genom klinisk prövning på friska och icke-vibrationsexponerade personer samt grupper som hade exponerats för vibrationer. Känseltrösklarnas avhängighet av ålder studerades, och en ny metod, sensibilitetsindex (SI), för bedömning av taktilogrammen presenteras.*

*Förekomsten av neurosensoriska störningar undersöktes bland plåtslagare, montörer och tandtekniker som hade exponerats för vibrationer. För de första båda kategorierna tycks ett exponerings-svarssamband föreligga, medan tandteknikerna uppvisade låg förekomst av neurosensoriska störningar.*

*Projektet har genomförts vid Arbetsmiljöinstitutet i Umeå.*

## BAKGRUND

Yrkesmässig användning av vibrerande, handhållna maskiner utgör ett stort arbetsmiljöproblem. Sambanden mellan exponering och effekter är ännu bristfälligt utredda. Detta gäller framför allt nervskador som har vållats av vibrationer samt effekterna av stötformade vibrationsförlopp.

Riktlinjerna för skaderiskbedömning i Appendix A till nu gällande ISO-standard 5349 har på senare tid alltmer ifrågasatts, bl a med avseende på det exponerings-svarssamband som anges, eventuell underskattning av höga vibrationsfrekvensers betydelse för uppkomst av skador samt att riktlinjer endast ges för störningar i blodkärlen av typen "vita fingrar". Standarden är vidare bara provisoriskt applicerbar på vibrationer av stötformad karaktär. Behovet av utökade kunskaper inom dessa delar av vibrationsområdet har därför framstått som särskilt angeläget.

## SYFTE

Syftet med detta projekt har främst varit att

- genom granskning av litteraturen undersöka om det på grundval av nuvarande kunskap är möjligt att fastställa ett generellt samband mellan exponering och skadeförekomst, på vilket kvantitativa rekommendationer för exponeringsbegränsning kan baseras
- studera effekter av vibrationsexponering på känselsinne och muskulatur
- vidareutveckla taktilometri, dvs registrering av känseltrösklar för vibrationer inom ett brett frekvensområde, för diagnos av vibrationsorsakade nervskador samt klinisk prövning på exponerade grupper
- undersöka om något exponerings-svarssamband föreligger mellan

För innehållet svarar  
Ronnie Lundström  
Arbetsmiljöinstitutet,  
Box 7654,  
907 13 Umeå,  
telefon 090-13 72 90.

vibrationsexponering och vibrationsutlösta nervskador.

## RESULTAT

### Kunskapsöversikt

Trots stora forskningsinsatser saknas kunskap som gör det möjligt att formulera tillförlitliga riktlinjer för bedömning av risken för skador. Speciellt stor tycks bristen på väl utförda epidemiologiska undersökningar vara. Sambandet mellan uppkomna skadeeffekter och vibrationsexponering har endast behandlats i ett mycket begränsat antal studier. Många av dessa är dessutom behäftade med både fel och brister, vilket gör dem oanvändbara vid formulering av exponerings-svarssamband. Felaktigt utförda vibrationsmätningar på handmaskiner har bl a resulterat i för höga frekvensvägda accelerationsnivåer, vilket leder till exponerings-svarssamband som underskattar risken.

Det exponerings-svarssamband som anges i ISO 5349 baseras på ett fåtal undersökningar och avser endast symtom på vaskulära störningar av typen "vita fingrar". Senare tids forskning varken bekräftar eller dementerar dessa riktlinjer. Vissa undersökningsresultat tyder på att riktlinjerna underskattar risken, medan andra antyder motsatsen.

Senare tids forskning antyder också att vaskulära och neurologiska skadesymtom kan utvecklas oberoende av varandra och med olika hastighet. Detta har föranlett att det nu föreligger två förslag till gradering av vibrationsskadesymtom, en skala för vaskulära och en för neurologiskt betingade skadesymtom, de s k Stockholm Workshop-skalorna. Detta har också inneburit ett ökat intresse för att utveckla exponerings-svarssamband även för effekter på perifer nervsystemet.

Användning av slående handmaskiner t ex av typen nithammare, mejselhammare och slående mutterdragare tycks föranleda stora yrkeshygieniska problem. Detta gäller i

viss mån även för andra maskintyper som genererar högfrekventa vibrationer. Det är effekter på det perifera nerv- och kärlsystemet som dominerar skadebilden, t ex "vita fingrar", domningar och känselnedsättningar. Skadeförekomster upp till 70–80 procent tycks inte vara ovanliga. Vi vet i dag förhållandevis lite om vilken betydelse högfrekventa vibrationskomponenter har för uppkomsten av skador. I de allra flesta fall har exponerings-svarssamband eftersökts för vibrationsfrekvenser upp till ca 1 500 Hz. Resultaten har inte heller varit särskilt entydiga.

