

---

# M-Stål®

Bedre økonomi ved  
bearbejdning

---

**TIBNOR**

# Indholds- fortegnelse

## 001

Bedre økonomi ved bearbejdning

## 002

Når kommer M-Steel bäst till sin rätt?

## 003

Rekommendationer svarvning av M-steel i Tibnors lagerprogram

## 004

Rekommendationer borrarning av M-steel i Tibnors lagerprogram

## 005

M-Steel i andra bearbetningsoperationer

## 006

Sammenfatning



# Bedre økonomi ved bearbejdning

## 001

I maskinindustrien er skærende bearbejdning en betydelig udgiftspost og kan undertiden udgøre mere end halvdelen af de samlede omkostninger ved fremstilling af en komponent.

Omkostningseffektiviteten ved skærende bearbejdning er relateret til:

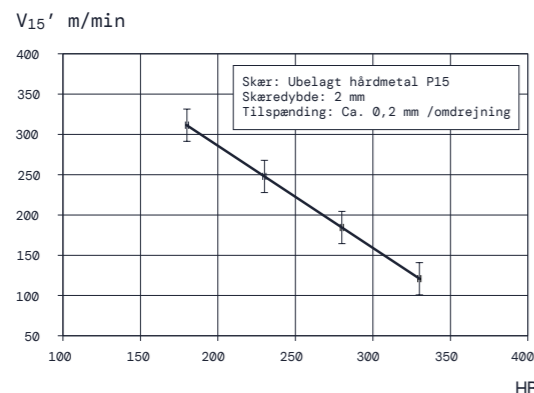
- Indsatsmateriale
- Skærende værktøj
- Maskinens egenskaber

I de sidste 30-40 år har der været betydelige udviklinger og forbedringer på alle disse områder. Specialstål med øget bearbejdelse er blevet optimeret. Belægning af hårdmetal og nye værktøjsmaterialer har gjort det muligt at øge skærehastigheden uden at gå på kompromis med værktøjernes levetid. Samtidig er bearbejdningmaskiner og holdere udviklet mod højere hastigheder, bedre stabilitet, mere fleksibilitet og tilgængelighed samt en højere grad af automatisering.

I denne brochure lægges der vægt på indsatsmaterialet og især stålprodukter, hvis skærbarhed er forbedret gennem såkaldt M-behandling. Den klassiske metode til at fremme bearbejdelse er ved at tilføje legeringselementer, der danner indeslutninger i stålet. Den mest almindelige er svovl enten alene eller i kombination med bly. Automatstål er stål

med forsætlig tilsætning af disse legeringselementer. Ulempen er, at store mængder af indeslutninger reducerer andre egenskaber som duktilitet, slagsejhed og udmattelsesstyrke. Af denne grund er automatstål ikke egnet til andet end let belastede komponenter.

For komponenter, der udsættes for høje belastninger under drift, kræves stål med øget styrke/hårdhed. Sidstnævnte er også vigtigt for at modvirke slid. Men hårdere stål er sværere at bearbejde, se figuren nedenfor.



Figuren viser omtrent forholdet mellem bearbejdelse og hårdhed af stål. V15 er skærehastigheden, når værktøjet er slidt efter 15 minutters drift. Værdier henviser til tør drejning i stål uden tilsigtede tilsætningsstoffer, der øger maskinbearbejdelse.

For drejning med moderne belagte værktøjer er V15-værdien 25-35% højere, men relativt set er påvirkningen af hårdhed den samme. Et stål så som 42CrMo4, hvis hårdhed er ca. 300HB kan kun drejes halvt så hurtigt som det blødere stål C45E, som typisk er 200HB. En af drivkræfterne bag udviklingen af M-Stål®\* var at forbedre bearbejdelse af hårdere stål i området 250-350HB, især lavlegeret krom-molybdæn og krom-nikkel-molybdænstål i sejhærdet tilstand. Imidlertid har det vist sig, at den bearbejdelsesforbedrende M-behandling er effektiv ved både lavere og højere hårdhedsniveauer.

Hvis komponenter, der er varmebehandlet til høj hårdhed, såsom gear, fjedre eller rullelejer, kan drejes i stedet for at slibes, får du bedre overflader til en lavere pris. Forbedrede skærende værktøjer i kombination med mere stabile bearbejdningmaskiner gør det muligt at overveje bearbejdning i stedet for at slibe hærkede dele. En ny erfaring er, at M-behandling har en positiv virkning, selv når der skal bearbejdes meget hårdt stål, f.eks. indsætningsstål, der er indsatshærdet op til en overfladehårdhed på 60-62 HRC.

### Hvorfor forbedres skærbarheden ved M-behandling?

Ligesom automatstål opnår M-stål øget bearbejdelse takket være tilstedeværelsen af indeslutninger. I modsætning til automatstål er M-behandlede stål kendetegnet ved kun et marginalt forhøjet svovlindhold i kombination med en tilsætning af calcium. I stedet for hårde indeslutninger af aluminiumoxid, som ellers slider på værktøjet, dannes blødere calciumaluminater omgivet af en sulfidskal. Denne type indeslutning har flere fordele:

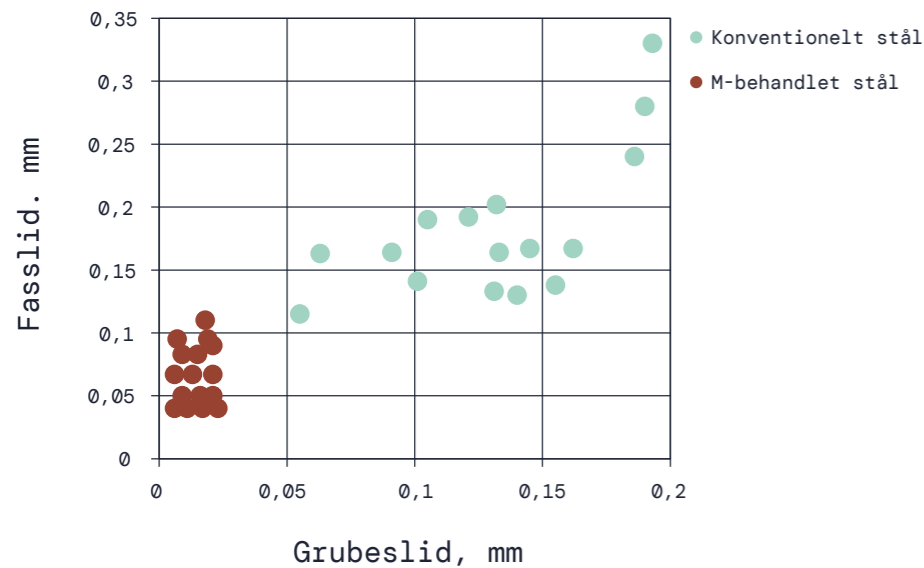
- Mindre værktøjsslitage takket været manglen på hårde indeslutninger, især aluminiumoxid.
- Dannelse af en calciumholdig belægning på skærkanten ved høje skærehastigheder, hvilket bidrager til mindre slid.
- God spånbrudning.
- Mere ensartet bearbejdning, der giver bedre planlægning af f.eks. værktøjsskift ved ubemandet bearbejdning.

- Ekstremt begrænset negativ indvirkning på andre vigtige egenskaber for komponenter (duktilitet, slagsejhed, udmattelsesstyrke), da antallet og gennemsnitsstørrelsen af indeslutninger er mindre end i automatstål.

Det sidste punkt er særligt vigtigt, fordi forbedringen af bearbejdelse af f.eks. sejhærdede stål ikke må forstyrre den gode kombination af styrke og slagsejhed, der er vigtig i applikationer, hvor denne type stål anvendes.

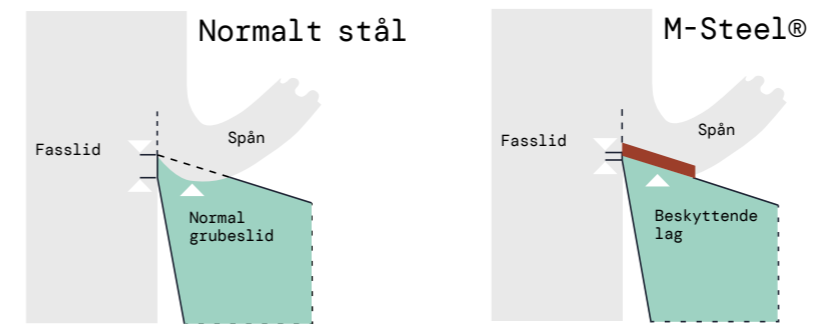
### God skærbarhed levering efter levering

Produktionen af M-Stål kræver omhyggelig kontrol, så den forbedrede bearbejdelse er ens fra batch til batch, levering efter levering. Calcium er flygtigt og forsvinder let under smeltningen, hvis tilsætningen ikke foretages korrekt. Hvis stålet ikke får det korrekte calciumindhold, dannes den rigtige slags indeslutninger ikke, og effekten på skærbarheden vil være mindre eller måske slet ikke være til stede. Tibnor har et mangeårigt samarbejde med Ovako, som er førende inden for produktion af M-behandlede stål med ensartet og god kvalitet, og hvor den gode effekt på



Figuren viser slidværdier efter 7 minutters indgreb ved drejning af forskellige charger af hærdet 25CrMoS4. Værdierne for M-behandlet stål sammenlignes med værdierne fra konventionelt stål. Værktøj: ubelagt hårdmetal, P10.

Billederne nedenfor sammenligner slidprocesser ved drejning af konventionel S355J2 og 520M fra Ovako. Ved høje skærehastigheder øges fasselitage hurtigt for det konventionelle stål, og skærkanten forbruges efter en relativt kort indgrebstid. Derimod for bearbejdning af M-Stål forskydes punktet for hurtig slid mod meget længere tider. Når det kommer til grubeslid, er den ved M-Stål meget lille på grund af den beskyttende belægning, der dannes mellem værktøjet og spånerne.



Det reducerede slid betyder enten færre stop relateret til værktøjsskift, eller at skærehastigheden kan øges, ofte med 20-30% sammenlignet med konventionelt stål. Begge effekter fører til forbedret produktivitet.

bearbejdighed opnås igen og igen. Et problem, der ofte opstår, når konventionelle stål skal bearbejdes, er, at bearbejdigheden kan være uens. Dette kan føre til problemer, især ved bearbejdning i ubemandede maskiner, hvor du vil undgå, at ikke-planlagte værktøjsskift stopper produktionen. Figuren nedenfor viser, hvordan M-behandling reducerer spredningen i bearbejdighed af et hærdet stål 25CrMo4.

Som det kan ses, har konventionelt stål en stor spredning i bearbejdighed. Nogle charger er tilfredsstillende, mens andre slet ikke er gode. De M-behandlede charger er ikke kun kendetegnet ved overordnet bedre skærbarehed, men spredningen i resultatet er også meget mindre. Materialets opførsel ved skærende bearbejdning er meget mere ens fra batch til batch, levering efter levering.

