

JAN PEDERSEN

METALLURGI

FOR INGENIØRER

10. UDGAVE

APPENDIKS

Indholdsfortegnelse

Appendiks A	1
Spændingstensoren i to dimensioner.....	1
Hovedspændinger og hovedretninger	6
Appendiks B.....	9
Betegnelser for ståltyper	9
Betegnelser efter DS/EN10027-1.....	9
Symbolgruppe a	9
Symbolgruppe b	10
Symbolgruppe c	11
Stål der er karakteriseret ved den kemiske sammensætning, gruppe 2.....	12
Undergruppe 2.1.....	12
Undergruppe 2.2.....	13
Undergruppe 2.3.....	13
Undergruppe 2.4.....	13
Appendiks C.....	15
Standardisering af metalliske materialer	15
Nationale standards	15
Forskellige typer standarder.....	16
Sprogbrug: normer og standarder	17
Tabeller	18
Tabel 1. Grundstofferne indtil uran og nogle af deres konstanter.	19
Tabel 2. Svejsbare stål til kolddeformation efter EN 10149: 2016.....	22
Tabel 3. Almene konstruktionstal efter DS/EN 10025.....	23
Tabel 4. Finkornsstål, kontrolleret valset. EN 10113-3.	24
Tabel 5. Stål til trykbeholdere.....	26
Tabel 6. Trykbeholderstål til lave temperaturer.....	30
Tabel 7. Normaliserede finkornsstål, DS/EN 10025-3:2019, DS/EN 10025-1:2004	32
Tabel 8. Sejhærdningsstål.....	34
Tabel 9. Sejhærdningsstål til flamme- og induktionshærdning	36
Tabel 10. Sejhærdningsstål til nitrering.....	37
Tabel 11. Indsætningsstål efter DIN/EN 17210.....	38
Tabel 12. Automatstål, ventilstål, fjederstål	39

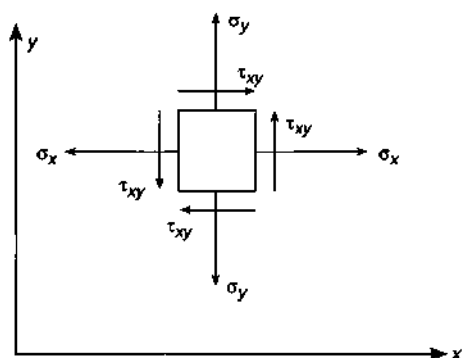
Tabel 14. Styrketal for austenitisk rustfast stål (n/nm ²)	41
Tabel 15. Ferritiske og martensitiske rustfri stål.....	42
Tabel 16. Værktøjsstål	43
Tabel 17. Støbejern og SG-jern.....	45
Tabel 18. Tempergods.....	46
Tabel 19. Stålgods.....	47
Tabel 20. Egenskaber af støbejern med lamelgrafit.....	48
Tabel 21. Legeret støbejern.....	49
Tabel 22. Aluminiumlegeringer til støbning.....	50
Tabel 23. Aluminium og aluminiumlegeringer til valsede, trukne og ekstruderede produkter	51
Tabel 24. Styrketal for aluminiumlegeringer.....	52
Tabel 25. Kobber og kobberlegeringer	53
Tabel 26. Zink og zinklegeringer.....	55
Tabel 27. Diagrammer over svingningsstyrken for kulstofstål.....	56
Tabel 28. Tilnærmet sammenligning af hårdhedstal og trækstyrke.....	57
Engelsk ordliste.....	59
Udenlandske (især engelske) Forkortelser	62

Appendiks A

Spændingstensoren i to dimensioner

Udgangspunktet for det følgende er en todimensional spændingstilstand (normalt kaldet plan spændingstilstand). Man kan f.eks. tænke sig, at spændingstilstanden findes i en skive med tykkelsen $t = 1$.

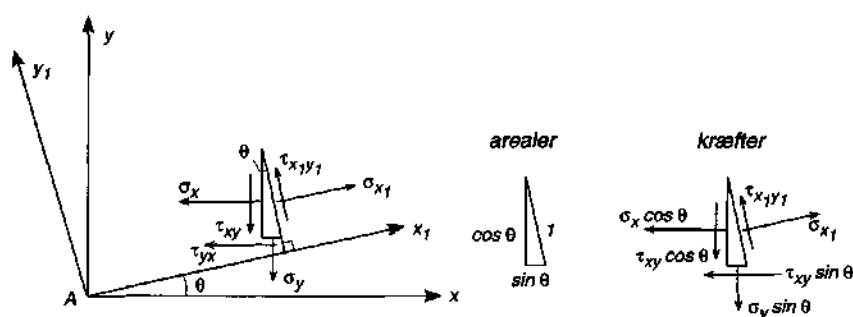
Man kan i et vilkårligt punkt A finde spændingstilstanden som vist på figur A.1. (Spændingen vinkelret på papirets plan forudsættes = 0).



Figur A.1.

Man kan nu indføre et koordinatsystem X_1Y_1 , der er drejet den vilkårlige vinkel θ i forhold til det givne. Vi ønsker at finde spændingstilstanden i (det vilkårlige) punkt A, udtrykt i X_1Y_1 systemet.

På figur A.2 er vist et stykke af legemet med punkt A skåret løs ved 3 tænkte akseparallelle snit.



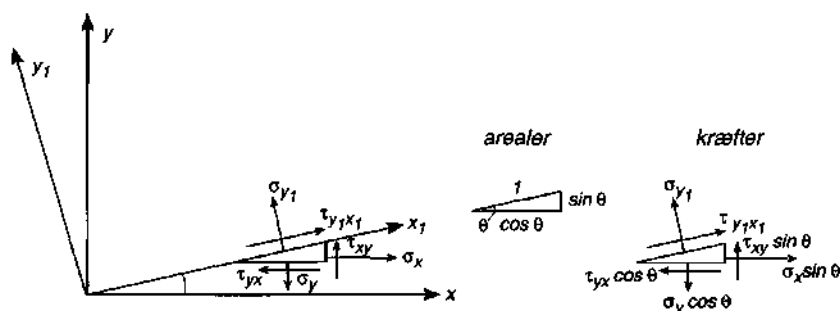
Figur A.2.

Hvis vi vælger snitlængden ad Y_1 akse = 1, fås de i arealfiguren viste snitlængder ($t = 1$). Kræfterne fås nu som produkt af areal og spænding.

Kraftligevægten i X_1 og Y_1 retningerne giver nu:

$$\begin{aligned}\sigma_{x1} &= \sigma_x \cos\theta \cos\theta + \tau_{xy} \cos\theta \sin\theta + \tau_{xy} \sin\theta \cos\theta + \sigma_y \sin\theta \sin\theta \\ \tau_{x1y1} &= -\sigma_x \cos\theta \sin\theta + \tau_{xy} \cos\theta \cos\theta - \tau_{xy} \sin\theta \sin\theta + \sigma_y \sin\theta \cos\theta\end{aligned}$$

Ved at tænke sig et nyt legeme skåret fri, som vist figur A.3, fås de forhold, figuren viser.



Kraftligevægten giver her:

$$\begin{aligned}\tau_{x1y1} &= -\sigma_x \sin\theta \cos\theta - \tau_{xy} \sin\theta \sin\theta - \tau_{xy} \cos\theta \cos\theta + \sigma_y \cos\theta \sin\theta \\ \sigma_{y1} &= \sigma_x \sin\theta \sin\theta - \tau_{xy} \sin\theta \cos\theta - \tau_{yx} \cos\theta \sin\theta + \sigma_y \cos\theta \sin\theta\end{aligned}$$

Eller, hvis ligningerne udskrives i matrixform:

$$T' = \begin{pmatrix} \sigma_{x1} & \tau_{x1y1} \\ \tau_{x1y1} & \sigma_{y1} \end{pmatrix} = RTR^T = \begin{pmatrix} \cos\theta & \sin\theta \\ -\sin\theta & \cos\theta \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \sigma_x & \tau_{yx} \\ \tau_{xy} & \sigma_y \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \cos\theta & -\sin\theta \\ \sin\theta & \cos\theta \end{pmatrix}$$

Det vil sige, at de fire størrelser σ_x , τ_{xy} , τ_{yx} og σ_y tilsammen danner en tensor, der skrevet i matrixform er:

$$T = \begin{pmatrix} \sigma_x & \tau_{xy} \\ \tau_{xy} & \sigma_y \end{pmatrix}$$

Mohrs cirkelkonstruktion

Idet talværdien $\tau_{xy} = \tau_{yx}$ kan udtrykkene for σ_{x1} , τ_{x1y1} , og σ_{y1} skrives:

$$\sigma_{x1} = \sigma_x \cos^2\theta + 2 \tau_{xy} \sin\theta \cos\theta + \sigma_y \sin^2\theta$$

$$\tau_{x1y1} = -\sigma_x \sin\theta \cos\theta + \tau_{xy} (\sin^2\theta - \cos^2\theta) + \sigma_y \sin\theta \cos\theta$$

$$\sigma_{y1} = \sigma_x \sin\theta \sin\theta - 2\tau_{xy} \sin\theta \cos\theta + \sigma_y \cos\theta \cos\theta$$

Ved at indføre udtrykkene for de dobbelte vinkler

$$\cos^2\theta = \frac{1+\cos 2\theta}{2}$$

$$\sin^2\theta = \frac{1-\cos 2\theta}{2}$$

$$\sin\theta\cos\theta = \frac{\sin 2\theta}{2}$$

fås:

$$\sigma_{x1} = \sigma_x \frac{1 + \cos 2\theta}{2} + 2\tau_{xy} \frac{\sin 2\theta}{2} + \sigma_y \frac{1 - \cos 2\theta}{2}$$

$$\tau_{x1y1} = -\sigma_x \frac{\sin 2\theta}{2} + \tau_{xy} \frac{1 + \cos 2\theta - (1 - \cos 2\theta)}{2} + \sigma_y \frac{\sin 2\theta}{2}$$

$$\sigma_{y1} = \sigma_x \frac{1 - \sin 2\theta}{2} + 2\tau_{xy} \frac{\sin 2\theta}{2} + \sigma_y \frac{1 + \cos 2\theta}{2}$$

- eller ved omordning af leddene:

$$\sigma_{x1} = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} + \frac{\sigma_x - \sigma_y}{2} \cos 2\theta + \tau_{xy} \sin 2\theta$$

$$\tau_{x1y1} = \frac{-\sigma_x + \sigma_y}{2} \sin 2\theta + \tau_{xy} \cos 2\theta = -\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2} \sin 2\theta + \tau_{xy} \cos 2\theta$$

$$\sigma_{y1} = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} + \frac{\sigma_x - \sigma_y}{2} \cos 2\theta - \tau_{xy} \sin 2\theta$$

Ved omordning af leddene for σ_{x1} fås:

$$\sigma_{x1} = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} = \frac{\sigma_x - \sigma_y}{2} \cos 2\theta + \tau_{xy} \sin 2\theta$$

Ved kvadrering af dette, samt udtrykket for $\tau_{x_1y_1}$:

$$\left(\sigma_{x_1} - \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2}\right)^2 = \left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 \cos^2 2\theta + 2 \frac{\sigma_x - \sigma_y}{2} \tau_{xy} \sin 2\theta \cos 2\theta + \tau_{xy}^2 \sin^2 2\theta$$

$$\tau_{x_1y_1}^2 = \left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 \sin^2 2\theta - 2 \frac{\sigma_x - \sigma_y}{2} \tau_{xy} \sin 2\theta \cos 2\theta + \tau_{xy}^2 \cos^2 2\theta$$

Ved at summere disse ligninger fås:

$$\left(\sigma_{x_1} - \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2}\right)^2 + (\tau_{x_1y_1})^2 = \left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 (\cos^2 2\theta + \sin^2 2\theta) + \tau_{xy}^2 (\sin^2 2\theta + \cos^2 2\theta)$$

Eller

$$\left(\sigma_{x_1} - (\sigma_x + \sigma_y)/2\right)^2 + (\tau_{x_1y_1})^2 = \left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + \tau_{xy}^2$$

Ved at sammenligne dette udtryk med det matematiske udtryk for en cirkel:

$(x-a)^2 + (y-b)^2 = r^2$ og for en cirkel med centrum på x-aksen:

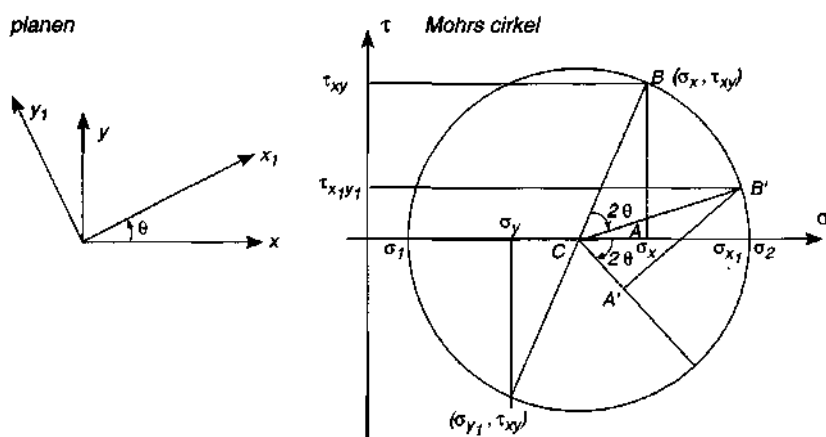
$(x-a)^2 + y^2 = r^2$ ses det, at det fundne udtryk må fremstille en cirkel i et θ - τ koordinatsystem, idet hele højre side består af givne størrelser og altså er konstant ($=r^2$),

$$\text{leddet } \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2}$$

er også konstant (invariant I_1).

$$\text{Cirkelns radius } r = \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + \tau_{xy}^2}$$

$$\text{Cirkelns centrum } \sigma = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2}$$



Figur A.4.

Mohrs cirkel konstrueres ved at afsætte centrum c som

$$\sigma = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2}$$

på σ akse. Derefter plottes punkt $B = (\sigma_x, \tau_{xy})$, der er et periferipunkt på cirklen.

Man kan nu indse sammenhængen mellem de udledte formler og Mohrs cirkel på følgende måde:

$$\text{I } \triangle ABC \text{ er } CA = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} \text{ og } AB = \tau_{xy}$$

Drejer vi $\triangle ABC$ vinklen 2θ i modsat retning af θ i planen fås $\triangle A'B'C$.

$$\sigma_{y1} = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} + \frac{\sigma_x - \sigma_y}{2} \cos 2\theta - \tau_{xy} \sin 2\theta \text{ som tidligere udledt}$$

og analogt

$$\tau_{x1y1} = -CA' \cos(90 - 2\theta) + A'B' \cos 2\theta \text{ eller}$$

$$\tau_{x1y1} = -\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2} \sin 2\theta + \tau_{xy} \cos 2\theta \text{ som tidligere udledt.}$$

Af figur A.4 ses det desuden, at B's diametrale punkt i cirklen har koordinaterne $(\sigma_y, -\tau_{xy})$.

Hovedspændinger og hovedretninger

Af figur A.4 fremgår det, at den største og mindste værdi af σ kan antages bestemt af cirkelns skæringspunkter med σ -aksen.

Disse spændinger er på figuren kaldt henholdsvis σ_2 og σ_1 , oftest benævnt 2. og 1. hovedspænding.

De tilsvarende akser kaldes 2. og 1. hovedakse.

Man kan opnå, at x_1 -aksen skal falde sammen med 2. hovedakse ved at dreje ΔABC mod uret, således at B falder i σ_2 (på σ aksen).

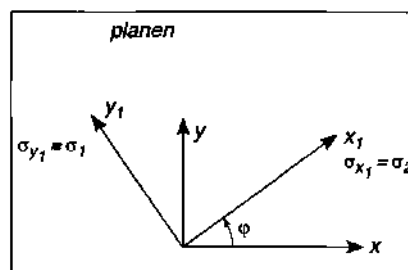
Drejningsvinklen 2φ bestemmes af $2\varphi = \angle BCA$ eller:

$$\operatorname{tg} 2\varphi = \frac{\tau + y}{\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}} = \frac{2\tau_{xy}}{\sigma_x - \sigma_y}$$

Man kan nu aflæse

$$\sigma_{x_1} = \sigma_2 \quad \text{og} \quad \sigma_{y_1} = \sigma_1$$

Set i planen fås altså et billede som vist i figur A.5.

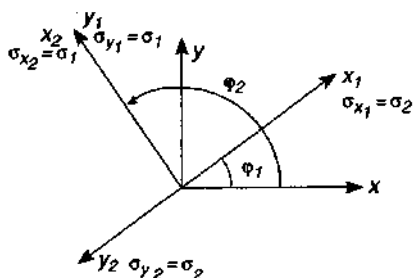


Figur A.5.

Man kan også opnå, at x_2 -aksen falder sammen med 2. hovedspændingsakse: Man drejer A ABC således, at B falder i σ_1 .

Drejningen $2\varphi_2 = 2\varphi_1 + \pi$, svarende til $\varphi_2 = \varphi_1 + 90^\circ$.

Billedet i planen bliver, idet både X_1Y_1 og X_2Y_2 indtegnes som vist på figur A.6, altså reelt set det samme resultat.



Figur A.6.

