

# Snabbkurs i ergonomisk verktygsutformning

Gunnar Björing

Boksidan

## **Förord**

Detta kursmaterial är riktat till dig som vill ha en snabb orientering i vad man bör tänka på vid utformningen av handverktyg för att minska risken för belastningsbesvär.

Gunnar Björing

Copyright: Bokförlaget Boksidan 2003  
Box 558  
146 33 Tullinge

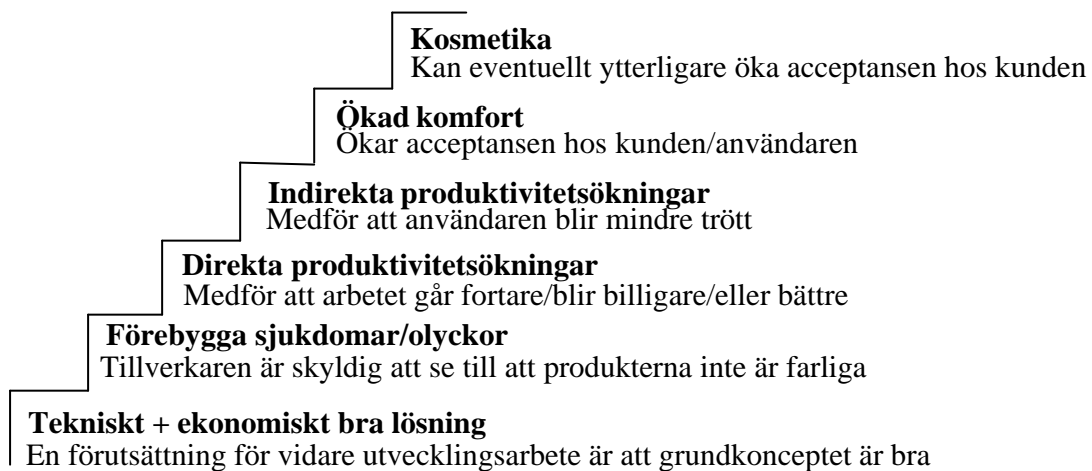
Du får gärna kopiera denna bok, men sätt då in 5 kronor per kopia på Boksidans plusgirokonto: 199 84 51-7, eller bankgirokonto: 5459-3074. Skriv på inbetalningskortet att det gäller "Snabbkurs i ergonomisk verktygsutformning". Du är också välkommen att besöka vår hemsida [www.boksidan.com](http://www.boksidan.com).

## Innehållsförteckning

<b><i>Ergonomisk förbättringspotential</i></b> .....	<b>3</b>
<b><i>Belastningssjukdomar</i></b> .....	<b>4</b>
Belastningssjukdomar i nacken .....	4
Belastningssjukdomar i axeln .....	4
Belastningssjukdomar i armen, handleden och handen .....	5
Belastningssjukdomar i ryggen .....	5
<b><i>Ergonomiska faktorer som är viktiga att beakta vid utformning av handverktyg</i></b> .....	<b>7</b>
Kraftkrävande gripörelser .....	7
Högt tryck mot handen .....	8
Placering och riktning på handtag .....	8
Verktygets vikt och viktens momentarm .....	8
Vibrationer .....	9
<b><i>Handtag</i></b> .....	<b>10</b>
Handtagsprofil .....	10
Handtagsmaterial .....	10
Handtagets yta .....	11
Handtagets längd .....	11
Placering och riktning på handtaget .....	12
Höger-/vänsterhands handtag och skillnader mellan könen .....	14
<b><i>Särskilda krav på handtaget på vissa typer av verktyg</i></b> .....	<b>14</b>
Elektriska och pneumatiska verktyg, huvudhandtaget .....	14
Elektriska och pneumatiska verktyg, stödhandtaget .....	15
Skruvmejslar .....	15
Verktygs som förs fram och tillbaka, såsom filar .....	16
Knivar .....	16
Slående verktyg, såsom hammare och klubbor .....	16
”Klippande” verktyg, såsom tänger, avbitare och saxar .....	17
”Skjutverktyg”, såsom handdrivna gräsklippare .....	17
Verktyg med hög avtryckarkraft, såsom manuella häftapparater och sprutpistoler .....	17
Skiftnycklar och liknande .....	17
<b><i>Referenser</i></b> .....	<b>18</b>

## Ergonomisk förbättringspotential

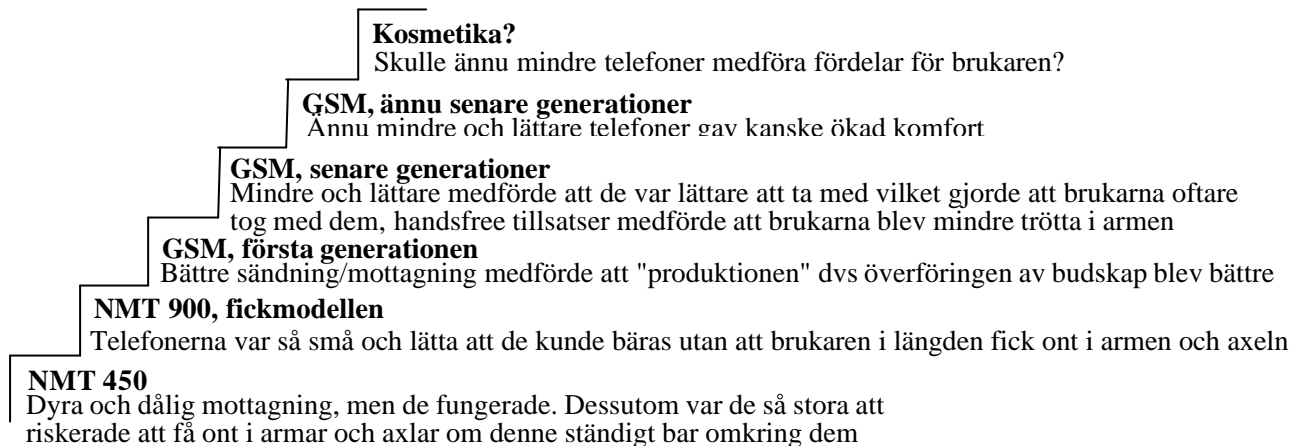
För att det skall vara meningsfullt att försöka förbättra ett verktyg bör det finnas en förbättringspotential i det. Ju större förbättringspotentialen är desto större anledning att försöka förbättra det. Den ergonomiska förbättringspotentialen för ett verktyg skulle kunna delas upp i ett antal nivåer (figur 1). Många av de saker som vi ser omkring oss har på kortare eller längre tid utvecklats från oergonomiska men fungerande lösningar till ergonomiska och visuellt tilltalande verktyg. Men det finns än idag verktyg med stor ergonomisk utvecklingspotential.



