16 VERKSTADSHANDBOKEN

Övningshäfte

Liber

Fräsning 3

Svarvning 8

Slipning 14

Borrning/hålbearbetning 16

Gängor och gängning 21

Sågning 25

CNC-teknik 27

Svetsning och skärning 29

Lödning 31

Plåtteknik 32

Ritteknik 34

Mätning 35

Toleranser och ytjämnhet 36

Pneumatik och hydraulik 40

Material 41

Maskinelement 43

Tabeller och elteknik 45

Engelsk-Svensk ordlista 48

Ritningar 49

ISBN 978-91-47-15163-9
© 2024 Nils-Olof Eriksson, Bo Karlsson och
Liber AB

Teckningar: Ingvar Andersson

Fjortonde upplagan
1

Tryck: Graphycems, Spanien 2024



⚠ **Kopieringsförbud**
Detta verk är skyddat av upphovsrättslagen. Kopiering, utöver lärares och elevers begränsade rätt att kopiera för undervisningsbruk enligt BONUS-avtal, är förbjuden. BONUS-avtal tecknas mellan upphovsrättsorganisationer och huvudman för utbildningsanordnare, t.ex.kommuner/universitet.

Intrång i upphovsmannens rättigheter enligt upphovsrättslagen kan medföra straff (böter eller fängelse), skadestånd och beslag/förstöring av olovligt framställt material. Såväl analog som digital kopiering regleras i BONUS-avtalet. Läs mer på www.bonuscopyright.se.

Liber AB, 113 98 Stockholm
Kundservice tfn 08-690 90 00
kundservice.liber@liber.se
www.liber.se

Till dig som ska använda övningshäftet

Genom att arbeta med Verkstadshandboken tillsammans med detta övningshäfte lär du dig snabbt att använda handboken. Samtidigt kommer du att få yrkesteoretiska kunskaper.

- Varje kapitel inleds med en *Introduktion* som ger dig information om kapitlets innehåll.

- Kapitlen *Fräsning, Svarvning, Borrning/hålbearbetning* och *Gängor och gängning* har en längre introduktion som ger dig fördjupad kunskap i arbetsgången vid val av skärdata.

- *Uppgifterna* lär dig söka information i handboken. Till en del uppgifter finns hänvisningar som underlättar ditt sökande.

- För att ge hjälp vid lösning av vissa uppgifter finns *Exempel* med färdiga lösningar och svar.

Svarslinjer finns till varje uppgift. En del uppgifter kräver delsvar, för dessa finns svarslinjer inom parentes. Beräkningar gör du på separat papper.

Facit till övningsuppgifterna finns i lärarhandledningens elfte upplaga.

Värdet 3,14 används för π (pi) vid beräkning.

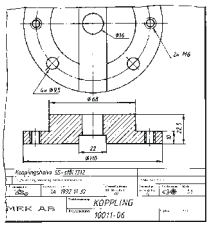
När svar till beräkningar är avrundade, är det gjort enligt avrundningsregler på sidan 338 i handboken.

Ha alltid Verkstadshandboken till hands och använd den ofta!

Nils-Olof Eriksson Bo Karlsson

Introduktion

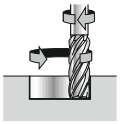
- **Studera innehållsförteckningen** på sidan 5 i handboken.
- **Gå igenom kapitlet** sida för sida så att du får en uppfattning om vad det innehåller.
- **Gå igenom arbetsgången** vid val av skärdata på sidan 6 i handboken med hjälp av följande fördjupningar av punkterna 1 till 8.



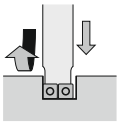
1. Vilken typ av fräsning?

1. Studera ritningen

och bestäm vilken metod du ska använda. Fräsning är en mångsidig metod som utöver att bearbeta plana ytor också är en metod för att bearbeta hål, spår, gängor, runda och svängda ytor. Några exempel:



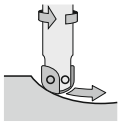
Hål



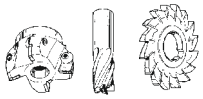
Spår



Gänga



Svängd yta



2. Välj verktyg. Snabbstål eller hårdmetall? Hårdmetallsort se sidorna 8 eller 10.

2. Välj verktyg

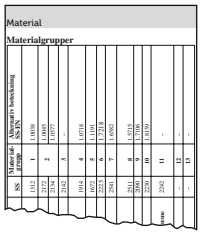
Hårdmetall för stabila förhållanden och hög produktivitet. Hårdmetallskär finns i en mängd sorter och former. Välj sort utifrån fin- eller grovbearbetning och vilket material du ska bearbeta. Hårdmetallens arbetsområde klassas med bokstäver enligt ISO:

P	**M**	**K**	**N**	**S**	**H**
Stål	Rostfritt stål	Gjutjärn	Icke-järn-metaller	Varmhållfasta- och titanlegeringar	Härdade material

Bokstaven kombineras med sifferkombinationer från 01 till 50 som anger hårdmetallens egenskaper. Ju högre siffra desto större seghet men lägre hårdhet.
Exempel: **P40** är segare än **P20**.

Hårdmetallskär är nästan alltid försedda med olika tper av beläggningar för att öka möligheten till högre skärdata och slitstyrka. Det finns också skär av keramik och skär belagda med diamant.