Eksempel

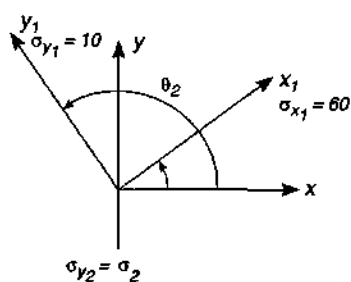
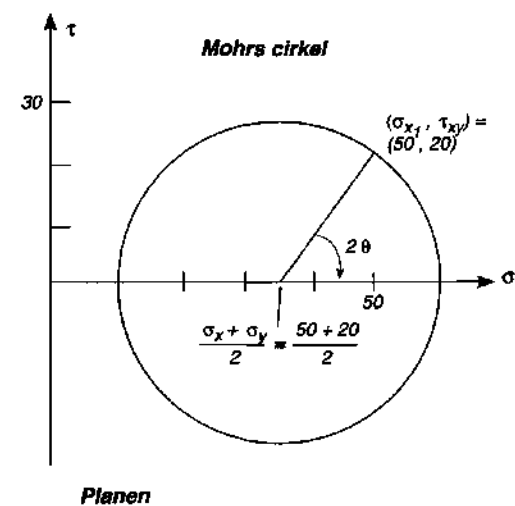
Givet er spændingstilstanden:

$$\sigma_x = 50 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_y = 20 \text{ N/mm}^2 \quad \tau_{xy} = 20 \text{ N/mm}^2 \quad \text{Find hovedspændingerne i størrelse og retning.}$$

$$\text{Spændingstensoren } T = \begin{pmatrix} T_{11} & T_{12} \\ T_{21} & T_{22} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \sigma_x & \tau_{xy} \\ \tau_{xy} & \sigma_y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 50 & 20 \\ 20 & 50 \end{pmatrix} \text{ N/mm}^2$$

Resultaterne kan aflæses på Mohrs cirkel (figur A.7):



Figur A.7.

$$2\theta = 53^\circ$$

$$\sigma_{x1} = \sigma_2 = 60 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{y1} = \sigma_1 = 10 \text{ N/mm}^2$$

eller beregnes:

$$\text{tg } 2\theta = \frac{2\tau_{xy}}{\sigma_x - \sigma_y} = \frac{40}{30}$$

$$2\theta = 53,13^\circ$$

$$r = \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + \tau_{xy}^2} = \sqrt{15^2 + 20^2} = 25$$

$$\left. \begin{array}{l} \sigma_1 \\ \sigma_2 \end{array} \right\} = C \pm r = 35 \pm 25 = \begin{cases} 10 \text{ N/mm}^2 \\ 60 \text{ N/mm}^2 \end{cases}$$

da $\sigma_x > \sigma_y$ og $|\theta| < 45^\circ$, er $\sigma_{x1} = \sigma_2$

og i matrixform

$$T_1 = \begin{pmatrix} \sigma_{x1} & \tau_{x1y1} \\ \tau_{x1y1} & \sigma_{y1} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 60 & 0 \\ 0 & 10 \end{pmatrix} \text{ N/mm}^2$$

Det bemærkes, at hovedspændingerne svarer til, at tensoren er på diagonalform.

Appendiks B

Betegnelser for ståltyper

De materialebetegnelser, der skal bruges i de nuværende normer over hele Europa, er beskrevet i EN 10027. Den danske betegnelse for den nuværende udgave er: DS/EN 10027-1:2016. Disse standarder er baseret på det arbejde som ligger i den nu tilbagetrukne til ECISS-information circular IC 10, fra oktober 1993, der fungerede som appendiks til standarden.

Til hver ståltype, også ikke-standardiserede typer, gives der et kodenavn i form af en bogstav-tal kombination. Denne betegnelse beskrives i DS/EN 10027-1 og er beregnet til brug i "Daglig tale". Denne betegnelse vil blive beskrevet nærmere nedenfor. I DS/EN 10027-2 defineres en 5-cifret nummerbetegnelse, der også betegner ståltypen entydigt. Denne nummerbetegnelse er primært beregnet til brug i forbindelse med databehandling. Betegnelsen har formen 1.XXXX, hvor 1. betegner stål. De to først XX er et stålgruppe-nummer, og de to sidste XX er et individuelt nummer for den pågældende legering.

Betegnelser efter DS/EN10027-1

Betegnelserne falder i to hovedgrupper:

- Gruppe 1. For stål der i det væsentlige er specificeret ud fra mekaniske og/eller fysiske egenskaber
- Gruppe 2. For stål der er specificeret ved deres kemiske sammensætning. Gruppen indeholder fire undergrupper med forskellig opbygning af betegnelserne.

Stål der er karakteriseret ved mekaniske/fysiske egenskaber, gruppe 1

Betegnelsen kan i sin fulde form bestå af tre symbolgrupper, her kaldet symbolgruppe a, b og c. De skrives uden mellemrum. Symbolgruppe a afsluttes altid med et tal på mindst 2 cifre. Gruppe b indledes altid med bogstaver, men kan indeholde et tal som sidste ciffer. Gruppe c indledes med et "+", og de enkelte tegn i gruppen er adskilt med "+".

Symbolgruppe a

Symbolgruppe b

Symbolgruppe c

Symbolgruppe a

Denne gruppe kan normalt indeholde tre led, og de to sidste vil altid være til stede.

G_{a1}nnn

Det første symbol G betyder støbegods. Hvis materialet ikke er støbegods, udelades symbolet, og pladsen slettes.

Andet symbol "a1" (anvendelsesgruppen) er et bogstav, der angiver stålets anvendelsesområde.

Nogle af de mulige symboler er:

S	=	konstruktionsstål.
P	=	stål til kedler og trykbeholdere.
L	=	stål til rørledninger.
E	=	"Engineering steels" (stål til maskinelementer).
B	=	armering i beton.
R	=	koldvalset bånd/plade af højstyrkestål for koldformgivning(trækning).
DC	=	koldvalset bånd/plade for dybtrækning.
DD	=	varmvalset bånd/plade for dybtrækning.
M	=	stål for elektriske apparater.

Den sidste gruppe "nnn" er et tal med 2-6 cifre. Betydningen afhænger af anvendelsesgruppe. For stål med symbolerne S, P, L, E, B og H angiver tallet materialets nedre specificerede flydespænding i MPa. Hvis den garanterede flydespænding afhænger af pladetykkelsen, indsættes værdien for mindste tykkelse.

Symbolgruppe b

Symbolgruppen starter efter tallet i symbolgruppe a. Hvis der ikke er anført noget i denne gruppe, fortsættes med symbolgruppe c uden ophold. Symbolgruppen kan bestå af et eller to led:

b₁b₂

Leddenes betydning afhænger af stålets anvendelsesgruppe. For grupperne S, P, L og E gælder følgende:

For b₁ kan indsættes: En angivelse af stålets specificerede slagsejhed KV efter følgende skema.
Tabel B.1.

Test temp. °C	27 J (23 J)	KV-værdi 40 J (33 J)	60 J
20	JR	KR	LR
0	JO	K0	L0
-20	J2	K2	L2
-40	J4	K4	L4
-60	J6	K6	L6

De i parentes anførte KV-værdier gælder for $t > 150$ mm

og/eller et af følgende:

M	=	termomekanisk formgivet.
N	=	normaliseret eller tilsvarende.
Q	=	martensithærdet og anløbet.
G	=	andre karakteristika, f.eks. særlige legeringsindhold.

Symbolet G kan

- enten efterfølges af et 1- eller 2-cifret tal og bruges i så fald til at skelne mellem forskellige tætliggende ståltyper inden for en standard (betydningen vil fremgå af standarden),
- eller af det kemiske symbol for et legeringsstof + et 1-cifret tal, som angiver det gennemsnitlige indhold af legeringsstoffet målt i tiendedele procent.

For b_2 kan indsættes et af følgende:

C	=	for formgivning i kold tilstand.
D	=	belagt ved varmdypning (f.eks. varmforzinket).
E	=	emaljeret.
F	=	smedestykke.
L	=	lavtemperatur.
M	=	termomekanisk formgivet.
N	=	normaliseret eller tilsvarende.
O	=	offshore.
P	=	sheet piling.
Q	=	martensithærdet og anløbet.
S	=	skibsbygning.
T	=	rørledning.
W	=	vejrbestandige (rusttræge).

Symbolgruppe c

Symbolerne i denne gruppe er fælles for alle ståltyper, uanset om disse er kendetegnet ved mekaniske egenskaber eller kemisk sammensætning. I nogle grupper er kun en del af symbolerne anvendelige.

Gruppen kan bestå af op til tre symboler. Hvert symbol indledes med et +. Den har formen:

$+c_1+c_2+c_3$

De symboler, der kan indsættes, fremgår af tabellerne c_1 , c_2 og c_3 . Da de samme bogstaver kan forekomme i flere tabeller, kan der foran symboler fra tabel c_2 sættes et S (+SA i stedet for +A), og foran symboler fra tabel c_3 kan der sættes et T (+TA i stedet for +A).

Tabel c₁:

+C	=	Grovkornet.
+F	=	Finkornet.
+H	=	Hærdelig.
+Z15	=	Forlængelse 15% i tykkelsesretningen.
+Z25	=	Forlængelse 25% i tykkelsesretningen.
+Z35	=	Forlængelse 35% i tykkelsesretningen.

Tabel c₂ (kun enkelte eksempler medtaget):

+A	=	Beklædt med aluminium ved varmdypning.
+AR	=	Beklædt med aluminium ved valsning.
+IC	=	Uorganisk beklædning (uorganisk maling).
+OC	=	Organisk beklædning (maling).
+ZF	=	Varmforzinket.
+ZN	=	El forzinket.

Tabel c₃

+A	=	Soft annealed.
+AC	=	Sfæroidiseret.
+C	=	Kolddeformationshærdet.
+Cnnn	=	Kolddeformationshærdet tallet angiver minimum trækstyrke.
+CR	=	Koldvalset.
+LC	=	Skin passed (for at undgå Lüderske linjer).
+N	=	Normaliseret eller normaliseret under formgivningen.
+Q	=	Martensithærdet og anløbet.
+ST	=	Opløsningsglødet.
+U	=	Ubehandlet.

Efter betegnelsen skal der anføres en indikation af, hvor stålet er specificeret. Hvis det er i en standard, anføres denne.

Stål der er karakteriseret ved den kemiske sammensætning, gruppe 2

Betegnelserne for disse stål er opdelt i fire grupper i standarden kaldet undergruppe 2.1, 2.2, 2.3 og 2.4.

Undergruppe 2.1

Gruppen omfatter ulegerede kulstofstål med manganindhold under 1% (automatstål undtaget). Betegnelsen har formen:

Gnnb + C_n + C_n'

G angiver støbegods (ved andre produkter udelades G). C angiver kulstof og nnn er 100 • middelværdien af det specificerede kulstofindhold målt i vægt %. b angiver et bogstav, der angiver anvendelsesområde og + C_n + C_n kan indeholde symboler fra tabel C₁ og C₃ s. 672.

Undergruppe 2.2

Gruppen omfatter stål, hvor intet legeringselement findes i over 5% (efter vægt), undtagen stålene i undergruppe 2.1. Betegnelsen har formen:

$nnnXxYymmm-nnn$

nnn er $100 \cdot$ middelværdien af det specificerede kulstofindhold målt i vægt %.

$XxYy$ er de kemiske symboler for de karakteristiske legeringsstoffer, ordnet efter mængde. Der kan anføres 1,2 eller flere stoffer.

$mmm-nnn$ er tal, der angiver indholdet af legeringsstofferne i vægt% ganget med en faktor som angivet i tabel B.2. Tallene er adskilt af bindestreger.

Tabel B.2. Multiplikationsfaktor for legeringsstoffer

Faktor	Legeringsstof
4	Cr, Co, Mn, Ni, Si, W
10	Al, Be, Cu, Mo, Nb, Pb, Ta, Ti, V, Zr
100	Ce, N, P, S
1000	B

Undergruppe 2.3

Gruppen omfatter legerede stål, hvor mindst et legeringsstof findes i over 5 vægt% (undtagen HSS-stål). Betegnelsen har formen:

$XnnnXxYymmm-nnn$

Det første symbol "X" kendetegner undergruppen og adskiller den fra undergruppe 2.2. nnn er $100 \cdot$ middelværdien af det specificerede kulstofindhold målt i vægt%

$XxYy$ er de kemiske symboler for de karakteristiske legeringsstoffer, ordnet efter mængde. Der kan anføres 1, 2 eller flere stoffer.

$mmm-nnn$ er tal, der angiver indholdet af legeringsstofferne i vægt%.

Undergruppe 2.4

Gruppen omfatter HSS-stål (High speed steels). Betegnelsen har formen:

$Hxnn-nn-nn-nn$

$nn-nn-nn-nn$ er fire tal adskilt af bindestreg. De angiver indholdet af legeringsstofferne W, Mo, V

og Co i den angivne rækkefølge i vægt%.
Tallene er middelværdien af det specificerede indhold.

Appendiks C

Standardisering af metalliske materialer

Ved handel med metaller eller andre materialer beskrives materialerne i en specifikation, der i princippet beskriver den ønskede leverance entydigt. Den indeholder oplysning om mængde, geometrisk form, materiale, leveringsform, omfanget af dokumentation, tid og sted for overdragelse etc.

En væsentlig del af specifikationen, materiale, tolerancer på geometrisk form etc. kan ske ved henvisning til relevante standarder. En standard er en specifikation, som er godkendt af et anerkendt standardiseringsorgan til gentagen anvendelse. Det er principielt ikke obligatorisk at overholde en standard, medmindre det er aftalt mellem de berørte parter.

Standardisering skal ses som en måde at rationalisere på. Ved at anvende en materialestandard som specifikation ved køb af råmateriale eller halvfabrikata vil en fremstillingsvirksomhed ikke blot spare arbejdskraft til selv at udarbejde specifikation af materialet og af den prøvning af materialet, der skal ligge til grund for købet. Det vil også være lettere at sælge produkterne, fordi køberen ikke hver gang skal tage stilling til nye materialespecifikationer ved vurderingen af det tilbudte produkt. Også det værk der skal fremstille materialet kan rationalisere både fremstilling og afprøvning, når der kun skal arbejdes efter et begrænset antal specifikationer.

Nationale standards

I praktisk taget alle industrilande foreligger der standards over en række metalliske materialer og deres afprøvning.

Disse standarder er traditionelt udarbejdet ud fra kendskab til de materialer, der fremstilles i det pågældende land. Når en materialefabrikant, f.eks. et stålværk, har udviklet en ny legering, vil det ny produkt blive beskrevet og defineret i en værftsspecifikation. Når produktet har fungeret tilfredsstillende i en årrække, og produktionen har nået en rimelig størrelse, og flere værker har produkter, der ligner hinanden, vil det være en fordel med en national standard. En sådan standard vil indeholde et eller flere af følgende elementer:

1. En beskrivelse af materialet. Kemisk sammensætning, fremstillingsmåde, toleranceområde for mekaniske egenskaber: brudstyrke, svigtspænding, brudforlængelse, slagsejhed etc., samt henvisning til standarder for, hvordan afprøvningen skal foretages. Desuden vil varmebehandlingstilstand og overfladebeskaffenhed ofte være specificeret.
2. Omfanget af den afprøvning, der skal foretages, og beskrivelse af formen på den rapportering, der skal ledsage leverancen. Herunder regler for prøveudtagning og omprøvning.
3. Produktform: plade, rør, smedemner, profiler etc., samt tolerancer for godstykkelse, længde, planhed etc. Dette gøres normalt ved henvisning til andre standarder. Desuden er der ofte bestemmelser om mærkning af produkterne.
4. Beskrivelse af materialets brugsegenskaber. Alt efter materialets art kan det være deformationsevne, styrke ved høje eller lave temperaturer, udmattelsesstyrke, bearbejdelighed, korrosionsbestandighed, svejsbarhed, hærdeegenskaber eller meget andet.

Standarderne er indrettet, så der fra materialestandarden henvises til andre relevante standarder.

Man kan derved opnå at kunne specificere materialer ved henvisning til en enkelt standard, evt. suppleret med nogle enkelte valg angående f.eks. tolerancer og certifikater.

Forskellige typer standarder

De fleste kender de nationale standarder, f.eks. dansk standard DS. Disse standarder afspejlede ofte nationale traditioner og produkttyper. Inden for materialer, men også for mange andre områder, er de nationale standarder erstattet af forskellige typer internationale standarder, der så ophøjes til national standard og får et navn, der indeholder både det nationale og det internationale symbol.

De vigtigste internationale standarder er:

ISO, der har deltagelse fra mange lande over hele verden. Når ISO som verdensorganisation har godkendt en ny standard, er det frivilligt for de enkelte medlemslande, om de vil indføre normen. Når normen er indført, kan den nationale standardiseringsorganisation på egen hånd ophæve den igen. Sagsbehandlingstiden hos ISO er meget lang, så ISO-normer er svære at opdatere. ISO-normer der er dansk standard betegnes DS-ISO.

EURONORM (skrevet med store bokstaver), f.eks. EURONORM 168/86, hvor /86 angiver årstal for sidste revision. Disse standarder blev udformet i 1960'- og 70'erne. Det er ligesom ved ISO-normerne frivilligt for de enkelte lande at indføre og afskaffe disse standarder. De afløses i disse år af de nedenfor omtalte europæiske standarder og får så et nummer, der fremkommer ved at lægge 10000 til EURONORMENs nummer.

Europæisk standard, ofte kaldet Euronorm (skrevet med små bogstaver), betegnelse f.eks. EN 10025 og som dansk standard DS/EN 10025. Dette er det nye europæiske tiltag inden for internationale normer. Standarderne redigeres og udgives af CEN (Comité Européen de Normalisation), og når en standard er godkendt i CEN skal den inden et år være indført som national standard i alle medlemslande, og alle konfliktende normer (herunder også ISO og EURONORM) skal være trykket tilbage. Medlemslande er Belgien, Danmark, Finland, Frankrig, Tyskland, Grækenland, Island, Irland, Italien, Luxembourg, Holland, Norge, Portugal, Sverige, Schweiz, Storbritannien og Østrig.

En europæisk standard redigeres normalt på enten engelsk, tysk eller fransk og oversættes af CEN til de to andre af disse sprog. DS/EN standarderne udsendes normalt på engelsk. I nogle tilfælde bliver de udgivet i dansk oversættelse, således at både den engelske og danske tekst er medtaget. I så fald er den danske tekst uforpligtende, dvs. at i tilfælde, hvor der er tvivl om den danske oversættelses korrekthed, gælder den engelske version.

Nogle europæiske standarder bliver dansk standard ved, at der udsendes et "godkendelsesblad". Det har forside som en dansk standard, f.eks. DS/EN 10136 "Kemisk analyse af jernholdige materialer. Bestemmelse af nikkel i stål og jern. Flammeabsorptionsspektrometrisk metode". Standarden indeholder derefter teksten: "Dette godkendelsesblad bekræfter godkendelsen som dansk standard af Europæisk Standard EN 10 136, november 1989, med hvilken den danske standard er identisk (IDT)". Selve teksten i EN 11 136 gengives ikke.

En del ISO-normer er godkendt som europæisk standard. F.eks. er ISO 945 godkendt under betegnelsen EN ISO 945. Den tilsvarende danske standard er DS/EN ISO 945. EN-godkendelsen sikrer at standarden bliver indført i alle medlemslandene.

