

Aluminium konstruktion

Såfremt oplysninger videregives, skal
AluCluster nævnes som kilde

DEN EUROPÆISKE UNION

Den Europæiske Fond
for Regionaludvikling

Vi investerer i din fremtid



Agenda

- Hvilken rolle spiller AluCluster
- Den danske erfaring med brug af aluminium i tunge offshore konstruktioner.
- Hvilke resultater har andre nationer opnået og hvordan udvikler vi derfra.



Hvilken rolle spiller AluCluster

- Vi er videntcenter og sat i verden for at øge brugen af aluminium
- Vi møder konstant fordomme
- Hvad gør vi for at komme disse til livs
- Vi kan godt lide det gode eksempel



Den danske erfaring / historie

- Der er lavet en stribe fejl for 20 år siden
- Pris aluminium kontra stål
- Livscyklus og samlet værdi kæde



Hvad har andre nationer gjort

- Aluminium har stort fokus
- Det er en forretning fordi det kan svare sig
- Ikke et spørgsmål om at lave det samme emne som stål
- Tag udgangspunkt i både svagheder og styrker og tænk nyt !
- Eksempler





Såfremt oplysninger videregives, skal
AluCluster nævnes som kilde

DEN EUROPÆISKE UNION

Den Europæiske Fond
for Regionaludvikling



Vi investerer i din fremtid

alucluster



Såfremt oplysninger videregives, skal
AluCluster nævnes som kilde

DEN EUROPÆISKE UNION

Den Europæiske Fond
for Regionaludvikling



alucluster

Vi investerer i din fremtid



Såfremt oplysninger videregives, skal
AluCluster nævnes som kilde

DEN EUROPÆISKE UNION

Den Europæiske Fond
for Regionaludvikling



Vi investerer i din fremtid





Såfremt oplysninger videregives, skal
AluCluster nævnes som kilde

DEN EUROPÆISKE UNION

Den Europæiske Fond
for Regionaludvikling



alucluster

Vi investerer i din fremtid

CASE: AluTopsite

Såfremt oplysninger videregives, skal
AluCluster nævnes som kilde

DEN EUROPÆISKE UNION

Den Europæiske Fond
for Regionaludvikling

Vi investerer i din fremtid



Udfordringen – Vægtreduktion



- Ønsket vægtreduktion 50-75 tons eller min. 50 %
- Udgangspunkt i kendskab til aluminiums svagheder
- Behov for at tænke utraditionelt ift. design
- Hvorfor?
 - Lettere installation
 - Dimensionering af monotower
 - Vedligehold
 - TOTAL COSTS

Team og værdikædebetragtning

- Virksomheder
 - Ib Andresen Industri A/S
 - SAPA profiler A/S
 - Sjølund profilvalsning A/S
 - SubC Partner A/S
- Værdikæde
 - Væsentlige kompetencer i internationalt målestok
 - Specialister på specifikke områder
 - Det rigtige team til nye aluminiums landvindinger
 - Team sammensætning skal sikre succes

Aluminium som konstruktionsmateriale

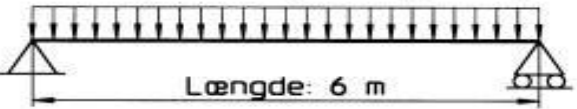
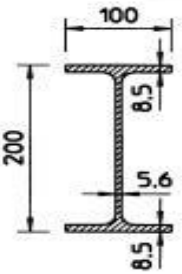
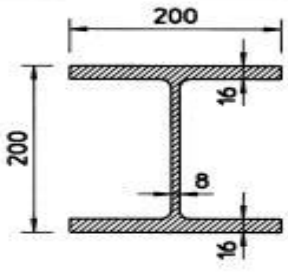
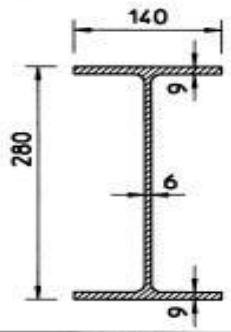
- Stærke sider
 - Høj styrke vs. vægt forhold
 - Gode korrosionsegenskaber
 - Lave omkostninger til vedligeholdelse
 - 100% genanvendelig
 - Let formbar
- Svage sider
 - Styrketab i HAZ ved svejsning
 - Lavt E-modul
 - Lavt smeltepunkt
 - Opmærksomhed ift. sammenføjning med andre materialer

