

# M-Steel®

Bättre ekonomi vid maskinbearbetning



# Bättre ekonomi vid maskinbearbetning

Inom verkstadsindustrin utgör skärande bearbetning en betydande utgiftspost och kan ibland representera över hälften av den totalakostnaden för att ta fram en maskindetalj.

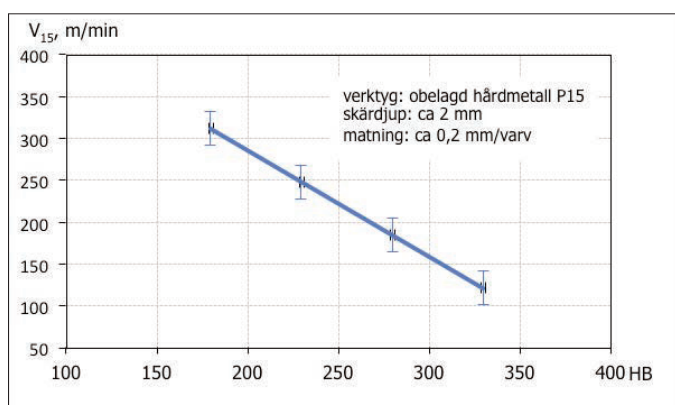
Kostnadseffektiviteten vid skärande bearbetning hänger samman med:

- Arbetsmaterial
- Verktygsmaterial
- Maskinkaraktäristik

De senaste 30-40 åren har sett betydande utvecklingar och förbättringar inom samtliga dessa områden. Specialstål med förhöjd skärbarhet har optimerats. Beläggning av hårdmetall och nya verktygsmaterial har möjliggjort ökade skärhastigheter utan avkall på livslängden för verktygen. Samtidigt har verktygsmaskiner och -hållare utvecklats mot högre hastigheter, bättre stabilitet, mera flexibilitet och tillgänglighet samt högre grad av automatisering.

I den här broschyren riktas uppmärksamheten mot arbetsmaterialet och i synnerhet stålprodukter vars skärbarhet har förbättrats genom så kallad M-behandling. Den klassiska metoden för att främja skärbarheten är genom att tillföra ämnen som bildar inneslutningar i stålet. Vanligast är svavel antingen ensamt eller i kombination med bly. Automatstål är stål med avsiktlig tillsats av dessa ämnen. Det negativa är att stora mängder inneslutningar nedsätter andra egenskaper såsom duktilitet, slagseghet och utmattningshållfasthet. Av denna anledning är automatstål inte lämpliga för annat än lättbelastade maskindetaljer.

För maskindelar som under drift utsätts för höga belastningar krävs stål med förhöjd hållfasthet/hårdhet. Den sistnämnda är viktig även när slitage skall motverkas. Men hårdare stål är svårare att maskinbearbeta, se figuren nedan.



Figuren visar approximativt förhållandet mellan skärbarhet och hårdhet för stål. V<sub>15</sub> är skärhastigheten då verktyget är utslitet efter 15-minuters ingrepp. Värderna avser torr svarvning i stål utan avsiktliga skärbarhetshöjande tillsatser.

För svarvning med moderna belagda verktyg ligger V<sub>15</sub>-värdet 25-35 % högre men relativt sett är hårdhetens inverkan densamma. Ett stål som SS-EN 42CrMo4 (SS2244-05) vars hårdhet är ca 300HB och endast kan svarvas hälften så fort som det mjukare stålet SS-EN C45E (SS1672) som typiskt ligger på 200HB. En av drivkrafterna bakom utvecklingen av M-Steel\*\* var att

förbättra skärbarheten för hårdare stål i intervallet 250-350HB, i synnerhet låglegerade krommolybden och krom-nickelmolybden stål i seghärdat tillstånd. Det har dock visat sig att den skärbarhetshöjande M-behandlingen är effektiv vid såväl lägre som högre hårdhetsnivåer.

Om komponenter som värmebehandlats till hög hårdhet, såsom kugghjul, fjädrar eller rullningslager, kan maskinbearbetas i stället för att slipas får man bättre ytor till en lägre kostnad. Förbättrade verktygsmaterial i kombination med stabilare maskiner gör att det är fullt möjligt att nuförtiden överväga maskinbearbetning i stället för slipning av härdade detaljer. En ny erfarenhet är att M-behandling har positiv inverkan även då mycket hårt stål ska maskinbearbetas, till exempel sätthärdningsstål som uppkolats och härdats till ythårdhet 60-62 HRC.