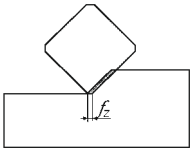
Snabbstål används ofta för fräsning med pinnfräsar, slitsfräsar, skivfräsar och profilfräsar. Snabbstål är också bra vid bearbetning i veka arbetsstycken och vid instabila uppsättningar.
Snabbstål finns både obelagt och belagt. Med belagda verktyg kan du använda högre skärdata.
Vid val av verktyg och skärdata behöver man ibland veta materialets hårdhet. Om det inte finns med i tabellerna för mekaniska egenskaper i materialkapitlet, finns det en tabell på sidan 287 där det finns jämförelse hårdhet-brottgräns för stål.



3. Vilken materialgrupp? Se sidorna 256–257

3. Placera materialet i rätt materialgrupp

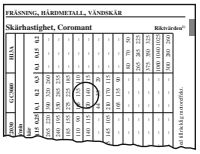
För att du ska kunna avläsa skärdatatabellerna i handboken måste du placera materialet i rätt materialgrupp. På sidorna 256–257 i handboken finns en tabell där du utifrån typ av material väljer **materialgrupp 1-26**. Tabellen gäller för alla skärdatatabeller i handboken.
Det är viktigt att välja rätt materialgrupp eftersom skärdata skiljer mycket mellan olika material. T.ex. kan du för ett visst verktyg använda skärhastigheten v_c 365 m/min i materialgrupp 1, medan du i materialgrupp 19 måste sänka till v_c 145 m/min.



4. Avläs matning f_z i tabell, se sidorna 7, 12, 13 eller 14.

4. Matning/tand f_z

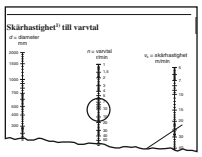
i mm/tand anger hur mycket en skärande egg bearbetar vid varje varv då den gör ett ingrepp. Matningen måste hållas tillräckligt hög för att tänderna ska göra ett ingrepp i materialet. Om du har för låg matning per tand f_Z, glider tänderna på materialet innan de skär in, då ökar slitaget både på maskin och verktyg.
Ett särskilt fall är ansats- och spårfräsning, se sidan 14 i handboken. Vid litet ingrepp minskar medelspåntjockleken h_m och matningen/tand f_Z måste ökas med en faktor som du hittar i tabellen på sidan 14 i handboken.
Du måste också bestämma verktygets positionering och om du ska använda med- eller motfräsning. Tips finns på sid 15 i handboken.



5. Avläs skärhastighet v_c i tabell, se sidorna 7, 9, 11, 12 eller 13.

5. Skärhastigheten v_c

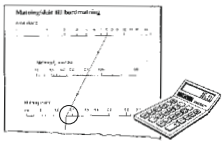
i m/min, är periferihastigheten med vilken eggen skär i arbetsstycket. Man kan inte bearbeta med vilken skärhastighet som helst. Är skärhastigheten för låg tar bearbetningen för lång tid, är den för hög slits skäret ut för fort på grund av den höga värme som alstras.
Det är viktigt att använda rätt skärhastighet. Genom prov fastställer verktygstillverkarna lämpliga hastigheter och presenterar dem i tabeller. Handbokens värden är **riktvärden** och måste anpassas efter maskiner, verktyg och arbetsstycke.



6. Beräkna varvtal n eller avläs n ur nomogram, se sidan 16.

6. **Varvtal n**

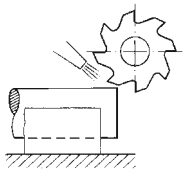
i varv/min, är det varvtal som spindeln roterar med. På sidan 16 i handboken finns formel för beräkning och nomogram för avläsning av varvtal.
OBS! För fräsar av hårdmetall med liten diameter blir varvtalen mycket höga. Exempel från sidan 13 i handboken: För en pinnfräs, S 716 med diameter 4 mm i materialgrupp 1, blir skärhastigheten v_c 205 m/min och varvtalet **n** 16 322 varv/min. Om du inte kan använda så höga varvtal så är det bättre att välja ett verktyg som är bättre anpassat till maskinen, t ex. en fräs av snabbstål.
Tänk också på att högre varvtal kräver bättre chuckar med högre spännkraft och bättre rundgångsnoggrannhet.



7. Beräkna bordmatning v_f eller avläs v_f ur nomogram, se sidan 17.

7. **Bordmatning v_f**

i mm/min, är verktygets rörelse i förhållande till arbetsstycket. Rörelsen kan åstakommas av att antingen arbetsstycket (maskinbordet) eller verktyget förflyttas. Matningen v_f är beroende av matningen/tand f_z, antal tänder z_n och spindelvarvtalet n. Den beräknas med hjälp av formel, eller avläses i nomogram på sidan 17 i handboken.



8. Välj skärvätska, se sidan 22.

8. **Skärvätskans**

uppgifter är att kyla, smörja och föra bort spån. När man använder sig av höga skärhastigheter blir skärzonen mycket varm, 1000 °C eller mer, är inte ovanligt. Om man då använder skärvätska kan värmesprickor uppstå då skäret värms upp när det går i ingrepp, och kyls ned när det lämnar arbetsstycket.
Vid bearbetning av vissa material krävs det att man använder skärvätska. Den måste då tillföras i rikliga mängder, eller under så högt tryck att den flödar runt hela verktyget för att undvika för höga temperaturväxlingar.
Vid fräsning med verktyg av **snabbstål** rekommenderas att **alltid** använda skärvätska.

