

ARBETSMILJÖ FONDENS SAMMANFATTNINGAR

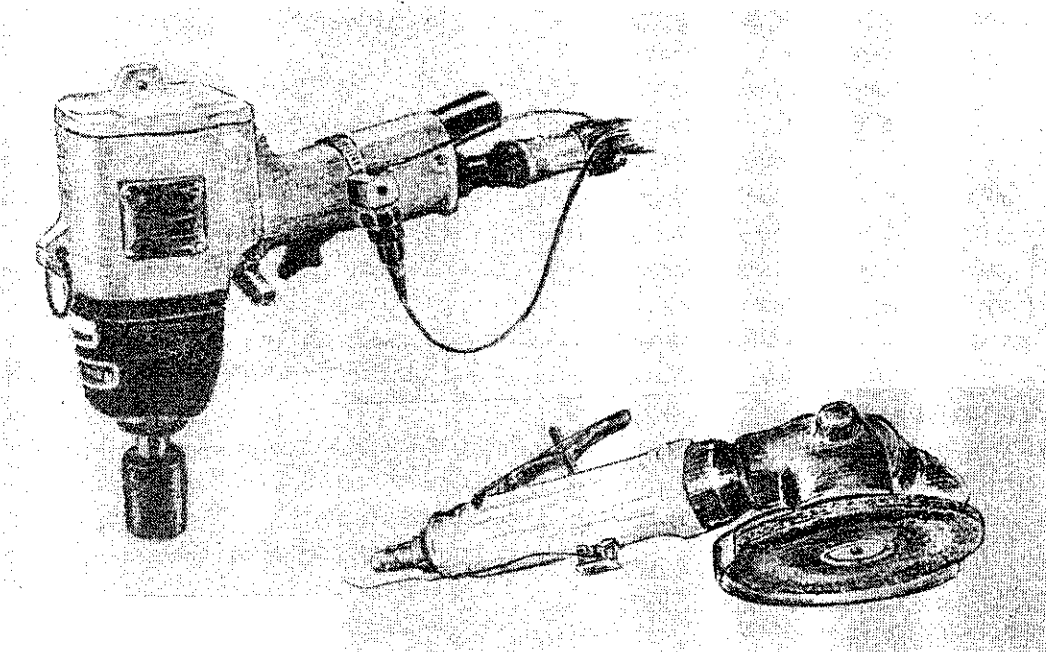
1084

Vibrationsmätningar av vinkelslipmaskiner och mutterdragare

För innehållet i sammanfattningen svarar Jerry Pull och Mats Zackrisson, Institutet för Verkstadsteknisk Forskning, IVF, Mölndalsvägen 85, 412 85 Göteborg, tfn 031-83 86 00.

Pnr 81-0954 Vibrationer (33)

September 1987



Vibrationsmätningar av vinkelslipmaskiner

Metod för jämförande mätningar
Slipskivans inverkan

- Det är möjligt att göra jämförande mätningar av vibrationsnivån på vinkelslipmaskiner om en artificiell slipskiva används.
- Det är inte praktiskt möjligt att göra jämförande mätningar av vibrationsnivån på vinkelslipmaskiner vid slipning.
- Obalans, orsakad av slipskivan och slipmaskinen, är den dominerande vibrationskällan även under slipning.
- Det finns stora möjligheter för maskin- och slipmaterialtillverkare att minska vibrationer vid slipning genom produktutveckling och förbättrade tillverkningsmetoder.
- Sänkt vibrationsnivå påverkar inte avverkningshastigheten.

Jämförande mätningar

Jämförande mätningar av vinkelslipmaskiner kan ej göras under normal slipning. Främsta orsaken till detta är att det inte går

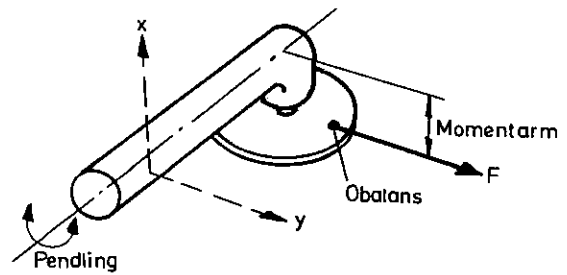


Bild 2.

Vibrationsnivån är störst i y-riktningen på maskinkroppen, därför har den riktningen valts vid vibrationsmätningarna. Navrondellens obalans orsakar en roterande kraft som vill pendla maskinen runt dess masströghetsaxel. Vibrationsmätningarna utfördes på en Atlas Copco LSV 36 med en integrerande vibrationsmätare av typen B&K 2513.

att uppnå tillräcklig reproducerbarhet i mätningarna.