## Varför förbättras skärbarheten av M-behandling?

I likhet med automatstål uppnår M-Steel förhöjd skärbarhet tack vare närvaro av inneslutningar. Däremot och till skillnad mot automatstål, karaktäriseras M-behandlade stål av endast marginellt förhöjd svavelhalt i kombination med en tillsats av kalcium. I stället för hårda inneslutningar av aluminiumoxid, som annars sliter på verktygen, bildas mjukare kalciumaluminater omslutna av ett sulfidhölje. Denna inneslutningstyp medför flera fördelar:

- Mindre verktygsslitage tack vare att hårda inneslutningar, i synnerhet aluminiumoxid, saknas.
- Bildning av en kalciumhaltig beläggning på skäreppen vid höga skärhastigheter, som även den bidrar till mindre slitage.
- God spånbrytning.
- Jämnare skärbarhetsutfall som tillåter bättre planering av till exempel verktygsbyte vid oöverskådlig bearbetning.
- Ytterst begränsad negativ inverkan på andra viktiga egenskaper för maskindetaljer (duktilitet, slagseghet, utmattningshållfasthet) eftersom inneslutningarnas antal och medelstorlek är mindre än i automatstål.

Den sista punkten är synnerligen viktig eftersom en åtgärd för att förbättra skärbarheten av till exempel seghärdningsstål inte får inkräkta på den goda kombination av hållfasthet och slagseghet som är väsentlig i applikationer där denna typ av stål används.

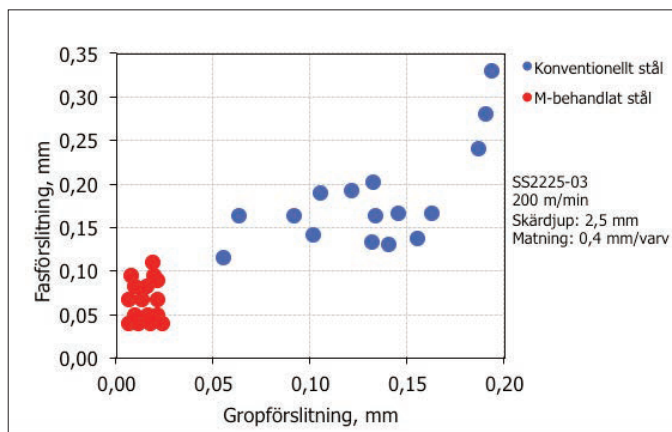
## Bra skärbarhet leverans efter leverans

Tillverkningen av M-Steel kräver noggrann kontroll så att den förbättrade skärbarheten är lika från charge till charge, leverans efter leverans. Kalcium är lättflyktigt och försvinner lätt ur smältan om inte tillsatsen görs på rätt sätt. Om inte stålet får den korrekta kalciumhalten bildas inte rätt sorts inneslutningar och effekten på skärbarhet blir mindre eller kanske uteblir helt. Tibnor har ett mångårigt samarbete med Ovako som är ledande vad beträffar tillverkning av M-behandlade stål med jämn och god kvalitet och där den goda effekten på skärbarhet uppnås gång efter gång. Ett problem som ofta uppstår när konventionella stål skall maskinbearbetas är att skärbarheten kan vara ojämn. Detta kan leda till bekymmer speciellt vid bearbetning i

\*M-Steel är ett registrerat varumärke av Ovako AB.

obemannade maskiner där man vill undvika oplanerade stopp för verktygsbyte. Figuren nedan demonstrerar hur Mbehandling minskar spridningen i skärbarhet för ett seghärdat stål SS-EN 25CrMo4 (SS2225).

Som synes uppvisar det konventionella stålet en stor spridning i skärbarhet. Vissa charger är tillfredställande medan andra inte alls är bra. De M-behandlade chargerna karaktäriseras inte bara av bättre skärbarhet genomgående utan spridningen i utfallet är också mycket mindre. Materialets uppträdande vid skärande bearbetning är mycket mera lika från charge till charge, leverans efter leverans.