Når en EN-standard udgives som national standard (f.eks. som dansk standard DS/EN, eller som engelsk standard BS/EN) skal denne indeholde den oprindelige EN-udgaves tekst, men kan desuden indeholde nationale kommentarer og tilføjelser, f.eks. nationale varianter af de internationale legeringer. De nationale kommentarer og tilføjelser er klart markeret i teksten, f.eks. med

betegnelsen "national kommentar". Det betyder at den danske og den engelske standard med samme EN-nummer ikke altid er identiske, selv om de eventuelt begge er skrevet på engelsk. Det er derfor vigtigt altid at referere til en national standard (f.eks. DS/EN 10025) og ikke til EN-udgaven (EN 10025)

Andre materialestandarder

Foruden de nationale og internationale normer, er der en del organisationer der har udarbejdet specifikationer, der i praksis har status som materialestandarder, nogle af de vigtigste er: AISI American Iron and Steel Institute ASME American Association of Mechanical Engineers ASTM American Society for Testing Materials SAE Society of Automotive Engineers.

Derudover har USA's hær og flåde en række specifikationer, der har vundet almindelig anerkendelse: Mill, spec og Navy spec. Nogle af disse specifikationer er mere "up to date" end almindelige standarder og kan evt. have karakter af en ønskeseddel om et nyt materiale med forbedrede brugsegenskaber.

En del stålværker sælger en del af deres produkter efter egne specifikationer. Der kan f.eks. være tale om speciallegeringer, der ikke er optaget i standarder, eller om legeringer der leveres med snævrere toleranceområde eller mindre indhold af følgestoffer end foreskrevet af de gældende standarder.

Sprogbrug: normer og standarder

En standard betegner i de skandinaviske og de engelsksprogede lande en specifikation, der tilstræber at opnå identiske produkter. Når man henviser til en standard for metriske gevind eller almene konstruktions-stål, forventer man at få et produkt, der nøjagtigt svarer til det, man kan få fra mange andre leverandører.

Det tilsvarende ord på tysk og fransk er normer.

Da en standard tilstræber reproducerbarhed, er der en tilbøjelighed til, at den teknologiske udvikling gør det muligt at fremstille produkter, der er bedre end standarden foreskriver. Det er derfor ikke obligatorisk at følge en standard, undtagen hvis det er aftalt. Der er inden for metalliske materialer et vist marked for ikke-standardiserede materialer.

En norm betegner i de skandinaviske lande et regelsæt, der fastlægger et sikkerhedsniveau og giver eksempler på gældende praksis inden for området.

Normer bruges til områder, hvor det er nødvendigt at give stort råderum for individuelle løsninger og udformninger. Bygningsnormer, rørledningsnormer, kedel- og trykbeholdernormer er kendte eksempler.

Normer er ofte autoriseret af en offentlig myndighed (kedel- og beholdernormer af Arbejdstilsynet, byggenormer af ministeriet) eller af en større organisation (Lloyds register of shippings normer for skibsbygning). Det er ofte et krav, at man skal følge et normsæt, hvis man vil arbejde inden for et område, og det er ofte et krav, at en konstruktion skal godkendes af den autoriserede myndighed, før den sættes i produktion.

Tabeller

De i tabellerne anførte oplysninger er samlet fra standarder, firmakataloger samt i enkelte tilfælde fra oversigtsværker, som f.eks. Metal Handbook.

De enkelte tabeller kan enten være udvidet eller indskrænket i forhold til de standardblade, der refereres til. F.eks. er styrketal ofte kun anført for enkelte godstykkelsesområder og varmebehandlingstilstande. Ved egentlig konstruktion bør oplysningerne derfor kontrolleres i nyeste standardblade eller firmakataloger.

Tabel 1. Grundstofferne indtil uran og nogle af deres konstanter.

Atom	Navn	Symbol	nr.	Atomvægt	Smeltepunkt °C	Kogepunkt °C	Masse- fylde (fast) Kg/dm ⁵	Krystal- gitter ¹⁾	Atom- afstand i gitter. Å (atomdia- meter)
1	Brint, hydrogen	H		1,008	-259,2	-252,8		HCP	0,92
2	Helium	He		4,003	-269,7	-268,9		-	-
3	Litium	Li		6,939	180,5	1609	0,53	BCC	3,03
4	Beryllium	Be		9,012	1277	1530	1,85	HCP	2,22
5	Bor	B		10,811	2030	2550	2,34	TET	1,94
6	Kulstof, carbon	C		12,011	37272)		3,51	DIA HEX	1,54 1,42
7	Kvælstof, nitrogen	N		14,007	-210	-195,8	1,03	CUB	1,42
8	Ilt, oxygen	O		16,000	-218,8	-183,0	1,43	ORT	1,20
9	Fluor	F		18,998	-220	-188,2	1,3	-	-
10	Neon	Ne		20,183	-248,7	-245,9	1,45	FCC	1,60
11	Natrium	Na		22,990	97,8	890	0,97	BCC	3,71
12	Magnesium	Mg		24,312	650	1110	1,74	HCP	3,19
13	Aluminium	Al		26,982	660,2	2450	2,70	FCC	2,86
14	Silicium	Si		28,086	1410	2300	2,34	DIA	2,35
15	Fosfor	P		30,974	44,2	280	1,83	ORT	2,18
16	Svovl	S		32,064	119	246,2	2,07	FCO	2,12
17	Klor	Cl		35,453	-110	-34,7	1,9	ORT	2,14
18	Argon	Ar		39,948	-189,4	-185,8	1,67	FCC	3,84
19	Kalium	K		39,102	63,7	770	0,86	BCC	4,62
20	Calcium	Ca		40,08	850	1440	1,55	FCC BCC	3,93 3,98
21	Scandium	Sc		44,956	1539		2,99	FCC	3,20
								HCP	3,23
22	Titan	Ti		47,90	1727		4,51	HCP (a) BCC (P)	2,91 -
23	Vanadium	V		50,942	1900	3400	6,1	BCC	2,63
24	Krom	Cr		52,996	1875	2500	7,19	BCC (α)	2,49
25	Mangan	Mn		54,938	1245	2150	7,43	CUB(a) CUB(p) FCT(γ)	2,24 2,36 2,58
26	Jern	Fe		55,847	1539	2740	7,87	BCC (α) FCC(γ)	2,48 2,52
27	Kobalt	Co		58,933	1495	2900	8,85	HCP (α) FCC (p)	2,49 2,51
28	Nikkel	Ni		58,71	1452	3100	8,89	FCC (P)	2,49
29	Kobber	Cu		63,54	1083	2336	8,93	FCC	2,55
30	Zink	ZN		65,37	419,5	906	7,13	HCP	2,66
31	Gallium	Ga		69,72	29,8	2070	5,91	ORT	2,43
32	Germanium	Ge		72,59	937		5,32	DIA	2,44
33	Arsen	As		74,92	817 ³⁾	610	5,72	RHO	2,51
34	Selen	Se		78,96	217	680	4,79	HEX	2,32
35	Brom	Br		79,91	-7,2	19,0	3,12	ORT	2,38

Tabel 1. Grundstofferne indtil uran og nogle af deres konstanter. (fortsat)

Atom	Navn nr.	Symbol	Atomvægt	Smeltepunkt °C	Kogepunkt °C	Massefylde (fast) Kg/dm ³	Krystalgitter ¹⁾	Atomafstand i gitter. Å (atomdiameter)
36	Krypton	Kr	83,80	-157,3	-152	3,0	FCC	3,94
37	Rubidium	Rb	85,47	38,9	680	1,53	BCC	4,87
38	Strontium	Sr	87,62	768	1380	2,60	FCC	4,30
39	Yttrium	Y	88,91	1509		4,47	HCP	3,59
40	Zirkonium	Zr	91,22	1852		6,49	HCP BCC	3,16 3,12
41	Niobium	Nb	92,91	2415		8,57	BCC	2,85
42	Molybdæn	Mo	95,94	2610	4800	10,2	BCC	2,72
43	Technetium	Tc	(99)	2200		11,5	HCP	-
44	Ruthenium	Ru	101,7	2500	4900	12,2	HCP	2,64
45	Rhodium	Rh	102,9	1960	4500	12,4	FCC	2,68
46	Palladium	Pd	106,7	1552	4000	11,9	FCC	2,75
47	Sølv	Ag	107,87	960,8	2200	10,5	FCC	2,88
48	Cadmium	Cd	112,40	321	767	8,64	HCP	2,97
49	Indium	In	114,8	156,2		7,31	FCT	3,24
50	Tin	Sn	118,7	231,9	2270	7,29	DIA TET	2,80 3,02
51	Antimon	Sb	121,8	630,5	1440	6,68	RHO	2,90
52	Tellur	Te	127,6	450	1390	6,24	HEX	2,86
53	Jod	I	126,9	113,7	183	4,94	ORT	2,70
54	Xenon	X	131,3	-112	-108		FCC	4,36
55	Cesium	Cs	132,9	28,7	690	1,9	BCC	5,24
56	Barium	Ba	137,3	714	1640	3,5	BCC	4,34
57	Lanthan	La	138,9	920		6,19	HCP FCC	3,72 3,75
58	Cerium	Ce	140,1	804		6,77	HCP FCC	3,63 3,63
59	Praseodym	Pr	140,9	919		6,77	HEX FCC	3,63 3,64
60	Neodym	Nd	144,2	1019		7,0	HEX	3,62
61	Promethium	Pm	146	1027			HEX	-
62	Samarium	Sm	150,4	1072		7,49	RHO	-
63	Europium	Eu	152	826		5,24	BCC	3,96
64	Gadolinium	Gd	157,3	1312		7,86	HCP	3,55
65	Terbium	Tb	158,9	1356		8,25	HCP	3,51
66	Dysprosium	Dy	162,5	1497		8,55	HCP	3,50
67	Holmium	Ho	164,9	1461		6,79	HCP	3,48
68	Erbium	Er	167	1497		9,15	HCP	3,46
69	Thulium	Tm	169	1545		9,31	HCP	3,45
70	Ytterbium	Yb	173	824		6,96	FCC	3,87
71	Lutetium	Lu	175	1650		9,85	HCP	3,44
72	Hafnium	Hf	178,5	2222		13,1	HCP	3,13

Tabel 1. Grundstofferne indtil uran og nogle af deres konstanter. (fortsat)

Atom nr.	Navn	Symbol	Atomvægt	Smeltepunkt °C	Kogepunkt °C	Massefylde (fast) Kg/dm ³	Krystalgitter ¹⁾	Atomafstand i gitter. Å (atomdiameter)
73	Tantal	Ta	180,9	2996		16,6	BCC	2,85
74	Wolfram	W	183,9	3410	5930	19,3	BCC	2,74
							CUB	2,52
75	Rhenium	Re	186,2	3180		21,0	HCP	2,73
76	Osmium	Os	190,2	2700	5500	22,5	HCP	2,67
77	Iridium	Ir	193,1	2442	5300	22,4	FCC	2,71
78	Platin	Pt	195,2	1769	4410	21,45	FCC	2,77
79	Guld	Au	197,2	1063	2970	19,32	FCC	2,88
80	Kviksølv	Hg	200,6	-38,4	357	13,55	RHO	3,00
81	Thallium	Tl	204,4	303	1460	11,85	HCP	3,40
							BCC	3,66
82	Bly	Pb	207,2	327,4	1750	11,34	FCC	3,49
83	Bismuth	Bi	208	271	1420	9,8	RHO	3,11
84	Polonium	Po	210				MON	2,81
85	Astat	At	212				-	-
86	Radon	Rn	222	-71	-61,8		-	-
87	Francium	Fr	223				-	-
88	Radium	Ra	226	700		5,0	TET	-
89	Actinium	Ac	227	1050			-	-
90	Thorium	Th	232	1750		11,6	FCC	3,60
91	Protactinium	Pa	231	1230		15,4	TET	-
92	Uran	U	238	1132		19,0	ORT	2,76

1) CUB: Kubisk; TET: Tetragonal; ORT: Orthorhombisk; DIA: Diamantgitter; RHO: Rhombisk; MON: Monoklin; HEX: Heksagonal; FCO: Face centered ORT; FCT: Face centered TET.

2) Sublimerer.

3) Under tryk.

Tabel 2. Svejsbare stål til kolddeformation efter EN 10149: 2016.

Betegnelse ¹	Norm	Kemisk analyse vægt% ²⁾										Mekaniske egenskaber Brudforlængelse min ³⁾				Bukkediameter ved 180° godstykkelse t ³⁾	Anbefalet bukeradius ved 90° bukning ved godstykkelse t		
		C	Mn max	Si max	Total Al min	Nb max	V max	Ti max	Mo max	B max	Trækstyrke Rm ²⁾ MPa	Flydespænding min ReH ¹⁾ MPa A0 = 80 mm %	A0 = 5d %	t<3	3<t<6		t>6		
1	S 315MC	0,12	1,30	0,50	0,015	0,09	0,20	0,15						0	0	0,5 t	1,0 t		
2	S 355MC	0,12	1,50	0,50	0,015	0,09	0,20	0,15	-	-				0,5 t	0	0,5 t	1,0 t		
3	S 420 MC	0,12	1,50	0,50	0,015	0,09	0,20	0,15	-	-				0,5 t	0,5 t	1,0 t	1,5 t		
4	S 460 MC	0,12	1,60	0,50	0,015	0,09	0,20	0,15	-	-				1,0 t	0,5 t	1,0 t	1,5 t		
5	S 500 MC	0,12	1,70	0,50	0,015	0,09	0,20	0,15	-	-				1,0 t	1,0 t	1,5 t	2,0 t		
6	S 550 MC	0,12	1,80	0,50	0,015	0,09	0,20	0,15	-	-				1,5 t	1,0 t	1,5 t	2,0 t		
7	S 620 MC	0,12	1,90	0,50	0,015	0,09	0,20	0,22	0,50	0,005				1,5 t	1,0 t	1,5 t	2,0 t		
8	S 650 MC	0,12	2,00	0,60	0,015	0,09	0,20	0,22	0,50	0,005				2,0 t	1,5 t	2,0 t	2,5 t		
9	S 700 MC	0,12	2,10	0,60	0,015	0,09	0,20	0,22	0,50	0,005				2,0 t	1,5 t	2,0 t	2,5 t		
10	S 260 NC	0,16	1,20	0,50	0,015	0,09	0,10	0,15	-	-				0	0,25 t	0,5 t	1,0 t		
11	S 315 NC	0,16	1,40	0,50	0,015	0,09	0,10	0,15	-	-				0,5 t	0,25 t	0,5 t	1,0 t		
12	S 355 NC	0,18	1,60	0,50	0,015	0,09	0,10	0,15	-	-				0,5 t	0,25 t	0,5 t	1,0 t		
13	S 420 NC	0,20	1,60	0,50	0,015	0,09	0,10	0,15	-	-				0,5 t	0,5 t	1,0 t	1,5 t		

1) MC = Controlled Rolled, NC normaliseret eller normaliserende valset.

2) Desuden maks. 0,025 P og maks. 0,015 eller 0,020% S.

3) Prøveemne i valseretningen.

4) Prøveemne på tværs af valseretning.

5) For godstykkelse over 8 mm sænkes kravet 20 MPa.

Note: Varmebehandling over 580°C kan medføre tab af styrke, materialeleverandøren skal kontaktes.

Tabel 3, Almene konstruktionstal efter DS/EN 10025

Betegnelse	Desoxidation (1)	Kvalitetsbetegnelse (2)	Kemisk sammensætning Chargeanalyse (3)								Option 5 Kulstof-ækvivalent maks. Hvis option 5 er valgt			Mekaniske egenskaber, uddrag, Flydespænding R _{eH} , min Mpa (forlængelse L ₈₀ , min) ⁵ %										Minimum indvendig bukkeradius (mm) Ø: Vinkelret på valseretning N: Parallelt med valseretning						
			C maks. for godstykkelser	Mn maks.	Si maks.	P maks.	S maks.	N maks.	t ≥ 40	t > 40 t ≤ 150	150 < t t ≤ 250	< 1	1,5-2	2,5-3	3-16	16-40	40-63	63-80	80-100	100-150	150-200	200-250	1-1,5	2,5-3	4-5	6-7	8-10	12-14	18-20	
S 185 10.035	Opt.	B5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	185	185	185	185	175	maks. tykkelse 25 mm					-	-	-	-	-	-	-
														(10)	(12)	(10)	(18)	(18)						-	-	-	-	-	-	-
S235 JR 10.037	Opt.	BS	0,17	0,2	-	1,4	-	0,045	0,009	0,35	-	-	235	235	235	235	225	maks. tykkelse 25 mm												
JRG1 10.036	FvU	BS	0,17	0,2	-	1,4	-	0,045	0,007	0,35	-	-	(17)	(19)	(21)	(26)	(26)													
JRG2 10.038	FN	BS	0,17	0,17	0,2	1,4	-	0,045	0,009	0,35	0,38	0,4																		
JO 10.114	FN	QS	0,17	0,17	0,17	1,4	-	0,04	0,009	0,35	0,38	0,4	235	235	235	235	225	215	215	215	195	185	175	1,6	3	6	10	16	25	40
J2G3 10.116	FF	QS	0,17	0,17	0,17	1,4	-	0,035	-	0,35	0,38	0,4	(17)	(19)	(21)	(26)	(26)	(25)	(24)	(24)	(22)	(21)	(21)	1,6	3	8	12	20	28	45
J2G4 10.117	FF	QS	0,17	0,17	0,17	1,4	-	0,035	-	0,35	0,38	0,4																		
S275 JR 10.044	FN	BS	0,21	0,21	0,21	1,5	-	0,045	0,009	0,4	0,42	0,44																		
JO 10.143	FN	QS	0,18	0,18	0,18	1,5	-	0,04	0,009	0,4	0,42	0,44	275	275	275	275	265	255	245	235	225	215	205	2	4	8	12	20	28	45
J2G3 10.144	FF	QS	0,18	0,18	0,18	1,5	-	0,035	-	0,4	0,42	0,44	(14)	(16)	(18)	(22)	(22)	(21)	(20)	(20)	(18)	(17)	(17)	2	4	10	16	25	36	50
J2G4 10.145	FF	QS	0,18	0,18	0,18	1,5	-	0,035	-	0,4	0,42	0,44																		
S355 JR 10.045	FN	BS	0,24	0,24	0,24	1,6	0,55	0,045	0,009	0,45	0,47	0,49																		
JO 10.553	FN	QS	20	0,20	0,22	1,6	0,55	0,04	0,009	0,45	0,47	0,49																		
			(4)																											
J2G3 10.570	FF	QS	0,2	0,20	0,22	1,6	0,55	0,035	-	0,45	0,47	0,49	355	355	355	355	345	335	325	315	295	285	275	2,5	5	8	12	20	32	50
			(4)																											
J2G4 10.577	FF	QS	0,2	0,20	0,22	1,6	0,55	0,035	-	0,45	0,47	0,49	(14)	(16)	(18)	(22)	(22)	(21)	(20)	(20)	(18)	(17)	(17)	2,5	5	10	16	25	36	63
			(4)																											
K2G3 10.595	FF	QS	0,2	0,20	0,22	1,6	0,55	0,035	-	0,45	0,47	0,49																		
			(4)																											
K2G4 10.596	FF	QS	0,2	0,2	0,22	1,6	0,55	0,035	-	0,45	0,47	0,49																		
			(4)																											
E29510.050	FN	BS	-	-	-	-	-	0,045	0,009	-	-	-	295	295	295	295	285	275	265	255	245	235	225	-	-	-	-	-	-	-
													(12)	(14)	(16)	(20)	(20)	(19)	(18)	(18)	(16)	(15)	(15)	-	-	-	-	-	-	-
E33510.060	FN	BS	-	-	-	-	-	0,045	0,009	-	-	-	335	335	335	335	325	315	305	295	275	265	255	-	-	-	-	-	-	-
													(8)	(10)	(12)	(16)	(16)	(15)	(14)	(14)	(12)	(11)	(11)	-	-	-	-	-	-	-
E36010.070	FN	BS	-	-	-	-	-	0,045	0,009	-	-	-	360	360	360	360	355	345	335	325	305	295	285	-	-	-	-	-	-	-

1. Opt. = efter producentens valg, FU = uberoliget, FN = uberoliget stål ikke tilladt, FF = helberoliget.

2. BS = base steel, QS = quality steel.

3. Standarden indeholder også regler for produktanalyse

4. for t > 30 mm eller ≤ 0,22 mm.