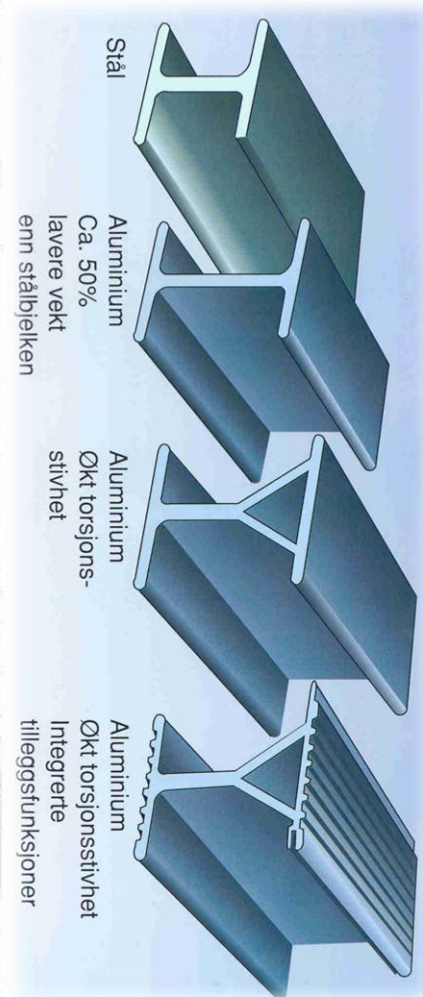
Aluminium er ikke uprøvet i maritimt miljø - Færger, offshore beboelsesmoduler, helidecks etc.

Typiske legeringer til offshore

Alloy	Temper	Tensile Strength (MPa)	Yield Strength (MPa)	Application
EN AW 5083	O	290	145	Sheet material. Shipbuilding and offshore applications. Excellent corrosion resistance
	H112	300	180	
	H32	320	250	
EN AW 6082	T4	205	110	Profiles, Structural sections. High strength, good corrosion resistance
	T6	290	250	
EN AW 6060	T4	120	60	"Lighter" structures
	T6	190	150	
EN AW 6063	T4	130	65	"Lighter" structures
	T6	215	170	
EN AW 7108	T4	250	210	High strength, natural aging. Less corrosion resistance (stress corrosion)
	T6	350	320	

Lavt E-modul

Profiler		Last: $q = 700 \text{ kg/m} + \text{egenvægt}$  Længde: 6 m		
		Stål IPE 200	Aluminium profiler	
				
A	mm ²	2848	7830	4178
E	N/mm ²	2,1 E5	7,0 E4	7,0 E4
I	mm ⁴	1,94 E7	5,80 E7	5,67 E7
W	mm ³	1,94 E5	5,80 E5	4,05 E5
E·I	N·mm ²	4,07 E12	4,06 E12	3,97 E12
Vægt pr. m	kg/m	22,4	21,1	11,3
Bøjnings spænding	N/mm ²	164	55	78
Nedbøjning	mm	29	29	29
1. ordens egenfrekv.	Hz	3,3	5,7	5,6



Heat Affected Zone (HAZ)

For all alloys supplied as extrusions, sheet, plate, drawn tubes and forging in the O and F condition, $\rho_{haz} = 1,0$.

Extrusions, sheet, plate, drawn tube and forging in 6xxx and 7xxx alloys in the T4, T5 and T6 condition:

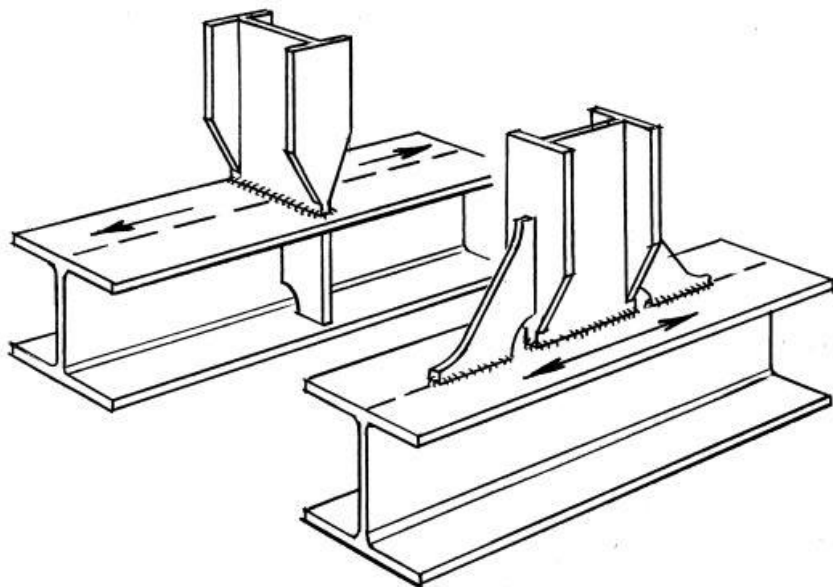
Alloy Series	Condition	ρ_{haz} (MIG welding)	ρ_{haz} (TIG welding)
6xxx	T4	1,0	--
	T5	0,65	0,60
	T6	0,65	0,50
7xxx	T6	0,80 ^{a)}	0,60 ^{a)}
		1,0 ^{b)}	0,80 ^{b)}