Figur 1. Ergonomisk förbättringspotential.

## Mobiltelefon

Ett exempel på en typ av "verktygs" väg från fungerande tekniska lösningar till ergonomiskt och visuellt tilltalande lösningar (figur 2).



Figur 2. Mobiltelefonens väg från fungerande tekniska lösningar till ergonomiskt och visuellt tilltalande lösningar.

## Belastningssjukdomar

Man har fortfarande en ganska vag bild av hur en stor del av de vanliga belastningssjukdomar uppkommer, vad som är riskfaktorer och vad lämpliga gränsvärden borde vara. Nedan beskrivs några relativt väldokumenterade riskfaktorer för belastningssjukdomar (figur 3).

### *Belastningssjukdomar i nacken*

Vissa epidemiologiska studier (Hagberg M och Wegman D H 1987) har visat att ofta förekommande extrema huvudställningar kan orsaka belastningsbesvär. Ofta förekommande extrema framåtböjningar av huvudet kan också orsaka en annan typ av belastningsbesvär i nacken (Hagberg M med flera 1995).

### *Belastningssjukdomar i axeln*

Högrepetitiva arm rörelser, statiska kontraktioner av nack- eller axelmusklerna och kanske också långvarig framåtböjning av nacken, kan orsaka belastningsbesvär i nack-/axelmuskulaturen (Hagberg M med flera 1995). Ofta förekommande arbete med armen upplyft och (om den inte kan avlastas mot ett armstöd) kan orsaka inflammation i muskelsenorna i axeln (Hagberg M med flera 1995).

### *Belastningssjukdomar i armen, handleden och handen*

Repetitiva extrema vridningar av handleden (som när man snärtar iväg en boll) har traditionellt (Putz-Anderson V 1988) ansetts vara den primärt orsakande faktorn för ett besvär i senorna vid armbågen som kallas "tennis armbåge". Men nya studier (Hägg G M 1997; Hägg G M och Milerad E 1997; Hägg G M, Öster J och Byström S 1996) har visat att långvarigt griparbete utan passiv stabilisering av handleden också kan orsaka den här typen av besvär.

Repetitiva hand rörelser, särskilt i kombination med kraft (tex. vid användandet av en manuell häftpistol, (figur 4) kan orsaka inflammation i senorna eller senskidorna i handleden (Hagberg M med flera 1995; Viikari-Juntura E 1997) och karpal tunnel syndrom (CTS) (Hagberg M med flera 1995; Viikari-Juntura E 1997). Långvarig kraftig vridning av handleden kan också orsaka CTS (De Krom M C T F M med flera 1990) och vibrationer ökar risken (Hagberg M med flera 1995; Viikari-Juntura E 1997).

Om ett finger är böjt samtidigt som det är högt tryck mot den yttersta delen av fingret kan man i längden få ett besvär som kallas "avtryckarfinger" (Tichauer E R och Gage H 1977).

Långvarig användande av vibrerande handverktyg kan orsaka ett besvär som kallas "vibration-induced white fingers" (VWF) (Griffin M J 1990). Hög gripkraft i kombination med vibrationer kan öka risken för VWF (Färkkilä M 1978; Gurram R, Gouw G J och Rakheja S 1993; Hartung E, Dupuis H och Scheffer M 1993). Vibrerande handverktyg kan också orsaka andra besvär (Griffin M J 1990) som gemensamt kallas för hand-arm vibration-syndrome (HAVS).

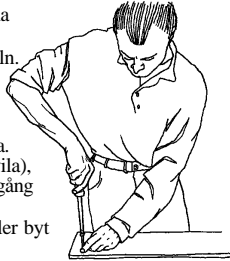
### *Belastningssjukdomar i ryggen*

Manuell materialhantering, helkroppsvibrationer, ofta förekommande framåtböjning och vridning av ryggen kan orsaka ryggbesvär ( Burdorf A och Sorock G 1997; Viikari-Juntura E 1997).

## Förebygg belastningsbesvär

Långvarig anspänning av nackmuskulaturer (även lätt arbete som att tex att rikta virket i ett sågverk), kan i längden ge besvär i nacken/skuldran. Besvären kan utgöras av smärta, ömhet i nacken och eventuellt huvudvärk.  
**Tips!** Försök slappna av.

Långvarigt arbete med armarna **lyfta utåt** kan orsaka inflammation i muskelnerna i axeln.



Inflammationen medför smärta. Det går över med tiden (vid vila), men har man väl haft den en gång så kommer den ofta tillbaka.  
**Tips!** Sänk ditt arbetsbord eller byt till ett annat verktyg.

Kraftiga **vridningar** eller **framåtböjningar** av huvudet kan i längden skada nacken.

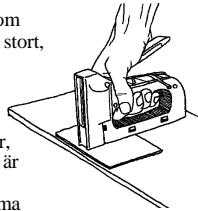


Detta kan i sin tur medföra smärta i skuldran och armen. Besvären kan bli permanenta.  
**Tips!** Gör om din arbetsplats så att du att du har det du behöver observera framför dig.

Att bära **tunga föremål på axeln** kan i längden medföra en nervskada, som gör att skulderbladet pekar utåt. Skadan kan vara permanent.

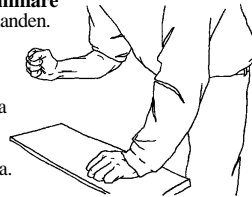


Ofta förekommande **gripande**, särskilt om fjädermotståndet, eller **greppspannet** är stort, kan i längden medföra besvär i armbågen, handleden eller handen.