Den otillräckliga reproducerbarheten beror på att de slipskivor som används har olika egenskaper och att egenskaperna varierar avsevärt under slipningen.

Det är främst navrondellernas obalans

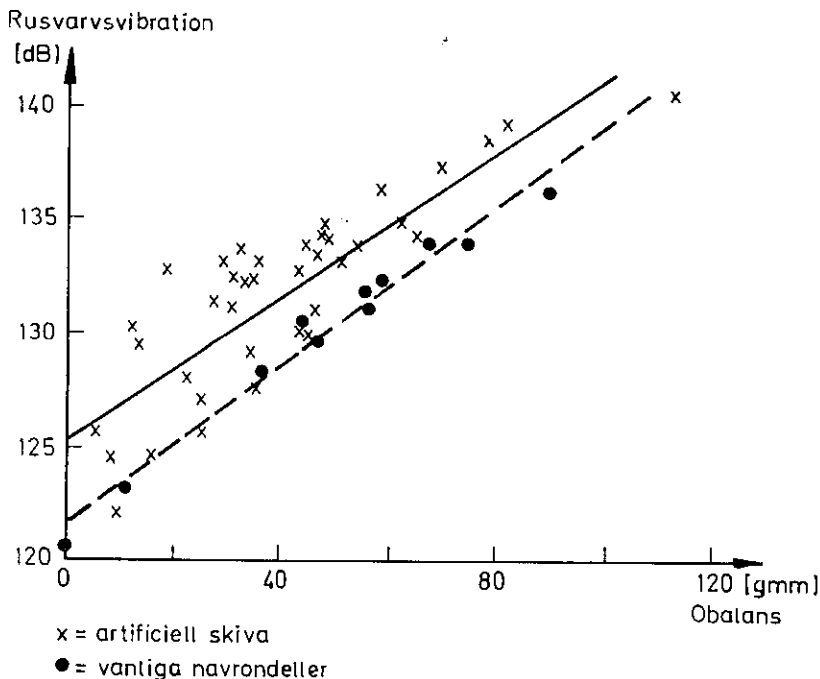


Diagram 1.

Slipmaskinens rusvarvsvibration som funktion av navrondellernas dynamiska obalans. Navrondellerna har beteckningen SlipNaxos 125×22×7 Hard BF.

som påverkar vibrationsnivån. I diagram 1 är sambandet mellan en slipmaskins rusvarvsvibration och 40 st oanvända navrondellers obalans uppritad. *Det framgår att rusvarvsvibrationen ökar med ökande obalans.* Navrondellerna är glappfritt monterade på slipmaskinens monteringsspindel med speciella monteringsbrickor.

IVF har tillverkat en artificiell slipskiva, dvs en attrapp av aluminium som det inte går att slipa med, bild 3. På den artificiella slipskivan har ett antal olika obalanser monterats, varefter slipmaskinens rusvarvsvibrationsnivå har uppmätts. Resultatet av mätningarna har ritats in i diagram 1. Orsaken till att vibrationsnivån är lägre för den artificiella slipskivan är att den har mindre massa än en navrondell.

Av diagram 1 framgår att det är stor spridning av egenskapen obalans hos nya oanvända navrondeller. Obalansen varierar mellan 8 gmm och 112 gmm för de 40 navrondellerna vilket medför att rusvarvsvibrationsnivån varierar drygt 15 dB. Lutningen på kurvan gör att ett litet obalansintervall medför stor variation av rusvarvsvibrationen, exempelvis varierar vibrationsnivån 5 dB i obalansintervallet 30–50 gmm. Det är därför ej möjligt att välja ut en navrondell med en viss obalans för att göra reproducerbara jämförande mätningar vid slipning. Noggrannheten vid mätning av rusvarvsvibrationer är ungefär ± 1 dB medan noggrannheten för obalansen är ± 3 gmm med de använda mätmetoderna.

Artificiell slipskiva

Rättvisa och reproducerbara jämförande mätningar av vibrationsnivån på vinkelslipmaskiner med hjälp av en artificiell slipskiva är en möjlighet. En artificiell slipskiva är en attrapp av tex aluminium som det inte går att slipa med. Vibrationer alstras, förutom av lager, växlar och motor, av att den artificiella slipskivan har en bekant och väldefinierad obalans.

