

Øving 8

1

- a) Fra vedlagte tabeller (TABLE 1 – 5) sett opp en tabell med spesifikk styrke og duktilitet for et høgfast stål (D6AC), en titan legering (Beta C) og høgfast aluminium (AA7075), sammen med de rene metallene (Spesifikk styrke = styrke/tetthet)

Lag en graf med duktilitet mot spesifikk styrke. Hvordan kan det ha seg at lettmetaller (Ti og Al) kommer godt ut av det i konkurransen med stål?

- b) Sett opp en tabell med spesifikk stivhet (Modulus) for metallene Fe, Ti og Al. Hvordan kan det ha seg at en aluminium bjelke kan bli både lettere og like stiv som en stålbjelke?

- c) Hvorfor bruker vi ikke Titan til konstruksjoner som i bygg (bjelker)?

TABLE 1

Physical properties of pure titanium compared with aluminium, copper and iron:

Property	Iron	Copper	Aluminium	Titanium
Density (kg/m^3)	7870	8940	2700	4510
Melting point ($^{\circ}\text{C}$)	1536	1083	660	1667
Thermal conductivity, (W/mK)	78	397	238	21
Specific heat, (J/kgK)	456	386	917	528
Electrical resistivity, ($\mu\Omega\text{cm}$)	10,1	1,69	2,67	55

TABLE 2

Mechanical properties of pure titanium compared with aluminium, copper and iron

Property	Iron	Copper	Aluminium	Titanium
Yield strength, σ_y (MPa)	130	70	35	450
Tensile strength, TS (MPa) (R_m)	262	200	90	520
Ductility, %EL	45	45	40	25
Young's Modulus, E (GPa)	210	117	69	103

TABLE 3

Mechanical properties of high strength alloyed titanium

Property	Ti-6Al-4V Grade 5-annealed	Ti-3Al-8V-6Cr-4Mo-4Zr (Beta C) age-hardened	Ti-6Al-2Sn-2Zr-2Mo-2Cr-0,25Nb Alfa/beta - titanium
Yield strength, σ_y (MPa)	880	1120	1140
Tensile strength, TS (MPa)	950	1220	1280
Ductility, %EL	14	13	11
Young's Modulus, E (GPa)	114	104	122

TABLE 4

Mechanical properties of high strength alloyed steel, round bars.

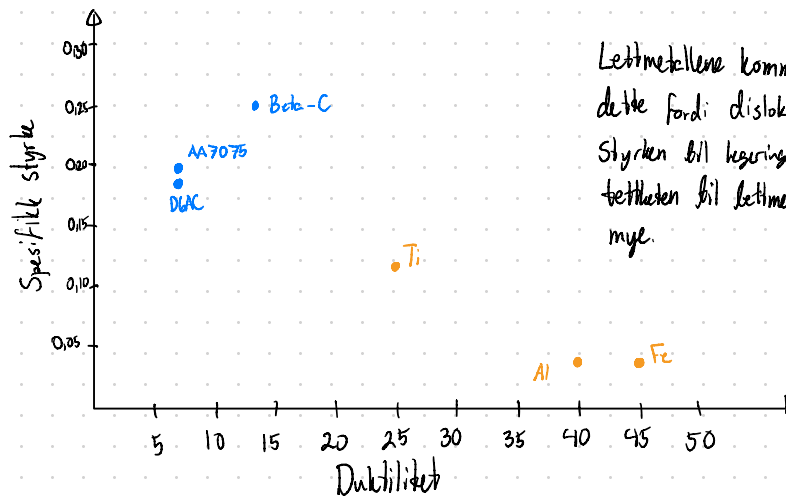
Property	AISI4230 Annealed&cooled	AISI 4130 Quenched & tempered	D6AC Lowalloy D6AC AISC-AISC
Yield strength, σ_y (MPa)	460	1110	1345
Tensile strength, TS (MPa)	560	1145	1570
Ductility, %EL	21,5	16,4	7
Young's Modulus, E (GPa)	205	205	210

TABLE 5

Mechanical properties of high strength aluminium alloys, round bars.