Symtomen varierar mellan olika sjukdomar, men i allmänhet så medför de smärta, vissa är permanenta men andra kan gå över.  
**Tips!** Det kan finnas andra verktyg av samma sort, som som har lägre fjädermotstånd eller mindre greppspann.

Att använda **handen som hammare** kan medföra en nervskada i handen.



Skadan kan i sin tur medföra besvär som tex domningar. Skadan är permanent.  
**Tips!** Använd gummiklubba.

Långvarigt användande av **vibrerande** verktyg kan i längden medföra en mängd besvär i handen. Till exempel så kan fingrarnas känslighet för kyla öka. Det är en permanent skada, men andra besvär kan gå över.  
**Tips!** Se till att verktygets rörliga delar är så väl balanserade som möjligt, försök dämpa vibrationerna med vibrationsdämpande handtag eller köp ett verktyg som vibrerar mindre.



Kraftig **böjning** av ryggen, särskilt i samband med att man bär tunga saker kan leda till besvär i ryggen (tex ryggsnitt). **Snabba rörelser** och **vridna arbetställningar** ökar risken. Som tur är brukar man bli frisk inom ett par veckor.  
**Tips!** Gör om din arbetsplats så att du att du kan arbeta i upprätt ställning.



Figur 3. Några arbetsställningar och arbetsrörelser som anses kunna orsaka belastningssjukdomar.

## Ergonomiska faktorer som är viktiga att beakta vid utformning av handverktyg

Nedan beskrivs några faktorer i verktygssutformning som är viktiga för att förebygga belastningssjukdomar.

### *Kraftkrävande griprörelser*

Repetitiva griprörelser, särskilt i kombination med kraft är en riskfaktor för ett antal belastningssjukdomar i underarmen, handleden eller handen (se ovan). Det är rimligt att tro att risken ökar med ökande krav på gripkraft.

Det rekommenderas (Mital A och Kilbom Å 1992 Part 1 & 2) att avtryckarkraften för en pekfinger manövrerad avtryckare inte bör överstiga 10 N. Vissa handverktyg har en avtryckare som manövreras med både pek- och långfingret. I det senare fallet bör inte avtryckarkraften överstiga 20 N (Fransson C och Winkel J 1991; Hazleton F T med flera 1975) och om verktyget är försett med en fyrfingermanövrerad avtryckare, bör inte avtryckarkraften överstiga 30 N.

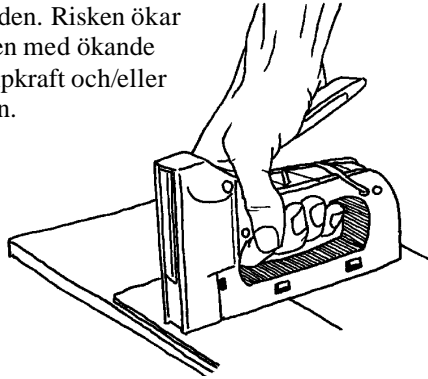
Vilken gripkraft som brukaren måste utveckla när denne använder tänger och liknande är till stor del beroende på arbetstyckets karaktär och det är därför omöjligt att bestämma gränsvärden. För dessa handverktyg är det viktigast att utforma verktyget så att arbetet kräver minsta möjliga gripkraft (dvs lång momentarm, vassa eggjar).

Handen kan utveckla olika maximal gripkraft beroende på greppspannets storlek. Enligt en mängd forskare så är det optimala greppspannet för ett handverktyg som hålls i ett kraftgrepp mellan 50 och 60 mm för majoriteten av både kvinnor och män.

Ju större griprörelse desto mer måste senorna röra sig i handleden och desto större total friktionsbelastning på senorna. Det är rimligt att tro att ju större friktionsbelastning desto större risk för inflammation i senorna i handleden. Således så är det ur preventiv synpunkt bättre ju mindre griprörelse handen måste utföra. Det finns än idag verktyg som har definitivt för stor greppspann och/eller för höga gripkrafter tex. manuella häftpistoler (figur 4).



Repetitiva kraftkrävande griprörelser kan orsaka en mängd besvär i armen/handen. Risken ökar förmodligen med ökande krav på gripkraft och/eller greppspann.



Det optimala greppspannet är för de flesta förmodligen mellan 50-60 mm.

Handdrivna häftpistoler tvingar användaren att använda stora gripkrafter och relativt stora greppvidder. Ungefärliga greppvidder för en ordinär häftpistol (Rapid 30) över pek-, lång-, ring- och lillfingret är 60,70, 80, och 90 mm.

Figur 4. Ett exempel på ett verktyg med ergonomiska brister.

### *Högt tryck mot handen*

Högt tryck mot handflatan och/eller fingrarna kan orsaka smärta (Tichauer E R och Gage H 1977) och blåsor (om det är skjuvkrafter inblandade) (Sulzberger M B 1966). Vilket tryck det blir mot handen beror på de grip- och/eller matningskrafter som brukaren använder samt profilen/längden/storleken och ytbeskaffenheten på handtaget/avtryckaren/skänklarna. De högsta punkttrycken förekommer vid manövrering av verktyg som grips med kraft. Vissa handverktyg (som små tänger) har så små skänklar att om det grips med stor kraft så blir punkttrycken mot fingrarna högt. Utformningen av handtag beskriv mer utförligt nedan.

### *Placering och riktning på handtag*

En olämplig placering av handtaget kan tvinga brukaren att använda extrema handledsställningar och/eller lyfta överarmen utåt. Långvarig kraftig vridning av handleden samt att lyfta överarmen utåt är riskfaktorer för belastningssjukdomar (se vidare ovan). Vidare så minskar extrema handledsställningar den maximala gripkraften (Grant A W och Hallbeck M S 1997; Terrell R och Purswell J L 1976). lämplig placering och riktning på handtagen beskriv mer utförligt nedan.

### *Verktygets vikt och viktens momentarm*

Ju tyngre handen + verktyget är och/eller ju längre avståndet är mellan handen och tyngdpunkten för hand + verktyg och/eller ju styvare slangarna/ledningarna är desto högre blir den biomekaniska belastningen på rygg/axel/arm/handled/hand. Ju högre biomekanisk belastning desto större risk för belastningssjukdomar (Hagberg M med flera 1995).