Figuren visar förlitningsvärden efter 7-minuters ingrepp vid svarvning av olika charger av seghärdat SS2225-03 (SS-EN 25CrMoS4). Värden för M-behandlat stål jämförs med sådana från konventionellt icke-behandlat stål. Verktyget: obelagd hårdmetall, P10.

### Med M-Steel förbättras skärbarheten från så gott som alla aspekter

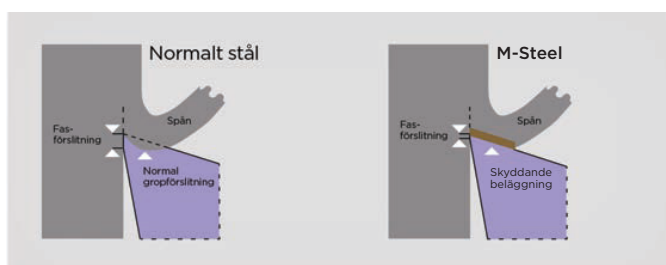
God skärbarhet inbegriper samtliga av följande egenskaper och begrepp:

- Liten verktygsförlitning
- God spånbyggnad
- Hög skärhastighet
- Låga skärkrafter
- God ytfinhet

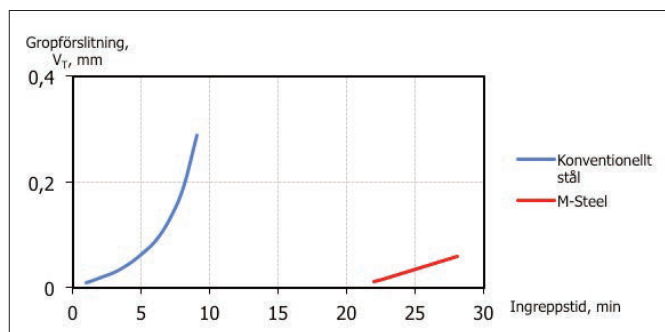
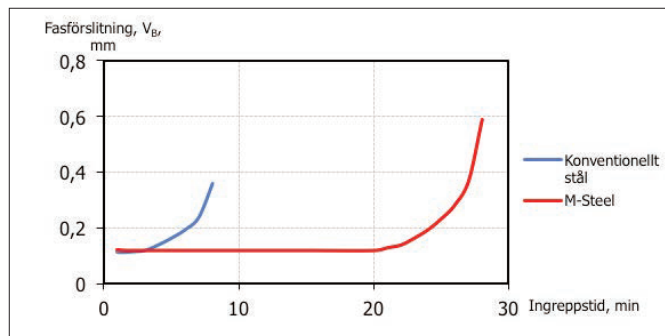
Dessa är ofta kopplade. Till exempel låg verktygsförlitning medför att högre skärhastigheter kan utnyttjas. Men inte alltid – skärkrafterna för att bearbeta mjuka, lågkolhaltiga stål är visserligen låga men dessa material har i många avseenden undermålig skärbarhet till följd av bland annat dålig spånbyggnad.

### Minskad verktygsförlitning tillåter högre skärhastigheter

I M-Steel ersätts hårda, abrasiva inneslutningar med mjukare partiklar bestående av kalciumaluminat och kalciumsulfid samtidigt som det bildas en skyddande beläggning innehållande kalcium mellan skärengen och arbetsmaterialet.



I bilderna nedan jämförs förlitningsförlopp vid svarvning av konventionellt SS-EN S355JA (SS2172) och 520M från Ovako. Vid höga skärhastigheter ökar fasförlitningen snabbt för det konventionella stålet och skåret är förbrukat efter en ganska kort ingreppstid. För bearbetning i MSteel å andra sidan förskjuts punkten för snabb förlitning mot betydligt längre tider. När det gäller gropförlitning är den hos M-Steel mycket liten tack vare den skyddande beläggningen som bildas mellan verktyget och spånen.