Med M-Stål forbedres skærbareheden på næsten alle aspekter

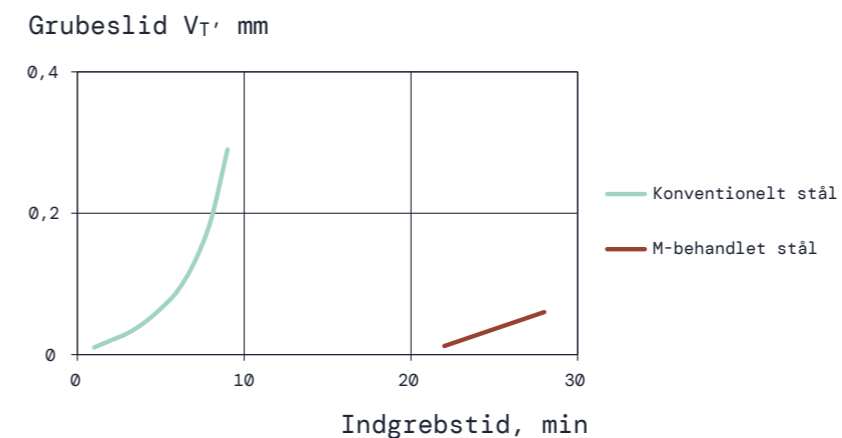
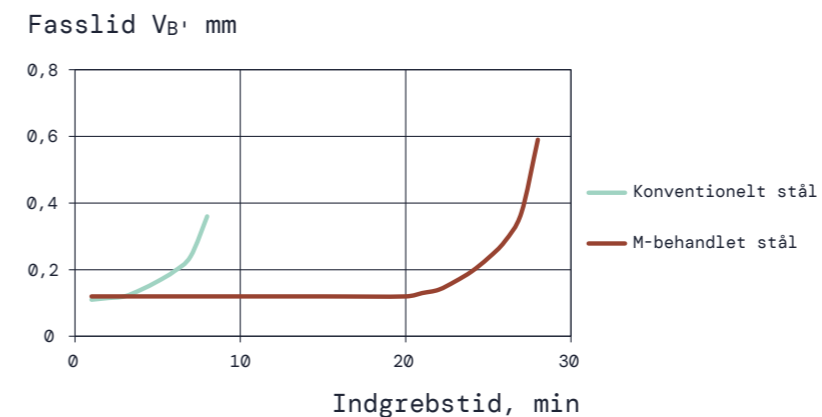
God bearbejdighed inkluderer følgende egenskaber og koncepter:

- Lille værktøjsslitage
- God spånproduktion
- Høj skærehastighed
- Lave skærekrafter
- God overfladefinish

Disse er ofte forbundet. For eksempel betyder lavt værktøjsslitage, at der kan bruges højere skærehastigheder. Men ikke altid - skærekrafterne til bearbejdning af bløde stål med lavt kulstofindhold er ganske vist lave, men disse materialer har i mange henseender en lidt mindre god bearbejdighed som følge af blandt andet dårlig spånproduktion.

Reduceret værktøjsslitage giver højere skærehastigheder

I M-stål erstattes hårde, abrasive indeslutninger med blødere partikler bestående af calciumaluminat og calciumsulfid, mens der dannes en beskyttende belægning indeholdende calcium mellem skærkanten og arbejdsmateriale.

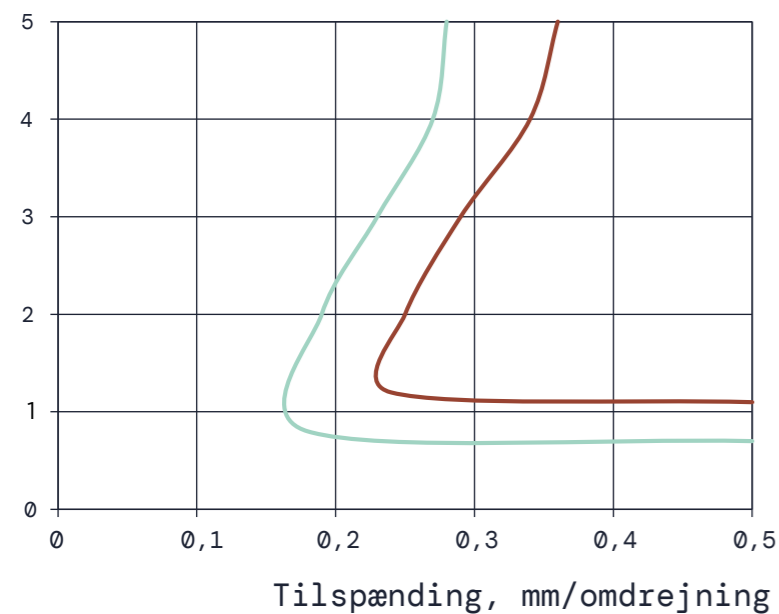


## God spånproduktion giver gnidningsfri produktion og bedre overflader

Spånproduktion er en vigtig egenskab, der er af særlig betydning ved ubemandet bearbejdning og til arbejde, hvor pladsen er begrænset, f.eks. ved boring eller indvendig drejning. Høj tilspænding og stor skæredybde resulterer i tykkere spåner, der lettere brydes.

Imidlertid reduceres både tilspænding og skæredybde under finbearbejdning for at opnå acceptabel overfladefinish, og dårligere spånbrud må til en vis grad accepteres. Sammenlignet med konventionelle stål er M-Stål kendetegnet ved, at der opnås god spånproduktion, selv for kombinationer af skæredybde og tilspænding i finbearbejdningssområdet. Figuren viser, hvordan kombinationen af skæredybde og tilspænding med acceptabel spånproduktion udvides til venstre, dvs. mod mindre værdier, for et M-stål i sammenligning med det tilsvarende konventionelle stål.