5. De anførte værdier er for prøver i valseretningen. For bredder > 600 mm har standarden også tilladelige værdier i bredderetningen.

Tabel 4. Finkornsstål, kontrolleret valset. EN 10113-3.

Betegnelse		Kemisk analyse ¹⁾ chargeanalyse [vægt%]							Kulstofækvivalent C _{eq} chargeanalyse [%] for godstykkelse			
EN 10113-3	Nr.	C maks.	Si maks.	Mn	V min.	Al ²⁾ maks.	Ni maks.	N maks.				
S 275 M	1.8818	0,13	0,50	1,50	0,08	0,02	0,30	0,015	0,34	0,34	0,35	(0,38) ³⁾
S275 ML	1.8819	(0,45) ³⁾							-	-	-	-
S355 M	1.8823	0,14	0,50	1,60	0,10	0,02	0,30	0,015	0,39	0,39	0,40	(0,45) ³⁾
S355 ML	1.8834	(0,16) ³⁾							-	-	-	-
S420 M	1.8825	0,16	0,50	1,70	0,12	0,02	0,30 (0,60) ³⁾	0,020	0,43	0,45	-	-
S420 ML	1.8836	(0,18) ³⁾							-	-	-	-
S460 M	1.8827	0,16	0,60	1,70	0,12	0,02	0,45 (0,60) ³⁾	0,025	0,45	0,46	-	-
S460 ML	1.8836	(0,18) ³⁾							-	-	-	-

Tabel 4, fortsat.

	Mekaniske egenskaber							Brudforlængelse [%] L ₀ = 5d min %	Kærslagstyrke min. ⁴⁾			
	Trækstyrke R _m [MPa]	Øvre frydespænding R _{eh} , [MPa] ved tykkelsen							Langsgående prøveemne		Tværgående prøveemne	
		t < 16	16 < t < 40	40 < t < 63	63 < t < 80	80 < t < 100	100 < t < 150		t = -20°C	t = -50°C	t = -20°C	t = -50°C
S 275M	360-510	275	265	255	245	235	225	24	40	-	20	-
S 275 ML									-	27	-	16
S 355M	450-610	355	245	335	325	315	295	22	40		20	-
S 355 ML									-	27	-	16
S 420M	500-660	420	400	390	370	360	340	19	40	-	20	-
S 420 ML									-	27	-	16
S 460M	530-720	460	440	430	410	400	-	17	40	-	20	-
S 460 ML									-	27	-	16

- 1) Desuden gælder for alle stålene Nb < 0,05%, Ti < 0,05%, Mo < 0,20%, P < 0,035 og S < 0,030 for M-stålene.
- 2) Hvis der er tilstrækkeligt N-bindende stoffer, bortfalder denne betingelse.
- 3) For "long products" (profiler).
- 4) Hvis det er specificeret ved bestillingen, option.

Tabel 5. Stål til trykbeholdere

DS/EN 10028-2	Kvalitets angivelse	Legeringsindhold 1) 2) 3)									
		C	Si maks.	Mn	Al min.	Cr	Mo	Nb maks.	Ni maks.	Ti maks.	V maks.
P 235 GH	UQ	<0,16	0,35	0,40- 1,20	0,20	<0,30	<0,08	0,10	0,30	0,03	0,02
P 265 GH	UQ	<0,20	0,40	0,50- 1,40	0,20	<0,30	<0,08	0,10	0,30	0,03	0,02
P 295 GH	UQ	0,08- 0,20	0,40	0,90- 1,50	0,20	<0,30	<0,08	0,10	0,30	0,03	0,02
P 355 GH	UQ	0,10- 0,22	0,60	1,00- 1,70	4	<0,30	<0,08	0,10	0,30	0,03	0,02
16 Mo 3	LE	0,12- 0,20	0,35	0,40- 0,90	4	<0,30	0,25- 0,35	-	0,30	-	-
13 Cr Mo 4-5	LE	0,08- 0,18	0,35	0,40- 1,00	4	0,70- 1,15	0,40- 0,60	-	-	-	-
10 Cr Mo 9-10	LE	0,06- 0,14	0,50	0,40- 0,80	4	2,00- 2,50	0,90- 1,10	-	-	-	-
11 Cr Mo 9-10	LE	0,08- 0,15	0,50	0,40- 0,80	4	2,00- 2,50	0,90- 1,10	-	-	-	-

- 1) Standarden indeholder muligheder for afvigelser (options).
- 2) P max. 0,030, S maks. 0,025, Cu max. 0,30.
- 3) $Cr + Cu + Mo + Ni < 0,70$.
- 4) Al-indholdet skal bestemmes og anføres i certifikatet.

$\sigma_{0,2}$ ved forhøjet temperatur, min, MPa
ved°C

DS/EN 10028-2	Godstyk- kelse mm	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
P 235 GH	<60	206	190	180	170	150	130	120	110	-	-
	60-100	191	175	165	160	140	125	115	105		
	100-150	176	160	155	150	130	115	110	100		
P 265 GH	<60	234	215	205	195	175	155	140	130	-	-
	60-100	207	195	185	175	160	145	135	125		
	100-150	192	180	175	165	155	135	130	120		
P 295 GH	<60	272	250	235	225	205	185	170	155	-	-
	60-100	249	230	220	210	195	180	165	145		
	100-150	266	210	200	195	185	170	155	135		
P 355 GH	<60	318	290	270	255	235	215	200	180	-	-
	60-100	298	270	255	240	220	200	190	165		
	100-150	278	250	240	230	210	195	175	155		
16 Mo 3	<60	-	-	-	215	200	170	160	150	145	140
	60-100				200	185	165	155	145	140	135
	100-150				190	175	155	145	140	135	130
13 Cl Mo 4-5	<60	-	-	-	230	220	205	190	180	170	165
	60-100				220	210	195	185	175	165	160
	100-150				210	200	185	175	170	160	155
10 Cr Mo 9-10	<60	-	-	-	245	230	220	210	200	190	180
	60-100				225	220	210	195	185	175	165
	100-150				215	205	195	185	175	165	159
11 Cr Mo 9-10	<100	-	-	-	-	255	235	225	215	205	195

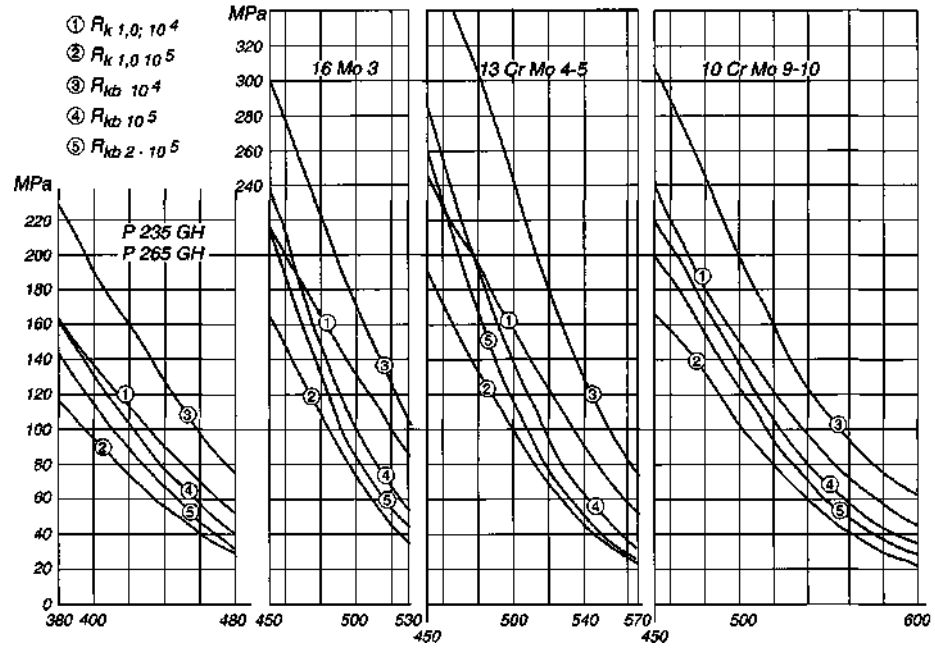
DS/EN 10028-2	Flydespænding L_{eH} , min., MPa							Brudfor- længelse $L_0 = 5d$ %	Trækstyrke Rm MPa	Slagsejhed	
	Leverings- tilstand 5)	<16	16- 40	40- 60	60- 100	100- 150	>150			temp. °C	J
P 235 GH	N	235	225	215	200	185	6)	25/24	360-480 7)	0	27
P 265 GH	N	265	255	245	215	200	6)	23/22	410-530 7)	0	27
P 295 GH	N	295	290	285	260	235	6)	22/21	460-580 7)	0	27
P 355 GH	N	355	345	335	315	295	6)	21/20	510-650	0	27
16 M ₀ 3	N	275	270	260	240	220	6)	24-19	440-590	20	31/27
13 Cl M ₀ 4-5	N+T	300	295	295	275	255	6)	20	450-600	20	31
	N+T, QA, QL							19	440-590	20	27
	QL							19 6)	430-580		6)
10 Cr M ₀ 9-10	N+T	310	300	290	270	250	6)	18	480-630	20	31
	N+T, QA, QL							17	470-620	20	27
	QL							17	460-610	20	27
11 Cr M ₀ 9-10	N+T, QA, QL	310	310	310	310			18	520-670	20	31
	QL							17	520-670	20	27

5) Ikke alle tilstande medtaget.

6) Efter aftale.

7) Anført for $40 < t < 60$, varierer lidt med godstykkelsen.

Krybestyrke



Tabel 6. Trykbeholderstål til lave temperaturer

Betegnelse efter Pr EN 10028-4	LE = Alloy special steel	Varme- behandl. ¹	C maks.	Si maks.	Mn	P maks.	S maks.	Al _{total} min.	Mo maks.	Nb maks.	Ni	V maks.	
						0,70-						0,30-	
11 Mn Ni 5-3			N(+T)	0,14	0,50	1,50	0,030	0,025	0,020	-	0,05	0,80	0,05
13 Mn Nio 63			N(+T)	0,16	0,50	1,65	0,030	0,025	0,020	-	0,05	0,85	0,05
15 Ni Mn 6			N,N+T eller QI	0,18	0,35	1,50	0,025	0,020	-	-	-	1,30- 1,70	0,05
12 Ni 14 G1			N,N+T eller QL	0,15	0,35	0,80	0,025	0,020	-	-	-	3,25- 3,75	0,05
12 Ni 14 G2			N,N+T eller QL	0,15	0,35	0,80	0,025	0,020	-	-	-	3,25- 3,75	0,05
X 8 Ni 9			N+N+T eller QL	0,10	0,35	0,80	0,025	0,020	-	0,10	-	8,50- 10,00	0,05

Tabel 6. Trykholderstål til lave temperaturer (fortsat)

Betegnelse efter Pr EN 10028-4	Gods tykkelse mm	Egenskaber ved stuetemp.			KV min. J, for temperatur											
		Flyde- spænding min. MPa	Træk- styrke MPa	Forlængelse L ₀ = 5d min. %	20	0	-20	-40	-50	-60	-80	-100	-150	-170	-195	
11 Mn Ni 5-3	<30	285	420-	24	70	60	55	50	45	40						
	30-50	275	530	24	45	40	40	35	30	27						
13 Mn Ni 63	<30	355	490-	22	70	60	55	50	45	40						
	30-50	345	510	22	45	40	40	35	30	27						
15 Ni Mn 6	<30	355	490-	22	65	65	65	60	50	50	40	-	-	-	-	
	30-50	345	640	22	45	45	45	40	35	35	27	-	-	-	-	
12 Ni 14 G1	<30	285	450-	23	65	60	55	55	50	50	45	40	-	-	-	
	30-50	275	600	23	45	40	40	35	35	35	30	27	-	-	-	
12 Ni 14 G2	<30	255	470-	22	65	60	55	55	50	50	45	40	-	-	-	
	30-50	345	620	22	45	40	40	35	35	35	30	27	-	-	-	
X8Ni9	<30	490	640-	18	70	70	70	70	70	70	70	60	50	45	40	
	30-50	480	840	18	50	50	50	50	50	50	50	40	35	30	27	

1. N = normaliseret, T = omløbet, QL = væskekølet = sejhærdet.
Behandlingerne er specificeret i DS/EN 10028-4:2017

Tabel 7. Normaliserede finkornsstål, DS/EN 10025-3:2019, DS/EN 10025-1:2004

Betegnelse		Kemisk sammensætning ¹ chargeanalyse (vægt%)								Kulstofækvivalent C _{eq} maks. for godstykkelse ⁶)		
DS/EN 10025-3:2019, DS/EN 10025-1:2004	Nr.	C max.	Si max.	Mn	V min.	AP) max.	Ni max.	Cu min.	N	>63 <100	>100 <150	>150
S275 N S275 NL	1.0486 1.0488	0,18 0,16	0,40	0,50- 1,40	0,05	0,02	0,30	0,35	0,015	0,40	0,40	0,42
S355 N S355 NL	1.0562 1.0566	0,20 0,18	0,50	0,90- 1,65	0,12	0,02	0,50	0,35	0,015	0,43	0,45	0,45
S420 N S420 NL	1.8902 1.8912	0,20	0,60	1,00- 1,70	0,20	0,02	0,80	0,703)	0,025	0,48	0,50	0,52
S460 N S460 NL	1.8905 1.8915	0,20	0,60	1,00- 1,70	0,20	0,02	0,80	0,703)	0,025		4)	

Kærslagstyrke KV min. [J]

	Prøveemne i valseretning. Prøvetemperatur °C							Prøveemne vinkelret på valseretning. Prøvningstemperatur °C						
	+ 20	0	-10	-20	-30	- 40	-50	+ 20	0	-10	-20	-30	-40	-50
	N-kvaliteter	55	57	43	40	-	-	-	31	27	24	20	-	-
NL-kvaliteter	63	55	51	47	40	31	27	40	34	30	27	23	20	16

Tabel 7 fortsat.

	Mekaniske egenskaber								Brudforlængelse A5 min. [%]	Kærslagstyrke min. ⁵			
	Trækstyrke R _m		Øvre flydespænding R _{eh} , min. MPa							Langsgående prøveemne		Tværgående prøveemne	
	t <100	>100 <150	t <16	>16 <40	>40 <63	>63 >80	<8 <100	>100 <150		-20°C	-50°C	-20°C	-50°C
S275 N S275 NL	370- 570	350- 480	275	265	255	245	235	225	24	40	27	20	16
S355 N S355 NL	470- 630	450- 600	355	345	335	325	315	295	22	40	27	20	16
S420N S420 N1	520- 680	500- 660	420	400	390	370	360	340	19	40	27	20	16
S460 N S460 NL	550- 720	-	460	440	430	410	400	-	17	40	27	20	16

- 1) For alle stålene gælder desuden: Nb < 0,05%; Ti < 0,03%, Cr < 0,03% og Mo < 0,10%. P < 0,035 og S < 0,025 for NL-kvaliteter.
- 2) Hvis der er tilstrækkeligt N-bindende stoffer, bortfalder dette krav.
- 3) Hvis Cu > 0,35, skal Ni-indholdet være mindst halvt så stort som Cu-indholdet.
- 4) Ved bestilling kan det aftales, at V + Nb + Ti < 0,22% og Mo + Cr < 0,30%.
- 5) Hvis det er specificeret ved bestillingen, se options.
- 6) C_{eq} beregnet efter IIW's formel.