Uppgifter

1. Vilken metod, medfräsning eller motfräsning, kräver stabila maskiner?
Se sidan 15 i handboken.

_____

2. Välj skärvätska för fräsning av verktygsstål.
Se sidan 22 i handboken.

_____

_____

3. Delning med delningsapparat kan ske på 3 sätt.
Ange de 3 sätten.

a) _____

b) _____

c) _____

4. Vad bestämmer man i de 3 första punkterna under val av skärdata.
Se sidan 6 i handboken.

1 = _____

2 = _____

3 = _____

5. Vilken skärhastighet v_c m/min ska du ha vid fräsning med pinnfräs av belagt snabbstål i följande material:

a) automatstål
11SMnPb30 (SS 1914)

(Materialgrupp = _____)

Skärhastighet v_c = _____

b) konstruktionsstål
S355JR (SS 2172)

(Materialgrupp = _____)

Skärhastighet v_c = _____

c) fjäderstål
56SiCr7 (SS 2090)

(Materialgrupp = _____)

Skärhastighet v_c = _____

Om du behöver hjälp, se exempel 1.

Exempel 1

Välj skärhastighet v_c m/min och matning/skär f_z mm/skär för fräsning med ändplanfräs av obelagt snabbstål.
Material:
konstruktionsstål **S355JR**
(SS 2172).

Lösning
OBS! Uppgiften löses i 2 steg.
Steg 1. Använd tabellen på sidorna 256–257 i handboken för att hitta rätt materialgrupp. Jämför med lösningen nedan

Material	Materialbeteckning	SS	Material-grupp	Alternativ beteckning SS-EN
Konstruktionsstål Varmvalsade olegerade stål.	**S235JR**	1312	**1**	1.0038
	S355JR	2172	**2**	1.0045
	S355J2	2134		1.0577
Mikrolegerat stål	**Ovako 280**	2142	**3**	–
Automatstål (utom rostfria automatstål)	**11SMnPb30**	1914	**4**	1.0718
Seghärdningsstål	**C45E**	1672	**5**	1.1191
Medelhårda	**25CrMo4**	2225	**6**	1.7218
Hårda	**34CrNiMo6**	2541	**7**	1.6582
Sätthärdningsstål Låglegerat	**16NiCrS4**	2511	**8**	1.5715
Fjäderstål	**56SiCr7**	2090	**9**	1.7106
	51CrV4	2230	**10**	1.8159
Verktygsstål Medelsvår bearbetning	**Uddeholm Orvar Supreme**	2242	**11**	–
Svårbearbetade	**Uddeholm Unimax**	–	**12**	–
	Uddeholm Sleipner	–	**13**	–

Materialgrupper

Svar
Materialgrupp 2

Steg 2. Använd svaret från steg 1 och gå in i tabellen på sidan 7 i handboken. Jämför med lösningen nedan.

Fräsning, snabbstål

Skärhastigheter v_c och matningar/tand f_z Riktvärden[1)]

Material-grupp *Se sidorna 256–257*	Ändplanfräs v_c m/min [2)]	Ändplanfräs v_c m/min [3)]	Ändplanfräs f_z [4)] mm/tand	Slitsfräs v_c m/min	Slitsfräs f_z [4)] mm/tand	Skivfräs Profilfräs v_c m/min	Skivfräs Profilfräs f_z [4)] mm/tand	Pinnfräs v_c m/min [2)]	Pinnfräs v_c m/min [3)]	Pinnfräs f_z mm/tand radiell/axiell Diameter D_c mm 6–8	(8)–16	(16)–50
1, 4	40	80		45		35		40	80			
2, 3, 5, 8	35	70		40		30		35	70			
6, 7, 9, 10, 11, 12	30	60		35		25		30	60	0,03 / 0,01	0,07 / 0,02	0,12 / 0,04
16	23	36	0,1	26	0,04	20	0,05	23	36			
13, 15, 17	19	30		22		16		19	30			
18	23	37		26		20		23	37			
19	40	65		45		35		40	65			
20, 21, 22	125	200		140		105		125	200			
23	300	600		340		255		300	600	0,05 / 0,01	0,11 / 0,04	0,16 / 0,06
24	90	180	0,2	100	0,08	75	0,1	90	180			
25	125	300		140		105		125	300			
26	125	130		140		105		125	130			

Svar
Skärhastighet v_c = 35 m/min
Matning f_z = 0,1 mm/tand

6. Bestäm matning f_z mm/tand för en ändplansfräs av hårdmetall med vändskär. Ställvinkel κ_r 45°. Grovfräsning.

_____

7. Välj varvtal *n* varv/min med hjälp av nomogram eller beräkning. Skärhastighet v_c 35 m/min. Fräsdiametrar:

20 mm, varvtal *n* = _____

30 mm, varvtal *n* = _____

50 mm, varvtal *n* = _____

Om du behöver hjälp, se exempel 2.

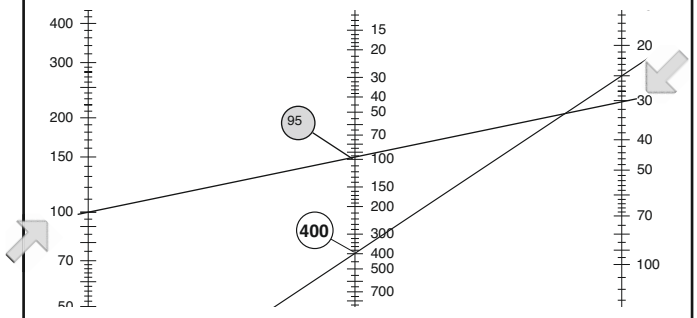
Exempel 2

Gör om skärhastighet v_c = 30 m/min till varvtal *n* varv/min för fräsdiameter 100 mm.

OBS! Uppgiften går att lösa på 2 sätt.

Lösning 1

Använd nomogrammet på sidan 16 i handboken. Lägg en linjal genom *d* = 100 mm och v_c = 30 m/min. Avläs varvtal.
Jämför med lösningen nedan.