### Skæredybde, mm

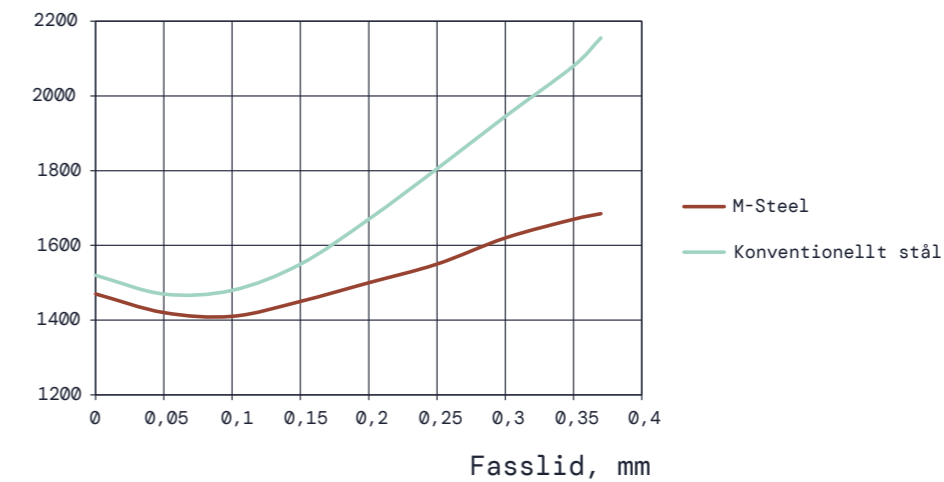


Spånproduktionsdiagram til drejning, hvor det konventionelle stål S355 sammenlignes med 520M. Belagt hårdmetal P15 med D-geometri (75° vinkel), skærehastighed 450 m/min uden skærevæske.

## Lave skærekrafter letter bearbejdning

Skærekrafterne stiger i paritet med stigende slitage på værktøjet. Dette gælder også for M-Stål, men det er vist, at stigningen i skærekraft er meget mere beskeden end for det tilsvarende konventionelle stål. Nogle gange er maskinens kraft begrænsende, og i sådanne tilfælde giver M-Stål mulighed for at bruge mere effektive skæredata uden risiko for, at maskinen ikke vil være i stand til at imødekomme det øgede effektbehov, når værktøjet er slidt op. Figuren illustrerer denne langsommere stigning i skærekraft, når man drejer et M-behandlet stål sammenlignet med et konventionelt materiale (ståltype: 20NiCrMo2-2, normaliseret 170 HB).

### Skærekraft, N



Udvikling i skærekraft med graden af slid ved drejning i hærdet stål 20NiCrMo2-2. Overfladebehandlet hårdmetal P15, skærehastighed 245m / min, skæredybde 2 mm, tilspænding 0,4 mm / omdrejning uden skærevæske. (Kilde: SAE Technical Publication 910147).

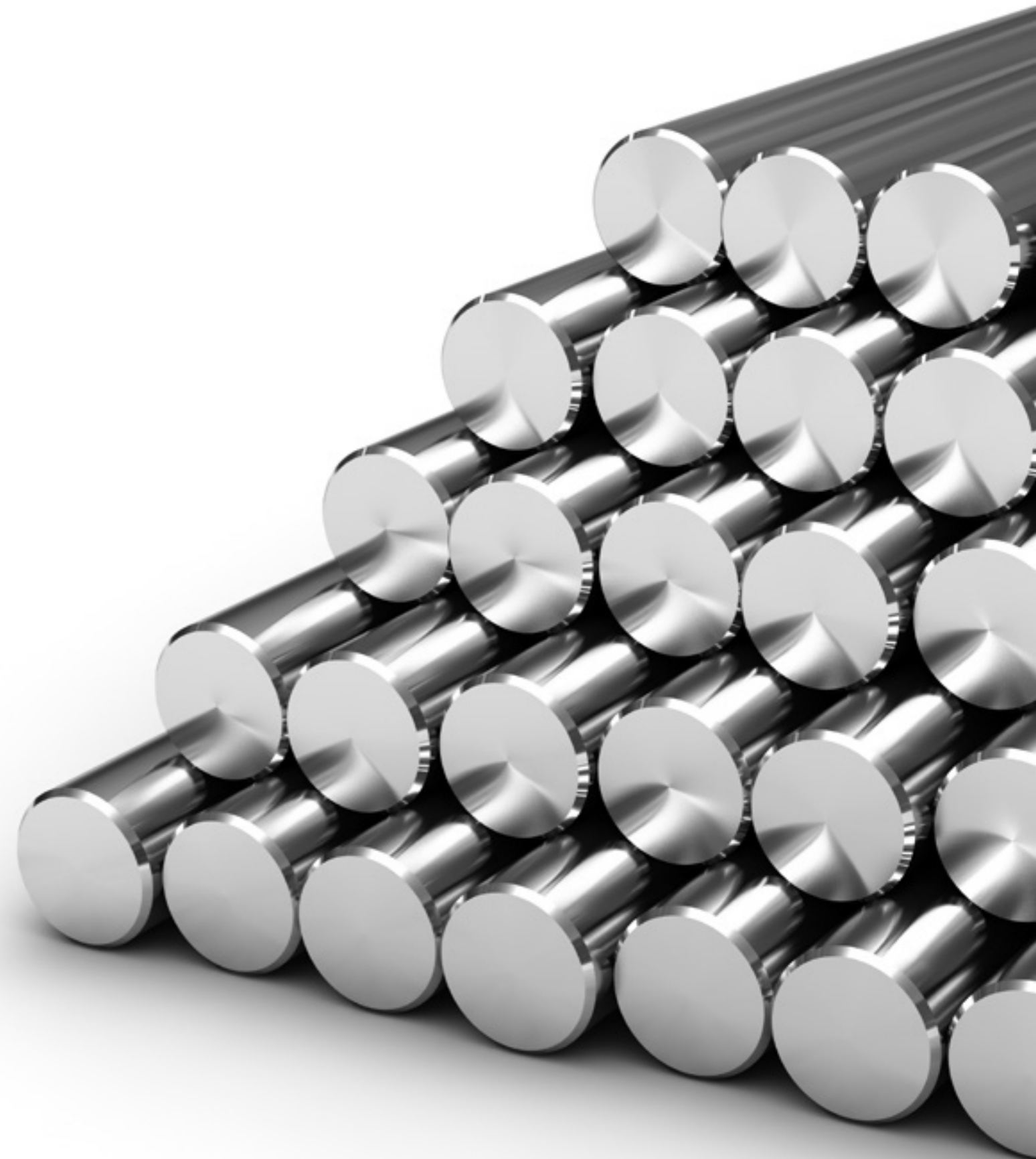
# Hvornår kommer M-Stål bedst til sin ret?