Tabel 8. Sejrhærdningsstål

	Legeringsindhold vægt %, middeltal							Varmebehandlings-temperatur °C		
	C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni	V	Smedning	Blødgødning	Normalisering
30 Cr Ni Mo 8	0,30	0,25	0,45	2,00	0,40	2,00	-	1050-850	650-700	850-880
34 Cr Ni Mo 6	0,34	0,25	0,55	1,55	0,20	1,55	-	1050-850	650-700	850-880
36 Cr Ni Mo 4	0,36	0,25	0,65	1,05	0,20	1,05	-	1050-850	650-700	850-880
50 Cr V 4	0,50	0,25	0,90	1,05	-	-	0,15	1050-850	680-720	860-900
50 Cr Mo 4	0,50	0,25	0,65	1,05	0,25	-	-	1050-850	680-720	840-880
42 Cr Mo 4	0,42	0,25	0,65	1,05	0,25	-	-	1050-850	680-720	840-850
34 Cr Mo 4	0,34	0,25	0,65	1,05	0,25	-	-	1050-850	680-720	840-880
25 Cr Mo 4	0,25	0,25	0,65	1,05	0,25	-	-	1050-850	680-720	860-900
32 Cr Mo 12	0,32	0,25	0,55	3,00	0,40	-	-	1100-900	680-720	880-920
30 Cr Mo V 9	0,30	0,25	0,55	2,50	0,20	-	0,15	1050-850	680-720	870-900
14 Cr Mo V 693)	0,15	0,15	0,90	1,35	0,90	-	0,25	1100-850	730-780	840-970
41 Cr 4	0,41	0,25	0,65	1,05	-	-	-	1050-850	680-720	840-880
37 Cr 4	0,37	0,25	0,75	1,05	-	-	-	1050-850	680-720	845-885
34 Cr 4	0,34	0,25	0,75	1,05	-	-	-	1050-850	680-720	850-800
46 Cr 2	0,41	0,25	0,65	0,50	-	-	-	1100-850	650-700	840-870
38 Cr 2	0,38	0,25	0,65	0,50	-	-	-	1100-850	650-700	850-880
42 Mn V 7	0,42	0,25	1,80	-	-	-	0,10	1050-850	640-680	860-890
37 Mn Si 5	0,37	1,30	1,30	-	-	-	-	1050-850	680-720	860-890
40 Mn 4	0,40	0,35	1,00	-	-	-	-	1100-850	650-700	850-880
30 Mn 5	0,30	0,25	1,40	-	-	-	-	1100-850	650-700	850-880
28 Mn 6	0,28	0,25	1,45	-	-	-	-	1100-850	650-700	850-880
CK 60	0,60	0,25	0,75	-	-	-	-	1050-850	650-700	820-850
CK 55	0,55	0,25	0,75	-	-	-	-	1050-850	650-700	830-860
CK 45	0,45	0,25	0,65	-	-	-	-	1100-850	650-700	840-870
CK 35	0,35	0,25	0,65	-	-	-	-	1100-850	650-700	860-890
CK 22	0,22	0,25	0,45	-	-	-	-	1100-900	650-700	880-910

- 1) Gælder for prøvestav i valseretning
for $d < 25$ mm udtaget i slangens centrum
for $d > 25$ mm udtaget 1/3 radius under overfladen.
- 2) Delvis sfæroidiseret for spåntagning.
- 3) Kan lufthærdes i små dimensioner, samme hærdetemperatur som ved oliehardning. svejsbar.

	Hærdning		Anløb- ning	Egenskaber, sejhærdet ¹⁾ .						
	Vand	Olie		Øverste linje: brudforlængelse %, min						
				Nederste linje: flydespænding, MPa, min						
				<16	>16 ≤40	>40 ≤100	>100 ≤100	>160 ≤250	>250 ≤300	>300 ≤350
30 Cr Ni Mo 8	-	830- 860	540- 680		9 1030	10 885	11 785	12 685	-	-
34 Cr Ni Mo 6	-	860	830- 680	9 980	10 885	11 785	12 685	13 590	-	-
36 Cr Ni Mo 4	820- 850	830- 860	540- 680	10 885	11 785	12 685	13 590	14 540	-	-
50 Cr V 4	820- 850	830- 860	540- 680	9 885	10 785	12 685	13 635	13 590	-	-
50 Cr Mo 4	820- 850	830- 860	540- 680	9 885	10 785	12 685	13 635	13 591	-	-
42 Cr Mo 4	820- 850	830- 860	540- 680	10 885	11 785	12 635	13 560	14 510	-	-
34 Cr Mo 4	830- 860	840- 870	540- 680	11 785	12 665	14 560	15 510	15 460	-	-
25 Cr Mo 4	840- 870	850- 880	540- 680	12 685	14 590	15 460	16 410	-	-	-
32 Cr Mo 12	-	860- 900	530- 670	-	9 1030	10 885	11 785	12 685	-	-
30 Cr Mo V 9	840- 870	850- 880	540- 680	-	9 1030	10 885	11 785	12 685	-	-
14 Cr Mo V 69 ³⁾	940- 980	940- 980	600- 740 ²⁾	-	-	-	-	10 850	11 700	12 550
41 Cr 4	820- 850	830- 860	540- 680	11 785	12 665	14 560	-	-	-	-
37 Cr 4	825- 855	835- 865	540- 680	11 735	13 630	14 510	-	-	-	-
34 Cr 4	830- 860	840- 870	540- 680	12 685	14 590	15 460	-	-	-	-
46 Cr 2	820- 850	830- 860	550- 660	12 635	14 540	15 440	-	-	-	-
38 Cr 2	830- 860	840- 870	550- 660	14 540	15 440	17 345	-	-	-	-
42 Mn V 7	840- 870	850- 880	530- 670	10 885	11 785	12 685	-	-	-	-
37 Mn Si 5	830- 850	840- 860	530- 670	11 785	12 635	14 540	-	-	-	-
40 Mn 4	820- 850	830- 860	550- 660	12 635	14 540	15 440	-	-	-	-
30 Mn 5	820- 850	830- 860	550- 660	14 540	15 440	16 410	-	-	-	-
28 Mn 6	820- 850	830- 860	550- 660	13 590	15 490	16 440	-	-	-	-
CK 60	800- 830	810- 840	550- 660	11 570	13 490	14 450	-	-	-	-
CK 55	805- 835	810- 845	550- 660	12 540	14 460	15 420	-	-	-	-
CK 45	820- 850	830- 860	550- 660	14 480	16 410	17 375	-	-	-	-
CK 35	840- 870	850- 880	550- 660	17 420	19 365	20 325	-	-	-	-
CK 22	860- 890	870- 900	550- 660	20 335	22 295	-	-	-	-	-

1) Gælder for prøvestav i valseretning
for d < 25 mm udtaget i slangens centrum
for d > 25 mm udtaget 1/3 radius under overfladen.

2) Delvis sfæroidiseret for spåntagning.

3) Kan lufthærdes i små dimensioner, samme hærdetemperatur som ved oliehardning. svejsbar.

Tabel 9. Sejkhærdningsstål til flamme- og induktionshærdning.

	Legeringsstoffer						Temperatur for						Brudforlængelse%, min					Overfladehårdhed, hærdet HRC
	middeltal, vægt%						Smedning °C	Normalisering °C	Blødgødnings ²⁾ °C	Hærdning		Anløbning °C	Øverste linje: brudforlængelse%, min					
	C	Si	Mn	Cr	Mo	V				Vand	Olie		Nederste linje: Flydespænding R _{eH} MPa, min.					
												t<16	16<t<40	40<t<100	10<t<160	160<t<250		
C 35	0,35	0,25	0,65	-	-	-	1100-850	860-880	650-700	840-870	850-880	550-660	17 420	19 360	20 320	-	-	51
C 45	0,45	0,25	0,65	-	-	-	1100-850	840-870	650-700	820-850	830-860	550-660	14 480	16 410	17 370	-	-	55
C 53	0,53	0,30	0,55	-	-	-	1050-850	830-860	650-700	805-835	810-845	550-660	13 510	15 430	16 400	-	-	57
C 70	0,70	0,25	0,30	-	-	-	1050-850	820-850	650-700	790-820	-	550-660	11 560	13 480	-	-	-	60
40Mn4	0,40	0,35	1,00	-	-	-	1100-850	850-880	650-700	820-850	830-860	530-670	12 640	14 540	15 440	-	-	54
37 Mn Si 5	0,37	1,25	1,25	-	-	-	1050-850	860-890	680-720	830-850	840-860	530-670	11 780	12 640	14 540	-	-	52
53 Mn Si 4	0,53	0,90	0,90	-	-	-	1050-850	840-870	650-700	790-820	800-830	530-670	11 780	12 640	14 540	15 414	15 440	57
38 Cr 4	0,38	0,25	0,75	1,05	-	-	1050-850	845-885	680-720	825-855	835-865	540-680	11 740	13 630	14 510	-	-	53
45 Cr 2	0,45	0,25	0,65	0,50	-	-	1100-850	840-870	650-700	820-850	830-860	550-600	12 640	14 540	15 440	-	-	55
42 Cr 4	0,41	0,25	0,65	1,05	-	-	1050-850	840-880	680-720	820-850	830-860	540-680	11 780	12 670	14 560	-	-	54
34 Cr Mo 4	0,34	0,25	0,65	1,05	0,25	-	1050-850	850-890	680-720	830-860	840-870	540-680	11 780	12 670	14 560	15 510	15 460	51
41 Cr Mo 4	0,41	0,25	0,65	1,05	0,25	-	1050-850	840-880	680-720	820-850	830-860	540-680	10 880	11 760	12 640	13 560	14 510	54
49 Cr Mo 4	0,49	0,25	0,65	1,05	0,25	-	1050-850	840-880	680-720	820-850	830-860	540-680	9 880	10 780	12 690	13 640	13 590	56
50 CrV4	0,50	0,25	0,90	1,05	-	0,15	1050-850	840-880	680-720	820-850	830-860	540-680	9 880	10 780	12 690	13 640	13 590	57

1) Gælder for prøvestav i valseretning

for d < 25 mm udtaget i slangens centrum

for d > 25 mm udtaget 1/3 radius under overfladen.

2) Delvis sfæroidiseret for spåntagning.

3) Kan lufthærdes i små dimensioner, samme hærde temperatur som ved oliehardning. svejsbar.

Tabel 10. Sejhærdningsstål til nitrering.

	Legeringsindhold vægt%								Temperatur for						Mekaniske egenskaber ¹⁾ sejhærdet				
	C	Si	Mn	Al	Cr	Ni	Mo	Andet	Smedning	Blødgødnings ²⁾	Hærdning	Anløbning		Nitrering	for diameter d	R _{eH} min MPa	Brudstyrke MPa	Forlængelse L ₀ = 5d %min.	Hårdhed af nitreret lag, ca HV
									°C	°C	Vand °C	Olie °C	°C	°C					
34 Cr Al S 5	0,34	0,25	0,75	1,00	-	-	-	0,09 S	1050-850	650-700	920-950	920-950	580-660	500-520	d<60	450	650-800	12	900
34 Cr Al Ni 7	0,34	0,25	0,55	1,00	1,65	1,00	0,20	-	1050-850	650-700	-	850-900	580-660	500-520	70 < d < 250	600	800-1000	13	950
34 Cr Al 6	0,34	0,25	0,75	1,00	1,50	-	-	-	1050-850	650-700	920-950	920-950	580-660	500-520	d<60	550	750-950	14	900
34 Cr Al Mo 5	0,34	0,35	0,65	1,00	1,15	-	0,20	-	1050-850	650-700	900-930	910-940	570-650	500-520	d<70	600	800-1000	14	950
31 Cr Mo V 9	0,30	0,25	0,55	-	2,50	-	0,20	0,15 V	1050-850	650-700	840-870	850-880	580-630	500-520	d<100 100 < d < 250	800 700	1000-1200 900-1100	11 12	800
31 Cr Mo 12	0,32	0,25	0,55	-	3,05	-	0,40	-	1100-900	650-700	-	870-910	570-700	490-510	d<100 100<d<250	800 700	1000-1200 900-1100	11 12	800

- 1) Gælder for prøvestav i valseretning
for d < 25 mm udtaget i slangens centrum
for d > 25 mm udtaget 1/3 radius under overfladen.
- 2) Delvis sfæroidiseret for spåntagning.
- 3) Kan lufthærdes i små dimensioner, samme hærdetemperatur som ved oliehardning. svejsbar.

Tabel 11. Indsætningsstål efter DIN/EN 17210

Betegnelse DIN/EN 17210	Retningsanalyse masse%						Temperatur °C			Kernestyrke 0: flydespænding, min. N: brudstyrke MPa, min.			I kernen Forlængelse A ₅ % Indsnøring %			
	C	Si	Mn	Cr	Ni	(Andet) Mo	Indsæt- ning	Hærd- ning	Anløb- ning	Diameter (mm)			Diameter (mm)			
30	63									11			3063	11		
18 Cr Ni 8	0,18	0,25	0,50	1,95	1,95	–	900- 950	840- 870	170 210	850- 1250	800 1200	700 1100	7 30	7 35	8 35	
17 Cr Ni Mo 6	0,17	0,25	0,50	1,65	1,55	0,30	900- 960	840- 870	170 210	850- 1200	800 1100	700 1000	7 30	8 35	8 35	
15 Cr Ni 6	0,15	0,25	0,50	1,55	1,55	–	900- 960	840- 870	170 210	700- 1000	650 900	550 800	8 35	9 40	10 40	
20 Ni Mo Cr 65	0,20	0,25	0,80	0,50	1,70	0,45	900- 950	860- 920	170 210	800- 1100	700 950	–	9 40	10 40	–	
21 Ni Cr Mo 2	0,21	0,25	0,80	0,50	0,55	0,20	900- 950	860- 920	170 210	800- 1050	600 850	500 650	7 85	9 40	11 40	
25 Mo Cr 4	0,25	0,25	0,75	0,50	–	0,45	900- 950	890- 920	170 210	750- 1100	700 1000	–	7 30	8 35	–	
20 Mo Cr 4	0,20	0,25	0,75	0,40	–	0,45	900- 950	890- 920	170 210	650- 900	600 800	–	9 35	10 40	–	
23CrMoB33	0,23	0,25	0,8	0,8	–	(+B) 0,35	900- 950	890- 920	170 210	950- 1250	850 1100	–	7 35	8 35	–	
20 Cr Mo 2	0,20	0,25	0,7	0,6	–	0,35	900- 950	890- 920	170 210	700- 950	600 800	450 650	9 35	10 40	13 40	
20 Mn Cr 5	0,20	0,25	1,25	1,15	–	–	900- 950	850- 880	170 210	750- 1100	700 1000	550 800	7 30	8 35	10 35	
16 Mn Cr 5	0,16	0,25	1,15	0,95	–	–	900- 950	850- 880	170 210	650- 900	600 800	450 650	9 35	10 40	11 40	
15 Cr 3	0,15	0,25	0,50	0,65	–	–	900- 950	870- 900	150 180	520- 800	450 700	–	10 35	11 40	–	
Ck 10	0,10	0,25	0,45				900- 950	880- 920	150 180	400- 800	300 500	–	13 16	16 50	–	

Tabel 12. Automatstål, ventilstål, fjederstål.

	Betegnelse	Sammensætning i %							Tilstand	Mekaniske egenskaber				
		C	Si	Mn	Cr	Ni	S	Diverse		Flydegrænse Re N/mm ²	Trækstyrke R _{mt} min N/mm ²	Forlængelse A %	Brinellhårdhed HB kp/mm ²	
Automatstål	9 S 20 DIN 1651	max 0,13	max 0,05	0,60 1,20			0,18 0,25	P < 0,100	Kolddeform. 0 10-16	> 400	500 750	8		Alm. automatstål
	9 S MnPb 36 DIN 1651	max 0,15	max 0,05	1,00 1,50			0,32 0,40	P < 0,10 Pb 0,15-0,30	Kolddeform. 0 16-40	> 400	500- 750	>8		Alm. automatstål
	10 S 20 DIN 1651	0,07 0,13	0,10 0,40	0,50 0,90			0,15 0,25	P < 0,060 Pb 0,15-0,30	Kolddeform. Normaliseret	> 220	> 360	25		Kan indsættes
	45 S 20 DIN 1651	0,57 0,65	0,10 0,40	0,50 0,90			0,15 0,25	P < 0,60	Ubehandlet		600 780			Kan sejhærdes
Ventilstål		0,40 0,50	3,80 4,20	0,3 0,5	2,5 2,8									Svagt belastede indsugnings- ventiler
		0,40 0,50	2,80 3,30	0,3 0,5	8,5 9,5			Mo < 0,4						Hårdt belastede indsugningsvent. til dieselmotorer
		0,75 0,85	1,75 2,75	0,2 0,6	19,0 21,0	1,0 1,75								Hårdt belastede udstødningsven- tiler
		0,40 0,50	2,00 3,00	0,2 0,6	17,5 19,5	8 10		W 0,8-1,5						Hårdt belastede udstødningsv. m. indvend. køling
Fjeder- stål	M 55	0,50 0,59	0,10 0,25	0,30 0,60					Patenteret Trukket		1000- 1800	(A ₅)7-4		Almindeligt belastede trækfjedre
	M 75 DIN 17222	0,70 0,79	0,10 0,25	0,30 0,60					Hærdet i olie Anløbet	min 1100	1200- 1600	(A ₅)6	400-490	Fjedre for høje belastninger, ventilfjedre
	M 75 DIN 17222	0,70 0,79	0,10 0,25	0,30 0,60					Hærdet i olie Anløbet	min 1100	1200- 1600	(A ₅)6	400-490	Fjedre for høje belastninger, ventilfjedre
	46 Mn 7	0,42 0,50	0,14 0,35	1,60 1,90					Hærdet i olie Anløbet		1200- 1400	(A ₅)6		Bladfjedre
	51 Si 7 DIN 17221	0,47 0,55	1,5 1,8	0,5 0,8					Hærdet i vand Anløbet	1130	1320- 1570	(A ₅)6		Bladfjedre indtil 7 mm til Automotive
	58 Cr V 4 DIN 17222	0,55 0,62	0,15 0,35	0,80 1,1	0,90 1,2			V 0,07-0,12	Hærdet i olie Anløbet	1800	1900- 2400	(A ₅)4	550-670	Torsionsfjedre

Tabel 13. Austenitisk rustfast stål.

Type (AISI nr.)	Kemisk sammensætning vægt%							Mekaniske egenskaber (opløsningsglødet)				Andet
	C %	Cr %	Ni %	Mo %	Si %	Mn %	Andet	R _{mt} N/mm ² min	R _{0,2} N/mm ² min	A ₅ % min	Z % min	
301	≤ 0,15	16-18	7-8		< 1,0	< 2,0		700	350	40		
303	≤ 0,15	17-19	8-10		< 1	< 2	0,1-0,2 S	650	230	55	70	Automat
304	≤ 0,1	17-19	9-11		< 1	< 2		520	210	40	50	
304 L	≤ 0,03	18-20	8-12		< 1	< 2		480	170	40	50	
304 LN	≤ 0,03	17,5-19	9-12		0,2-2	0,5-2	0,15-0,25 N	590	295	35	-	
316	< 0,07	16,5-18,5	12-14	2,5-3	< 1	< 2		520	210	40	50	
321	< 0,1	17-19	9-11		< 1	< 2	Ti > 5 x C	520	210	40		
309	< 0,2	19-21	11-13		1,8-2,3	< 2		600	290	40		
310	< 0,15	24-26	19-22		< 0,75	< 2		600	270	30		
202	< 0,1	17-19	4,5-6,5		1	7,5-10	0,1-0,2 N	600	300	50		Austenit/ ferrit

Tabel 14. Styrketal for austenitisk rustfast stål (n/nm²).