Svar 1

Varvtal *n* = 95 varv/min

Lösning 2

Använd formeln på sidan 16 i handboken.

$$n = \frac{v_c \cdot 1000}{\pi \cdot d}$$

$$n = \frac{30 \cdot 1000}{3{,}14 \cdot 100}$$

n = 95,54

Svar 2

Varvtal *n* = 96 varv/min

8. Beräkna bordmatning v_f mm/min vid följande skärdata:

	Varvtal varv/min	Matning f_z mm/tand	Antal tänder z_n	Bordmatning v_f mm/min
a)	100	0,1	8	
b)	50	0,04	12	
c)	200	0,06	4	

Om du behöver hjälp, se exempel 3.

Exempel 3

Beräkna bordmatning v_f mm/min med hjälp av formel på sidan 17 i handboken.
Matning f_z = 0,1 mm/tand
Antal tänder z_n = 8
Varvtal *n* = 95 varv/min

Lösning

$V_f = f_z \cdot z_n \cdot n$
$V_f = 0{,}1 \cdot 8 \cdot 95$
$V_f = 76$

Svar

Bordmatning v_f = 76 mm/min

9. Vilken primär släppningsvinkel α ska ändskären på en pinnfräs ha? Materialet du ska fräsa är stål. *Uppgiften finns ej i kapitlet Fräsning, men en hänvisning till sidor i annat kapitel finns på sidan 5 i handboken.*

_____

10. Beräkna varvtal *n* varv/min och bordmatning v_f mm/min för fräsning i konstruktionsstål **S355JR** (SS 2172).
Ändplanfräs av obelagt snabbstål, diameter 80 mm med 8 tänder.

(Materialgrupp = _____)

(Skärhastighet v_c = _____)

(Matning/tand f_z = _____)

Varvtal *n* = _____

Bordmatning v_f = _____

11. På vilka sidor i handboken finns kodnyckeln för vändskär?
Se alfabetiskt register på sidorna 358-360 i handboken

_____

12. Vad betyder ”clearance angle” på svenska?
Engelsk-Svensk ordlista finns på sidorna 347-357 i handboken.

_____

13. Du ska grovfräsa 1000 detaljer med godstjocklek 100 mm på så kort tid som möjligt. Använd ändplanfräs av hårdmetall, diameter 100 mm och 6 tänder. Ställvinkel κ_r 75°. Välj hårdmetallsort (fabrikat Sandvik Coromant), varvtal *n* varv/min och bordmatning v_f mm/min för följande material:
Jämförelse hårdhet – brottgräns, stål på sidan 287.

a) konstruktionsstål
S235JR (SS 1312)

Hårdmetallsort = _____

(Materialgrupp = _____)

(Matning/tand f_z = _____)

(Skärhastighet v_c = _____)

Varvtal *n* = _____

Bordmatning v_f = _____

b) seghärdningsstål
C45E (SS 1672)

Hårdmetallsort = _____

(Materialgrupp = _____)

(Matning/tand f_z = _____)

(Skärhastighet v_c = _____)

Varvtal *n* = _____

Bordmatning v_f = _____

c) rostfritt stål
1.4301 (SS 2333)

Hårdmetallsort = _____

(Materialgrupp = _____)

(Matning/tand f_z = _____)

(Skärhastighet v_c = _____)

Varvtal *n* = _____

Bordmatning v_f = _____

Använd ritning 1002 på sidan 50 i häftet, för att lösa följande uppgifter:

14. Välj hårdmetallsort (fabrikat Seco), varvtal *n* varv/min och bordmatning v_f mm/min för finfräsning av måttet 70 mm. Använd ändplanfräs med diameter 100 mm och 6 tänder. Ställvinkel κ_r 75°.

Hårdmetallsort = _____

(Materialgrupp = _____)

(Matning/tand f_z = _____)

(Skärhastighet v_c = _____)

Varvtal *n* = _____

Bordmatning v_f = _____

15. Välj varvtal *n* varv/min bordmatning v_f mm/min och skärvätska för fräsning av spåret med bredd 10 mm. Använd skivfräs av snabbstål med diameter 80 mm och 18 tänder.
Spårfräsning, se sidan 14 i handboken.

(Materialgrupp = _____)

(Skärhastighet v_c = _____)

(Matning/tand f_z = _____)

Varvtal *n* = _____

(Ingrepp % = _____)

Bordmatning v_f = _____

Skärvätska = _____

16. Välj varvtal *n* varv/min och bordmatning v_f mm/min för fräsning av T-spåret. Använd fräs av snabbstål med 8 tänder.

(Materialgrupp = _____)

(Skärhastighet v_c = _____)

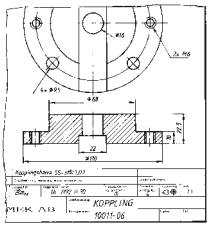
(Matning/tand f_z = _____)

Varvtal *n* = _____

Bordmatning v_f = _____

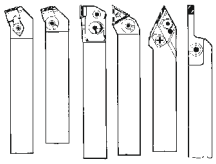
Introduktion

- **Studera innehållsförteckningen** på sidan 23 i handboken.
- **Gå igenom kapitlet** sida för sida så att du får en uppfattning om vad det innehåller.
- **Gå igenom arbetsgången** vid val av skärdata på sidan 24 i handboken med hjälp av följande fördjupningar av punkterna 1 till 7.



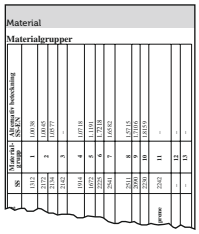
1. Vilken typ av svarvning?