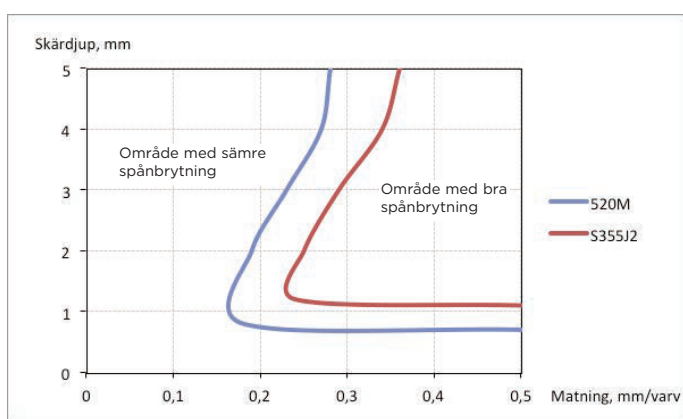
Verktygsförlitning mot ingreppstid vid svarvning i konventionell S355J2 stång (blåa kurvor) och 520M (röda kurvor) Skärdata: djup 2,5 mm, matning 0,4 mm/varv, hastighet 450 m/min; belagd hårdmetall P15.

Den minskade förlitningen innebär antingen färre stopp för verktygsbyte eller att skärhastigheten kan höjas, ofta med 20-30 % i förhållande till det konventionella stålet. Båda effekterna medför förbättrad produktivitet.

## God spånbrytning ger störningsfri produktion och bättre ytor

Spånbrytning är en viktig karaktäristik som är av speciell betydelse vid oövervakad bearbetning och för arbete då utrymmet är begränsat, till exempel vid borrar eller intern svarvning. Hög matning och stort skärdjup medför tjockare spån som bryts lättare.

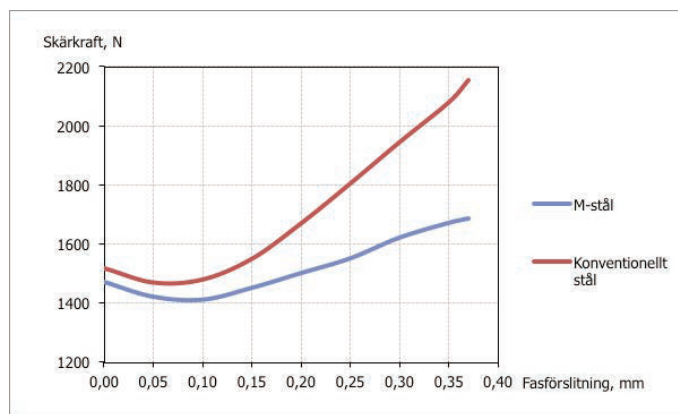
Men vid finbearbetning minskar såväl matning som skärdjup för att uppnå acceptabel ytfinhet och sämre spånbrytning måste till viss del accepteras. I jämförelse med konventionella stål karaktäriseras M-Steel av att god spånbrytning uppnås även för kombinationer av skärdjup och matning in i finbearbetningsområdet. Figuren demonstrerar hur kombinationen av skärdjup och matning med acceptabel spånbrytning utvidgas mot vänster, det vill säga mot mindre värden, för ett M-Steel i jämförelse med motsvarande konventionellt stål.



Spånbrytningsdiagram för svarvning där det konventionella stålet S355 jämförs med 520M. Belagd hårdmetall P15 med D-geometri (75° vinkel), skärhastighet 450 m/min, utan skärvätska.

## Låga skärkrafter underlättar bearbetningen

Skärkrafterna ökar i paritet med tilltagande förslitning av verktyget. Detta gäller även för M-Steel men det har visat sig att ökningen av skärkraften är betydligt blygsammare än för motsvarande konventionellt stål. Ibland är maskinens effekt begränsande och i sådana fall ger M-Steel möjlighet att använda effektivare skärdata utan att riskera att maskinen inte klarar det ökade effektbehovet då verktyget förslits. Figuren illustrerar denna långsammare ökning av skärkraft vid svarvning av ett M-behandlat stål i jämförelse med ett konventionellt material (stål sort: SS-EN 20NiCrMo2-2, SS 2506, normaliserat 170 HB).



Utveckling av skärkraft med graden av förslitning vid svarvning i sätthärtningsstål SS-EN 20NiCrMo2-2 (SS 2506). Belagd hårdmetall P15, skärhastighet 245m/min, skärdjup 2 mm, matning 0,4 mm/varv, utan skärvätska. (Källa: SAE Technical Publication 910147).