Ståltype	Temp. °C	-	-	-	-50	20	100	200	300	400	500	550	600	650	700	750	800	
		190	150	100														
303	$\sigma_{0,2}$	390	360	320	280	220												
304	$\sigma_{0,2}$ $R_{kB} 10^5$	390	360	330	290	230	171	144	129	119	111	108 115	74	45	23	17	7	
304 L	$\sigma_{0,2}$ $R_{kB} 10^5$	265	245	235	225	205	144	114	101	95	89	84 92	59	36	18	10	6	
304 LN	$\sigma_{0,2}$	760	600	530	440	300												
316	$\sigma_{0,2}$ $R_{kB} 10^5$	500	440	390	340	265	196	149	129	125	119	117 177	107 108	64	33	18		
321	$\sigma_{0,2}$ $R_{kB} 10^5$					207	172	143	127	120	117	115 142	83	49	25	14	8	

Tabel 15. Ferritiske og martensitiske rustfri stål.

Betegnelse efter DIN EN 10088- 3:2014-12	Kemisk sammensætning i %					Mekaniske egenskaber					
	C	Si	Mn	Cr	Andet	Tilstand	Træk- styrke R _m N/mm ²	Flyde- grænse R _{eL} min N/mm ²	Forlæn- gelse %	Flydegrænse ved	
										200°C	400°C
X 7 Cr 13 ~ AISI410	<0,08	1,0	1,0	12-14		Glødet Sejhærdet	450-650 550-700	250 400	20 18	225	195
X 20 Cr 13 ~ AISI 420	0,17 0,22	1,0	1,0	12-14		Glødet Sejhærdet	<750 800-950	550	15	400	305
X 45 CrMoV 15	0,42 0,48	1,0	1,0	13,8- 15	Mo: 0,45-0,60 V: 0,10-0,15	Glødet	<900	-	-	-	-
X 8 Cr 17	<0,10	1,0	1,0	15,5- 17,5		Glødet	450-600	270	20	-	-
X 8 CrTi 17	<0,10	1,0	1,0	16-18	Ti > 7 x % C	Glødet	450-600	270	20	-	-
X 6 CrMo 17	<0,07	1,0	1,0	16-18	Mo: 0,9-1.2	Glødet	450-650	270	20	-	-
X 22 CrNi 17 ~ AISI 431	0,15 0,23	1,0	1,0	16-18	Ni: 1,5-2,5	Glødet Sejhærdet	<950 800-950	600	14	505	375

Glødet: 750-850°C afkølet i ovn eller rolig luft.

Tabel 16. Værktøjsstål.

	Sammensætning i %						Smedning °C	Glødning °C	Hærdning °C	Afkølings- middel	An- løbning °C	Egenskaber, anvendelse
	C	Si	Mn	Cr	W	Diverse						
Kulstofstål	0,55 0,70	< 0,3	<0,35				1100- 850	700	800-820	vand	150-250	Værktøjer til slagagtig belastning samt værktøjer med stort tværsnit, smedeværktøj.
	0,70 0,85	< 0,3	< 0,35				1100- 850	700	790-810	vand	150-250	Som foregående, dog bedre slidstyrke og æg. Mejsler og snitværktøj.
	0,85 1,00	< 0,3	< 0,35				1050- 850	700-720	780-800	vand	150-250	God hårdhed og slidstyrke, stor volumenændring ved hærdning. Trykluftværktøj, stanse- og prægeværktøj.
	1,00 1,15	< 0,3	< 0,35				1050- 850	700-720	780-800	vand	150-250	Som foregående, dog lidt bedre hårdhed og mindre volumenændring. Træbearbejdningværktøj.
	1,15 1,30	< 0,3	< 0,35				1050- 850	700-720	770-790	vand	150-250	Skærende værktøjer og slidbelastede værktøjer, træbearbejdningværktøj, trækmatricer.
	1,30 1,50	<0,3	<0,35	0 0,60		V 0-0,25	1050- 850	700-720	770-790	vand	150-250	Særlig fint skær på spinkle værktøjer og barberknive. Tilbøjelig til sortbrud.
	0,75 1,10	0,35	0,4 0,8				1050- 850	690-710	(800-820) 780-800	(olie) vand	150-250	Sejhård, velegnet til plovskær.
Legeret stål	1,10 1,30	~0,20	~0,20	0,20 0,50	1,0 2,0	V 0-0,30	1050- 850	710-730	(800-840) 780-800	(olie) vand	150-250	Finkornet, lethærdeligt stål. Nedstrygerklinger.
	1,25 1,40	~0,25	-0,30	0 0,40	~ 5,0		950- 850	780-790	780-820	vand	150-250	Riffelstål. Karbiderne gør stålet slidfast og let at polere, men vanskeligt at slibe.

Legeret stål	0,90 1,0	~ 0,30	-0,40	0,70 1,0		V 0-0,25	1050-850	740-750	980-810	vand	150-250	Stor hærde dybde, god slidfasthed. Særlig velegnet til koldforarbejdning som trækringe og prægestempler.
	-0,90	~ 0,20	1,50 2,20			V 0-0,20	1050-850	690-710	750-820	olie	150-250	Skærende værktøj som gevindværktøj og rømmenåle.
	~ 1,50	- 0,30	~ 0,50	- 1,5		V 0-0,2	1050-850	710-730	850-870	olie	150-300	Skærende værktøj som foregående samt fræsere, bor og snitværktøj.
	1,0	0,3	1,0	1,0	1,2		1000-850	710-750	770-830	olie	150-300	Krympefrit stål til stanseværktøj etc.
	1,0			5,2		Mo 1,1 V0,2	1000-850	800-840	930-970	luft (olie)	200 (500)	Krympefrit stål til koldstanser.
	2,0	0,3	0,3	13	1,2		1000-850	780-850	950-1000	olie (luft)	200-350	Højtlegeret krympefrit stål til koldstanser; plastforme.
	0,6	0,3	0,3	3,75	8,8	Mo 0,85 V0,6	1100-900	760-800				Højtlegeret varmarbejdsstål. Højtslidfast stål til presdorne for tungmetallerne.
	0,3	0,2	0,3	2,4	8,8	Co 2,0 V0,25	1100-900	760-800				Højtlegeret varmarbejdsstål. Trykstøbeforme for Zn, Al og messing.
Hurtigstål	0,75	0,3	0,3	4,0	18,0	V1,0 Mo (0,5)	1150-900	820-850	1270-1300	olie trykluft mell. bad	560-580	Universalstål til de fleste spåntagende bearbejdningsoperationer.
	0,75	0,3	0,3	4,2	18,0	Co 9,5 V1,6 Mo0,85	1150-900	820-850	1280-1310	olie trykluft mell. bad	560-580	Koboltlegeret stål til største spånydelser.
	0,85	0,3	0,3	4,2	6,5	Mo5,0 V2,0	1100-900	790-820	1220-1250	olie trykluft mell. bad	540-560	Molybdænstål. Til de fleste spåntagningsoperationer.
	1,45	0,3	0,3	4,2	12,0	Co 4,75 Mo0,85 V3,75	1100-900	780-810	1240-1270	olie trykluft mell. bad	560-580	Særlig slidbestandigt stål til skrubbearbejdning og lang standtid.

Tabel 17. Støbejern og SG-jern.

	Betegnelse	Trækstyrke R_{mt}		Anvendelse		
		N/mm ² min max				
Støbejern m. lamelgrafit efter DS/EN 1561:2012	GG 00	-	-	Kontravægte		
	GG 10	100	150	Dele med ringe styrkekrav, tyndvægget gods, let bearbejdeligt		
	GG 15	150	250			
	GG 20	200	300	Moderat påvirkede emner, maskinstativer, nogenlunde let bearbejdeligt		
	GG 25	250	350			
	GG 30	300	400	Maskingods med store styrkekrav		
	GG 35 GG 40	350 400	450 500	Svært maskingods med meget store styrkekrav		
	Betegnelse	Trækstyrke R_{mt} N/mm ² min	Flyde- grænse $R_{p0,2}$ N/mm ² min	Brudfor- længelse A_5 % min	Brinell- hårdhed HB kp/mm ²	Fremherskende struktur
Støbejern m. kugle-grafit efter DS/EN 1563	0715	370	240	17	140-180	Ferrit
	0716	390	250	15	150-200	Ferrit
	0727	490	340	7	170-240	Ferrit/perlit
	0707	590	390	2	210-280	Perlit
	0708	690	440	2	230-300	Perlit

Tabel 18. Tempergods

	Betegnelse	R_{mt} N/mm ²	$R_{t0,5}$ N/mm ²	A L ₀ =3D %	Brinellhårdhed max kp/mm ²
Sortkærnet aducerjern DS/EN 1562:2019	0814	290	-	6	160
	0815	310	190	10	160
	0816	340	210	12	150

Tabel 19. Stålgods.

	Betegnel- se	Træk- styrke R_{mt} N/mm ²	Flyde- grænse R_e N/mm ²	Brudfor- længelse A_5 %	Brud- indsnøring Z %
Stålgods efter DIN EN 10293	GS 38	380	190	25	35
	GS 45	450	230	22	30
	GS 52	520	260	18	25
	GS 60	600	300	15	-
	GS 62	620	350	15	-
	GS 70	700	420	12	-

Tabel 20. Egenskaber af støbejern med lamelgrafit.

Betegnelse	GGL-15	-20	-25	-30	-35	-40
<i>Mekaniske egenskaber:</i>	Samtlige værdier gælder for støbejern med en struktur som i en prøvestang støbt med 30 mm diameter					
Trækstyrke ¹⁾²⁾ (MPa)	150	200	250	300	350	400
Brudforlængelse (%)	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
Trykstyrke ¹⁾ (MPa)	500-630	600-830	750-1000	850-1000	950-1400	1100-1400
Mindste godstykkelse mm	3	5	7	10	20	20
Brinelhårdhed HB 30 (kp/mm ²)	140-190	170-210	180-240	200-260	210-280	230-300
Elasticitetskoefficient (MPa) x 10 ⁻⁴	8,0-10,5	9,0-11,5	10,5-12,0	11,0-14,0	12,5-14,5	12,5-15,5
Slagsejhed ³⁾ (J/ cm ²)	2	←————→				6
Udmattelsesstyrke	0,25 gange trækstyrke	←————→				0,4 gange trækstyrke
<i>Fysiske egenskaber</i>						
Massefylde ved 20°C (kg/m ³)	6,8.10 ³	←————→				7,6.10 ³
Lineær udvidelseskoefficient 20 til 100°C m/m°C	9,0. 10 ⁻⁶	←————→				10,5 .10 ⁻⁶
Varmeledning ved 20°C (W/m°C)	58	←————→				42
Varmefylde 0-100°C (kJ/kg)	0,46					0,54
Elektrisk modstand ved 20°C (Ohm · mm ² /m)	0,5	←————→				1,0
Koercitivkraft (Ørsted)	7,0	←————→				9,0
Magnetisk mætning 10.000 Ørsted (Gauss)	17500	←————→				17000

- 1) Styrkeværdier og hårdhed er stærkt afhængige af afkølingshastigheden og gælder for uafhængigt støbt prøvestang med 30 mm diameter. Værdierne gælder ikke for støbejern.
- 2) De angivne størrelser er minimumsværdier i henhold til DS/EN 1561:2012.
- 3) Målt på ikke-indkærvet stang med 20 mm diameter.

Tabel 21. Legeret støbejern.

Betegnelse (handelsnavn)	Type	Sammensætning i %							Brudstyrke R _{mt} min N/mm ²	Brud- forlængelse A ₅ %	Anvendelse
		C	Si	Mn	Ni	Cr	Cu	Mo			
GGL NiCuCr 1562 (DIN EN 13835) (Ni resist 1)	Austenit med flagegrafit	max 3	1,0- 2,5	1,0- 1,5	13,5 - 17,5	1,0- 2,5	5,5 7,5		150		Pumper, ventiler til baser og tynde syrer, varmfast
GGL NiCr 303 (DIN EN 13835) (Ni resist 3)	Austenit med flagegrafit	max 2,6	1,0- 2,0	0,4- 0,8	28- 32	2,5- 3,5			170		Pumper, ventiler, filtre op til 800° C, korrosionsfast ved høj temp., tåler temperaturchok
GGG NiMn 234 (Ni resist D -2M)	Austenit med kuglegrafit	2,2- 2,6	1,9- 2,6	4,0- 4,4	22- 24				420		Umagnetisk, anvendes ned til -196° C i kølemaskiner og ventiler
GGG Ni 35 (Ni resist DS)	Austenit med kuglegrafit	max 2,4	1,5- 2,8	max 0,5	34- 36				380		Målbestandige dele til værktøjsmaskiner, forme til glasstøbning
Si-jern	Ferrit med flagegrafit	0,4- 1,4	14- 17	1,5	-	0-5	0,5	0-1			Syrefast, ventiler, pumper, gryder i kemisk industri
Cr-jern	Martensit Austenit	1,2- 4	0,5- 3,0	0,5- 1,3	5	12- 35	3	4			Vandreriste i kedler, beholdere til smeltet Zn og Al, ventiler

Tabel 22. Aluminiumlegeringer til støbning.

Betegnelse efter DS/EN 1706:2020+ A1:2021	Legeringstype	Kemisk sammensætning i vægt% (ikke alle følgestoffer medtaget)							Tilstand ¹	Mekaniske egenskaber				Varmebehandling	
		Al	Cr	Cu	Mg	Si	Ti	Zn		R _{0,2} N/mm ²	R _{mt} N/mm ²	A ₅ %	HB kp/mm ²	Opløsningsglødning °C Tid	Modning
4162	Al Mg 5	bal		max 0,1	4,0- 6,0	max 0,4	max 0,2	max 0,2	s k	90 100	160 170	2 2	55-70 55-70		
4163	Al Mg 5 Si	bal		max 0,1	4,0- 6,0	0,5- 1,5	max 0,2	max 0,2	s k	90 100	160 170	2 2	55-70 55-70		
4244	Al Si 7 Mg	bal		max 0,2	0,2- 0,3	6,5- 7,5	max 0,2	max 0,3	s ³ k	200 220	240 260	1 1	75-105 80-110	520-530° C Vandkøling	6-3 h 150-170°C ca. 8h
4251	Al Si 7 Cu	bal		2-3	max 0,3	6-8	max 0,2	max 2	s k	100 110	150 170	2 2	60-80 70-90		
4253	Al Si 10 Mg	bal		max 0,2	0,2- 0,4	9-11	max 0,2	max 0,3	s ³ k	200 220	240 260	1 1	75-105 80-110	520-530° C Vandkøling	6-3 h 150-170°C ca. 8h
4254	Al Si 9 Cu 3 Fe	bal		2-4	max 0,3	7,5- 10	max 0,2	max 3	t	180	250	1	70-100		
4260 ²	Al Si 12	bal		max 0,6	max 0,3	11- 13,5	max 0,2	max 0,5	s k t	80 90 150	150 160 200	2 2 2	50-70 55-75 60-80		
4261 ²	Al Si 12	bal		max 0,2	max 0,1	11- 13,5	max 0,2	max 0,3	s k	80 90	170 180	4 5	45-65 50-70		
4438	Al Zn 5 Mg	bal	0,3- 0,6	0,2- 0,5	0,6- 0,8	max 0,3	0,15- 0,25	5-6	s ³	170	220	4	70-90	Opløsningsglødes ved normal støbning	Koldmodner 20° C, 30 døgn

¹ Tilstand: s = sandstøbt

t = trykstøbt

k = kokillestøbt

² 4261 har mindre indhold af følgestoffer end 4260³ Styrketal for modnet tilstand

Tabel 23. Aluminium og aluminiumlegeringer til valsede, trukne og ekstruderede produkter.

Betegnelse efter DS 3012	Legerings-type	Handelsbetegnelse	Kemisk sammensætning i vægt%							Opløsningsglødning 'C Afkølingsmåde	Modning
			Al	Cu	Mg	Mn	Si	Zn	Andet		
1050	Al 99,5	1 S	99,50							Kan ikke modningshærde	
1070	Al 99,7	99,7	99,70							Kan ikke modningshærde	
1200	Al 99,0	2S	99,00							Kan ikke modningshærde	
2011	Al Cu 6 Bi Pb	28 S	93	5,0-6,0					0,2-0,6 Pb	504-515° C; 60-10 min Vandkøling	154-165°C 16-12 h
3003	Al Mn 1 Cu	3S	99	0,05-0,20		1,0-1,5				Kan ikke modningshærde	
5005	Al Mg 1	B 57S	99		0,50-1,1					Kan ikke modningshærde	
5051	Al Mg 2	M 57 S	98		1,7 2,2					Kan ikke modningshærde	
5083	Al Mg 4 Mn Cr	D 54 S	95		4,0-4,9	0,40-1,0				Kan ikke modningshærde	
5454	Al Mg 3 Mn Cr	B 53 S	96		2,4-3,1	0,50-1,0				Kan ikke modningshærde	
6063	Al Mg Si	50 S	99		0,45-0,9		0,20-0,6			520° C; 15-30 min Vandkøling	195° C; 2 h
6351	Al Si 1 Mg Mn	B51S	98		0,4-0,8	0,40-0,8	0,7-1,3			520° C; 15-30 min Vandkøling	195° C; 2 h
7005	Al Zn 5 Mg 1	D 74 S	93		1,0-1,8	0,20-0,7		4,0-5,0	0,08-0,2 Zr 0,01-0,06 Ti	465° C; 9 h Vandkøling	121° C; 24 h

Tabel 24. Styrketal for aluminiumlegeringer.