## Vibrationer

Vibrerande handverktyg kan orsaka ett antal belastningssjukdomar (se vidare i delkapitlet som berör belastningssjukdomar i armen, handleden och handen).

Vibrationerna som överförs från verktyg till handen kan antingen bli absorberade i handen eller returnerade till verktyget. Ju mer vibrationer som absorberas, desto större risk för HAVS (Lidström I-M 1974). Vissa samband mellan vibrationer, vibrations exponering och mänsklig respons beskrivs i figur 5.

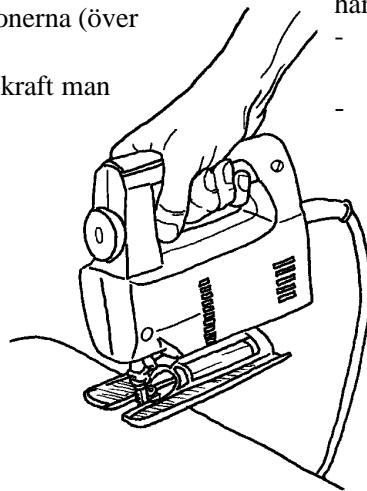
För att minska riskerna för HAVS, bör problematiska handverktyg som används i industrin (som slipmaskiner) vara ganska nya (eftersom ett slitet verktyg kan ha högre vibrationsnivåer än ett nytt dito). De externa rörliga delarna verktyg (som slipskivan på en slipmaskin) bör vara korrekt fastsatta och de bör vara väl balanserade. Mängden vibrationer som överförs från verktyget till handen kan minskas genom att förse verktyget med vibrationsdämpande handtag (Andersson E R 1990). När man byter till ett dylikt handtag är det viktigt att välja ett handtag med en vibrationsdämpningskaraktäristik som är lämplig för de aktuella vibrationerna. Användande av vibrationsdämpande handskar kan också vara ett sätt att dämpa vibrationer. Men många av dessa handskar, dämpar inte vibrationerna i tillräckligt hög grad (Koton J, Kowalski P och Szopa J 1998; Xiao J och Zheng F 1998). Vidare så finns det i vissa fall ”ny” teknik som till exempel elektro-pneumatiska bormaskiner som vibrerar betydligt mindre än traditionella bormaskiner.

Överföringen av vibrationer från handtaget till handen minskar med:

- högre frekvens på vibrationerna (över resonansfrekvensen).
- lägre tryck- och/eller gripkraft man anbringar.

Verktygets vibrationsamplitud minskar med:

- mer balans i de roterande delarna.
- Högre matningskraft.



Överföringen av vibrationer längs handen-armen minskar med:

- högre frekvens på vibrationerna (över resonansfrekvensen).
- böjd armbåge jämfört med rak.

Absorbationen av vibrationer i handen-armen desto:

- lägre gripkraft man anbringar.

Men om man griper länge minskar man gripkraften, fast trots det ökar absorbationen av vibrationsenergi.

Figur 5. Samband mellan vibrationer i handverktyg och vibrationsexponering i handen-armen.

## Handtag

Eftersom brukarna i regel håller i verktygens handtag utgör de den del av verktygen som har störst inverkan på de belastningsergonomiska förhållandena. Därför har handtagen tillägnats ett eget kapitel.

### *Handtagsprofil*

Vad som är den optimala storleken och profilen på ett handtag till ett verktyg är avhängigt av vilken verktygstyp det gäller. En cirkulär profilen på handtaget är ofta att föredra för verktyg som brukaren kan vilja rotera i handen, tex. skruvmejslar. En ellipsoidal (oval) profil är ofta att föredra för handverktyg som inte skall roteras i handen och för vilka riktningen på verktyget är avgörande, som yxor. En ellipsoidal profil är också att föredra för verktyg, som skiftnycklar, för vilka brukaren kan behöva information om käftarnas vinkel i förhållande till arbetsstycket. Rektangulära/triangulära profiler skall undvikas, eftersom kanterna kan skära in i brukarens hand. Om rektangulär/triangulär profil av någon anledning väljs så bör kanterna vara väl avrundade.

### *Handtagsmaterial*

Vad som är det bästa materialet på handtaget är avhängigt av verktygstypen och användningsförhållandena. Men generellt så gäller att materialet skall:

- Ha låg elektrisk och termisk ledningsförmåga, av säkerhets- och komfortskäl (Mital A och Kilbom Å 1992 Part 1 & 2).
- Ge hög friktion, eftersom med ökande friktion minskar behovet av att gripa om handtaget för att hålla det. Detta är särskilt viktigt för verktyg som skruvmejslar för vilka vridande moment skall överföras.
- Ha låg densitet, för att minimera verktygets vikt.
- Inte innehålla nickel, eftersom långvarig kontakt med nickellegerade eller nickelpläterade handverktyg kan orsaka nickelallergi och till och med handeksem.
- Det skall tåla tuff hantering utan att deformeras.
- Motverka att vassa metallbitar med mera fastnar, eftersom det kan skada brukaren och/eller göra handtaget okomfortabelt.

För vissa verktyg bör handtagsmaterialet vara något kompressibelt, eftersom ett kompressibelt material i handtaget fördelar trycket från verktyget bättre i handen än ett icke kompressibelt material (Fellows G L och Freivalds A 1991; Mital A och Kilbom Å 1992 Part 1 & 2). Detta minskar risken för att utveckla besvär i handen orsakade av högt tryck mot handen. Ett kompressibelt material dämpar även mekaniska stötar bättre och det kan även till viss del dämpa vibrationer (Björing G, Johansson L och Hägg G M 1999). Ett väldigt kompressibelt material har emellertid följande nackdelar ur ergonomisk synvinkel (Mital A och Kilbom Å 1992 Part 1 & 2):

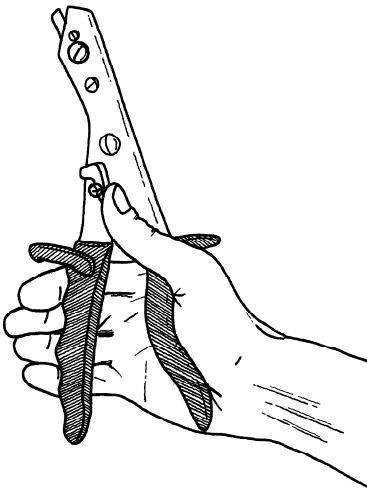
- 1) brukaren kan behöva gripa hårdare om verktyget,
- 2) vissa väldigt kompressibla material (som skumgummi) absorberar lösningsmedel, vilket kan vara irriterande och dessutom kan det öka risken för allergiska besvär,
- 3) vassa partiklar, tex. metallbitar kan lättare fastna i handtaget,
- 4) hållbarheten är ofta låg.