För att kunna göra jämförande mätningar av vibrationsnivån hos vinkelslipmaskiner med en attrapp är det viktigt att metoden så väl som möjligt avspeglar verkligheten vid slipning och tar hänsyn till de olika faktorer som påverkar vibrationsnivån vid slip-

ning. Enligt genomförda försök är slipskivornas (dvs navrondellernas) obalans den dominerande vibrationskällan vid slipning.

Diagram 2 visar att det finns ett samband mellan slipvibrationen och rusvarvsvibrationen. Rusvarvsvibrationen är ju en funktion av navrondellens obalans, därför har under rusvarvsvibrationsaxeln även ritats en axel för obalans. Skalan på denna axel har hämtats från diagram 1. I och med att rusvarvsvibrationen huvudsakligen åstadkommes av navrondellens obalans och det finns ett samband mellan slipvibration och rusvarvsvibration så är även *slipvibrationen huvudsakligen orsakad av navrondellens obalans!* Det senaste konstaterandet är mycket betydelsefullt för den fortsatta diskussionen av hur jämförande mätningar av slipmaskiner ska gå till.

Den attrapp som IVF har tillverkat och använt vid försöken beskrivs i bild 3.

Metod för jämförande mätningar

För att kunna göra jämförande mätningar av vinkelslipmaskiner med en artificiell slipskiva måste maskinen vid vibrationsmätningar rotera med det varvtal som den är avsedd att arbeta med vid slipning. En luftmaskin ska arbeta vid ungefär 80 % av rusvarvtalet när den är försedd med regulator medan en oreglerad maskin arbetar vid 50 % av rusvarvtalet. För elmaskiner är slipvarvtalet ungefär 70 % av rusvarvtalet. Sänkningen av varvtal åstadkommes genom att luften eller strömmen stryps.

Orsaken till att det är nödvändigt att minska maskinens varvtal är att en viss obalans orsakar olika krafter och därmed vibrationer vid olika varvtal hos vinkelslipmaskinen. Betrakta slipmaskinen som en stel kropp där de dominerande vibrationerna orsakas av att navrondellens obalans utsätter maskinen för en roterande kraft som kommer att pendla maskinen runt maskinkroppens centrumlinje (bild 2). Kraften och därmed vibrationsnivån är en kvadratisk funktion av maskinens varvtal. Samtidigt som vibrationsnivån för en viss obalans minskar när varvtalet minskar kommer den lägre vibrationsnivån att viktas högre p g a

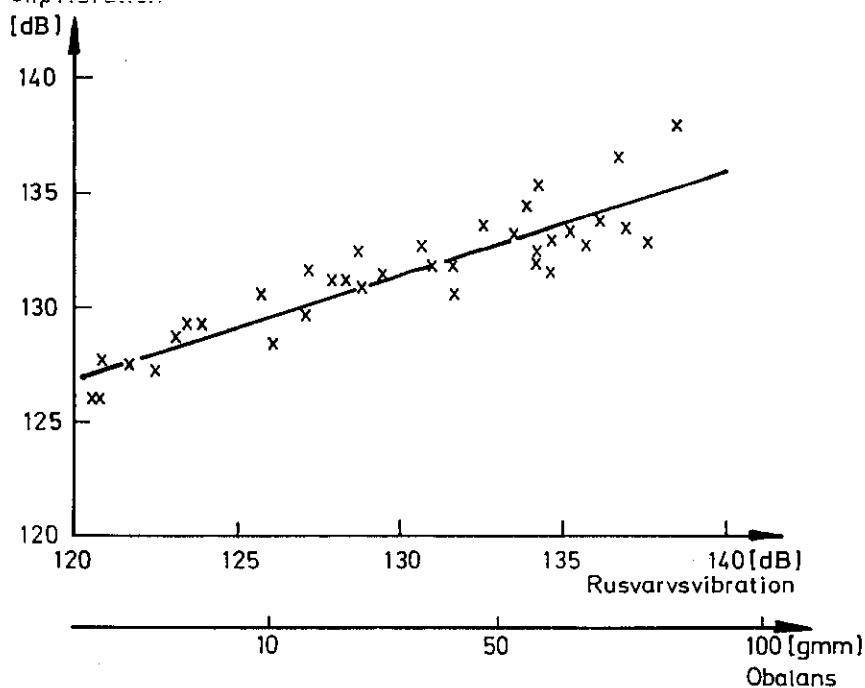


Diagram 2.
Slipvibrationen som funktion av rusvarvs-
vibrationsnivån.

den lägre frekvensen enligt den vägning som ska göras vid mätning av handöverförda vibrationer enligt SS-ISO 5349.