1. Studera ritningen
och bestäm vilken metod du ska använda. Vid all bearbetning är det viktigt att noggrant studera ritningen och välja operationsföljd. Operationsföljden avgör i hög grad hur slutresultatet blir. Vilka möjligheter finns det att spänna upp arbetsstycket, hur undviker man spännmärken och hur kan man hålla kastkraven? Det är några av de frågor du måste ställa dig **innan** du börjar arbeta.



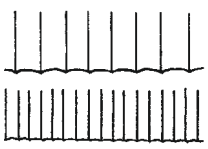
2. Välj verktyg. Snabbstål eller hårdmetall? Hårdmetallsort och spånbrytargeometri, se sidorna 28-29 eller 31-32.

2. Välj verktyg
I princip är svarvning en bearbetningsmetod med ett roterande arbetsstycke, och med **en** skärande egg. Trots det finns det många typer av operationer som kräver ett noggrant val av verktyg om man ska arbeta effektivt. CNC-styrda svarvar är ofta utrustade med flera axlar med roterande verktyg, som möjliggör fräsning och borrning i ett stillastående arbetsstycke.
Nästan all bearbetning sker med verktyg av belagd **hårdmetall**. För speciella fall finns **snabbstål,** olika typer av **keramiska** skär och skär belagda med **diamant.** Hårdmetallskär finns i en mängd former och utförande. I handboken finns ett basutbud av skärhållare, geometrier och hårdmetallkvaliteter. Klassificering av hårdmetall är beskrivet på sida 3 i det här häftet.
Vid val av verktyg och skärdata behöver man ibland veta materialets hårdhet. Om det inte finns med i tabellerna för mekaniska egenskaper i materialkapitlet, finns det en tabell på sidan 287 där det finns jämförelse hårdhet-brottgräns, stål.



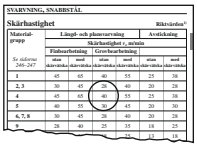
3. Vilken materialgrupp? Se sidorna 256–257.

3. Placera materialet i rätt materialgrupp
För att du ska kunna avläsa skärdatatabellerna i handboken måste du placera materialet i rätt materialgrupp. På sidan 256-257 i handboken finns en tabell där du utifrån typ av material väljer **materialgrupp 1-26.** Samma tabell gäller för alla skärdatatabeller i handboken.
Det är viktigt att välja rätt materialgrupp eftersom skärdata skiljer mycket mellan olika material. T.ex. för ett visst verktyg kan du köra med skärhastigheten v_c 560 m/min i materialgrupp 1, medan du i materialgrupp14 måste sänka till v_c 60 m/m.



4. Grov- eller finbearbetning? Välj matning f_n ur tabell, se sidan 25.

4. Matning f_n
i mm/varv, anger hur mycket den skärande eggen bearbetar av arbetstycket för varje varv som arbetstycket roterar. Matningen påverkas av skärets nosradie, ju större nosradie ju högre kan matningen vara för samma ytjämnhet. På sidan 25 i handboken finns en tabell som hjälper dig att välja lämplig matning. Maximal avverkning av material uppnås med hög matning och hög skärhastighet. Om maskineffekten inte räcker till för både hög matning och hög skärhastighet, ska matningen bibehållas och skärhastigheten sänkas.


SVARVNING, SNABBSTÅL

Skärhastighet — Riktvärden[1]

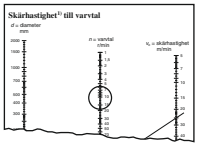
Material-grupp	Längd- och plansvarvning				Avstickning	
	Skärhastighet v_c m/min					
	Finbearbetning		Grovbearbetning			
för sidorna 249–247	utan skärvätska	med skärvätska	utan skärvätska	med skärvätska	utan skärvätska	med skärvätska
1	45	65	40	55	25	38
2, 3	30	45	25	40	20	28
4	45	65	40	55	25	38
5	40	55	30	45	20	30
6, 7, 8	30	45	28	40	20	28
9	28	40	25	35	18	25
				35	15	18

5. Avläs skärhastighet v_c i tabell, se sidorna 27, 28, 30, 33 eller 34.

5. Skärhastigheten v_c

i m/min, anger den periferihastighet med vilken arbetsstycket rör sig förbi skäreggen. Skärhastigheten har stor betydelse för skärets livslängd. Vid för hög skärhastighet slits skäret ut för fort, vid för låg fungerar inte skärförloppet utan man kan få löseggsbildning (material från arbetsstycket fastnar på eggen och försämrar ytjämnheten och verktygets livslängd). Skärhastigheten är bara konstant så länge diametern är konstant. Vid plansvarvning in mot centrum minskar skärhastigheten mot noll. CNC-styrda maskiner kompenserar för minskad diameter och ökar varvtalet till en programmerad gräns, som kan vara chuckens spännkraft eller arbetsstyckets storlek och form.

Nästan all svarvning sker med skär av hårdmetall. Snabbstål används i speciella fall och man får då acceptera lägre skärdata.


Skärhastighet[1] till varvtal

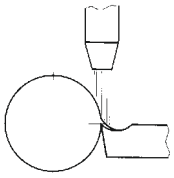
6. Beräkna varvtal *n* eller avläs *n* ur nomogram, se sidan 16.

6. Varvtalet *n*

i varv/min, är det antal varv som spindeln roterar med. På sidan 16 i handboken finns formel för beräkning och nomogram för avläsning av varvtal.

OBS! Vid svarvning av små diametrar med verktyg av hårdmetall blir varvtalen mycket höga.