### *Handtagets yta*

Vilket som är den optimala ytstrukturen på handtaget beror på under vilka omständigheter som handtaget används. Men generellt så är en jämn eller fint mönstrad yta mer komfortabel än en grovt mönstrad yta med tex. räfflor. Djupa räfflor kan orsaka att det blir höga punkttryck i handen, vilket i sin tur kan orsaka smärta eller minska blodflödet i handen. Hög friktion mellan handen och handtaget är också ofta önskvärt. Detta eftersom ju högre friktion desto lägre gripkraft behövs för att hålla verktyget i ett stadigt grepp.

Oavsett om handen är torr eller svettig så ger en fint mönstrad yta högre friktion än en helt jämn yta och jämfört med en yta med räfflor. Men om handtaget vore indränkt i föroreningar som tex. olja skulle räfflor förbättra friktionen.

Handtag med urtag för fingrarna bör undvikas på standardverktyg. Detta eftersom dylika handtag är designade för att passa "medelhanden" och det kan göra att handtaget blir onödigt obekvämt för de brukare vars hand inte passar för greppet (figur 6). Dylika handtag minskar också brukarens möjligheter att variera greppet.



Figur 6. Skänklar med urtag för fingrarna, vilka inte passar användaren.

### *Handtagets längd*

Om handtaget är för kort kan handtagets ände skära in i handen och därigenom göra verktyget obekvämt. I den preliminära Europeiska standarden för verktygsdesign framgår att verktyg som brukaren skall hålla i ett stadigt grepp skall handtaget ha en minimum längd på 125 mm. I vissa fall (som tex. beträffande stora knivar) kan brukaren vilja pressa tummen mot handtaget för att trycka ner det mot arbetsstycket. Handtaget på dylika verktyg bör vara så långa att detta är möjligt.

### *Placering och riktning på handtaget*

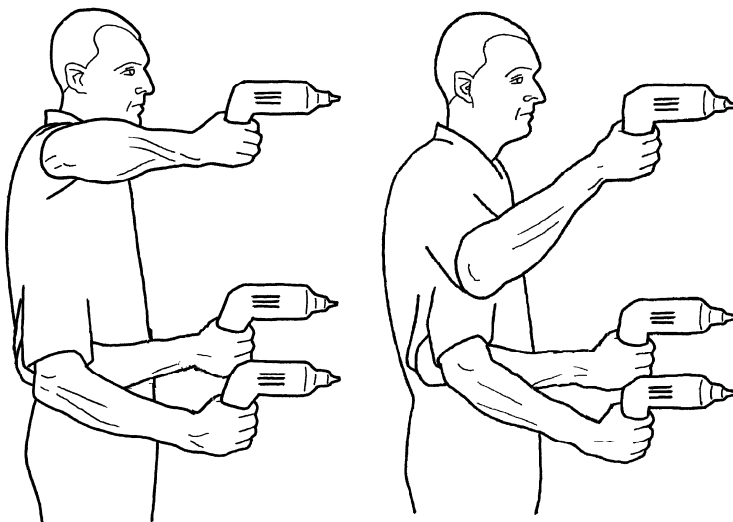
Placeringen och riktningen på handtaget påverkar kroppsställningen och det har även en stor inverkan på överföringen av vibrationer från verktyget till brukaren. En hälsosam kroppsställning är arbete med sänkt axel, med överarmen hängande intill kroppen, med underarmen riktad framåt och med handleden i neutral position. Den optimala placeringen av handtaget är beroende av verktygstypen, arbetshöjden och av uppgiften i fråga. Nedan beskrivs ett antal exempel.

När stora matnings-/presskrafter skall överföras, som tex. vid borring i betong, är pistolhandtag att föredra. Men det är viktigt att notera att verktyg som är utformade för att passa för arbete i en riktning i en viss arbetshöjd kan vara lång ifrån optimal vid arbete i en annan riktning eller i en annan arbetshöjd. På pistolhandtag är vinkeln mellan handtaget och resten av verktyget ofta mellan 100-110°. Den vinkeln är optimal om verktyget i huvudsak riktas mot vertikala ytor och om arbetet utförs i armbågshöjd höjd eller under (figur 7 och 8). Men om verktyget ofta hålls ovanför armbågshöjd och/eller om verktyget ofta riktas mot horisontella ytor är 90° vinkel bättre. Om arbetet enbart utförs mot horisontella ytor i armbågshöjd är raka verktyg oftast bättre. Slutligen så bör handtaget på verktygs som cirkelsågar, vilka oftast används under armbågshöjd, ha en vinkel som är större än 110°.

På de flesta pistolhandtags verktyg är handtaget ofta placerat under den bakre delen av verktyget, men vissa av dem har handtaget mer i mitten. Fördelen med det senare är att balansen är bättre och även att överhängen kan fungera som ett stöd som bär en del av verktygets vikt.

Beträffande raka verktyg, som skruvmejslar, är avståndet mellan handtaget och eggen på verktyget viktigt för ställningen på överarmen (figur 9).

Beträffande roterande verktyg, som mutterdragare, är avståndet (momentarmen) mellan rotationscentrum och handen viktig för möjligheten att motverka vridmomentet.



Figur 7. Pistolhandtag med en vinkel mellan handtag och överdel på 110° och 90° som används vid bearbetning av ett arbetsstycke i midjehöjd, armbågshöjd samt axelhöjd. Det rätvinkliga handtaget ger en bättre arbetsställning vid arbete över armbågshöjd.



Figur 8. Pistolhandtag med en vinkel mellan handtag och överdel på 110° och 90° samt ett rakt verktyg som används vid bearbetning av en horisontell yta på ett arbetsstycke som ligger på en arbetsbänk. Det raka verktyget ger den bästa arbetsställningen och det som har en vinkel på 110° ger den sämsta.