Förutom problemen med att åstadkomma rätt varvtal vid jämförande mätningar av vibrationsnivån på vinkelslipmaskiner med artificiell slipskiva måste en kraft motsvarande bearbetningskraften ansättas på maskinen. Ska avvibrerade handtag och andra konstruktionslösningar utvärderas måste dessa belastas med krafter som motsvarar de som är brukliga vid slipning. Men

det är inte nödvändigt att ansätta krafter på den roterande artificiella slipskivan även om detta naturligtvis är både bäst och möjligt. Exempelvis kan det vara tillräckligt att maskinen hängs upp i en dynamometer dvs krafter ansätts via en ögla på vinkelslipmaskinens ovansida. Ett annat alternativ är att ansätta krafter på sprängskyddet.

Kan slipmaskiner förbättras

En navrondell med en obalans på 50 gmm kommer att påverka slipmaskinens monte-

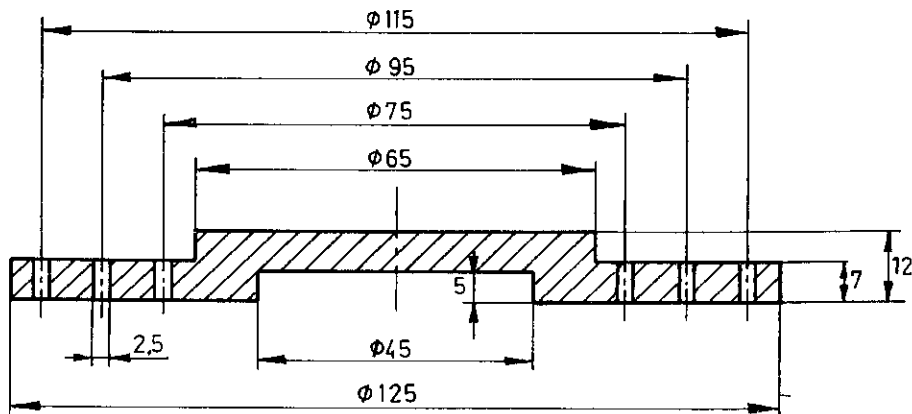


Bild 3.
Skiss av IVFs artificiella slipskiva tillverkad i aluminium. Skivans massa är 180 g.

ringsspindel med en roterande kraft på ca 80N (12 000 r/min). Om maskinen har ett dynamiskt kast som är 0,25 mm, när den påverkas av en kraft på 80N, kommer det att medföra ytterligare en obalans på 50 gmm, totalt 100 gmm. Slipmaskinens kast gör att slipvibrationen blir 5 dB högre enligt diagram 2. Det är viktigt att maskiner är konstruerade med så litet kast som möjligt. Monteringsspindels infästning i växelhuset är en viktig faktor ur vibrationssynpunkt. Maskinfabrikanter kan påverka kastet genom sitt val av konstruktion och lagerkvalitet. Kastet bör vara så litet som möjligt.

Om slipmaskinerna har stort kast får maskinen hög vibrationsnivå oavsett slipskivans obalans. Därför är det viktigt att maskinfabrikanterna gör maskiner med litet kast, dvs bra infästning och lager av hög kvalitet.

Hur förbättras slipskivorna?

Slipskivors obalans skapas vid tillverkningen. De maskiner som slipmaterialtillverkarna använder vid tillverkning av enklare navrondeller är inga precisionsmaskiner. Formar blir därför inte jämnt packade med slipmaterial och obalansen är skapad. Orundhet och excentricitet mellan fästhål och periferi är andra orsaker till obalanser. Monteringsglapp, orundhet och excentricitet kan vid slipning minska eller förstärka den totala obalansen. Vid inslipning av slipskivor ändras slipskivan så, att slipskivan centreras i förhållande till sin montering, varför obalansen kan öka eller minska.

De genomförda försöken visar dock att en navrondell som från början är dålig dvs orsakar stora vibrationsnivåer kommer att förbli dålig. En navrondell som orsakar låg vibrationsnivå från början behåller denna egenskap.

Slipmaterialtillverkaren kan vid tillverkningen se till att slipskivorna är homogena och runda och att skivan och centrumhålet är koncentriskt. Men det är också önskvärt att skivtillverkare och maskinfabrikanter kommer överens om toleranser för centrumhål och fästbrickor som ger litet monteringsglapp.