Exempel: Vid svarvning av diameter 20 mm i materialgrupp 1 med skär Sandvik Coromant 4415 och matning f_n 0,1 mm/varv blir skärhastigheten V_c 570 m/min och varvtalet **n** 9076 varv/min. Ofta är varvtalet begränsat på grund av att centrifugalkraften blir för hög på arbetsstycket eller chucken. Om du inte kan uppnå så höga varvtal är det bättre att välja ett verktyg som är bättre anpassat till operationen.


7. Välj skärvätska, se sidan 22.

7. Skärvätska

kan ofta uteslutas vid svarvning med moderna skärmaterial. Det är en strävan inom industrin att minska användningen av skärvätska p.g.a. kostnader och miljöskäl.

Bearbetning utan skärvätska passar dock inte alla tillämpningar. Vissa material och operationer behöver skärvätska för tolerans, ytjämnhet, bearbetbarhet och för att hålla temperaturen på en lämplig nivå t.ex. vid bearbetning av värmekänsliga material.

Vid borrning kan skärvätska behövas för att garantera spånavgång.

Vid bearbetning med snabbstål bör skärvätska användas.

Vid bearbetning av **magnesium** får **inte** vattenblandbar skärvätska användas, den kan orsaka brand.

Vid bearbetning av **titan ska** skärvätska användas. Tunna spånor av titan kan fatta eld.

Uppgifter

1. Välj skärvätska för svarvning av aluminium.
Se sidan 22 i handboken.

_____

_____

2. Vilken spånvinkel γ bör användas vid svarvning i stål med hårdhet 150 HB?
Se sidan 26 i handboken.

_____

3. Välj dubbhål Typ A för ett arbetsstycke med d = 80 mm. Ange dubbhålborrens stämplade diameter och diameter D_3.

_____

4. Välj skärhastighet v_c m/min för längdsvarvning i aluminium **EN AW-1050A** (SS 4007). Grovbearbetning. Verktyg av snabbstål. Med skärvätska.

(Materialgrupp = _____)

Skärhastighet v_c = _____

Om du behöver hjälp, se exempel 1.

Exempel 1

Välj skärhastighet v_c m/min för svarvning i konstruktionsstål **S355J2** (SS 2134).
Finbearbetning. Verktyg av snabbstål.
Med skärvätska.

Lösning

OBS! Uppgiften löses i 2 steg.

Steg 1. Använd tabellen på sidan 256–257 i handboken för att hitta rätt materialgrupp. Jämför med lösningen nedan.

Materialgrupper

Material	Materialbeteckning	SS	Material-grupp	Alternativ beteckning SS-EN
Konstruktionsstål Varmvalsade olegerade stål.	**S235JR**	1312	**1**	1.0038
	S355JR	2172	**2**	1.0045
	S355J2	2134		1.0577
Mikrolegerat stål	**Ovako 280**	2142	**3**	–
Automatstål (utom rostfria automatstål)	**11SMnPb30**	1914	**4**	1.0718
Seghärdningsstål Medelhårda	**C45E**	1672	**5**	1.1191
	25CrMo4	2225	**6**	1.7218
Hårda	**34CrNiMo6**	2541	**7**	1.6582
Sätthärdningsstål Låglegerat	**16NiCrS4**	2511	**8**	1.5715
Fjäderstål	**56SiCr7**	2090	**9**	1.7106
	51CrV4	2230	**10**	1.8159
Verktygsstål Medelsvår bearbetning	**Uddeholm Orvar Supreme**	2242	**11**	–
Svårbearbetade	**Uddeholm Unimax**	–	**12**	–
	Uddeholm Sleipner	–	**13**	–

Svar

Materialgrupp 2

Steg 2. Använd svaret från steg 1 och gå in i tabellen på sidan 27 i handboken. Jämför med lösningen nedan.

SVARVNING, SNABBSTÅL

Skärhastigheter **Riktvärden[1)]**

Material-grupp *, Se sidorna 256-257*	Skärhastighet v_c m/min					
	Längd- och plansvarvning				Avstickning	
	Finbearbetning		Grovbearbetning			
	utan skärvätska	med skärvätska	utan skärvätska	med skärvätska	utan skärvätska	med skärvätska
1	45	65	40	55	25	38
2, 3	30	45	28	40	20	28
4	45	65	40	55	25	38
5	40	55	30	45	20	30
6, 7, 8	30	45	28	40	20	28
9	28	40	25	35	18	25
10, 11, 12	20	30	18	25	13	18
13	15	20	10	15	7	10
15, 16, 17	18	25	15	20	10	15

Svar

Skärhastighet v_c = 45 m/min

5. Vad måste man ta hänsyn till vid val av skärdata?
Se sidan 24 i handboken

a) _____

_____

b) _____

_____

c) _____

d) _____

6. Välj matning f_n mm/varv för grovsvarvning med skär som har nosradie r_ϵ 1,2 mm

_____

7 Välj skärhastighet v_c m/min för längdsvarvning i verktygsstål **Uddeholm Unimax.** Finbearbetning. Verktyg av snabbstål. Med skärvätska.

(Materialgrupp = _____)

Skärhastighet v_c = _____

8. Du ska slipa ett svarvstål för en ISO-gänga. Det får vara en radie i botten på gängan. Hur stor ska radien minst vara för delning P= 2 mm?
Uppgiften finns ej i kapitlet Svarvning, men en hänvisning till sidor i annat kapitel finns på sidan 23 i handboken.