Figur 9. En skruvmejsel som inte är lämplig för den aktuella uppgiften eftersom den tvingar brukaren att lyfta överarmen kraftigt utåt.

### *Höger-/vänsterhands handtag och skillnader mellan könen*

I de flesta fallen så vill brukaren hålla verktyget med den hand som de har bäst kontroll över, vilket oftast är höger hand. Men för att möjliggöra för brukaren att växla mellan höger och vänster hand och också för att förbättra för dem som är vänsterhänta, bör verktyg vara utformade så att de går att använda med både höger och vänster hand.

Det finns tydliga skillnader i handlängd mellan män och kvinnor, men medelskillnaden är mindre än 10% och det motiverar inte att det verktyg med olika stora handtag. Men medelskillnaden i gripstyrka är 30% och detta faktum kan påverka designen av handtag. Vidare så kan skillnaden i handlängd mellan män med långa händer och kvinnor med korta händer vara större än 30%.

Så om det vore möjligt ur ekonomisk synvinkel så skulle det vara en fördel om vissa verktyg gick att få med olika med vänster och höger hands handtag och/eller handtag i olika storlekar.

### **Särskilda krav på handtaget på vissa typer av verktyg**

#### *Elektriska och pneumatiska verktyg, huvudhandtaget*

En majoritet av alla handhållna elektriska och pneumatiska verktyg med pistolhandtag (som bormaskiner och cirkelsågar) har mer eller mindre ellipsoidala handtag. En vanlig storlek på profilen är 50 x 35 mm. För verktyg med stor viktmässig obalans, som stora slagbormaskiner, kan det vara lämpligt att ha en mindre storlek på profilen, detta för att öka möjligheten att hålla verktyget i ett kraftgrepp.

Avtryckaren bör inte ha några skarpa kanter eftersom det kan skära in i brukarens hand. Avtryckaren bör vidare inte vara så kort att någon av fingrarna trycks emot avtryckarens nedre kant. Slutligen så bör inte avståndet mellan fingrarna som manövrerar avtryckaren och resten av fingrarna vara längre än absolut nödvändigt, eftersom det gör handtaget obekvämt. Om avtryckarkraften är hög så är en två- eller fyrafingersavtryckare att föredra. Men generellt så bör avtryckarkraften vara så låg som möjligt. Den lämpliga längden på avtryckaren beror på bredden på brukarens fingrar och det är inte möjligt att ge några generella rekommendationer.

När verktyget med hög kraft pressas mot arbetsstycket kan punkttrycket mot den bakre delen av skinnet mellan tummen och pekfingret bli hög. Detta kan medföra att det bildas rodnader och till och med blåsor där. Det är därför viktigt att den del av handtaget som är i kontakt med denna del av handen är lämpligt utformad.

Det vanligaste materialet på handtaget är plast. Men det finns även verktyg som har aluminiumhandtag. En minoritet av alla verktyg har handtag som är mer eller mindre täckta av gummi. Gummihandtag är har förmodligen en del fördelar, eftersom det formar sig efter handen och därmed fördelar trycket bättre i handen. Dessutom dämpar det till viss del vibrationer. Slutligen så isolerar gummi och plastmaterial verktyget termiskt och elektriskt, vilket gör att de känns mindre kalla och risken för elektriska stötar minskar.

Vissa verktyg (som vinkelmutterdragare) har cirkulär profil på handtaget. Detta eftersom dessa hålls olika beroende på om brukaren drar åt en horisontell eller en vertikal skruv. Raka verktyg har ofta

också en cirkulär profil på handtaget. Den optimala diametern på dylika handtag är för de flesta människor 30-40 mm.

På raka verktyg är det lämpligt att ha ett parerskydd i början på handtaget, eftersom det minskar den gripkraft som brukaren behöver utveckla för att åstadkomma rätt matningskraft. Parerskyddet kommer också att förebygga att brukaren glider med handen på handtaget.

### *Elektriska och pneumatiska verktyg, stödhandtaget*

Stödhandtaget bör vara utformat så att det kan användas med antingen vänster eller höger hand. Stödhandtaget på elektriska och pneumatiska verktyg som tex. en vinkelslipmaskin vibrerar ofta med högre amplitud än huvudhandtaget. Därför är det ofta viktigt att också stödhandtaget dämpar vibrationer.

### *Skruvmejslar*

Det finns en mängd olika typer av handtag till skruvmejslar. Profilen varierar från fyrkantig till cirkulär. Generellt är cirkulär profil att föredra eftersom brukaren kan vilja rotera skruvmejseln i handen. Men även eftersom en fyrkantig profil med kanter kan skära in i brukarens hand.

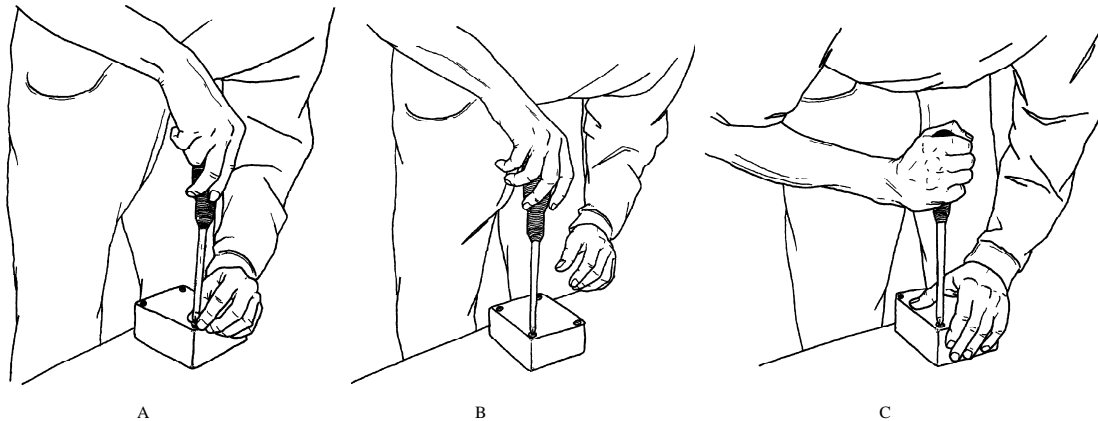
I initialskedet av skruvandet så passar brukaren in eggen på skruvmejseln i skruvskallens spår. Det är en precisions uppgift. När precisionsuppgifter utförs vill de flesta hålla handtaget i ett precisionsgrepp (figur 10). Därefter ändrar många brukare grepp från precisionsgrepp till "snabbskruvningsgrepp". I slutet ändrar brukaren grepp till ett "åtdragningsgrepp".