## När kommer M-Steel bäst till sin rätt?

De karaktäristiska inneslutningarna i M-Steel är hårdare än de som finns i automatstål och mjuknar vid högre temperaturer. Av denna anledning kommer M-Steel till sin fulla rätt då skärhastigheten och därmed temperaturen hos skäregegen är hög. M-effekten är därför klart mera påtaglig vid bearbetning med belagd hårdmetall än med till exempel obelagd snabbstål eller segare

typer av obelagd hårdmetall där skärhastigheten normalt är väsentligt mycket lägre. M-Steel uppvisar sin högre prestanda vid bearbetning även med cermets och vissa keramiska skär. Tabellen sammanfattar M-behandlingens inverkan för olika typer av verktygsmaterial och bearbetningsbetingelser.

Verktyg	Betingelser	M-behandlingens inverkan
Snabbstål, obelagt	Låga skärhastigheter	Medel
Snabbstål, obelagt	Höga skärhastigheter	Mindre
Snabbstål, PVD-belagt (TiN)	Låga skärhastigheter	Medel
Snabbstål, PVD-belagt (TiN)	Höga skärhastigheter	Betydande
Hårdmetall, P10 (obelagd)	Mycket stabil maskin	Mycket betydande
Hårdmetall, P20 (obelagd)	Normal stabilitet	Betydande
Hårdmetall, P30 (obelagd)	Normal stabilitet	Mindre
Hårdmetall, alla sorter, belagd TiC-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -TiN	Normal stabilitet	Betydande
Hårdmetall, alla sorter, belagd Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Normal stabilitet	Betydande
Cermets, alla sorter och beläggningar	Finbearbetning	Mycket betydande
Blandkeramiska, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + TiC	Mycket stabil maskin	Mycket betydande
Keramiska, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Mycket stabil maskin	Mindre

## Rekommendationer avseende svarvning av M-steel i Tibnors lagerprogram

Värden avser svarvning med belagd hårdmetall ISO P15 och hänvisar till en utslitningstid av 15 minuter. De måste betraktas enbart som vägledande och avvikelser kan förekomma beroende på exakt val av maskin och verktygsmaterial. (Skärhastighet =  $\pi \cdot D \cdot N / 1000$  där D är stängdiametern i mm och N är spindelhastigheten i varv/min; för att konvertera kW till hästkraft, multiplicera med 1,341).