Det behöver inte vibrera när man slipar

I de genomförda försöken finns inget samband mellan avverkningshastigheten och vibrationsnivån. Detta är ett intressant resultat för det är en allmänt spridd uppfattning att det måste vibrera när man slipar, men det är alltså inte nödvändigt. Troligen förhåller det sig som med bilar, 100 km/tim i en gammal CV4 upplevs som en mycket hög hastighet pga buller och vibrationer, medan motsvarande hastighet i en ny Mercedes upplevs som en komfortabel hastighet.

Vibrationsmätningar av mutterdragare

I dag finns ingen testkod som möjliggör generella jämförande vibrationsmätningar av mutterdragare. Som en inledning till arbetet med att ta fram en testkod har IVF utfört två jämförande mätningar av slående mutterdragare. Resultaten med avseende på jämförelser mellan olika maskiner skiljer sig markant mellan de bägge mätningarna. Det enda som kan konstateras med någorlunda säkerhet är att en lufthydraulisk maskin, en URYU UX-1300, ger mindre vibrationer än de övriga maskinerna. Detta är inte förvånande eftersom den lufthydrauliska maskinen dels är tyngre, dels har en helt annan slagmekanism än de övriga maskinerna.

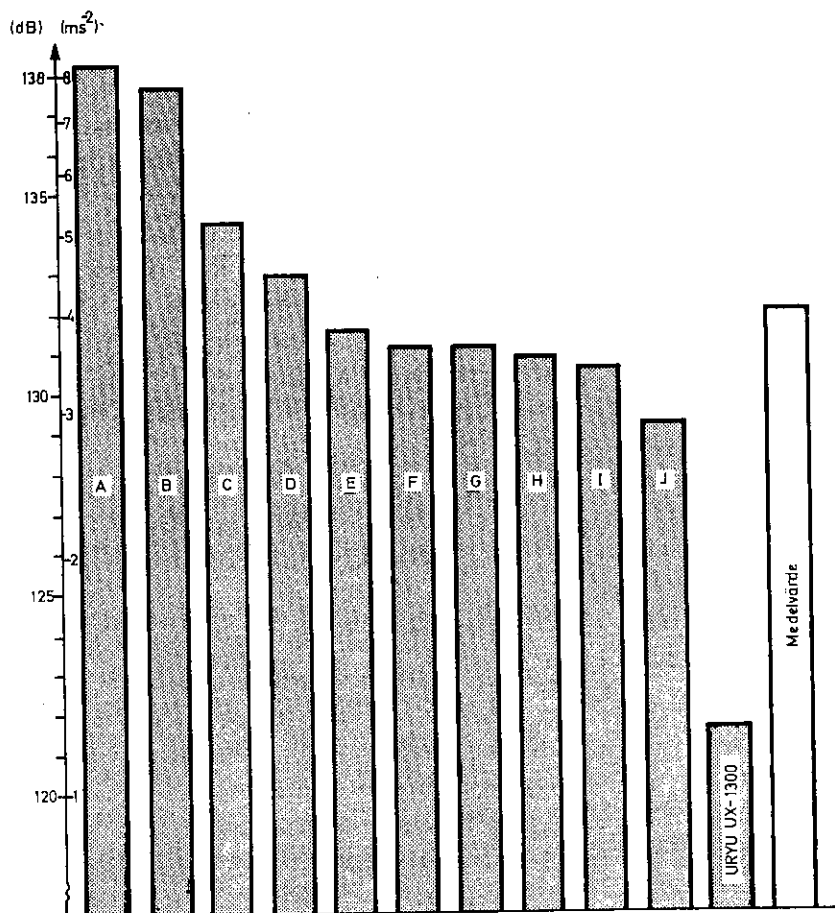


Bild 4.
 Frekvensvägd vibrationsnivå under åtdragning för elva olika slående mutterdragare.

Dragning av M12-lockingförband till 100 Nm. Vertikal arbetsriktning.