Tilstand Legering	Blød			1/2 hård			3/4 hård			Hård			Ekstruderet			Andet
	R _{mt} N/mm ²	R _{0,2} N/mm ²	A ₅ %	R _{mt} N/mm ²	R _{0,2} N/mm ²	A ₅ %	R _{mt} N/mm ²	R _{0,2} N/mm ²	A ₅ %	R _{mt} N/mm ²	R _{0,2} N/mm ²	A ₅ %	R _{mt} N/mm ²	R _{0,2} N/mm ²	A ₅ %	
1050	55	-	30	100	80	6	120	105	5	135	125	4	55	-	22	
1070	50	-	34	95	75	6	-	-	-	130	120	4	50	-	22	
1200	65	-	28	110	90	5	125	110	4	140	130	3	65	-	18	
3003	90	-	22	120	100	5	130	120	4	155	140	3	-	-	-	
5005	80	-	24	120	100	5	130	120	4	155	140	3	-	-	-	
5051	145	60	18	225	195	5	245	215	4	265	235	3	145	60	12	
5083	275	125	16	345	270	6	-	-	-	-	-	-	265	110	12	
5454	175	70	18	265	215	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Tilstand Legering	Blød			Koldmodnet			Opløsningsglødet + kolddeformeret			Varmmodnet			Kolddeformeret + varmhærdet			Andet
	R _{mt} N/mm ²	R _{0,2} N/mm ²	A ₅ %	R _{mt} N/mm ²	R _{0,2} N/mm ²	A ₅ %	R _{mt} N/mm ²	R _{0,2} N/mm ²	A ₅ %	R _{mt} N/mm ²	R _{0,2} N/mm ²	A ₅ %	R _{mt} N/mm ²	R _{0,2} N/mm ²	A ₅ %	
2011	-	-	-	310	260	10	-	-	-	-	-	-	370	275	10	Ekstruderet
6063	-	-	-	145	105	8	-	-	-	185	165	8	-	-	-	Ekstruderet
6351	90	-	20	205 190	120 120	15 15	-	-	-	285 285	235 245	8 8	-	-	-	Valset Ekstruderet
7005	-	-	-	275	145	12	-	-	-	335	275	10	-	-	-	Valset Ekstruderet

Tabel 25. Kobber og kobberlegeringer.

	Betegnelse	Sammensætning i %					Tilstand	Mekaniske egenskaber				Egenskaber, anvendelse
		Cu	Sn	Zn	Ni	Diverse		Trækstyrke N/mm ²	0,2- spænding R _{0,2} N/mm ²	Forlængelse A ₅ %	Hårdhed HB kp/mm ²	
Kobber	Elektrolytkobber	99,90 min				iltholdig	Blød 1/2 hård 1/2 hård	220 240 260	50 160 200	45 35 20	45 80 90	Plader, bånd, rondeller elektriske artikler.
	Fosforreduceret kobber	99,85 min				P > 0,03	Blød 1/2 hård 1/2 hård	220 250 300	50 180 250	45 20 10	50 80 100	Rør til kemisk industri, granatbælter.
Valsemessing	M 85	85		15			Blød 1/2 hård 1/1 hård 2/1 fh.	290 320 350 500	80 180 250 420	50 38 25 7	58 98 112 160	Tombak, plader, bånd, rondeller, lampefatninger, juvelérarbejder, kontaktfjedre, mønter, medaljer skruer, nitter. Guldlignende farve.
	M 72	72		28			Blød 1/2 hård 1/1 hård 2/1 fh.	310 370 400 570	90 220 300 480	62 42 30 7	62 103 123 175	Patronmessing, granathylstre, bilkølere, knapper Bedste legering til optrækning af prydenstande, fjedre.
	M 63	63		37			Blød 1/2 hård 1/1 hård 2/1 fh.	330 380 420 600	100 230 290 500	58 38 29 7	65 107 125 177	Plader, bånd, tråd, skåle, fade, beholdere, skilte, fjedre, søm, skruer, nipler, stansearbejder. Mest anvendte messing.
	M 60	60		40		P = 0,5	Blød 1/1 hård	390 450	110 350	45 25	80 135	Smedemessing. Til svære emner og beholdere, rørplader. Bruges også som støvelegering.
	Cu Ni 10 Fe1Mn	rest			9-11	Fe 1,0-2,0 Mn 0,3-1,0	Blød hård	320 420	140 350	38 14	70 120	Cupro Nikkel, rør og rørplader fx kondensatorer, rør for havvand på skibe.

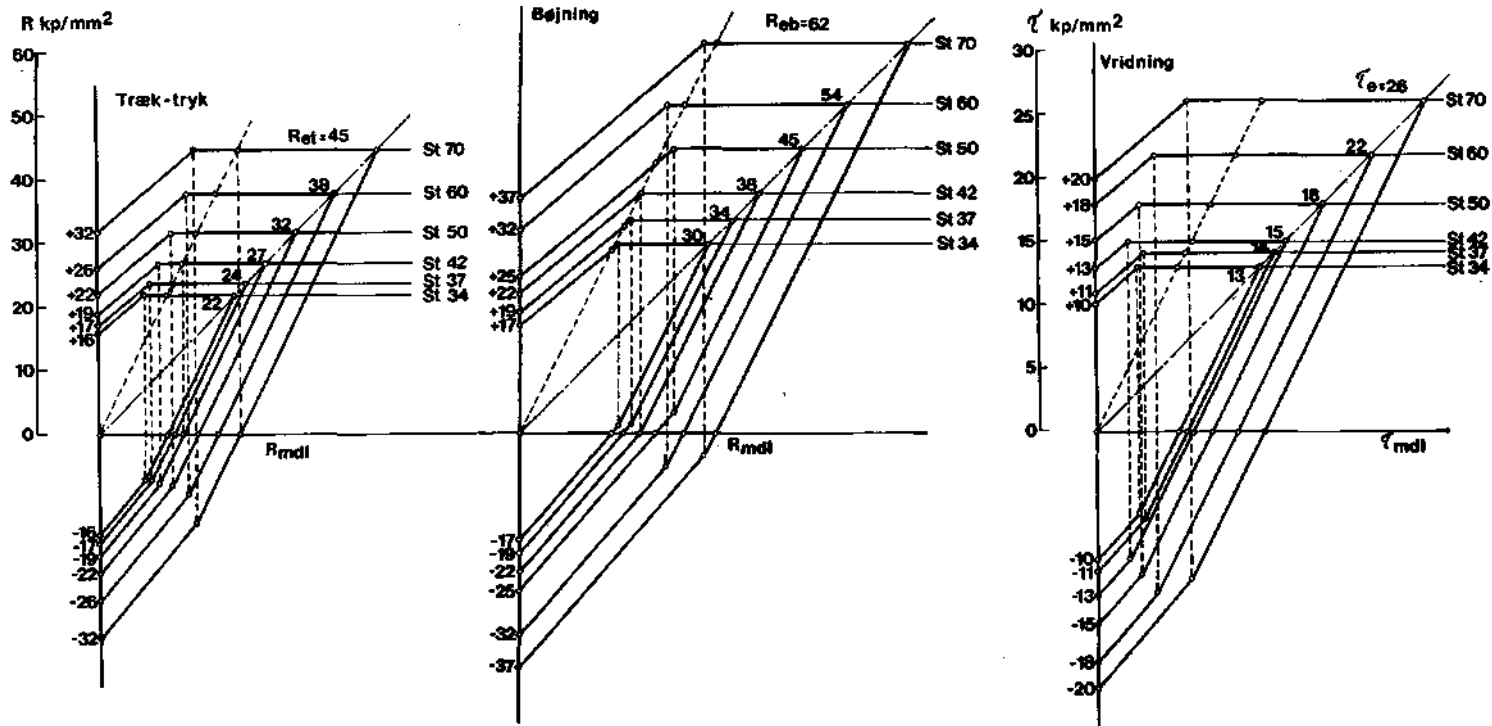
Tabel 25, fortsat.

Kobberlegeringer til støbning efter DS 3001	Cu Zn 15	85		15			Sandstøbt	170-200	80-100	20-30	40-50	Støbemessing
	Cu Zn 33 Pb2	65		33		Pb2	Sandstøbt	150-250	60-100	10-25	45-55	Støbemessing
	Cu Zn39 Pb2 Al	59		39		Pb2 Al 0,3	Trykstøbt	280-320	100-150	15-25	70-100	Støbemessing
	Cu Sn5 Pb5 Zn5	85	5	5		Pb 5	Sandstøbt Strengstøbt	210-250 250-280	80-120 90-130	15-30 12-30	55-65 60- 70	Rødgods
	Cu Sn5 Pb5 Zn5 Ni2	83	5	5	2	Pb 5	Sandstøbt	220-250	100-130	15-30	55-65	Rødgods
	Cu Sn3 Pb7 Zn9	81	3	9		Pb 7	Sandstøbt	200-250	80-120	18-25	50-60	Rødgods
	Cu Sn7 Pb6 Zn4	83	7	4		Pb 6	Sandstøbt Strengstøbt	220-250 260-300	100-130 120-150	12-25 12-25	55-75 60-75	Rødgods
	Cu Zn35 Al Fe Mn	59		35	Mn 1-2	Al 1-2 Fe 1-2	Sandstøbt	500-550	170-250	20-30	110-130	Manganmessing
	Cu Sn 10	90	10				Sandstøbt	240-280	120-150	12-20	60-75	Tinbronze
	Cu Sn 10 Zn2	88	10	2			Sandstøbt	240-280	120-150	12-15	65-80	Tinbronze
	CuSn12	88	12				Sandstøbt Strengstøbt	240-280 270-300	130-170 150-170	7-15 5-15	75-90 80- 90	Tinbronze
	CuSn10 Pb10	80	10			Pb 10	Sandstøbt	180-250	80-150	7-20	55-70	Blybronze
	Cu Al9 Fe5 Ni5 Mn	80			Al 9 Fe 5	Ni 5 Mn 1	Sandstøbt	650-700	250-300	18-25	150-200	Aluminiumbronze

Tabel 26. Zink og zinklegeringer.

	Betegnelse	Sammensætning i %				Tilstand	Mekaniske egenskaber			Egenskaber, anvendelse
		Zn	Cu	Al	Mg		Trækstyrke R_{m} N/mm ²	Forlængelse %	Hårdhed HB kp/mm ²	
Valsezink	Finzink	99,5-99,99				Båndvalset	120-140	60-52	32-34	Plader til tryk-, træk- og prægearbejder.
	Handelszink	98,5-99				Paketvalset Båndvalset	190-280 260-360	23-14 40-23	45-50 48-51	Plader til blikkenslagerarbejder, tagrender etc.
Zinklegering	Zn-Al 1	Rest	0,3-0,5	0,7-0,9	0,02-0,05	Trykstøbt Sandstøbt	180-230 100-140	5-2 1,5-0,5	70-80 75-85	Dele med lille styrke, let at lodde. Emblemer, reklameartikler, mindre betydende maskindele.
	Zn-Al 4	Rest	0-0,6	3,7-4,3	0,02-0,05	Trykstøbt	250-300	6-3	70-90	Dele med størst sejhed og målnøjagtighed.
	Zn-Al 4-Cu 1	Rest	0,6-1,0	3,7-4,3	0,02-0,05	Trykstøbt Sandstøbt	270-330 180-240	5-2 1,5-0,5	80-100 70-90	Dele med størst styrke, men mindre målbestandighed. Håndtag, rammer, tandhjul.
	Zn-Al 6-Cu 1	Rest	1,2-1,6	5,6-6,0		Kokillestøbt Sandstøbt	220 180	1,5 1		Vanskelige støbeopgaver.

Tabel 27. Diagrammer over svingningsstyrken for kulstofstål.



Bemærk at styrketal er angivet i kp/mm^2 .

Tabel 28. Tilnærmet sammenligning af hårdhedstal og trækstyrke.

Trækstyrke	Brinell hårdhed			Rockwell hårdhed		Vickers hårdhed
	Hård- hedstal	Stålkugle 10mm Ø F = 3000 kp	Stålkugle 5 mm Ø F = 750kp	Diamant- kegle F=150kp	Stålkugle 1/16" Ø F=100kp	Diamant- pyramide F = 5kp
R_{mt} N/mm ²	HB kp/mm ²	Indtryks- diameter mm	Indtryks- diameter mm	HRC	HRB	HV kp/mm ²
210	88	6,22	3,11		45	88
330	93	6,06	3,03	-	50	93
350	99	5,90	2,95	-	55	99
370	105	5,74	2,87	-	60	105
390	111	5,60	2,80	-	64	111
410	118	5,46	2,73	-	68	118
430	124	5,34	2,67	-	71	124
450	130	5,22	2,61	-	74	130
470	137	5,10	2,55	-	77	137
490	143	5,00	2,50	-	80	143
510	149	4,90	2,45	-	82	149
530	154	4,82	2,41	-	84	154
550	161	4,72	2,36	-	86	161
570	167	4,64	2,32	-	87	167
590	172	4,58	2,29	-	89	172
610	179	4,50	2,25	-	90	179
630	184	4,44	2,22	-	92	184
650	191	4,36	2,18	-	93	191
670	195	4,32	2,16	-	94	195
690	202	4,24	2,12	-	95	202
710	207	4,20	2,10	-	96	207
730	213	4,14	2,07	-	97	213
750	219	4,08	2,04	-	98	219
770	226	4,02	2,01	19	99	226
790	231	3,98	1,99	20	100	231
810	236	3,94	1,97	21		236
830	244	3,88	1,94	22	-	244
850	249	3,84	1,92	23	-	249
870	255	3,80	1,90	24	-	255
890	260	3,76	1,88	25	-	260
910	266	3,72	1,86	26	-	266
930	272	3,68	1,84	27	-	272
950	278	3,64	1,82	27	-	278
970	285	3,60	1,80	28	-	285
990	288	3,58	1,79	29	-	290
1010	295	3,54	1,77	30	-	295

Tabel 28, fortsat.

Trækstyrke	Brinell hårdhed			Rockwell hårdhed		Vickers hårdhed
	Hårdhedstal	Stålkugle 10mm Ø F = 3000 kp	Stålkugle 5 mm Ø F = 750kp	Diamantkegle F=150kp	Stålkugle 1/16" Ø F = 100kp	Diamantpyramide F = 5kp
R _{mt} N/mm ²	HB kp/mm ²	Indtryksdiameter mm	Indtryksdiameter mm	HRC	HRB	HV kp/mm ²
1040	304	3,49	1,74	31	-	304
1070	313	3,44	1,72	32	-	313
1100	321	3,40	1,70	33	-	321
1140	333	3,34	1,66	34	-	333
1180	343	3,29	1,65	35	-	343
1220	354	3,27	1,63	36	-	350
1260	366	3,19	1,59	38	-	367
1300	378	3,14	1,57	39	-	383
1340	388	3,10	1,55	40	-	395
1370	398	3,06	1,53	41	-	407
1410	409	3,02	1,51	42	-	422
1450	420	2,98	1,49	44	-	436
1500	432	2,94	1,47	45	-	453
-	-	-	-	46	-	465
-	-	-	-	47	-	480
-	-	-	-	48	-	495
-	-	-	-	49	-	510
-	-	-	-	50	-	525
-	-	-	-	51	-	540
-	-	-	-	52	-	560
-	-	-	-	53	-	580
-	-	-	-	54	-	590
-	-	-	-	55	-	610
-	-	-	-	56	-	630
-	-	-	-	57	-	650
-	-	-	-	58	-	670
-	-	-	-	59	-	700
-	-	-	-	60	-	720
-	-	-	-	61	-	740
-	-	-	-	62	-	760
-	-	-	-	63	-	800
-	-	-	-	64	-	820
-	-	-	-	65	-	840
-	-	-	-	66	-	860
-	-	-	-	67	-	900
-	-	-	-	68	-	940

Engelsk ordliste

- Ablate = afsmelte
 abrasion = slibning, slid
 acicular = nåleformet
 admiralty metal = sømetal, en special-messing
 aeration cell corrosion = iltkoncentrationsselement, beluftningselement
 age-hardening = udskillelshærdning, modningshærdning
 ageing = ældning
 air hardening steel = luftaerdende stål
 alloy = legering
 alumina = aluminiumoxid
 annealing = glødning, blødguldning
 annealing twins = rekrySTALLISATIONS-tvillinger
 arc furnace = lysbueovn
 artificial ageing = varmmodning
 austempering = bainithærdning
 babbitt = hvidtmetal
 banded structure = båndstruktur
 bar = stang
 base metal = uædelt metal eller basismetallet i en legering
 bearing metal = lejemetal
 billet = blok, barre
 bimetallic corrosion - galvanisk korrosion
 blackheart malleable iron = sortkernet aducergods
 blast furnace = højovn
 blasting = sandblæsning
 blister copper = råkobber
 bloom = emne, luppe
 blow-holes = gashuller, der går ud gennem overfladen
 blue brittleness = blåskørhed
 body centered = rumcentreret
 boiler = kedel
 brass = messing
 brazing = hardsoldering = hårdlodning
 brazing solders = loddemetal
 bright annealing = blankglødning
 bright drawn steel = blanktrukket stål
 brittle fracture = sprødhed, skørt brud
 (the) bulk (of) = størstedelen af
 bruning = forbrænding, overhedning
 bulky = voluminøs
 butt-welding = stumpsvejsning
 carbon black = kønrøg
 carburisation = opkulning, indkulning, indsætning
 carburizing = opkulning, indkulning, indsætning
 cartridge brass = patronmessing
 case = skal, yderlag
 case hardening = indsætningshærdning
 cast red brass = rødgoods
 cast yellow brass = støbemessing
 casting = støbning
 cast-iron = støbejern
 caustic embrittlement = ludskørhed
 cementation = indkulning, indsætning
 cemented carbide tool = hårdmetal
 charcoal = trækul
 chevron = vinkel, sparre
 chill = afkøle, hærde
 chill casting = kokille støbning
 cladding = plettering, belægning, beklædning
 cleavage fracture = spaltbrud
 climb = klatre
 cluster = klynge
 coalescence = vokse sammen, forene sig
 coating = belægning, overtræk
 coining = prægning
 cold work = kolddeformation
 columbium = niob
 columnar structure - søjlekrystaller
 conchoidal fracture = muslet brud
 conductivity = termisk eller elektrisk ledningsevne
 constituent = bestanddel
 constriction = indsnævring
 contact corrosion = galvanisk korrosion
 continuous casting = strengstøbning
 core = kerne
 coring = krystalsejgning
 crack initiation = revnestart
 crack propagation = revneudbredelse
 creep = krybning
 creep limit - krybestyrke
 creep rupture strength = krybebrudstyrke
 creep strength = krybestyrke
 crevice corrosion = spaltekorrosion
 crucible = digel
 cup-and-cone fracture = kop- og keglebrud (sejt brud)
 cupping test = Erichsen-prøvning
 curing = hærdning
 damping capacity = dæmpningsevne
 decarburization = afkulning
 deep drawing = dyb trækning
 depth of hardening = hærdedybde
 deterioration = nedbrydning
 dezincification
 diamond pyramid hardness test = Vickers hårdhedsmåling
 die = matrice, stålform, prægestempel
 differential aeration corrosion = iltkoncentrationselement, beluftningselement
 dimple = lille fordybning, dimple
 distortion - kastning
 DPH = Vickers hårdhedsmåling
 drawing = trækning (af tråd)
 drop stamping, drop forging = sænksmedning
 ductile cast-iron = SG-jern (støbejern)
 ductility = deformationsevne
 dynamic fracture = højhastighedsbrud
 edge dislocation = kantdislokation
 electrochemical corrosion = galvanisk korrosion
 electromotive series = elektrokemisk spændingsrække
 elongated = aflang
 elongation = forlængelse; ved trækprøvning = brudforlængelse
 embrittlement = tab af duktilitet
 embryo = klynge, forstade til kim
 encasement = indeslutning
 endurance limit = udmattelsesgrænse
 engineering stress = nominal spænding
 environment = omgivelser, miljø
 equiaxed = ligeakset
 equilibrium = ligevægt
 equilibrium diagram = tilstandsdiagram
 erosion corrosion = turbulenskorrosion
 etch pit = ætsegrube
 etching = ætsning