Stålsort och tillstånd	Matning mm/varv	Skärdjup, mm									
		1		2		3		5		7	
		Skärhastighet, m/min och effektbehov, kW									
520M MW+ Varmvalsat ca 180 HB	0,20	860	8	810	14	770	19	720	30		
	0,30	750	9	700	16	660	23	620	35	590	45
	0,40	660	10	620	17	590	25	560	38	540	50
	0,50	600	11	560	19	530	27	500	41	480	55
	0,65	560	12	530	20	500	29	470	44	450	60
HYDAX 25 Varmvalsat ca 170 HB	0,20	810	7	750	13	700	18	660	29		
	0,30	660	8	620	15	580	22	550	34	520	46
	0,40	580	9	540	16	510	23	480	37	460	50
	0,50	530	10	490	18	460	26	440	40	420	54
520M Varmvalsat ca 180 HB	0,20	650	6	600	10	570	15	530	24		
	0,30	540	7	490	11	470	18	440	29	430	38
	0,40	470	7	430	12	410	19	390	30	370	41
	0,50	420	8	390	14	370	21	350	33	340	44
550M, 550MW+ Kalldraget ca 200 HB	0,20	580	6	540	10	510	14	480	22		
	0,30	480	6	440	11	420	17	400	26	380	34
	0,40	420	6	390	12	370	18	350	27	340	37
	0,50	380	7	350	14	340	19	320	30	300	40
SS 2511M (SS-EN 16NiCrS4) Varmvalsad ca 200 HB	0,20	580	6	540	10	510	14	480	22		
	0,30	480	6	440	11	420	17	400	26	320	31
	0,40	420	6	390	12	370	18	350	27	280	32
	0,50	380	7	350	14	340	19	320	30	260	34
SS 2225M-03/06 (SS-EN 25CrMoS4) Segärdat max HB 250/230 R <sub>M</sub> 850/780 N/mm <sup>2</sup>	0,20	490	4	450	8	430	11	410	18		
	0,30	410	6	370	10	360	14	340	22	320	31
	0,40	360	6	330	10	310	14	290	23	280	32
	0,50	320	6	300	11	280	16	270	25	260	34
SS 2225M-05 (SS-EN 25CrMoS4) Segärdat max HB 325 R <sub>M</sub> 1050 N/mm <sup>2</sup>	0,20	440	4	400	7	380	10	360	16		
	0,30	360	5	340	9	320	12	300	19	290	26
	0,40	320	5	290	10	280	13	260	21	250	28
	0,50	290	6	270	10	250	14	240	22	230	30
SS 2244M-04 (SS-EN 42CrMoS4) Segärdat max HB 285 R <sub>M</sub> 950 N/mm <sup>2</sup>	0,20	380	3	350	6	340	9	320	14		
	0,30	320	4	290	7	280	11	260	17	250	23
	0,40	280	4	260	8	250	11	230	18	220	24
	0,50	250	5	230	9	220	13	210	19	200	26
SS 2230M-02 (SS-EN 51CrVS4) Glödlat max HB240	0,20	380	3	350	6	340	9	320	14		
	0,30	320	4	290	7	280	11	260	17	250	21
	0,40	280	4	260	8	250	11	230	18	220	22
	0,50	250	5	230	9	220	13	210	19	200	24
SS 2244M-05 (SS-EN 42CrMoS4) Seghärdat max HB310 R <sub>M</sub> 1050 N/mm <sup>2</sup>	0,20	220	6	220	10	200	14	190	22	180	26
	0,30	360	3	320	6	300	8	280	13		
	0,40	290	4	260	6	250	10	240	15	230	21
	0,50	230	4	210	8	200	11	190	18	180	24
SS 2541M-03 (SS-EN 34CrNiMo6) Seghärdat max HB 325 R <sub>M</sub> 1050 N/mm <sup>2</sup>	0,20	200	5	190	9	180	12	170	19	160	26
	0,20	330	2	300	5	280	7	260	11		
	0,30	280	3	250	6	220	8	210	13	200	18
	0,40	240	3	220	6	200	9	180	14	170	18
SS 2541M-03 (SS-EN 34CrNiMo6) Seghärdat max HB 325 R <sub>M</sub> 1050 N/mm <sup>2</sup>	0,50	220	4	200	6	180	10	170	15	160	20
	0,65	190	4	180	7	160	10	150	17	140	22

För andra betingelser än de som gäller för värden i tabellen kan skärhastigheter och effektbehov multipliceras med följande faktorer.

Utslitningstid 30 minuter:	0,80
Utslitningstid 60 minuter:	0,65
Verktyg belagd hårdmetall P20-25:	0,95
Verktyg belagd hårdmetall P30-35:	0,85
Verktyg cermet P10:	1,10
Skärplatta med spetsvinkel <80°:	0,90
Varmbearbetad yta:	0,7...0,9
Diskontinuerlig svarvning och/eller stora omväxlingar i skärdjup:	0,7...0,9
Instabila förhållanden, t ex lång verktygshållare:	0,8...0,95
Ytterst stabila förhållanden:	1,1
Ej M-Steel:	0,75

Ytfinheten vid svarvning påverkas främst av matningen och verktygets nosradie enligt tabellen nedan.

Nosradie, mm	Matning mm/varv						
	0,1	0,15	0,20	0,25	0,30	0,40	0,50
	Ytfinhet Ra, µm						
0,4	0,9	2,1	3,8	6,1	9,0		
0,8	0,5	1,1	1,9	3,0	4,3	7,9	
1,2	0,3	0,7	1,2	2,0	2,8	5,1	8,3
1,6	0,2	0,5	0,9	1,5	2,1	3,8	6,1

Ovanstående värden avser Ra som är medelavvikelsen. Profildjupet är ofta intressantare och detta kan uppskattas som (matning)  $2 \times 1000 / (G \times \text{nosradie})$  där matningen anges i mm/varv och nosradie i mm för att beräkna profildjupet i µm.

Ytfinheten uttryckt som profildjup gynnas av små matningar så att för finbearbetning bör matningen hållas under en viss nivå, som tumregel mindre än en tredjedel av verktygets nosradie. Ett så kallat Wiper verktyg med modifierad nosutformning halverar ytfinheten för en given matning eller så kan matningen (och därmed produktiviteten) fördubblas med bibehållen ytfinhet.