Kunskapen om akuta effekter orsakade av högfrekventa och transienta vibrationer är också ytterst begränsad. Denna form av vibrationsexponering omfattas inte av ISO-standarden. Mät- och analysmetoderna är inte heller särskilt väl utvecklade i detta avseende. I det framtida revisionsarbetet av ISO 5349 kommer dessa punkter att särskilt behandlas. Vidare är "frekvensvägningsfiltrets" utseende under diskussion. Större hänsyn borde kanske tas till frekvenser över 1 000 Hz.

En granskning av litteraturdata användbara för kriterieändamål har också utförts. Resultatet visar att det på grundval av nuvarande kunskap inte är möjligt att fastställa ett generellt samband mellan exponering och skadeförekomst, på vilket kvantitativa rekommendationer om exponeringsbegränsning kan baseras. Minskning av exponeringen bör eftersträvas genom att maskiner med lägre vibrationsnivå föredras samt genom tekniska åtgärder och medicinsk övervakning.

Vetenskaplig grund saknas för att tillämpa modellen i Appendix till ISO 5349 för bedömning av olika exponerings-skadlighet med avseende på "vita fingrar". Det krävs forskning för att fastställa exponerings-svarssamband anpassade till de riskavgörande faktorer som är förknippade med olika maskintyper, arbetsprocesser och arbetssätt samt med biodynamiska och biomekaniska faktorer.

### Effekter på känselsinne och muskulatur

Studier på råttor visar att relativt kortvariga exponeringar för vibrationer, fem timmar dagligen under två och fem dagar, med måttliga accelerationsnivåer ger påvisbara effekter på nerv- och muskelvävnad. En alarmreaktion tycks uppkomma i nerverna till följd av vibrationerna. Genom vibrationen skadas nervvävnaden på ett sätt som motsvarar krosskada eller avskärning av nerven.

Under ungefär samma experimentella betingelser som ovan har också analyser av vibrationsexponerad muskulatur (sóleus, extensor digitorum longus och plantar muskler) gjorts på råttor. Resultatet visar att inte bara nervvävnad utan också muskelvävnad påverkas av vibrationer.

Akuta effekter på vibrationströskeln orsakade av en fem minuter lång exponering för stötformade vibrationer studerades på friska personer. Två skilda stötförlopp, likvärdiga vad gäller risk för att framkalla blodflödestörningar av typen "vita fingrar" enligt ISO 5349, användes. Det ena stötförloppet innehåller emellertid en mycket större andel högfrekventa vibrationer, dvs > 1 200 Hz. Resultatet visar att stötar med högfrekvensinnehåll ger upphov till en något större känseltröskelförhöjning, framför allt under de första minuterna efter exponeringens slut. Trots att skillnaderna är små och statistiskt icke-signifikanta kan de ändå vara ett tecken på att högfrekvenskomponenterna ger ett tillskott till uppkomna effekter.

### Taktilometri för diagnos av vibrationsinducerad neuropati

Taktilometri erbjuder en enkel och tillförlitlig metod att uppskatta känseltröskeln för vibrationer vid olika frekvenser (8–500 Hz). Genom att jämföra känseltrösklar hos en testperson med "normala" taktilogram kan en uppfattning om eventuell påverkan på känseln erhållas. Metoden har visat sig särskilt lämplig vid gruppstudier.

Genom att det normala taktilogrammet har ett typiskt utseende samt att utvecklingen av känseländringar tycks följa ett speciellt mönster är det troligt att vi i framtiden ska kunna klassificera graden av känselstörningar på ett godtagbart sätt. Inom vibrationsområdet är det särskilt viktigt eftersom neurosensoriska störningar numera ska klassificeras efter en särskild graderingsskala. Metoden är också på god väg att bli internationellt accepterad, och en ISO-standard är under utarbetande.

För att taktilometri ska kunna etableras som ett hjälpmedel vid diagnos av sensoriska neuropatier krävs emellertid god kännedom om den taktila förmågan bland friska och "icke-miljöpåverkade" individer.