002

De karakteristiske indeslutninger i M-Stål er hårdere end dem, der findes i automatstål og blødgøres ved højere temperaturer.

Af denne grund kommer M-Stål til sin ret, når skærehastigheden og dermed skærkantens temperatur er høj. M-effekten er derfor tydeligere mærkbar ved bearbejdning med belagt hårdmetal end med f.eks. ubelagt hurtigstål eller hårdere typer af ubelagt hårdmetal, hvor skærehastigheden normalt er signifikant lavere. M-Stål viser sin højere ydeevne, selv når den bearbejdes med cermet og visse keramiske skær. Tabellen opsummerer virkningen af M-behandlingen på forskellige typer skærende værktøjer og bearbejdningsforhold.

Skærende værktøj	Betingelser	Effekten af M-behandling
Hurtigstål, ubelagt	Lav skærehastighed	Gennemsnitlig
Hurtigstål, ubelagt	Høje skærehastigheder	Mindre
Hurtigstål, PVD-belagt (TiN)	Lav skærehastighed	Gennemsnitlig
Hurtigstål, PVD-belagt (TiN)	Høje skærehastigheder	Signifikant
Hårdmetal, P10 (ubelagt)	Meget stabil maskine	Meget signifikant
Hårdmetal, P20 (ubelagt)	Normal stabilitet	Signifikant
Hårdmetal, P30 (ubelagt)	Normal stabilitet	Mindre
Hårdmetal, alle typer, belagt TiC-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -TiN	Normal stabilitet	Signifikant
Hårdmetal, alle typer, belagt Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Normal stabilitet	Signifikant
Cermet, alle typer og belægninger	Finbearbejdning	Meget signifikant
Keramisk blandet, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + TiC	Meget stabil maskine	Meget signifikant
Keramisk, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Meget stabil maskine	Mindre



# Anbefalinger ved drejning af M-stål i Tibnors lagerprogram

003

Værdier henviser til drejning med belagt hårdmetal ISO P15 og henviser til en slidtid på 15 minutter. De skal kun betragtes som vejledende, og afvigelser kan forekomme afhængigt af det nøjagtige valg af maskine og værktøjsmateriale. (Skærehastighed =  $\pi \times D \times N/1000$  hvor D er stangdiametere i mm, og N er spindelhastigheden i o/min., for at konvertere kW til hestekræfter, gang med 1,341)

Ståltype og tilstand	Tilspænding mm/omdrejning	Skæredybde, mm					Skærehastighed, m/min og effektbehov, kW				
		1	2	3	5	7					
520 MW+ Varmvalset 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 Varmvalset 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
	0,65	460	12	430	19	410	28	390	44	370	58

Ståltype og tilstand	Tilspænding mm/omdrejning	Skæredybde, mm					Skærehastighed, m/min og effektbehov, kW				
		1	2	3	5	7					
520M Varmvalset 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
	0,65	380	9	350	14	330	23	310	36	300	49
550M, 550MW+ Koldtrukket 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
	0,65	340	8	310	14	300	21	280	33	270	44
SS 2511M/ 16NiCrS4 Varmvalset 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
	0,65	340	8	310	14	300	21	280	33	230	37
SS 2225M-03/06 (SS-EN 25CrMoS4) Sejhhærdet 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
	0,65	290	6	260	12	250	18	240	27	230	37
SS 2225M-05 (SS-EN 25CrMoS4) Sejhhærdet 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
	0,65	250	6	230	11	220	16	210	25	200	33
SS 2244M-04 (SS-EN 42CrMoS4) Sejhhærdet 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
	0,65	220	6	220	10	200	14	190	22	180	29
SS 2244M-05 (SS-EN 42CrMoS4) Sejhhærdet max HB310 R <sub>m</sub> 1050 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	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
	0,65	220	6	220	10	200	14	190	22	180	26
SS 2244M-05 (SS-EN 42CrMoS4) Sejhhærdet max HB310 R <sub>m</sub> 1050 N/mm <sup>2</sup>	0,20	360	3	320	6	300	8	280	13		
	0,30	290	4	260	6	250	10	240	15	230	21
	0,40	250	4	230	7	220	10	210	16	200	22
	0,50	230	4	210	8	200	11	190	18	180	24
	0,65	200	5	190	9	180	12	170	19	160	26
SS 2541M-03 (SS-EN 34CrNiMo6) Sejhhærdet max HB 325 R <sub>m</sub> 1050 N/mm <sup>2</sup>	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
	0,50	220	4	200	6	180	10	170	15	160	20
	0,65	190	4	180	7	160	10	150	17	140	22

Under andre forhold end dem, der gælder for værdier i tabellen, kan skærehastigheder og effektbehov ganges med følgende faktorer.