Möjligheten att snabbt rotera skruvmejseln minskar med diameter på handtaget. Detta emedan möjligheten att producera högt vridmoment ökar med diameter på handtaget upp till ett maximum på omkring 50 mm, varefter det minskar.

För skruvmejslar gjorda för små skruvar är precision och snabbskruvning viktigare än att producera högt vridmoment. Därför kan diametern på handtaget på små skruvmejslar vara liten. Men inte mindre än 6 mm, eftersom mindre handtag ofta skär in i brukarens hand och det gör också att brukaren har svårare att styra skruvmejseln.

Beträffande skruvmejslar för större skruvar så är det viktigt att kunna producera högt vridmoment och därför är en diameter på 32-38 mm att föredra. Vissa skruvmejslar har ett parerskydd eller en "fingerstopp" i början av handtaget, vilket kan minska behovet att gripa om handtaget när skruvmejseln pressas mot skruven. De flesta skruvmejslarna har också en "midja" i början på handtaget. Detta för att öka effektiviteten i precisionsfasen och i snabbskruvningsfasen. Den bakre änden av handtaget skall vara avrundad, stor och jämn. Detta eftersom brukaren kan vilja pressa en av händerna mot änden eller denne kanske vill slå till änden med handflatan. Vidare så är friktionen mellan handen och handtaget viktig. Detta för att minska den kraft så går åt för att hålla skruvmejseln, men även för att öka möjligheterna att producera ett högt vridmoment. Slutligen så bör handtaget vara så långt att hela handen får plats runt det. En minsta längd på 114 mm har rekommenderats. För extremt stora skruvmejslar är det lämpligt att handtaget är så långt att brukaren kan gripa om det med två händer. Det bör då vara en midja i mitten på handtaget.





Figur 10. Användning av skruvmejsel: A. precisionsfasen, B. ”snabb skruvning”, C. åtdragning.

#### *Verktygs som förs fram och tillbaka, såsom filar*

Runda filar bör ha en mer eller mindre cirkulär profil på handtaget. Men flata filar bör ha en mer fyrkantig profil handtaget för att det skall vara lätt att hålla filens yta horisontellt. Filar bör ha en midja eller ett parerskydd i början av handtaget. Detta eftersom det minskar den gripkraft som brukaren måste utveckla för att åstadkomma den lämpliga matningskraften. Midjan eller parerskyddet kommer också att hindra brukaren från att glida över handtaget. Stora filar bör ha ett så stort handtag att det är möjligt för brukaren att pressa tummen mot handtaget för att pressa ned filen mot arbetsstycket.

#### *Knivar*

Den mest viktiga egenskapen för knivhandtag är att de förebygger att brukaren glider med handen från handtaget över eggen på kniven. Det åstadkoms säkrast genom att sätta dit ett parerskydd mellan handtag och klinga eller genom att utforma en del av handtaget som ett parerskydd. En minimum storlek på 16 mm rekommenderas för dylika skydd. Beträffande knivar som är utformade för att kunna överföra stora presskrafter så bör handtaget vara så långt att brukaren kan pressa med tummen mot baksidan av handtaget. Generellt så bör handtaget på knivar ha en ellipsoidal form. Men det finns en stor mängd med knivar avsedda för olika ändamål och generella rekommendationer för storleken på handtaget kan ej ges.

#### *Slående verktyg, såsom hammare och klubbor*

De flesta slående verktyg är avsedda att användas i en riktning och de bör därför ha en ellipsoidal profil på handtaget. Om stora slagkrafter skall produceras så bör handtaget vara utformat så att det minimerar risken att verktyget glider ur brukarens hand. Det är då viktigt att brukarens fingrar helt kan omsluta handtaget. Generellt så har handtaget på hammare en bredd på 25-40 mm.

Handtaget bör vara stötupptagande, detta för att förebygga ett visst cirkulationsbesvär i handen, som kan orsakas av mekaniska stötar mot handen.

### *”Klippande” verktyg, såsom tänger, avbitare och saxar*

Beträffande skänklar så är halvellipsoidala profiler de bästa eftersom det minskar risken för att det blir höga punktryck i handen. Ju större krafter som verktyget är konstruerat för att överföra desto bredare bör skänklarna vara. Många små tänger och liknande har för smala skänklar, vilket kan skära in i brukarens hand.

Om skänklarna/handtaget är för kort, så kan den yttre änden av skänklarna/handtaget skära in i brukarens hand, vilket kan göra handtaget obekvämt. Så är fallet ofta beträffande tex. små tänger.

I den preliminära utgåvan av Europastandarden för verktygsutformning slås det fast att handtaget på skänklar bör vara 50-80 mm.

För verktyg (som saxar) där ett finger stoppas in i handtaget, bör handtaget vara utformat så att det finns tillräckligt med plats för fingrarna. Handtaget på dessa verktyg är ofta specialutformat för högerhänta personer, detta eftersom det kraftigt förbättrar situationen för en majoritet av brukarna. Men det gör verktyget obekvämt för de vänsterhänta brukarna (omkring 10% av mänskligheten). En bra lösning beträffande exempelvis saxar är att de är designade för högerhänta användare, men att de kan användas på ett komfortabelt sätt även av en vänsterhänt brukare.

### *”Skjutverktyg”, såsom handdrivna gräsklippare*

När ”skjutverktyg” används överförs stora skjuvkrafter mellan hand och handtag. Dessa skjuvkrafter kan orsaka blåsor i handen. För att minska risken för blåsor bör handtaget vara ganska kompressibelt.