Property	AA7075 Age-hardened	AA7278 Age-hardened	AA6082 Age hardened
Yield strength, σ_y (MPa)	505	565	320
Tensile strength, TS (MPa)	560	615	350
Ductility, %EL	7	5	12
Young's Modulus, E (GPa)	71	72	70

a)	Jern	D6AC	Titan	Beta-C	Aluminium	AA7075
TS	262	1570	520	1220	90	560
ρ	7870	7800	4510	4900	2700	2810
$\frac{TS}{\rho} = \text{spesifikk styrke}$	0,0333	0,1987	0,1153	0,2490	0,0333	0,1993
$\frac{mPa}{kg/m^3}$						



Lettmetallene kommer bedre ut av dette fordi dislokasjonene øker styrken til legeringen uten å øke tettheten til lettmetallene fullt så mye.

b)

	Fe	Ti	Al
E	210	103	69
ρ	7870	4510	2700
$\frac{E}{\rho}$ = Modulus	0,0267	0,0228	0,0256

Al er nesten like stiv som Fe, men mye lettere, derfor er en aluminiumsbjelke lettere, men nesten like stiv som en stålbelte.

c) Titan brukes ikke i konstruksjon fordi det er dyrt å lage, i tillegg til at det ikke er sterkere enn stål, som er mye billigere.

2

Bestem radiell hardhets profil (ala Fig. 17.12 i utgave 9, 11.22 i utgave 10) for følgende:

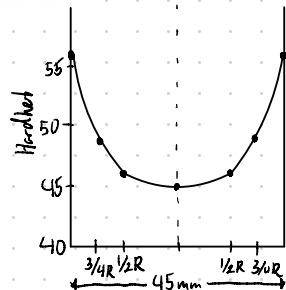
- Sylinder, 45 mm diameter av 8640 stål, som er bråkjølt («quenched») i olje
- Sylinder, 80 mm diameter, av 5140 stål, som er bråkjølt i olje
- Sylinder, 60 mm diameter, av 8620 stål, som er bråkjølt i vann
- Sylinder, 75 mm diameter, av 1040 stål, som er bråkjølt i vann

Bruk Figurene 17.8/11.18 og 17.9/11.19 fra Callister (Herdekurver), samt Figur 17.11/11.21.

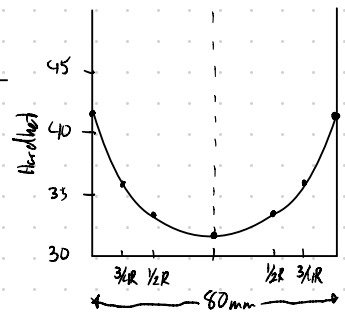
a) Fra 11.21(a) for 45 mm bar, Fra 11.19, Hardhet

Center = 15 mm
 $\frac{1}{2} R = 14 \text{ mm}$
 $\frac{3}{4} R = 11 \text{ mm}$
 Surface = 7 mm

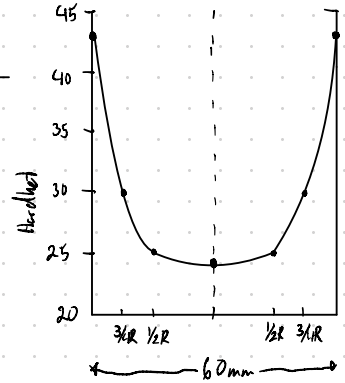
45
 46
 48
 56



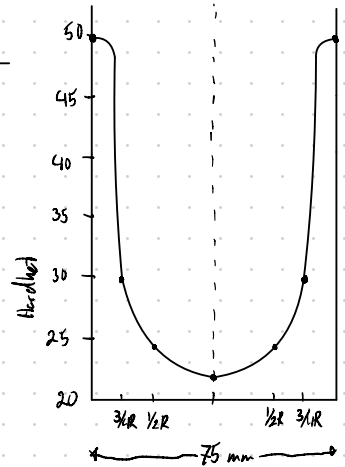
b) Fra 11.21(b) for 80 mm bar,	Fra 11.18, Hardness
Center = 26 mm	32
$\frac{1}{2} R = 24$ mm	33
$\frac{3}{4} R = 18$ mm	36
Surface = 13 mm	42



c) Fra 11.21(a) for 60 mm bar,	Fra 11.19, Hardness
Center = 14 mm	24
$\frac{1}{2} R = 12$ mm	25
$\frac{3}{4} R = 8$ mm	30
Surface = 3 mm	43



d) Fra 11.21(a) for 75 mm bar,	Fra 11.18, Hardness
Center = 16 mm	22
$\frac{1}{2} R = 14$ mm	24
$\frac{3}{4} R = 8$ mm	30
Surface = 4 mm	50