_____

9. Gör om skärhastigheten v_c 40 m/min till varvtal *n* varv/min vid följande diametrar:

100 mm, varvtal *n* = _____

50 mm, varvtal *n* = _____

25 mm, varvtal *n* = _____

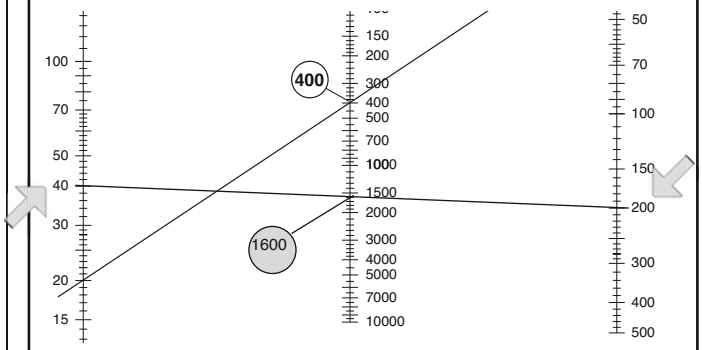
Om du behöver hjälp, se exempel 2.

Exempel 2

Gör om skärhastighet v_c = 200 m/min till varvtal *n* varv/min för diameter 40 mm.

OBS! Uppgiften går att lösa på 2 sätt.

Lösning 1
Använd nomogrammet på sidan 16 i handboken. Lägg en linjal genom *d* = 40 mm och v_c = 200 m/min. Avläs varvtal *n* varv/min.
Jämför med lösningen nedan.



Svar 1
Varvtal *n* = 1600 varv/min

Lösning 2
Använd formeln på sidan 16 i handboken.

$$n = \frac{v_c \cdot 1000}{\pi \cdot d}$$

$$n = \frac{200 \cdot 1000}{3{,}14 \cdot 40}$$

n = 1592,36

Svar 2
Varvtal *n* = 1592 varv/min

10. På vilka sidor i handboken finns upplysningar om spånbrytargeometrier?
Se alfabetiskt register på sidorna 358-360 i handboken.

_____

11. Välj matning f_n mm/varv och skärhastighet v_c m/min för finsvarvning i automatstål **11SMnPb30** (SS 1914). Verktyg av snabbstål med nosradie r_ε 0,8 mm. Önskad ytjämnhet *Ra* 1,6 μm. Med skärvätska.

(Materialgrupp = _____)

Matning f_n = _____

Skärhastighet v_c = _____

Om du behöver hjälp, se exempel 3.

Exempel 3

Välj matning för grovbearbetning.
Nosradie r_ε = 0,8 mm.

Lösning
Se tabellen på sidan 25 i handboken.

Matning f_n mm/varv

Nosradie r_ε mm				
0,4	**0,8**	**1,2**	**1,6**	**2,4**
0,25–0,35	(0,4–0,7)	0,5–1,0	0,7–1,3	1,0–1,8

Svar
Matning f_n = 0,4 – 0,7 mm/varv

12. Välj matning f_n mm/varv och skärhastighet v_c m/min för finsvarvning i aluminium **EN AW-6082** (SS 4212). Verktyg av snabbstål med nosradie r_ε 0,4 mm. Ytjämnhet *Ra* 1,6 μm. Med skärvätska.

(Materialgrupp = _____)

Matning f_n = _____

Skärhastighet v_c = _____

13. Välj hårdmetallsort och spånbrytargeometri för grovsvarvning i grått gjutjärn. Hårdmetall fabrikat Sandvik Coromant, skärhållare T-MAX P.

Hårdmetallsort = _____

Spånbrytargeometri = _____

14. Vad betyder ”roughing” på svenska?
Engelsk-Svensk ordlista finns på sidorna 347-357 i handboken

_____

15. Välj hårdmetallsort och spånbrytargeometri för medelgrov utvändig svarvning i olegerat- och legerat stål. Hårdmetall fabrikat Seco. Skärhållare D.

Hårdmetallsort = _____

Spånbrytargeometri = _____

I frågorna 16 – 19 används hårdmetallsort Sandvik Coromant 4335, nosradie r_ε 0,8 mm.

Välj matning f_n mm/varv och varvtal *n* varv/min för följande operationer:

16. Grovsvarvning i sätthärdningsstål **16NiCr S4** (SS 2511). Arbetsstyckets diameter 50 mm.

(Materialgrupp = _____)

Matning f_n = _____

(Skärhastighet v_c = _____)

Varvtal *n* = _____

17. Finsvarvning i seghärdningsstål **C45E** (SS 1672). Arbetsstyckets diameter 25 mm.
Ytjämnhet *Ra* 0,8 μm.

(Materialgrupp = _____)

Matning f_n = _____

(Skärhastighet v_c = _____)

Varvtal *n* = _____

18. Finsvarvning i konstruktionsstål **S355JR** (SS 2172).
Arbetsstyckets diameter 200 mm.
Ytjämnhet *Ra* = 1,6 μm.

(Materialgrupp = _____)

Matning f_n = _____

(Skärhastighet v_c = _____)

Varvtal *n* = _____

19. Grovsvarvning i verktygsstål **Uddeholm Sleipner.**
Arbetsstyckets diameter 200 mm.

(Materialgrupp = _____)

Matning f_n = _____

(Skärhastighet v_c = _____)

Varvtal *n* = _____

Använd ritning 1001 på sidan 49 i häftet, för att lösa följande uppgifter:

20. Välj hårdmetallsort (fabrikat Seco), matning f_n mm/varv och varvtal *n* varv/min för finsvarvning av diametern 48 mm.
Nosradie r_ε 0,8 mm.

Hårdmetallsort = _____

(Materialgrupp = _____)

Matning f_n = _____

(Skärhastighet v_c = _____)

Varvtal *n* = _____

21. Välj hårdmetallsort (fabrikat Seco), matning f_n mm/varv och varvtal *n* varv/min[1)] för avstickning av detaljen.

Hårdmetallsort = _____

(Materialgrupp = _____)

Matning f_n = _____

(Skärhastighet v_c = _____)

(Diameter för beräkning av varvtal = _____)

Varvtal *n* = _____

1) Om **fast varvtal** används vid avstickning och plansvarvning minskar skärhastigheten när verktyget rör sig mot centrum.