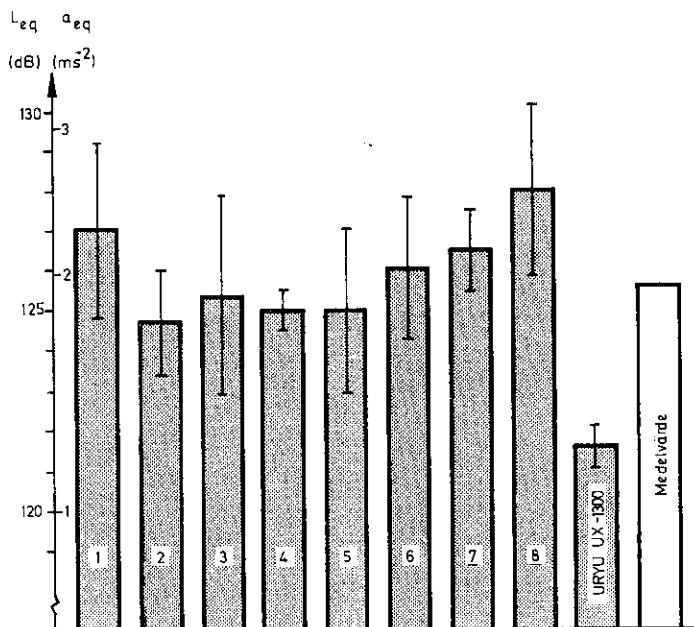


Bild 5.
 Frekvensvägd ekvivalent vibrationsnivå för tio dragningar under en minut. Dragning av M12-förband till 100 Nm. Vertikal arbetsriktning. Nio olika maskintyper. Tre likadana

maskiner av varje typ. Standardavvikelsen gav gränserna för 95 %-igt konfidensintervall enligt bilden.

Diskussion

Två olika analysmetoder har använts och jämförts: dels analys med B & K 2513 integrerande vibrationsmätare där integrationen skett under tio dragningar, dels frekvensanalys av åtdragningsförloppet. Bägge metoderna har sina för- och nackdelar. Frekvensanalysmetoden ger mer information men den är också mycket tidskrävande. Om metoden ska bli användbar för jämförande mätningar krävs troligen att dragning måste ske i en broms.

Nackdelen med B & K 2513 är att ingen frekvensanalys erhålls. Fördelen är att vibrationsexponeringen kan beräknas om man vet ekvivalenta vibrationsnivån för ett antal dragningar samt antalet utförda dragningar per dag. Den ekvivalenta vibrationsnivån för ett antal dragningar är relativt enkel att mäta och antalet dragningar per dag kan man ta reda på genom att studera produktionsdata. På så sätt fås ett mått på vibrationsexponeringen utan att exponeringstiden behöver mätas. Mätmetoden med B & K 2513 lämpar sig därför utmärkt för kartläggningar av vibrationsexponeringen.

Den faktoranalys som gjorts med främsta syfte att ligga till grund för en framtida testkod *indikerar att*:

- Det går att skapa en mätsituation som ger en maximal variation av mätvärdena som är mindre än 2 dB, dvs upprepade mätningar under identiska förhållanden sprider mindre än ± 1 dB
- Operatörens inverkan på vibrationsnivån i den valda mätsituationen är så liten att den eventuellt är försumbar i förhållande till mätsituationens inverkan (enligt ovan)

- Förbandsdimensionen (åtdragningsmomentet) inverkar betydligt på vibrationsnivån. Detta innebär att en mutterdragare troligen måste testas för samtliga de förbandsdimensioner den är avsedd för. Däremot synes förbandstypen ha en liten inverkan på vibrationsnivån. Vi fann inga signifikanta skillnader mellan lockingförband och vanligt förband
- En jämförande vibrationsmätning av slående mutterdragare måste omfatta minst tre likadana maskiner av varje maskintyp för att man på ett statistiskt korrekt sätt ska kunna rangordna maskinerna
- Det räcker att mäta vibrationsnivån i en riktning. Samtliga maskiner har högst vibrationsnivå i en riktning som är parallell med maskinens axeltapp.

Rapporterna

Vibrationsmätningar av vinkelslipmaskiner, IVF-resultat 87503, kan beställas hos Sveriges Mekanförbund, Box 5506, 114 85 STOCKHOLM, tfn 08-783 80 00. Pris 100 kr.

Vibrationsmätningar av mutterdragare, Internrapport, 87/3, kan beställas hos IVF, Mölndalsvägen 85, 412 85 GÖTEBORG. Pris 75 kr. (Rapporten Vibrationsmätningar av mutterdragare är en arbetsrapport och troligen endast intressant för den som själv ämnar utföra vibrationsmätningar. För den som ska välja mutterdragare innehåller rapporten ingen intressant information utöver vad som ges i denna sammanfattning.)

Arbetsmiljofonden

Box 1122, 111 81 Stockholm
Tel 08-796 47 00 (vx)