Friska män från olika yrkeskategorier inom åldersintervallet 19 till 75 år undersöktes därför i syfte att sammanställa ett normalmaterial. Av resultatet framgår att utseendet på det individuella känseltröskelkurvorna till stor del beror på personens ålder. Ju äldre vi blir desto sämre blir känseln. Åldersförändringarna är emellertid relativt små vid låga frekvenser men tilltar ju högre frekvensen är. För frekvenserna 250 och 500 Hz höjs känseltröskeln ungefär 0,3 dB varje år. Det är därför av utomordentlig betydelse att dessa naturliga känseländringar nog beaktas vid jämförelser individer emellan eller mellan grupper.

I syfte att underlätta tolkningen av taktilogram togs ett sk sensibilitetsindex (SI) fram.

#### **Exponerings-svarssamband mellan exponering och vibrationsutlösta neuropatier**

Av genomförda kunskapsöversikter framgår att det för närvarande inte är

möjligt att fastställa ett exponerings-svarssamband som kan ligga till grund för exponeringsbegränsande riktlinjer eller gränsvärden. Detta gäller i synnerhet för symtom på sensoriska neuropatier, dvs nervskador i känseln. Bedömningsmodellen i Appendix till ISO 5349 avser också enbart symtom på blodflödesstörningar i handen och fingrarna. Eftersom symtom på vibrationsutlösta neuropatier i form av exempelvis subjektiva besvär med domningar i hand och arm, stickningar (parestesier), nedsatt känsel samt försämrad finmotorisk kontroll av handen kan uppträda helt oberoende av cirkulationsrubbingar är det viktigt att utreda ifall exponerings-svarssamband föreligger för denna del av vibrationsskadesyndromet. Besvaren kan för den drabbade utgöra ett allvarligt handikapp. Nedsatt känsel ger problem vid mycket enkla och vardagliga sysslor såsom att plocka upp mindre föremål och knäppa knappar. Personen blir också fumlig och får lättare att slinta och tappa föremål vilket ökar risken för olycksfall.

Förekomst och grad av neurosensoriska besvär bland vibrationsexponerade grupper av plåtslagare, montörer och tandtekniker undersöktes mot denna bakgrund. Varje individ genomgick en omfattande läkarundersökning, riktad mot bl a neurologiskt betingade symtom på vibrationsskador.

Individernas känseltrösklar för vibrationer bestämdes med taktilometri. Graden av neurosensorisk störning klassificerades efter "Stockholm Workshop-skalan". Besvaren ställdes i relation till dels antalet år med vibrerande maskiner, dels uppskattad individuell vibrationsdos baserad på exponeringsmätningar som utfördes parallellt med läkarundersökningen.

För gruppen plåtslagare och montörer visar resultaten att vibrationsexponering ger upphov till en nedsättning av känseln i handen, ökade besvär med domningar och reducerad finmotorisk förmåga. Graden av besvär tycks även öka med ökad exponeringstid och vibrationsdos vilket antyder att ett exponerings-svarssamband föreligger.

Förekomsten av neurosensoriska störningar inom den undersökta gruppen av tandtekniker är förhållandevis låg. Resultaten antyder emellertid att subjektiva besvär med exempelvis domningar är något mer uttalad för den hand som i störst utsträckning kommer i kontakt med den vibrerande maskinen. Något direkt samband mellan exponeringsdos och skadesymtom har emellertid inte kunnat påvisas för denna grupp.

Sambandet mellan tryckskada på nerver i handen och vibrationsexponering undersöktes också hos plåtslagare och montörer. Resultaten visar att arbete med vibrerande maskiner ökar risken för nervinklämning. Vidare framgår att det föreligger en skillnad i nervledningshastighet mellan höger och vänster hand som inte kan förklaras av enbart vibrationsexponeringen.

## **RAPPORTEN**

**Hand-arm vibrationer. Mätning och kvantifiering av vibrationsdos samt diagnostik av neuropatier och dessas dos-respons samband (29 sidor), kan beställas hos Arbetsmiljöinstitutet, Tekniska enheten, Box 7654, 907 13 Umeå, tel 090-13 72 90. Pris: 40 kronor.**

Faint, illegible text centered on the page, possibly bleed-through from the reverse side.

ORD&FORM AB, Uppsala 1995 Best.nr. 626-2125-4

**Sammanfattning 1720 Februari 1995**  
**Pnr 89-0963 Vibrationer (33)**

**Arbetsmiljöfonden**

**Postadress Box 1122, 111 81 Stockholm Besöksadress Olof Palmes Gata 31 Tel 08-791 03 00 Fax 08-791 85 90**