Råd:
- *Om arbetsstyckets diameter är 60 mm eller mindre, ska varvtalet beräknas för 2/3 av diametern.*
- *Om arbetsstyckets diameter är större än 60 mm ska varvtalet beräknas för största diametern.*

OBS!
*Kan **konstant skärhastighet** användas är det att föredra. Varvtalet varierar och anpassar sig till diametern. Skärhastigheten blir rätt vid varje diameter.*

22. Vad betyder bokstaven X i beteckningen för rostfritt stål SS-EN 10088-3:2005 **X5CrNi18-10+1D.**
Se sidan 253 i handboken.

_____

_____

Slipning

Introduktion

- **Studera innehållsförteckningen** på sidan 39 i handboken.
- **Gå igenom kapitlet** sida för sida så att du får en uppfattning om vad det innehåller.

Övningar

1. Vilka slipmedel betecknas med:
Se sidan 40 handboken.

A = _____

_____

B = _____

C = _____

D = _____

2. Vilka slipråd finns för verktygsslipning?
Se sidan 43 i handboken.

a)_____

b)_____

_____

_____

_____

c)_____

_____

3. Vilken skärvätska ska du använda vid planslipning av stål?
Uppgiften finns ej i kapitlet Slipning, men en hänvisning till sida i annat kapitel finns på sidan 39 i handboken.

_____

4. Du ska slipa mantelskären på en pinnfräs med diameter 20 mm. Hur stor ska primära släppningsvinkeln α vara, om fräsen ska användas för bearbetning av stål?

_____

5. Hur stor ska tväreggsvinkeln vara på en borr?

_____

6. Vilket är det vanligaste bindemedlet för slipskivor?

_____

7. Vid planslipning blir inte arbetsstycket parallellt. Ange 3 tänkbara åtgärder.

a)_____

_____

b)_____

c)_____

8. Du ska slipa en borr med hjälp av instruktionen på sidan 61 i handboken. Vilken spetsvinkel ska borren ha vid borrning i plexiglas?
Uppgiften finns ej på sidan 61 i handboken, men längst ned på sidan finns hänvisning.

_____

9. Vid slipning av 45° fas på en ändplanfräs, ska släppningsvinkeln α vara 7°. Hur många grader ska fräsens centrumlinje vridas upp?

_____

10. Vilken slipskiva ska du ha när du handslipar en detalj av stål i slipställ? Slipskivans periferihastighet är max 50 m/s.

3M = _____

Norton = _____

Tyrolit = _____

Om du behöver hjälp, se exempel 1.

Exempel 1

Vilken sammansättning på slipskivan ska du ha, när du planslipar ohärdat stål?

Lösning
Använd tabellen på sidan 44 i handboken. Jämför med lösningen nedan.

Planslipning

Slipskivor[1)]

Material	3M	Norton	Tyrolit
Stål: ohärdat	64A 46-H8V300W eller 54A 46-H15VPMF904W	38A 46-HVS3	SD 33A 46-JJ8PVK3F
härdat	64A 60-H15VP300W eller 93DA 80/80-F15VPH601W	SGB 46-G12VXP eller CB 126-TB99	SD 33A 46-JJ8PVK3F eller B 126-C50B
Rostfritt stål: martensitiskt	54A 60-F15VPH904 W eller 93NA 60-F15VPMF902W	38A 46-HVS3 eller SGB 46-G12VXP	SD78A 46-II8PVK3F
austenitiskt	15C 46-H9V701	39C 46-HVS3	C 60-J11V18

Svar
3M = 64 A 46 - H8V300 W eller 54A 46 - H15VPMF904 W
Norton = 38A 46-HVS3
Tyrolit = SD33A 46 - JJ8PVK3F

11. På vilken sida i handboken finns uppgifter om slipmedel?
Se alfabetiskt register på sidorna 358-360 i handboken.

_____

12. Mantelskären på en ändplanfräs med spiralvinkel λ 30° ska slipas. Bestäm inställningsvinkel α_i för släppningsvinkel α 6°.

_____

13. Vad ska du i första hand pröva om ytan blir vågig vid slipning?
Se sidan 64 i handboken.

a) _____

_____

b) _____

_____

c) _____

_____

_____

d) _____

_____

Använd ritning 1001 på sidan 49 i häftet för att lösa uppgift 14.

14.

a) Till vilken diameter ska axeln svarvas före rundslipning av Ø 20 h7?

_____

b) Vilken sammansättning ska slipskivan ha vid rundslipningen?

3M = _____

_____

Norton = _____

_____

_____

Tyrolit = _____

_____

c) Vilket varvtal *n* varv/min ska arbetsstycket ha vid rundslipningen?

_____

15. Vad betyder ”abrasive cheet” på svenska?
Engelsk-Svensk ordlista finns på sidorna 347-357 i handboken.

_____

Verkstadshandboken

Övningshäfte

Med övningshäftets hjälp lär du dig snabbt
att använda Verkstadshandboken på bästa sätt.
Övningshäftet har samma kapitelindelning
som handboken.

I alla kapitel finns uppgifter som:

- lär dig att söka information i handboken
- ger dig yrkesteoretiska kunskaper.

Facit till övningsuppgifterna finns i lärarhandledningen.

Liber

www.liber.se

Best.nr 47-15163-9
Tryck.nr 47-15163-9

9 789147 151639