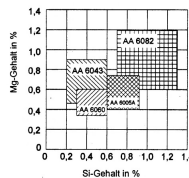
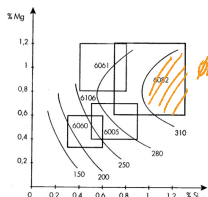
3

Gitt kjemisk sammensetning i tabell av en spesiell aluminiumslegering, angitt som "Oktober18".

Lag en prosessbeskrivelse for herding av dette materialet, dvs et Temperatur-tid diagram tilsvarende Figur 17.16/11.27. Temperatur for løsningsgløding (Solution heat treatment), bråkjøling (Quench) og utherding (Precipitation hardening) inngår i dette og bruk diagrammene vedlagt (anta at legeringen er representert ved egenskaper til Al + 1wt% Mg₂Si). Krav til styrke på produktet settes til > 310 MPa.

Alloy	Si	Fe	Cu	Mn	Cr	Zn	Mg
AA6082	0.7 – 1.3	<0.50	<0.10	0.40 – 1.0	<0.25	<0.20	0.6 – 1.2
Oktober18	0.97	0.20	0.004	0.55	0.16	0.04	0.71

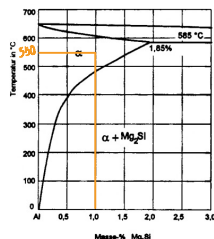
Ønsker Al + 1 wt% Mg₂Si, TS > 310 MPa



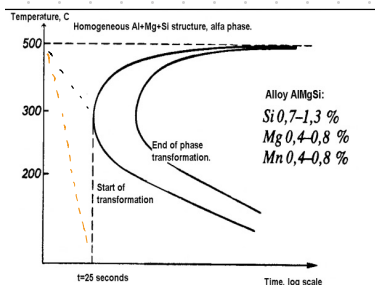
(Denne er meningsløs for oppgaven
anset en for å gjekte tabellverdiene
til AA6082 som er gitt i oppgaven)

- Gløding: Varmes opp Al + 1 wt% Mg₂Si til det er ren α -fase $\Rightarrow$ 550°C

$\hookrightarrow$ "Solution heat treatment"



Ingen transformasjon med $T > 500^\circ\text{C}$, med $T = 300^\circ\text{C}$, så går det

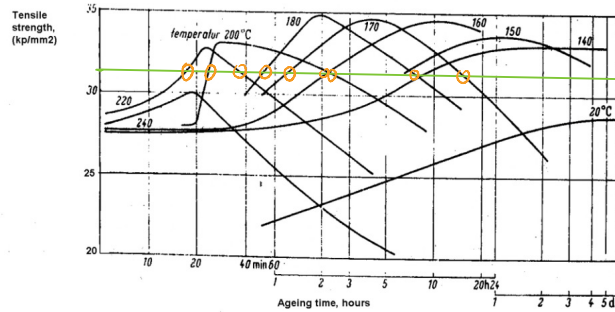


25 sek for transformasjonen starter, må under 300°C
Innen 25 sek. (Må kanskje se for at men ikke krysser
transformasjonslinje)

$\Rightarrow$ Bruker bråkjøling for å få en legering
med α -fase, som er overmettet med
Mg₂Si, denne er veldig svak

Varmes så opp igjen legeringen for å få TS > 310 MPa

$$1 \text{ kp/mm}^2 = 9.8 \text{ MPa} \Rightarrow TS = \frac{310 \text{ MPa}}{9.8 \text{ MPa/kp/mm}^2} = 31.6 \text{ kp/mm}^2$$



Alle orange sirkler er mulige, velger 180°C $\Rightarrow$ må ha $t > 55 \text{ min}$
 $\Rightarrow$ feks. 1 time. For dette diagrammet:

