

TreProX: Innovations in Training and Exchange of Standards for Wood Processing

VERKTYG OCH SLIPMATERIAL

JONAZ NILSSON

TREPROX WORKSHOP – SWEDEN - MAY - JUNE 2022



Verktyg och slipmaterial



Foto: Colourbox



Foto: Kvarnstrands



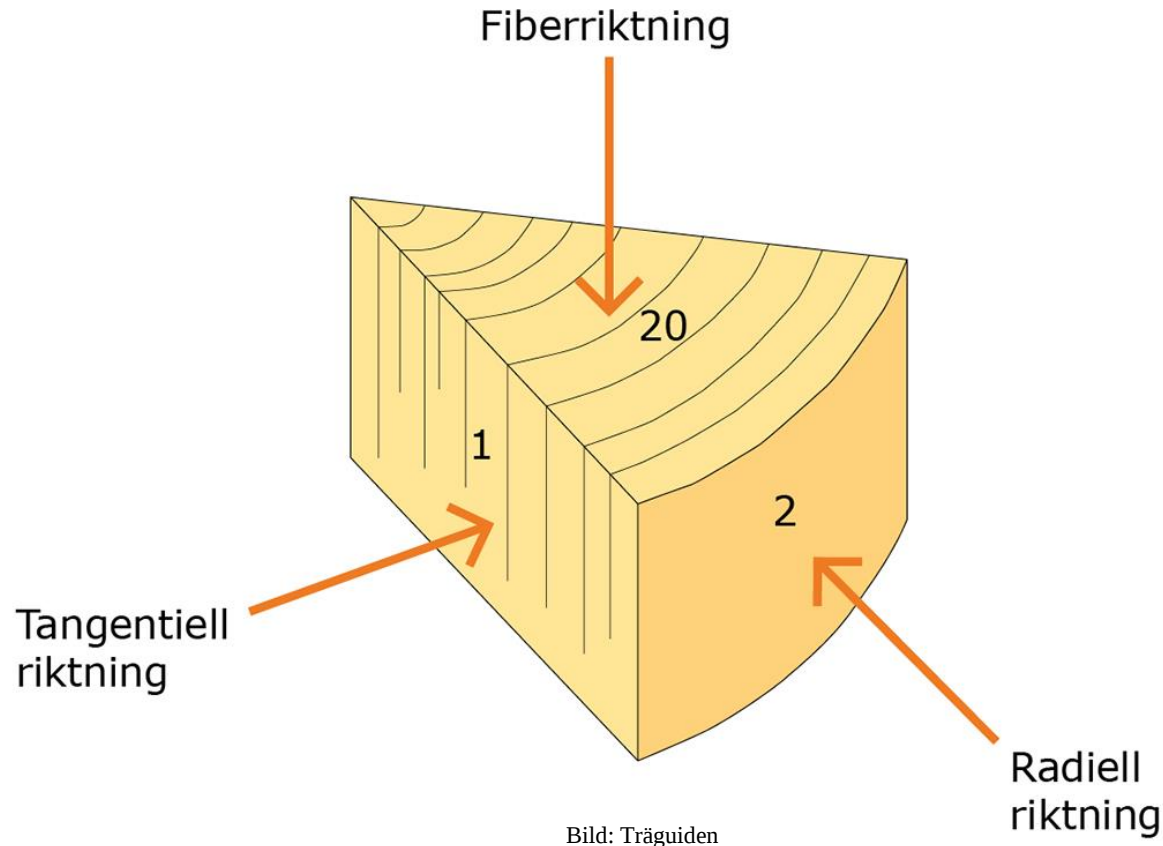
Foto: Festool



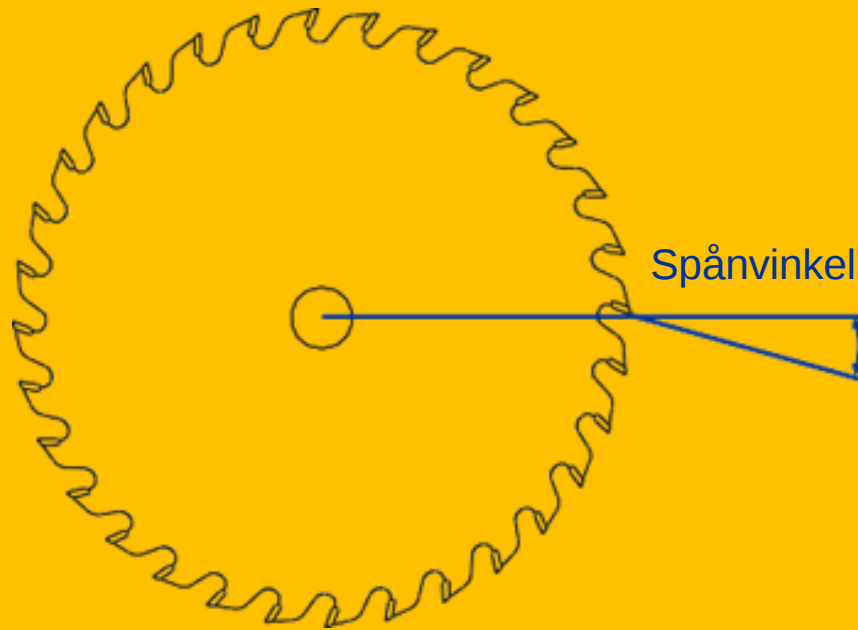
Kapning av träregel



Är det ett, två, tre eller fler material vi skall bearbeta?

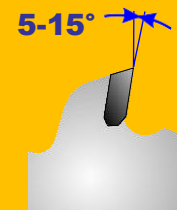
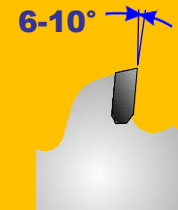
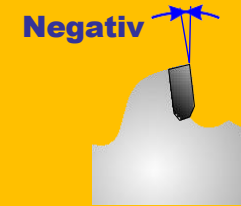


Spånvinklar



Figurer: Swedex

Kapning



Klyvning



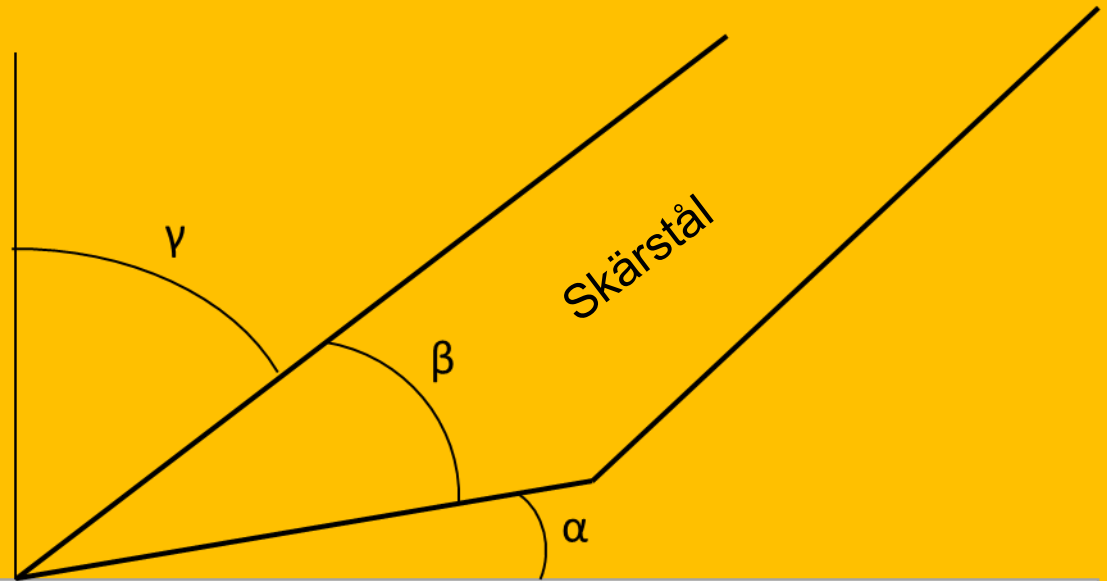
Skärvinklar

α = Släppningsvinkel

β = Eggvinkel eller tandspetsvinkel

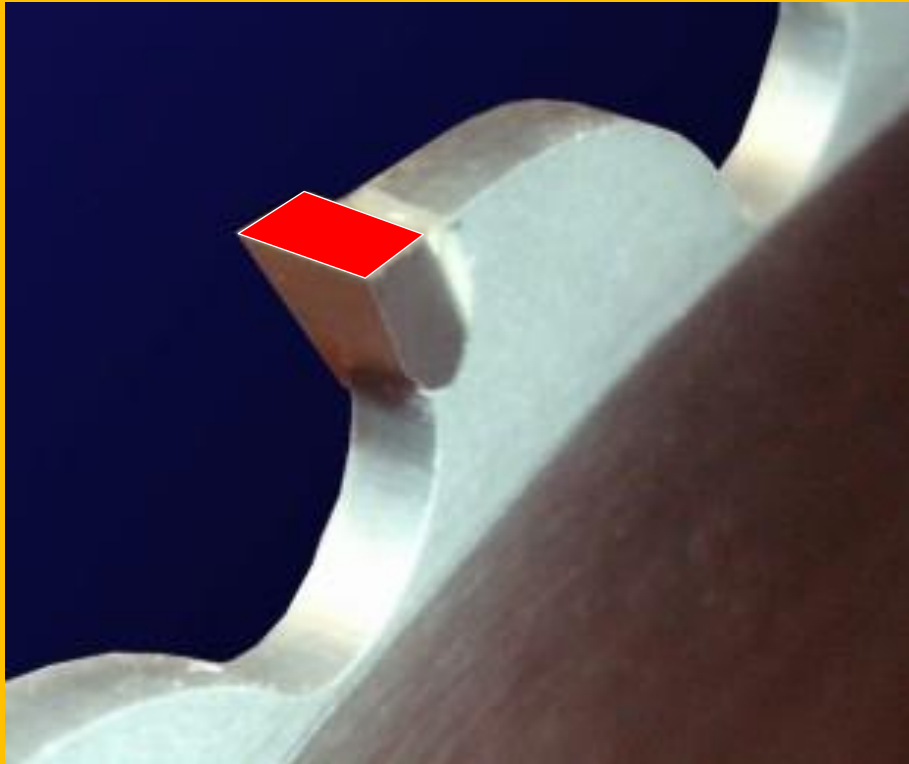
γ = Spånvinkel

$$\alpha + \beta + \gamma = 90^\circ$$



Material för bearbetning

Skärtyper



Figurer: Swedex

AA. Raka tänder

BA. Växelvis snedslipade tänder

BAE. Växelvis snedslipade tänder med fas

CA. Snedslipade tänder åt höger

DA. Snedslipade tänder åt vänster

EA. Trapetstandning

EAM. Trapetstandning

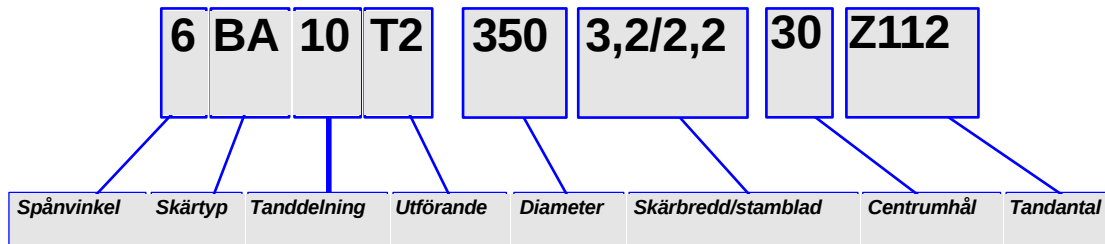
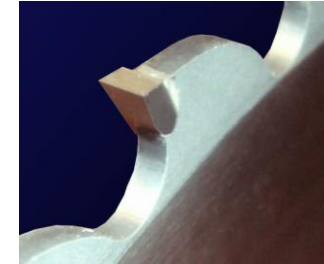
RA. Rakslipad topp och koniska sidor

RABA. Växelvis topp och koniska sidor

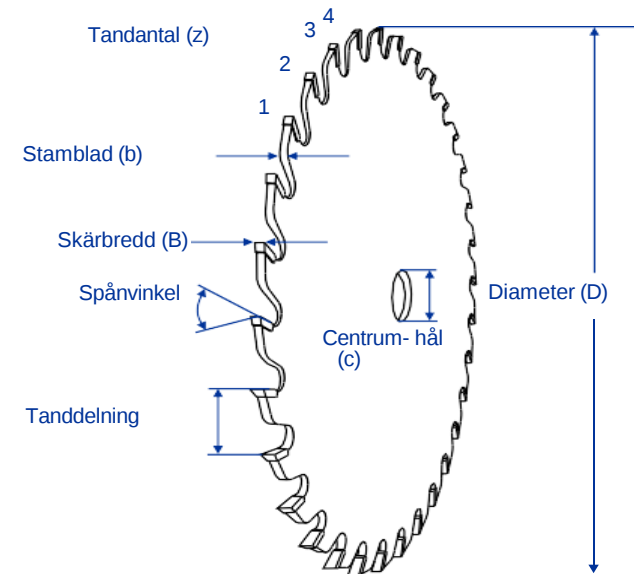
EAXH. Varannan tand rakslipad, varannan spetsslipad med skålslipad front



KODSYSTEM



Figurer: Swedex



Bra verktygsmaterial och slipmaterial

Hög hårdhet

God seghet

God slipbarhet

God nötningsbeständighet

God stukbarhet

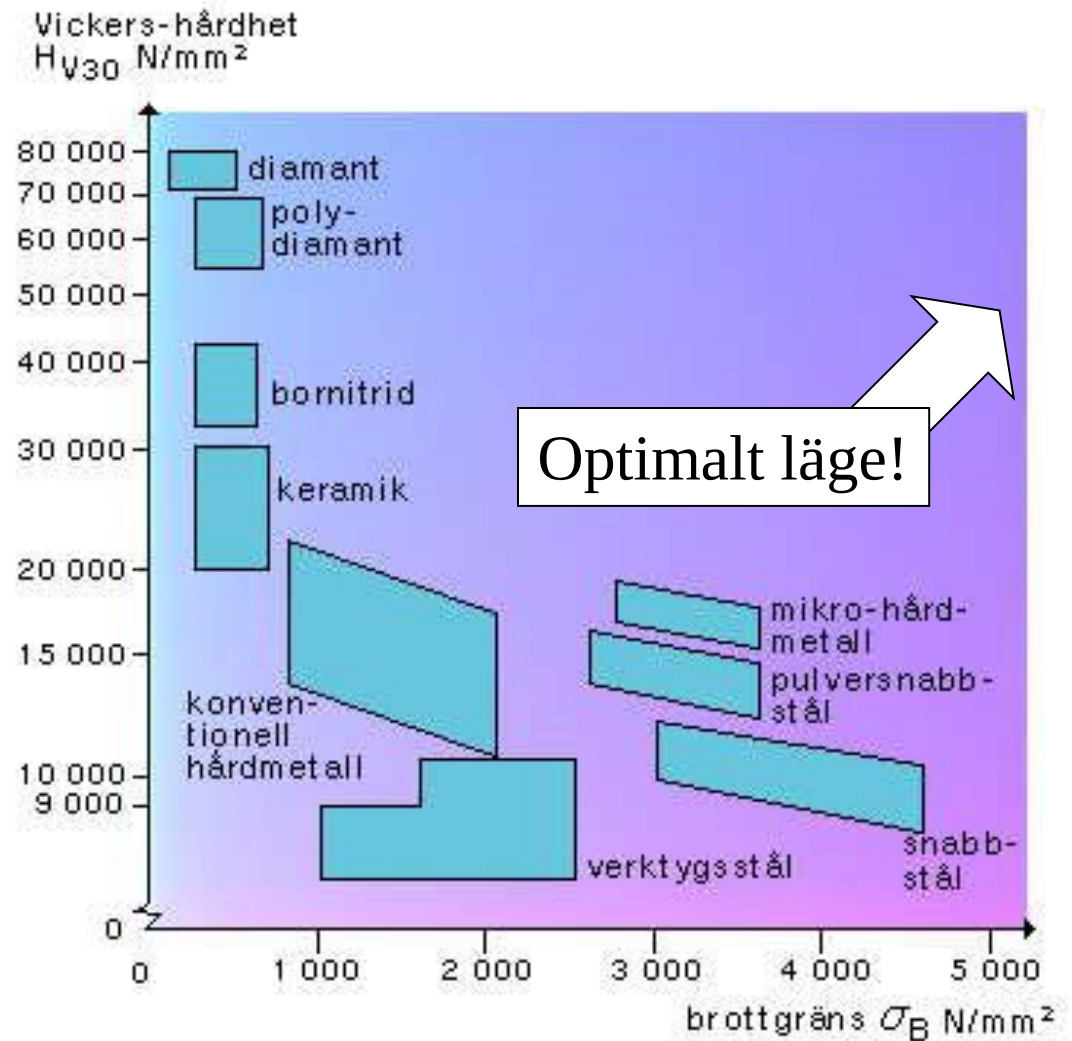
God temperaturhårdighet

LÅGT PRIS!

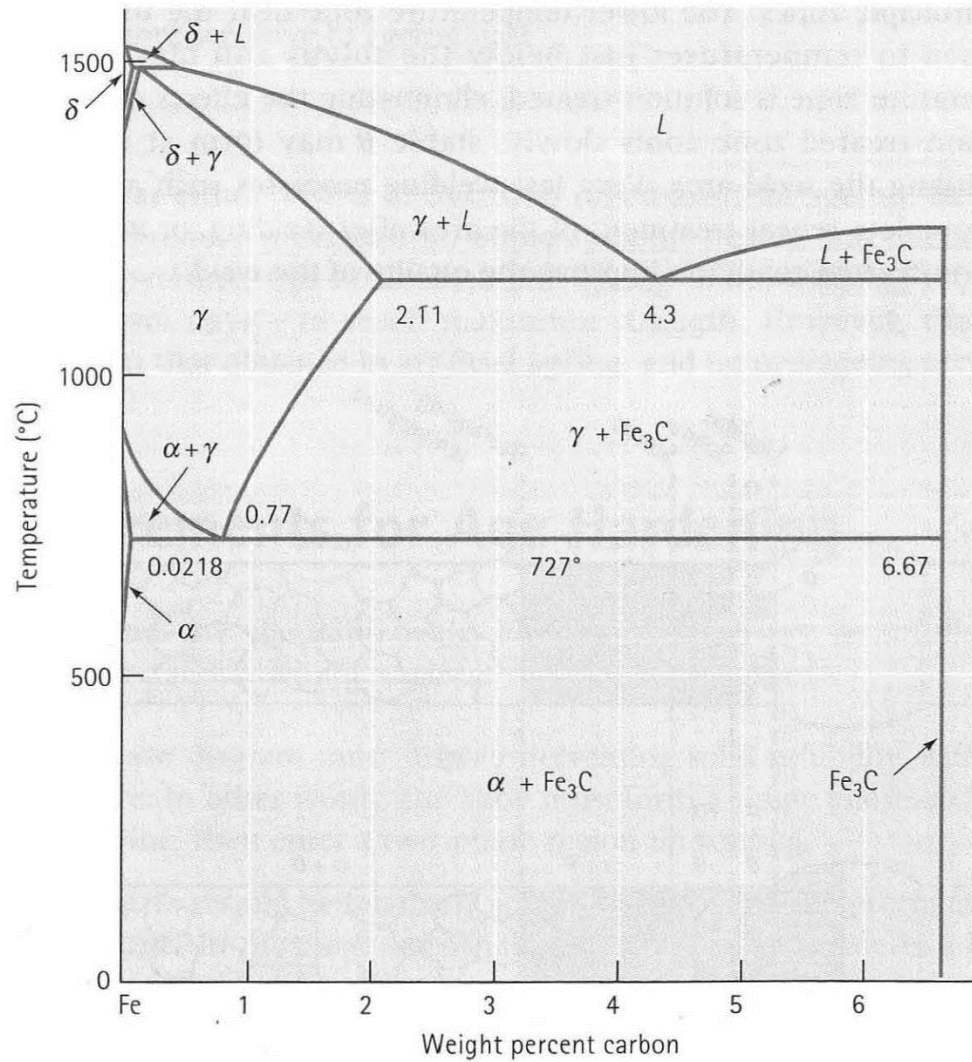
Men.....



Materialkraven är i
flera fall
motstridiga



Fasdiagram



Hårdhetsmätning

Typ av hårdhet	Intryckningskropp	Last	Tillämpningsområde
Brinell	stålkula	500 kg och mjuka stål och metaller 3 000 kg	
Rockwell B	stålkula	100 kg mjuka stål och metaller	
Rockwell C	diamantspets	150 kg härdade stål	
Rockwell R	stålkula	10 kg polymerer	
Shore	nål	fjäderbelastad gummi	
Vickers	diamantpyramid	1 g– 50 kg	mikro- och makrohardhet hos metalliska och keramiska material samt hos mineral

Jämförelse mellan olika hårdhetstyper

HV	HRC	HB
300	29.8	285
500	49.1	466
700	60.1	77.6
1000	69.9	85.6



Fem huvudtyper av verktygsmaterial

- Kolstål: sågklingor, bandsågblad, handverktyg
- Snabbstål: kuttrar, fräsar
- Stellit: tänder på cirkelsågblad, bandsågblad
- Hårdmetall: cirkelsågklingor, kuttrar, fräsar, börjar också användas på bandsågsblad
- Diamant: cirkelsågklingor, fräsar



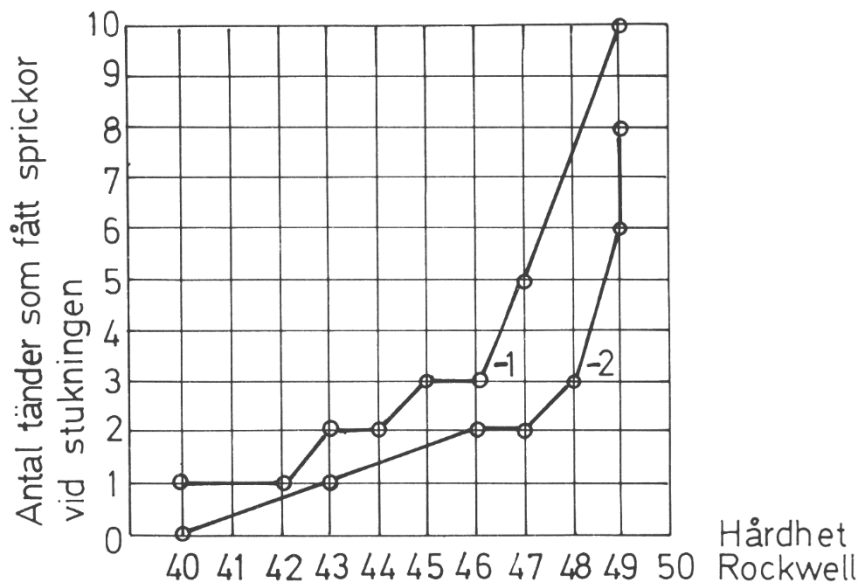
Verktygsmaterial - Kolstål

- När eggmaterialet utgörs av kolstål brukar hela verktygskroppen vara av kolstål, t.ex. Bandsågblad
- Stålets kemiska sammansättning och värmebehandling bestämmer verktygets egenskaper.
- Med högre kolhalt ökar stålets hårdhet och slitstyrka, medan segheten minskar
- Legeringsämnen gör att stålet kan vara hårt och slitstarkt, samtidigt som segt
- Ex. Bandsågblad: 0,75 % C; 0,20 % Si; 0,35 % Mn; 2,0 % Ni + Fe



Verktygsmaterial - Kolstål

- Härdning ca 900°C (för sprött)
- Anlöpning ca 400°C, (minska sprödhet)
Anlöpning styr stålets hårdhet; hög temperatur => låg hårdhet
- Skränkning: HRC = 44-48
- Stukning: HRC = 40-42
- Tandspetshärdning efter skränkning och slipning

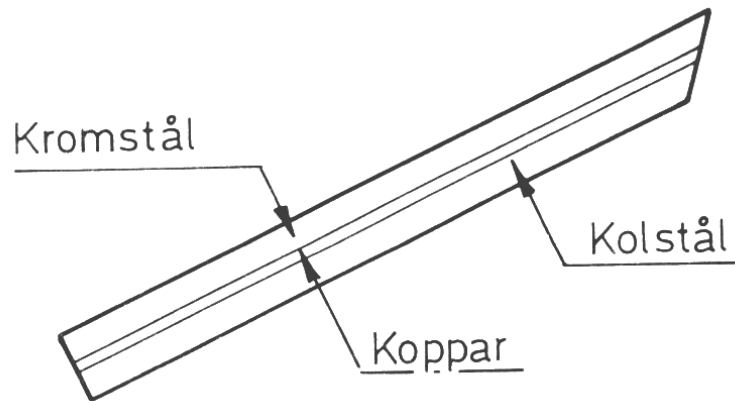


Verktygsmaterial - Snabbstål

Kompoundstål

-billigt

-sitter fast bra



Kutterstål

Legering av järn, kol samt legeringsämnen som krom, wolfram, vanadin, kobolt

Kromstål: ca 12 % krom + 3 % kobolt

18-4-1 snabbstål: ca 18 % wolfram + 4 % krom + 1 % vanadin (+ 10 % kobolt för att öka elasticitet)

Molybden snabbstål: Wolfram i 18-4-1 stålet ersätts med molybden (segheten ökar)

Då legeringsämnena binds kemiskt vid kol bildas karbider. Dessa är mycket hårda



Verktygsmaterial - Hårdmetall

Hårdmetall innehåller inte Fe och är därmed inte ett stål

Bildas genom sintring: ca 90 % wolfram-karbid i en lättsmält metall, normalt kobolt. (TiC, MoC, TaC)

Kan inte formas genom valsning eller göras mjukare genom anlöpning

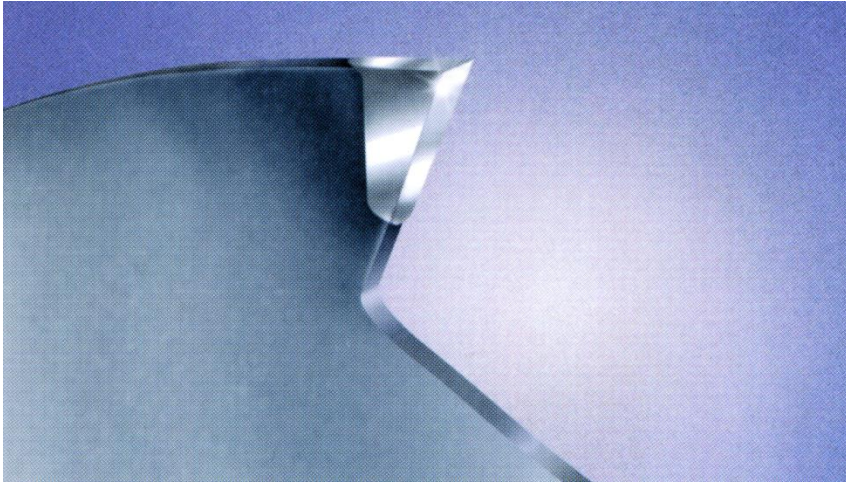
Plattor löds fast i verktygskroppen

Sprött – liten spånvinkel (0-10°, vilket ger en sämre skärpa än t.ex. snabbstål

ISO		
Hårdaste och sprödaste hårdmetall	P 01	Speciellt för mekanisk industri
	P 10	
	P 20	
	P 30	
	P 40	
	P 50	mekanisk industri
	M 10	
	M 20	
	M 30	
	M 40	
För träindustrin segaste hårdmetall	K 01	Plaster och
	K 10	Laminater
	K 20	Spånplattor odyl.
	K 30	
	K 40	Gran och furu



Verktygsmaterial - Stellit



En typ av hårdmetall

Cr och W bildar karbider som
sintras samman med Co,
ev. Fe

5-10 ggr slitstarkare än kolstål

Plattor löds fast i
verktygskroppen

Stellit är hård,
värmebeständig och
slitstark



Verktygsmaterial - Diamant

- Polykristallina syntetiska diamanter
- Tillverkas genom sintring av små diamantpartiklar: 1 400°C och ca 6 000 Mpa
- Binds till ett bärunderlag av hårdmetall
- Sprött – liten spånvinkel (0-10°), vilket ger sämre skärpa än t.ex. Snabbstål
- 50-500 ggr längre drifttid än hårdmetall
- 10-50 ggr dyrare än hårdmetall

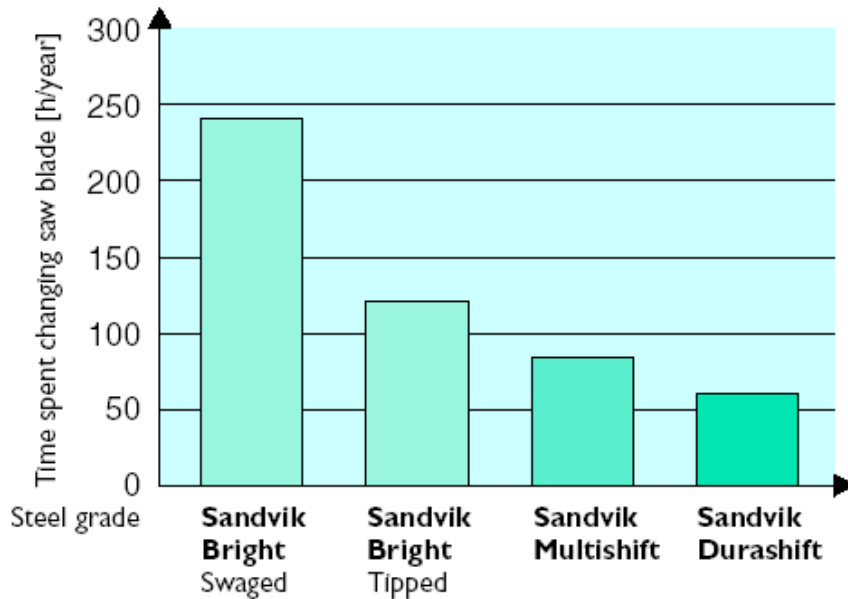


Pengar att tjäna på att välja rätt verktygsmaterial?

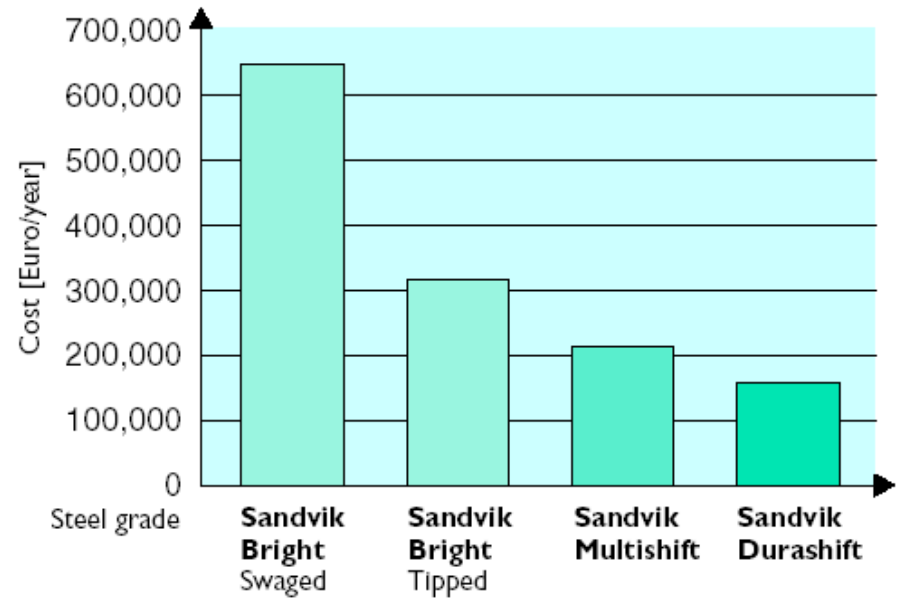
Note. The example is based on:

- Run-time: 8 hours for Sandvik Bright material.
- Mill running: two shifts/day.
- Mill running: 11 months/year
- Mill cost: 2630 Euro/hour.

Production loss due to blade changes



Yearly cost for blade changes



Verktygsmaterial - Nötning

Skäreggarna utsätts för olika
förslitningsmekanismer som kan indelas i fem
grupper

- 1) Friktionsnötning
- 2) Slipförslitning
- 3) Korrosionsförslitning
- 4) Yt-utmattning
- 5) Abnorm förslitning



Verktygsmaterial - Nötning

Friktionsnötning

Polerande effekt på verktyget

Eggspetsradien ökar

Uppträder framförallt vid
bearbetning av torrt virke

Korrosionsförslitning

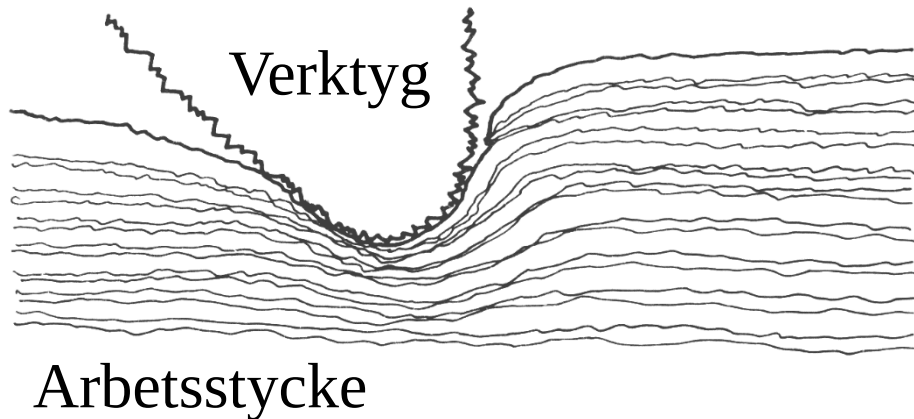
- Trädslag med lågt pH

Slipförslitning

- Hårda
inneslutningar i
arbetsstycket
skrapar mot
verktygseggen
- Uppkommer t.ex.
Vid dålig barkning,
tropiska trädslag



Verktygsmaterial - Nötning

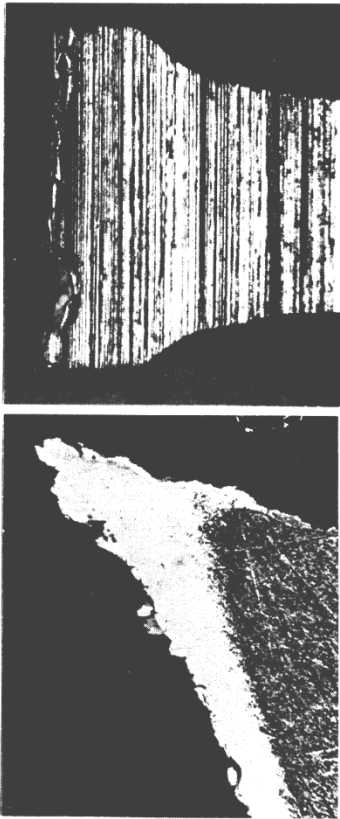


Ytutmattning

Lokalt höga kontakttryck
ger mikrosprickor av
utmattningskaraktär

Små ytfragment bryts
loss – snabb förslitning

Verktygsmaterial - Nötning



Abnorm förslitning

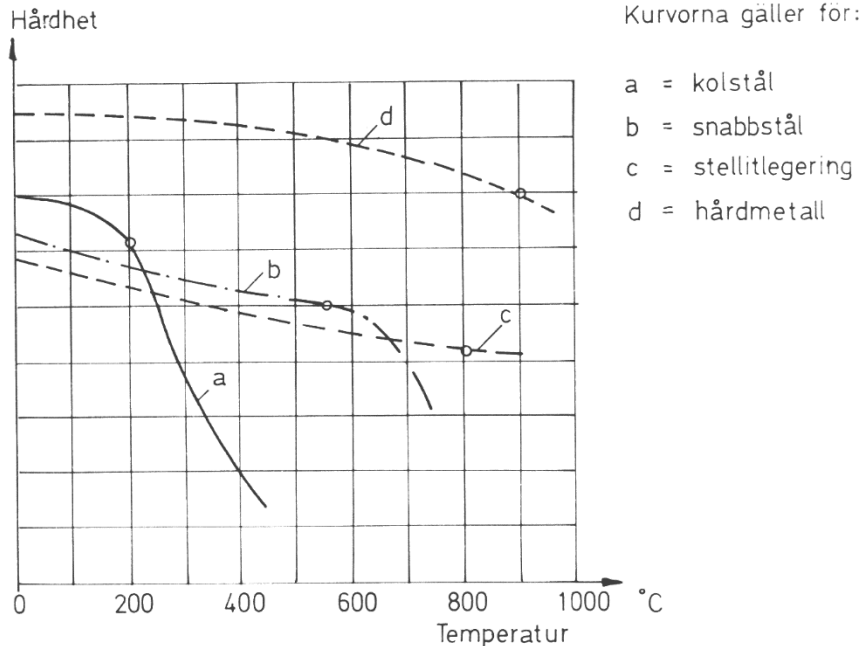
För hård slipning: materialet bränns –
martensitisk struktur bildas – bitar
lossnar