### *Verktyg med hög avtryckarkraft, såsom manuella häftapparater och sprutpistoler*

Dessa verktyg karaktäriseras ofta av att stora gripkrafter används, vilket kan medföra att det blir höga punktryck i handen. Därför bör handtaget (och avtryckaren) ha väl avrundade kanter och gärna en halvellipsoidala form. Vidare så bör handtagsprofilen och avtryckarprofilen harmonisera med varandra.

På vissa verktyg, som sprutpistoler, finns det ofta en klack på framsidan av handtaget placerad så att det hamnar mellan långfingret och ringfingret. Fördelen med denna klack är att en del av verktygets vikt kan bäras med ringfingret. Nackdelen är att om klacken är för tjock och/eller om avståndet mellan nederdelen av avtryckaren och nederdelen av klacken är för stor så kommer avståndet mellan långfingret och ringfingret bli så stort att handtaget blir obekvämt att hålla i.

### *Skiftnycklar och liknande*

Beträffande handtag på skiftnycklar och liknande så är det viktigt att brukaren kan åstadkomma det önskade vridmomentet med så lite gripkraft som möjligt. Vidare så skall handtaget fördela yttrycket så jämt som möjligt i handen och det skall motverka att skiftnyckeln slinter i handen. Ett fyrkantigt eller ellipsoidalt handtag är att föredra jämfört med ett runt dito eftersom det kan ge brukaren information om skänklarnas position.

## Referenser

- Andersson E R, Design and testing of a vibration attenuating handle, *Int J Ind Ergon*, 1990;6:119-125.
- Burdorf A och Sorock G, Positive and negative risk factors for low back disorders, *Scand J Work Environ Health*, 1997;23:243-256.
- Björing G, Johansson L och Hägg G M, Choice of handle characteristics for pistol grip power tools, *Int J Ind Ergon*, 1999;24: 647-656.
- De Krom M C T F M, Kester A D M, Knipschild P G och Spaans F, Risk factors for carpal tunnel syndrome, *Am J Epidem*, 1990;132(6):1102-1110.
- Fellows G L och Freivalds A, Ergonomic evaluation of a foam rubber grip for tool handles, *Appl Ergon*, 1991;22(4):225-230.
- Fransson C och Winkel J, Hand strength: the influence of grip span and grip type, *Ergonomics*, 1991;34(3):881-892.
- Färkkilä M, Grip force in vibrational disease, *Scand J Work Environ Health*, 1978;4:159-166.
- Grant A W och Hallbeck M S, The effect of gender, wrist angle, exertion direction, angular velocity, and simultaneous grasp force on isokinetic wrist torque, *13th Triennial Congress of the International Ergonomics Association*. Tampere, Finland 1997:126-128
- Griffin M J, *Handbook of human vibrations*, London:Academic Press, 1990.
- Gurram R, Gouw G J och Rakheja S, Grip pressure distribution under static and dynamic loading, *Exp Mech*, 1993;33:169-173.
- Hagberg M, Silverstein B, Wells R, Smith M J, Hendrick H W, Carayon P och Pérusse M, *Work Related Musculoskeletal Disorders (WMSDs): a reference book for prevention*, London:Taylor & Francis, 1995.
- Hagberg M och Wegman D H, Prevalence rates and odds ratios of shoulder-neck diseases in different occupational groups, *Brit J Ind Med*, 1987;44:602-610.
- Hartung E, Dupuis H och Scheffer M, Effects of grip and push forces on the acute response of the hand-arm system under vibrating conditions, *Int Arch Occup Environ Health*, 1993;64:463-467.
- Hazleton F T, Smidt G L, Flatt A E och Stephens R I, The influence of wrist position on the force produced by the finger flexors, *J Biomech*, 1975;8:301-306.
- Hägg G M, Forearm flexor and extensor muscle exertion during gripping - a short review, *13th Triennial Congress of the International Ergonomics Association*. Tampere, Finland 1997:49-51
- Hägg G M och Milerad E, Forearm extensor and flexor muscle exertion during simulated gripping work - An electromyographic study, *Clin Biomech*, 1997;12(1):39-43.
- Hägg G M, Öster J och Byström S, Forearm muscular load and wrist angle among automobile assembly line workers in relation to symptoms, *Appl Ergon*, 1996;28:41-47.
- Koton J, Kowalski P och Szopa J, An attempt to construct antivibration gloves on the basis of information on the vibration transmissibility of materials, *Eighth International Conference on Hand-Arm Vibrations*. Umeå, Sweden 1998:97-98

- Lidström I-M, *Lokala vibrationers inverkan på de övre extremiteterna (Influence of local vibrations on the upper extremities)*, Stockholm, Sweden:National Board for Occupational Safety and Health, 1974 (1974:8) (in Swedish, with English summary).
- Mathiassen S E, *Variation in shoulder-neck activity – physiological, psychophysical and methodological studies of isometric exercise and light assembly work*, Solna:Karolinska Institute, 1993, (Doctoral thesis).
- Mital A och Kilbom Å, Design, selection and use of hand tools to alleviate trauma of the upper extremities: Part I - Guidelines for the practitioner, *Int J Ind Ergon*, 1992;10:1 -5.
- Mital A och Kilbom Å, Design, selection and use of hand tools to alleviate trauma of the upper extremities: Part II - The scientific basis (knowledge base) for the guide, *Int J Ind Ergon*, 1992;10:7 -21.
- Putz-Anderson V, *Cumulative trauma disorders. A manual for musculoskeletal diseases of the upper limb*, London:Taylor & Francis, 1988.
- Sulzberger M B, Cortese T A, Fishman L och Wiley H S, Studies on blisters produced by friction, *J Invest Dermatol*, 1966;47(5):456-465.
- Terrell R och Purswell J L, The influence of forearm and wrist orientation on static grip strength as a design criterion for hand tools, *Human Factors Society 20th Annual Meeting* 1976:28-32
- Tichauer E R och Gage H, Ergonomic principles basic to hand tool design, *Am Ind Hyg Assoc J*, 1977;38:622-634.
- Viikari-Juntura E, The scientific basis for making guidelines and standards to prevent work-related musculoskeletal disorders, *Ergonomics*, 1997;40(10):1097-1117.
- Xiao J och Zheng F, Measurement and evaluation of attenuation effectiveness of antivibration gloves, *Eighth International Conference on Hand-Arm Vibrations*. Umeå, Sweden 1998:95-96