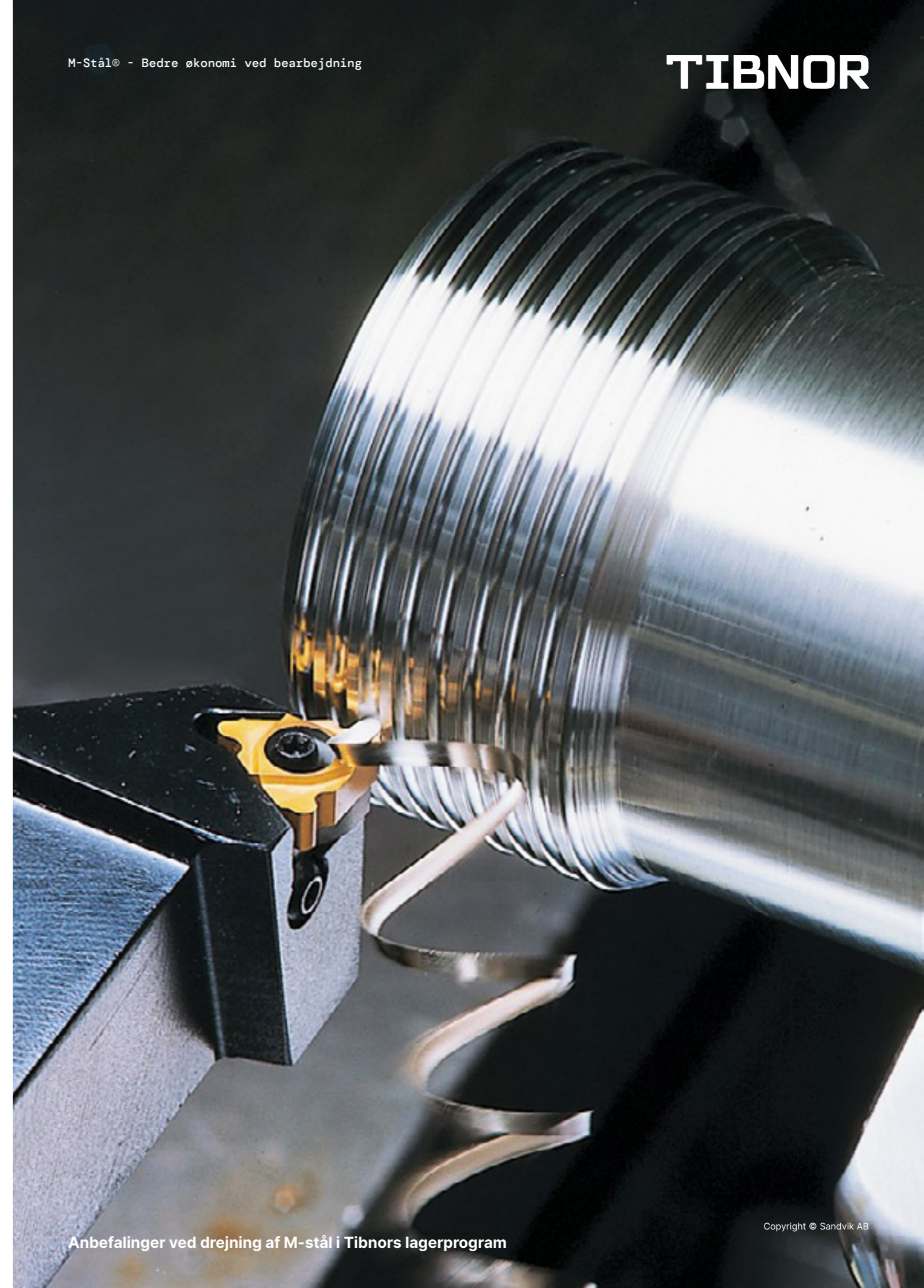
Slidtid 30 minutter:	0,80
Slidtid 60 minutter:	0,65
Værktøj belagt hårdmetal P20-25:	0,95
Værktøj belagt hårdmetal P30-35:	0,85
Værktøj cermet P10:	1,10
Skæreplade med spidsvinkel <80°:	0,9
Varmbearbejdet overflade:	0,7...0,9
Diskontinuerlig drejning og/eller store variationer i skæredybde:	0,7...0,9
Ustabile forhold, f.eks. lang værktøjsholder:	0,8...0,95
Yderst stabile forhold:	1,1
Ikke M-Stål:	0,75

Overfladefinishen ved drejning påvirkes hovedsageligt af tilspændingen og værktøjets næseradius i henhold til nedenstående tabel.

Næseradius, mm	Tilspænding mm/omdrejning						
	0,1	0,15	0,2	0,25	0,30	0,40	0,50
	Overfladefinish 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

Ovenstående værdier henviser til Ra, som er den gennemsnitlige afvigelse. Profildybden er ofte mere interessant, og dette kan estimeres som  $(\text{tilspænding})^2 \times 1000 / (8 \times \text{næseradius})$ , hvor tilspænding er angivet i mm/omdrejning og næseradius i mm for at beregne profildybden i µm.