För hård stukning: sprickor initieras i
tandspetsen – bitar lossnar

Vid hårdmetallskär kan abnorm förslitning
förekomma om eggen är för svag.
Lämpligen används då en segare
hårdmetallkvalitet



Verktygsmaterial - Nötning



Materialets varmhårdhet är viktig pga. Att temperaturen i skärzonen kan bli hög

Hårdmetallens och diamantens förmåga att inte mjukna vid höga temperaturer torde vara en av de viktigaste orsakerna till dessa materials goda nötningsbeständighet



Slipmaterial - slipskivor

Slipskivor består av:

- slipmedel (slipkorn)
- bindemedel
- luftporer

Vars uppgift är att

- avskilja verktygsmaterial i form av spån
- hålla samman slipkornen
- bilda utrymme för de avskilda spånen



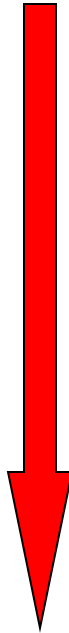
Slipmaterial - slipmedel

Aluminiumoxid

Kiselkarbid

Bornitrid

Diamant



Ökad hårdhet



Slipmaterial - bindemedel

Keramiska bindemedel

- spröda
- används vid precisionsslipning

Plastbindemedel (fenolharts)

- hög hållfasthet (stöttåliga)
- ljuskänsliga
- kan vara vattenkänsliga

Metallbindemedel (bronser)

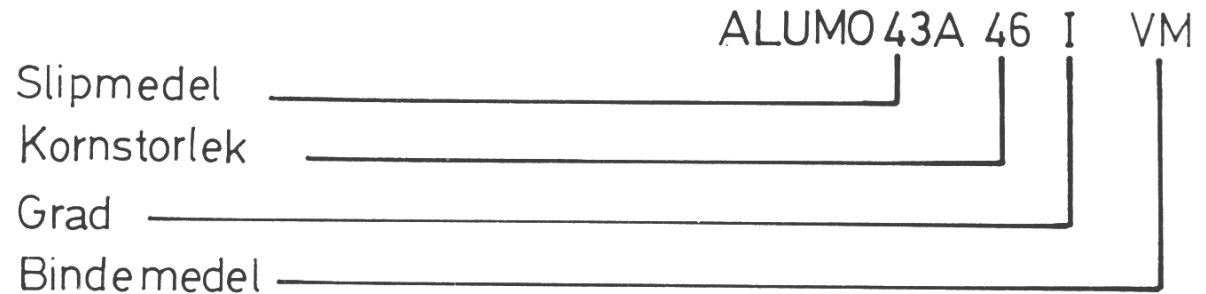
- används i diamant- och bornitridslipskivor



Slipmaterial - beteckningar

**Varierar mellan
fabrikat**

Ex SlipNaxos

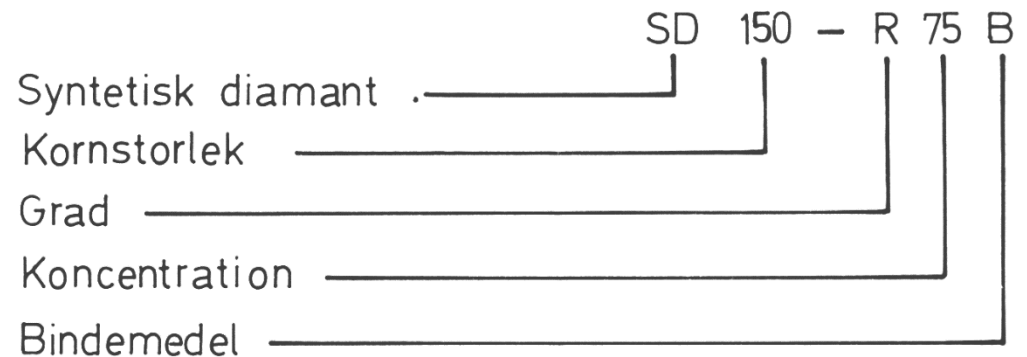


Korund- och kiselkarbidskivor, fenolplastbundna, Ex:

- A – korund (ALUMO 43 A, SlipNaxos vita korund), B – bakelit
- 46 kornstorlek som maskor/tum (0,40 mm)
- I – grad av slipkornens bindningsstyrka i bindemedlet, bokstav längre bort i alfabetet betyder hårdare skiva
- VM – bindemedelstyp, V – vitrified (keramiskt bunden)
M variant hos SlipNaxos (B-bakelit, M-metall)



Slipmaterial - beteckningar



- Diamant- och bornitridskivor, Ex:
- SD – syntetisk diamant, B – bornitrid
- 150 – kornstorlek som maskor/tum
- R – grad av slipkornens bindningsstyrka till bindemedlet
- 75 koncentration diamant $100 = 4,4 \text{ karat/cm}^3$ beläggningvolym
- B – bindemedel B – bakelit, M - metall