exfoliation = lagdelt korrosion
 extension = forlængelse
 extensometer = apparatur til måling af længdeændring
 extrusion = strengpresning, ekstruderet-ring
 face centered = fladecentreret
 fatigue = udmattelse
 firing kiln = ovn
 flake = flage
 flaw = revne, sprække, fejl
 flow curve = arbejdslinje
 forging = smedning
 fracture = brud
 fracture toughness = brudsejhed
 fretting corrosion = pasningskorrosion
 fusible = smeltelig
 gage length = målelængde galvanic series = galvanisk
 spændings-række gauge = indløb (på støbegods) gauge = måle
 glide - slip grain = korn
 grain boundary = korngrænse grain growth = kornvækst grain
 refiner = kornforfiner gray cast iron = gråt støbejern grinding
 cracks = sliberevner
 hardenability = hærdbarhed, hærdelig-hed
 hardening = hærdning
 hardening and tempering = sejhærdning
 hardsoldering = hårdlodning
 heat resisting steel = varmebestandigt stål
 heat treatable steel = sejhærdningsstål
 heat treatment = varmebehandling
 high speed steel = hurtigstål
 holding time = holdetid
 homogenizing = homogenisering, dif-fusionsglødning
 hot-dip galvanizing = varmforzinkning
 hot-rolling = varmvalsning
 hot short = rødskør, varmeskør
 hot tear = varmerevner
 hot working = varmdeformation
 hydrogen embrittlement = brintskørhed
 hypercritical cooling rate - overkritisk kølehastighed
 hypereutectic = overeutektisk
 hypoeutectic = undereutektisk
 impact - slag, stød
 impact strength = slagstyrke
 impact test = slagprøvning, slagsejhedsmåling
 impingement attack = kavitation
 inclusions = ikke-metalliske udskillelser i metaller
 indentation = indtryk
 ingot = blok
 ingot iron = rent jern
 ingot mold = kokille injection molding = sprøjtstøbning
 inoculation = podning inter-annealing = mellemglødning
 intergranular = interkrySTALLINSK interplanar spacing =
 gitterplanafstand interstitials = indskudsatomer
 intracrystalline = transkrySTALLINSK investment casting =
 præcisionsstøbning isothermal annealing = trin normalisering isothermal
 quenching = bainithærdning
 killed (om stål) = beroliget
 ladle = støbeske
 latent heat = smeltevarme
 lath of martensit = martensitnål
 lattice = krySTALGITTER
 lever law = vægtstangsreglen
 limiting creep stress = krybestyrke
 line imperfection = dislokation

machinability = bearbejdighed, skærende
 malleability = strækbarhed (f.eks. ved valsning og smedning)
 malleabilizing = aducering
 malleable cast iron = aducergods, tempergods
 martempering = trindhærdning
 matrix = grundmasse
 microconstituent = strukturelement
 microprobe = elektron-mikrosonde
 mild steel = blødt stål, lavt C-holdigt
 mill scale = glødeskal
 milling = fræsning
 miscibility gap = blandingsgab
 mixed potential = blandingspotential, korrosionspotential
 modulus of elasticity = E-modul
 mold = støbform
 mottle (om støbejern) = meleret gods
 mounting - indstøbning af metallogra-fiske emner
 natural ageing = koldmodning necking = indsnøring noble
 metal = ædelmetal nodular cast iron = SG jern nodule =
 klump notch = kær
 notched-bar test = f.eks. Charpy prøvning
 nucleation = kimdannelse nucleus = kim eller (atom)kerne
 ochahedron = oktaeder (ott-sidet legeme)
 offset (f.eks. 0,2%) = $R_{p0,2}$
 open hearth furnace = herdovn (SM-ovn)
 ore = malm
 overaging = overmodning
 overheating - overhedning
 overvoltage = overspænding, polarisation
 pearlite = perlit
 penetrant inspection = kapillarprøvning
 penetration = indtrængning
 permanent mold casting = kokille-støbning
 permittivity = dielektricitetskonstant
 pickling = bejsning
 pig = barre
 pig iron = råjern
 pipe (om støbning) = sugetragt
 pitting = grubetæring
 plate - plade, grovplade
 plating = plettering
 point defect = punktfejl
 precipitation = udskillelse
 precipitation hardening = modnings-hærdning,
 udskillelshærdning
 preheating = forvarmning
 proof stress, f.eks. 0,2% proof stress = 0,2 grænsen, $R_{p0,2}$
 quench = bratkøle
 quench ageing = bratkølingsældning
 radiography - røntgenfotografering
 rate of strain = tøjningshastighed
 recovery = restitution
 red brass = tombak
 red shortness = rød skørhed
 reduction in area = indsnøring
 refining = raffinering, rensning
 refractory = ildfast materiale
 refractory metal = metal med højt smeltepunkt
 replica = aftryk
 residual stresses = egenpændinger
 resolving power - opløsningsevne for mikroskop
 retained austenite = restaustenit
 rigidity = stivhed
 rimmed steel = uberoliget stål

river pattern = flodliniemønster
 roasting = ristning
 roll = valse
 rupture = brud
 rupture strength = krybebrudstyrke
 scaling = glødeskalsdannelse
 scrap = skrot
 scratch hardness test = ridseprøve
 season cracking = spændingskorrosion
 segregation = sejring
 semikilled = halvberoliget
 sensitize = sensibilisere
 shear modulus = forskydnings-elastici-tetskoefficient
 shear stress = forskydningspænding
 sheet = tyndplade
 shot peening - kuglebombning, blæsning med kugler
 shrinkage (om støbning) = støbesvind, størkningsvind
 skin rolling - let valsning
 slab = plade
 slip - slip
 soaking = gennemvarme, holdetid
 soft soldering = blødlodning
 soldering = lodning
 solution treatment = opløsningsglødning
 sorbit = anløbet martensit
 specimen = prøveemne
 spheroidizing = sfæroidisering
 spot welding = punktsvejsning
 stainless steel = rustfrit stål
 stamping = (ud)stansning
 steady state = ligevægt
 strain (nomn.) = tøjning
 strain (verb.) - deformere
 strain ageing = deformationsældning
 strain hardening = deformationshærdning
 stray-current corrosion = korrosion pga. vagabonderende strømme
 stress corrosion = spændingskorrosion
 stress relieving = afspændingsglødning
 subgrains = underkorn
 substitutional atom = substitutionsatom
 sub-zero treatment = dybkøling
 superalloys - legeringer, der er bestandige og bevarer styrken ved høj temperatur
 supercooling = underafkøling
 susceptible = modtagelig, følsom
 tarnish = anløbe (kemisk angreb)
 tear lines = brudlinier
 temper brittleness = anløbningskørhed
 temper carbon = temperkul
 temper pass = overvalsning
 tempering = anløbning
 tensile strength = trækstyrke, brudstyrke
 tensile test = trækprøvning
 tension = trækraft
 test piece = prøvelegeme
 tie line = bindelinie, konode
 tough - sej
 tough pitch copper = raffinadekobber
 transfer molding = sprøjtepresning, trykstøbning
 transgranular = transkrystallinsk
 transition temperature - overgangstemperatur, omslagstemperatur
 tungsten = wolfram

ultimate tensile strength = tensile stress
 = trækstyrke uniform corrosion attack = fladetæring UTS =
 ultimate tensile strength = tensile stress = trækstyrke
 vacancy = vakance, tom plads void = hulrum
 warp = slå sig
 wear - slid
 weld = svejse, svejsesøm
 weld decay = interkrystallinsk korrosion nær svejsesøm i austenitisk rustfrit stål
 wire drawing = trådtrækning
 work hardening = deformationshærdning
 wrought = tildannet, smedet
 wrought steel = smedejern
 x-ray = røntgen
 yield = flyde, give efter
 yield point = flydegrænse, -spænding
 yield strength = flydespænding eller 0,2 spænding YS = yield strength = flydespænding eller 0,2 spænding

Udenlandske (især engelske) forkortelser

AAS = atomic absorption spectrometry
 AC = alternating current = vekselstrøm
 AC = air cooled
 ACD = annealed, cold drawn
 AES = auger electron spectroscopy
 AfK = Arbeitsgemeinschaft
 DVGW/VDE for Korrosionsfragen AFNOR = Association Française de
 Normalisation AISI = American Iron and Steel Institute ANSI - American National Standards
 Institute AOD = argon oxygen decarburization API = American Petroleum Institute AQ = as quenched ASM = American Society for
 Metals ASME = American Society of Mechanical Engineers ASNT = American Society for Nondestructive Testing ASTM =
 American Society for Testing
 and Materials AWI = American Welding Institute AWS = American Welding Society AWWA = American Water Works Association
 bcc = body-centred cubic
 BCIRA = British Cast Iron Research
 Association bct = body-centred tetragonal BHN = Brinell hardness number BID = Brinell indentation diameter BM = base metal
 BOF - basic oxygen furnace BOP = basic oxygen process BPQ = brazing procedures qualification
 record BPS = brazing procedure specification BSI = British Standards Institutes
 CCI = crevice corrosion index CCR = conventional controlled rolling CCT = continuous cooling transformation CE = carbon
 equivalent
 CEN = Comité Européen de Normalisation
 CG = compacted graphite
 CGZ = coarse-grained zone
 CMOD = crack mouth opening displacement
 COD = crack opening displacement
 CP = cathodic protection
 CP = code of practice
 CP = commercial pure
 CQ = commercial quality
 CPT - critical pitting temperature
 CR = controlled rolling
 CSA = Canadian Standards Association
 CT = compact tension
 CT - continuous transformation
 CTOD = crack tip opening displacement
 CUI - corrosion under insulation
 CVD = chemical vapour deposition
 CVN = Charpy V-notch
 DBTT = ductile-to-brittle transition
 temperature DC = direct current = vekselstrøm DCB = double cantilever beam DIN = Deutsche Industrie Normen DIS = Ductile Iron
 Society DIS = Draft International Standard =
 forslag til ISO standard DN = nominal diameter DPH = diamond pyramid hardness -
 Vickers hårdhed DPT = dye penetrant testing DVGW = Deutscher Verein des Gas und
 Wasserfaches DWT = drop weight testing DWTT = drop weight tear testing
 EAC = environmental assisted cracking
 EAF = electric arc furnace
 EBW - electron beam welding
 EDAX = energy-dispersive x-ray analysis
 EDS = energy-dispersive spectroscopy
 EFC = The European Federation of
 Corrosion EGW = electrogas welding

EIS = Electrochemical Impedance spectroscopy
 EL = elongation
 ELI = extra-low interstitial
 emf = electromotive force
 EN = Europæisk standard (CEN-publi-kation)
 EPR = electrochemical potentiokinetic reactivation
 ER = electrical resistance
 ESCC = external stress corrosion cracking
 ESR = electroslag remelting
 ESW = electroslag welding
 ET = eddy current testing
 et al. = og andre
 EXW - explosion welding
 FAD - fracture assessment diagram FATT = fracture-appearance transition
 temperature FC - flake graphite FC = furnace cool FCAW = flux-cored arc welding fcc = face-centred cubic FE = finite element
 FEM = finite element method FGHAZ = fine grain heat affected zone FGZ = fine-grained zone FL = fusion line
 FPT = fluorescent penetrant testing FRW = friction welding FW = flash welding FZ = fusion zone
 GAB = general aerobic bacteria
 GC = grain-coarsened
 GHAZ = grain-coarsened heat-affected zone
 GMAW - gas metal arc welding = MIG
 GS = grain size
 GSY = gross section yielding
 GTAW = gas tungsten-arc welding = TIG
 HAZ = heat affected zone
 HB - Brinell hardness
 HCF = high-cycle fatigue
 hcp = hexagonal close-packed
 HIC = hydrogen-induced corrosion
 HIP = hot isostatic pressing
 HR - Rockwell hardness
 HSLA = high-strength low-alloy steel
 HSS = high-speed steel
 HTLA = heat-treatable low-alloy steel
 HV = Vickers hardness
 ID = inside diameter
 IGC = intergranular corrosion
 IIW = International Institute of Welding
 INSTA = det Internordiske Standardiserings-samarbejde Ipy = inch per year IQI = image quality indicator ISBN = International Standard Book
 Numbering ISCC = intergranular stress corrosion cracking ISO = International Organization for
 Standardization IT = isothermal transformation IW = induction welding
 JIS = Japanese Industrial Standard
 K = Kelvin
 K = stress intensity factor
 K_{1c} = plane-strain fracture toughness
 K_{ISCC} = stress corrosion cracking threshold stress intensity
 ksi = kilo pounds (1000 pounds) per square inch
 lb - pounds lbf = pound force LBZ = local brittle zone LCF = low-cycle fatigue LME = liquid metal embrittlement LOM = light
 optical microscope = metalmikroskop LPR = linear polarisation resistance
 MAG = Active-gas metal-arc welding MAOP = maximum allowable operating pressure MC = metal carbide Mdd = mg /dm², døgn
 Mf = temperature at which martensite formation finishes MIC = microbiologically induced (or
 influenced) corrosion MIG - Inert-gas metal-arc welding MIL = Military Standard (USA) MMA = manual metal-arc welding MOP =
 maximum operating pressure MPI = Magnetic Particle Inspection MPOP = maximum permissible operating pressure mpy - mil per
 year = 25,4 µm/år Ms = temperature at which martensite formation starts

MT - magnetic particle testing MTR = material test report N/A = not applicable NDE = non-destructive evaluation NDT - non-destructive testing NFS = Norges Standardiseringsforbund
 OD - outside diameter
 o.d. - outside diameter
 OES = optical-emission spectroscopy
 OQ = oil quenched
 OQ & T = oil quenched and tempered
 oz - ounce
 PAW = plasma arc welding
 PH = precipitation hardenable
 P/M = powder metallurgy
 ppb = parts per billion
 ppm - parts per million
 PQR = procedure qualification record
 PRE = pitting resistens equivalent
 PREN = PRE for nitrogenholdige rustfrie stål
 prEN = preliminary EN = forslag til Europæisk standard
 psi = pounds per square inch
 PT = liquid penetrant testing
 PVD - physical vapour deposition
 PWHT = post weld heat treatment
 QA = quality assurance QC = quality control
 R&D = research and development RCR = recrystallisation controlled rolling RD = rolling direction RE = rare earth ref = reference
 rem = remainder RSEW = resistance seam welding RSW = resistance spot welding RT = radiographic testing RT = room temperature
 SAE = Society of Automotive Engineers SAW = submerged arc welding SC = single crystal SCC - stress corrosion cracking SCE = standard calomel electrode SCF = stress concentration factor SEM = scanning electron microscopy SFS - Suomen Standardisoimisliitto =
 Finsk Standard SG - spheroidal graphite
 SHE = standard hydrogen electrode
 SI = Système Internationale d'Unités
 SIS = Standardiseringskommissionen i Sverige
 SMAW = shielded metal arc welding
 SME = solid metal embrittlement
 SMIE = solid metal induced embrittlement
 SMLS = seamless
 SMYS = specified minimum yield strength
 SRB = sulphate-reducing bacteria
 SS - stainless steel
 SSC = sulphide stress corrosion
 SSCC = SSC = sulphide stress corrosion cracking
 SSR = slow strain rate
 STEM = scanning transmission electron microscopy
 SW - stud welding
 SWC = stepwise cracking
 TC = total carbon TDP = Toyota Diffusion Process TEM = transmission electron microscopy TIG - tungsten inert gas welding
 TMCP = thermomechanical controlled processing
 TME = tempered martensite embrittlement
 TRIP = transformation induced plasticity
 tsi = tons per square inch
 TTT = time temperature transformation
 TW = thermite welding
 UNS = Unified Numbering System
 UT = ultrasonic testing
 UTS = Ultimate tensile strength
 VT = visual testing
 W = weld
 WG = working group
 WI = welding instructions
 WM = weld metal
 WPAR = welding procedure approval record
 WPQ = welders performance qualification
 WPS = welding procedure specification
 XRD = x-ray diffraction

XRF = x-ray fluorescence = XRS
XRS = x-ray spectrometry - XRF

METALLURGI FOR INGENIØRER bliver ofte kaldt den danske materialebibel, og det er der en god grund til. Bogen har uden ophold været på markedet i 60 år, og den har gennem alle de år været den foretrukne referencebog inden for metallurgi, samtidig er den også den foretrukne fagbog inden for ingeniøruddannelserne.

Metallurgi for ingeniører har altid været en bog, som har forenet en meget dyb viden med en logisk og overskuelig opbygning, så den både egner sig til undervisningsbrug og til håndbog og opslagsværk. Det har samtidig betydet, at når du har anskaffet dig bogen i forbindelse med din uddannelse, og så beholder du den for at bruge den som vidensdepot i årene derefter.

Fra indholdet kan bl.a. nævnes:

- Bindingstyper i metaller sammenlignet med andre ikke metalliske materialer.
- Krystalstruktur i forskellige typer metalliske materialer.
- Metalleres tilstandsformer og tilstandsdiagrammer.
- Metalleres deformationsformer og årsagerne dertil.
- Brud og brudteori.
- Styrkeøgende mekanismer og rekrySTALLISATION.
- Materialeprøvning og tolkning af resultaterne.
- Korrosion og korrosionsteori.

Denne udgave af *Metallurgi for ingeniører* er den 10. udgave i rækken, og den er naturligvis opdateret med den nyeste viden inden for området, samtidig med at den beholder sin arv som den absolutte materialebibel.