Overfladefinishen udtrykt som profildybde forbedres af små tilspændinger, så ved finbearbejdning holdes tilspændingen under et vist niveau, som en tommelfingerregel mindre end en tredjedel af værktøjets næseradius. Et såkaldt Wiper-værktøj med et modificeret næseform halverer overfladefinishen for en given tilspænding ellers kan tilspændingen (og dermed produktiviteten) fordobles med bibeholdt overfladefinish.





# Anbefalinger ved boring af M-stål i Tibnors lagerprogram

004

Værdierne henviser til boring af bundhuller med en diameter på 10 mm og en dybde på 30 mm uden starthuller. Værktøjet er et spiralbor med belagt hårdmetal med indre køling. Slidkriterium: boret er slidt efter 1.500 huller, dvs. efter 45 m boret længde. De angivne værdier er kun vejledende.

Ståltipe	Tilstand	Skæredybde, mm					
		0,05		0,01		0,15	
		Hastighed (o/min og m/min) og boretid i min					
520MW+	Varmvalset ca. 180 HB	10800/340	83	6800/215	66	5200/160	58
HYDAX 25	Varmvalset ca 170 HB	11100/350	81	7000/220	65	5300/165	57
520M	Varmvalset ca 180 HB	10800/340	83	6800/215	66	5100/160	59
550M, 550MW+	Koldtrukket ca 200 HB	10000/20	90	6300/200	72	4800/150	63
SS 2511M (SS-EN 16Ni-CrS4)	Varmvalset ca 200 HB	10000/320	90	6300/200	72	4800/150	63
SS 2225M-03/06 (SS-EN 25CrMoS4)	Sejhærdet 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)	Sejhærdet 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)	Sejhærdet 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)	Glødet max HB 240	6600/210	136	4100/130	109	3200/100	95
SS 2244M-05 (SS-EN 42CrMoS4)	Sejhærdet 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)	Sejhærdet max HB 325 R <sub>m</sub> 1050 N/mm <sup>2</sup>	4900/155	183	3100/100	146	2300/75	128

For andre forhold end dem, der gælder for værdier i tabellen, kan skærehastigheder, omdrejningstal og boretider ganges med følgende faktorer:

Ustabile forhold:	Skærehastighed og omdrejning/min	Boretid
Boret længde til opslidt 20 m (667 huller):	1,30	0,35
Boret længde til opslidt 30 m (1.000 huller):	1,10	0,60
Værktøj hurtigstål ubelagt:	0,15-0,20	5,5-60
Værktøj hurtigstål belagt:	0,30-0,35	2,5-3,0
Ekstern køling:	0,9	1,1
Varmbearbejdet overflade:	0,9	1,1
Ustabile forhold:	0,7-0,8	1,4
Yderst stabile forhold:	1,1	0,85
Ikke M-Stål:	0,8	1,25

# M-Stål i andre bearbejdningsoperationer

005

## Fræsning

Effekten af M-Stål er ikke så mærkbar under fræsning som ved drejning eller boring. Årsagen til dette er den periodiske karakter af fræsning. Skærekantstemperaturen er ikke så høj som f.eks. ved drejning, hvilket betyder, at den beskyttende calciumholdige belægning ikke udvikler sig i samme omfang.

## Afstikning

Afstikning indgår som en operation ved bearbejdning af hele længder i en stanglader. Eftersom afstikning indebærer en tværgående bearbejdning mod midten af stangen, reduceres skærehastigheden med en øget risiko for "svejsning" mellem værktøj og arbejdsmateriale. Med M-Stål modvirkes dette af den calciumholdige belægning, der opbygges på værktøjet.

## Savning

Sammenlignet med konventionelt stål kan savetiden ved savning af M-Stål reduceres med ca. 15% uden negative konsekvenser for klingens levetid. Denne forbedring opnås uanset om savningen udføres med en savklinge af bimetaltype (stål/hurtigstål) eller med et hårdmetalbelagt savklinge.

Nogle eksempler på forbedringer ved byt til M-Stål

M-Steel	Konventionelt motsvarighet	Detalj	Största fördelarna med M-Steel
520M	S355J2 (SS 2172)	Hydraulisk bussning	Möjliggjorde obemannad tillverkning
SS 2244M-05	42CrMoS4	Komponenter för	Högre produktionstakt, jämnare kvalitet, bättre ytfinhet
SS 2541M-03	34CrNiMo6	Komponenter för släpvagnskoppling	Högre produktionstakt, jämnare kvalitet, bättre ytfinhet
SS 2511M	16NiCrS4	Sätthärdad kolv	Hårdsvarvning 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/borrard detalj	Högre produktionstakt, bättre kvalitet
SS 2244M-05	42CrMoS4	Drivaxel	Möjliggjorde obemannad tillverkning

Hvis vi præsenterer et af ovenstående eksempler i detaljer, var de kvantitative effekter af overgangen til M-Stål som følger:

Fremstilling af drejet og boret del (300.000/år) i robotstyret CNC-maskine. Udgangsmateriale - skaldrejet stangdiameter 40,8 mm. Overgang fra S355J2 til 520M resulterede i følgende forbedringer:

- Skærehastigheden kunne øges med 40% for drejning og 90% boring. Ikke desto mindre forbedrede værktøjets levetid med et gennemsnit på tre gange.
- Cyklustiden pr. detalje kunne afkortes med 13%.
- Tidligere bekymringer på grund af dårlig spånbrudning kunne elimineres fuldstændigt.
- Ingen uplanlagte afbrydelser i ubemandet produktion.
- Mindre vibrationer.
- Udvidede muligheder for operatøren til at håndtere flere maskiner.

Et skøn over den økonomiske betydning af disse forbedringer findes i nedenstående tabel.