## Rekommendationer avseende borrning av M-steel i Tibnors lagerprogram

Värden avser borrning av bottenhål med diameter 10 mm och djup 30 mm utan starthål. Verkyget är en spiralborr av belagd hårdmetall med inre kylning. Utslittningskriteriet: borren utsliten efter 1 500 hål, det vill säga efter 45 m borrad längd. De angivna värdena är endast vägledande.

Stålsort	Tillstånd	Skärdjup, mm					
		0,05		0,01		0,15	
		Hastighet (varv/min och m/min) och borrningstid i min					
520MW+	Varmvalsat ca 180 HB	10800/340	83	6800/215	66	5200/160	58
HYDAX 25	Varmvalsat ca 170 HB	11100/350	81	7000/220	65	5300/165	57
520M	Varmvalsat ca 180 HB	10800/340	83	6800/215	66	5100/160	59
550M, 550MW+	Kalldraget ca 200 HB	10000/20	90	6300/200	72	4800/150	63
SS 2511M (SS-EN 16Ni-CrS4)	Varmvalsat ca 200 HB	10000/320	90	6300/200	72	4800/150	63
SS 2225M-03/06 (SS-EN 25CrMoS4)	Seghärdat max HB 250/230 R <sub>m</sub> 850/780 N/mm <sup>2</sup>	8000/250	112	5000/160	89	3800/120	78
SS 2225M-05 (SS-EN 25CrMoS4)	Seghärdat max HB 325 R <sub>m</sub> 1050 N/mm <sup>2</sup>	6600/210	136	4100/130	109	3200/100	95
SS 2244M-04 (SS-EN 42CrMoS4)	Seghärdat max HB 285 R <sub>m</sub> 950 N/mm <sup>2</sup>	6600/210	136	4100/130	109	3200/100	95
SS 2230M-02 (SS-EN 51CrVS4)	Glödgt max HB 240	6600/210	136	4100/130	109	3200/100	95
SS 2244M-05 (SS-EN 42CrMoS4)	Seghärdat max HB 310 R <sub>m</sub> 1050 N/mm <sup>2</sup>	5700/180	159	3500/110	127	2700/85	111
SS 2541M-03 (SS-EN 34CrNiMo6)	Seghärdat max HB 325 R <sub>m</sub> 1050 N/mm <sup>2</sup>	4900/155	183	3100/100	146	2300/75	128

För andra betingelser än de som gäller för värden i tabellen kan skärhastigheter, varv/min och borrningstider multipliceras med följande faktorer.

	Skärhastighet och varv/min	Borrningstid
Borrad längd till utslitet 20 m (667 hål):	1,30	0,35
Borrad längd till utslitet 30 m (1 000 hål):	1,10	0,60
Verktyg snabbstål obelagt:	0,15-0,20	5,5-60
Verktyg snabbstål belagt:	0,30-0,35	2,5-3,0
Extern kylning:	0,9	1,1
Varmbearbetad yta:	0,9	1,1
Instabila förhållanden:	0,7-0,8	1,4
Ytterst stabila förhållanden:	1,1	0,85
Ej M-Steel:	0,8	1,25



## M-Steel i andra bearbetningsoperationer

### Fräsning

Inverkan av en övergång till M-Steel är vid fräsning inte lika påtaglig som vid svarvning eller borrar. Anledningen till detta är fräsningens intermittenta natur. Skäreggstemperaturen blir inte lika hög som vid till exempel svarvning vilket gör att den skyddande kalciumhaltiga beläggningen inte utvecklas i samma omfattning.

### Stickning

Stickning ingår som operation vid bearbetning av helstångslängder i stångautomater. Ett stickningsverktyg kan även användas för formning av diametrala spår. Eftersom stickning innebär en

tvärrörelse mot stångens centrum minskar skärhastigheten med ökad risk för svetsning mellan verktyg och arbetsmaterial, så kallad löseggbildning. Med M-Steel motverkas detta av den kalciumhaltiga beläggningen som byggs upp på verktyget.

### Sågning

I jämförelse med konventionella stål kan kapningstiden vid sågning av M-Steel minskas med cirka 15 % utan negativa konsekvenser för bladets livslängd. Denna förbättring uppnås oberoende om sågningen utförs med sågblad av bimetall typ (stål/snabbstål) eller med ett hårdmetallbestyckat sågblad.