	S355J2	520M		Kommentar
Materialeomkostninger (1)	4,0	5,0	kr/detalje	0,8 kg pr. detalje
Værktøjsomkostninger (2)	0,6	0,2	kr/detalje	Slidtid pr. skærekant øget med en faktor på tre
Udnyttelsesgrad	70	80	procent	Mindre afbrydelse og færre stop for værktøjsskift
Cyklustid	62	54	sekunder/detalje	Øget skærehastighed
Produktionshastighed	40	53	detaljer/time	Lavere cyklustid og højere udnyttelsesgrad
Maskinomkostninger (3)	20	15	kr/detalje	800 kr/time
<b>TOTAL OMKOSTNINGER (1)+(2)+(3)</b>	<b>24,6</b>	<b>20,2</b>	<b>kr/detalje</b>	<b>18% lavere omkostninger med 520M uden hensyntagen til eventuel lavere omkostninger for operatøren</b>

# Sammenfatning

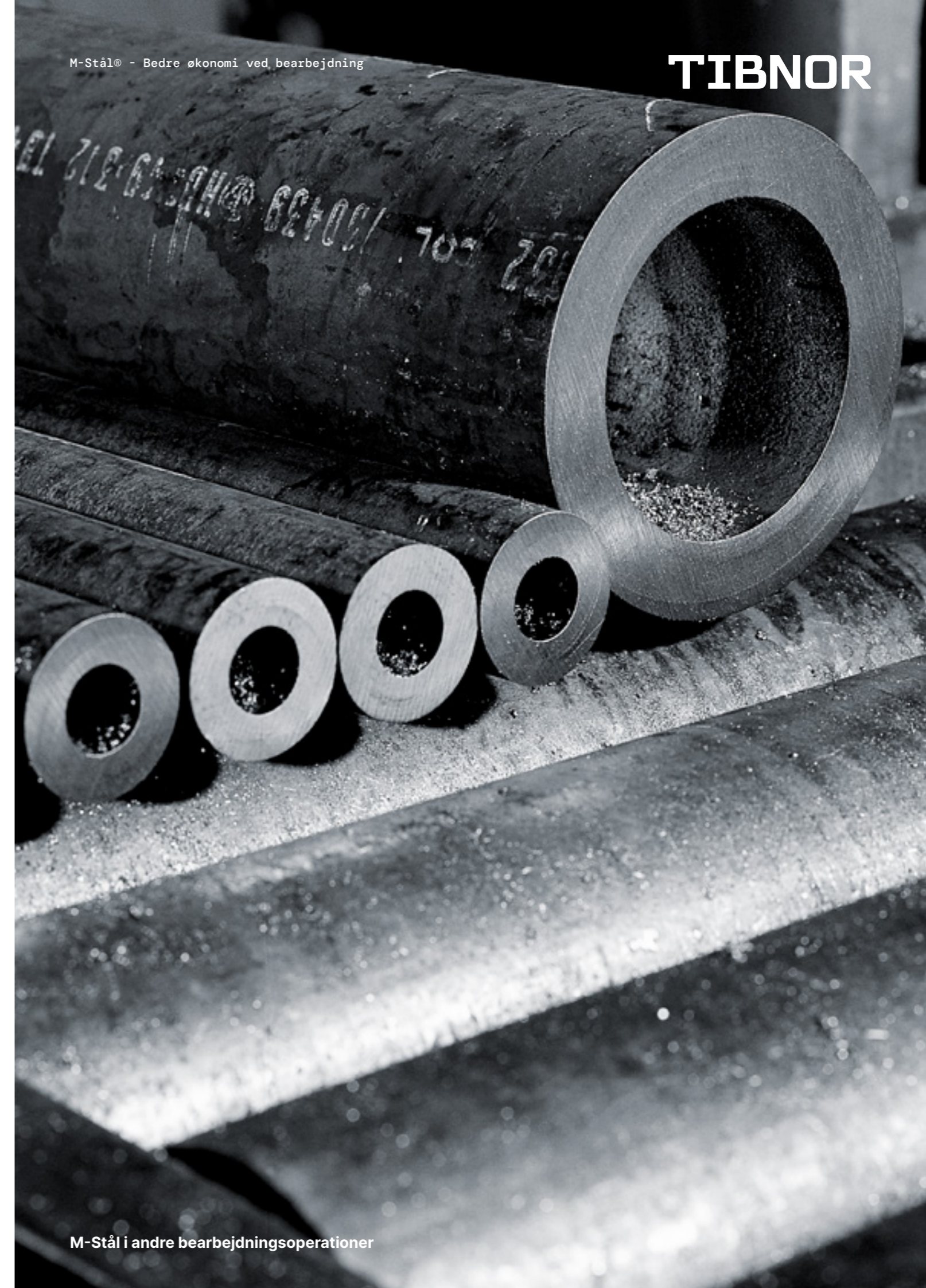
006

---

Sammenfattende betyder en overgang til M-Stål:

- 20–30% højere skærehastighed eller to til tre gange længere værktøjslevetid
- Færre forstyrrelser
- Færre nye indstillinger og værktøjsændringer
- Øget produktionskapacitet

M-Stål er baseret på standardstål med uændrede mekaniske egenskaber sammenlignet med det tilsvarende konventionelle stål og kræver derfor ingen ændringer i specifikationer eller tegninger.



# TIBNOR

Tibnor er den førende leverandør af stål til Norden og Baltikum. I et stærkt samarbejde med SSAB, vores øvrige leverandører og vores kunder, forsyner Tibnor den nordiske og baltiske industri med et bredt udvalg af produkter og services inden for stål og metal.