## Några exempel på förbättringar vid en övergång till M-Steel

M-Steel	Konventionellt motsvarighet	Detalj	Största fördelarna med M-Steel
520M	S355J2 (SS 2172)	Hydraulisk bussning	Möjliggjorde obemannad tillverkning
SS 2244M-05	42CrMoS4	Komponenter för släpvagnskoppling	Högre produktionstakt, jämnare kvalitet, bättre ytfinhet
SS 2541M-03	34CrNiMo6	Komponenter för släpvagnskoppling	Högre produktionstakt, jämnare kvalitet, bättre ytfinhet
SS 2511M	16NiCrS4	Sätthärdad kolv	Hårdsvärning kunde ersätta slipning
SS 2244M-05	42CrMoS4	Axel i fjädersystem	Färre avbrott för störningar och verktygsbyte
SS2244M-05	42CrMoS4	Kopplingsdetalj	Högre produktionstakt, jämnare kvalitet
520M	S355J2 (SS 2172)	Svarvad/borrade detalj	Högre produktionstakt, bättre kvalitet
SS 2244M-05	42CrMoS4	Drivaxel	Möjliggjorde obemannad tillverkning

Om vi redovisar ett av de ovanstående exemplen i detalj så var de kvantitativa effekterna vid övergång till M-Steel följande:

Tillverkning av svarvad och borrade detalj (300 000/år) i robotbetjänat CNC-maskin. Utgångsmaterial – skal svarvad stång diameter 40,8 mm. Övergång från S355J2 till 520M resulterade i följande förbättringar:

- Skärhastighet kunde ökas med 40 % vid svarvning och 90 % vid U-borrning. Ändå förbättrades verktyglivslängden med i snitt tre gånger.
- Cykeltiden per detalj kunde kortas med 13 %.

- Tidigare bekymmer till följd av undermålig spånbreak kunde helt elimineras.
- Inga oplanerade avbrott vid obemannad produktion.
- Mindre vibrationer.
- Utökade möjligheter för operatören att hantera flera maskiner.

En uppskattning av den ekonomiska betydelsen av dessa förbättringar ges i tabellen nedan.

	S355J2	520M		Kommentar
Materialkostnad (1)	4,0	5,0	kr/detalj	0,8 kg per detalj
Vändskärskostnad (2)	0,6	0,2	kr/detalj	Utslitningstid per skäregg ökad med faktor tre
Utnyttjandegrad	70	80	procent	Mindre störningar och färre stopp för verktygsbyte
Cykeltid	62	54	sekunder/detalj	Ökad skärhastighet
Tillverkningstakt	40	53	detaljer/timme	Lägre cykeltid och högre utnyttjandegrad
Maskinkostnad (3)	20	15	kr/detalj	600 kr/timme
<b>TOTAL KOSTNAD (1)+(2)+(3)</b>	<b>24,6</b>	<b>20,2</b>	<b>kr/detalj</b>	<b>18 % lägre kostnad med 520M utan hänsyn till eventuellt lägre kostnad för operatören</b>



## Sammanfattning

Sammanfattningsvis betyder en övergång till M-Steel:

- 20-30 % högre skärhastighet alternativt två till tre gånger längre verktygslivslängd
- Färre störningar
- Färre nyinställningar och verktygsbyten
- Ökad produktionskapacitet

M-Steel baseras på standardstål med oförändrade mekaniska egenskaper i jämförelse med motsvarande konventionellt stål och medför därmed inget behov av ändring i specifikationer eller ritningar.

Tibnor förser industrin i Norden och Baltikum med stål och metaller. Vi är samlingspunkten för smartare lösningar, där vår kompetens och potential möter våra kunders och leverantörers. Tillsammans gör vi den nordiska industrin ännu starkare.

Tibnor är ett dotterbolag till SSAB. Vi har 1100 anställda och finns i 7 länder. År 2017 omsatte vi 7,8 miljarder SEK. [www.tibnor.se](http://www.tibnor.se).

**Tibnor AB**

Box 600  
169 26 Solna

Besöksadress:  
Sundbybergsvägen 1

Telefon: 010-484 00 00  
Fax 010-484 00 75  
Email: [info@tibnor.com](mailto:info@tibnor.com)

[www.tibnor.se](http://www.tibnor.se)