Sheet, plate or forging in 5xxx, 3xxx and 1xxx alloys (in the work hardened (H) condition):

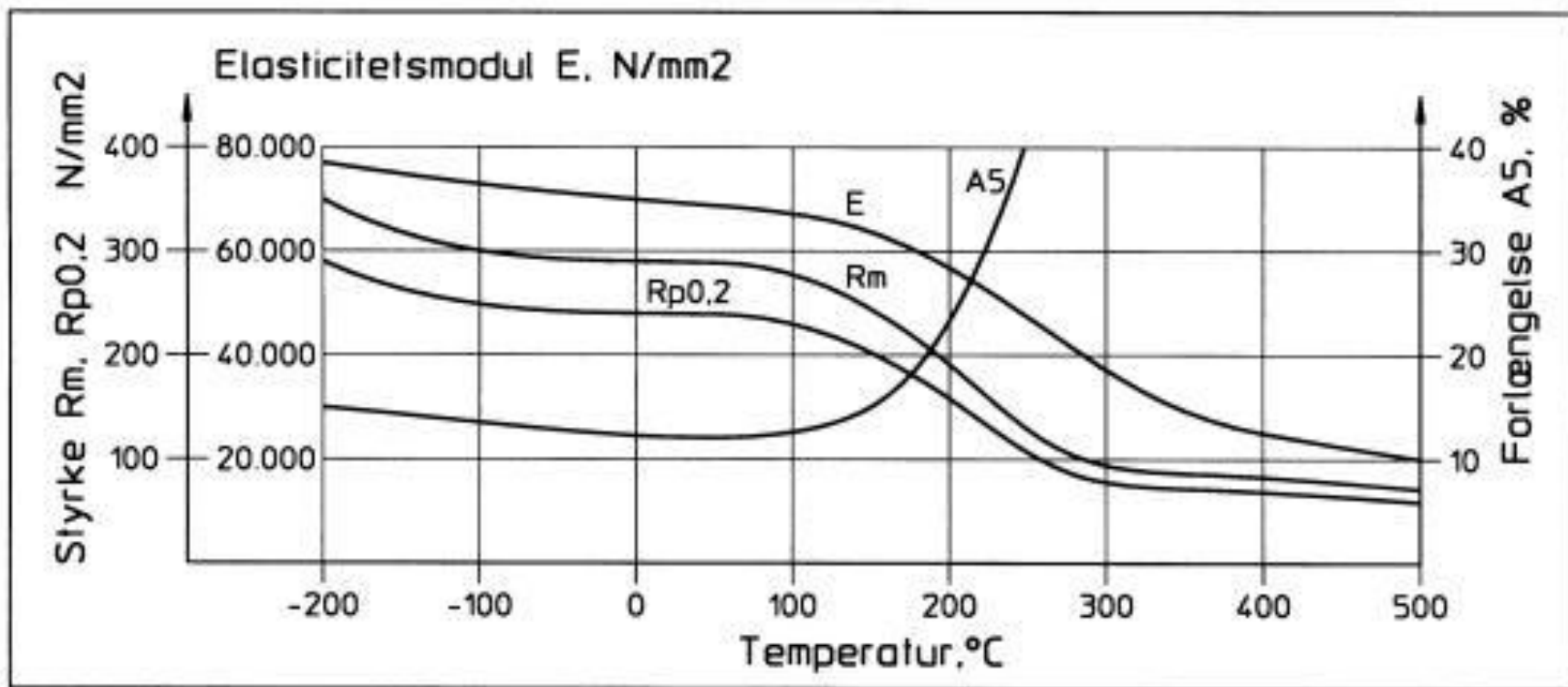
Alloy Series	Condition	ρ_{haz} (MIG welding)	ρ_{haz} (TIG welding)
5xxx	H22	0,86	0,86
	H24	0,80	0,80
3xxx	H14, 16, 18	0,60	0,60
1xxx	H14	0,60	0,60

Begræns effekten af HAZ

- I modsætning til stål bør man tænke over placeringen af svejsningen.
- Vurder hovedspændingsretningen og placer din svejsning derefter.



Mekaniske egenskaber ift. temperatur



Korrosionsforhold

- Generel rigtig god korrosionsbestandighed

- Vigtigste korrosionstyper

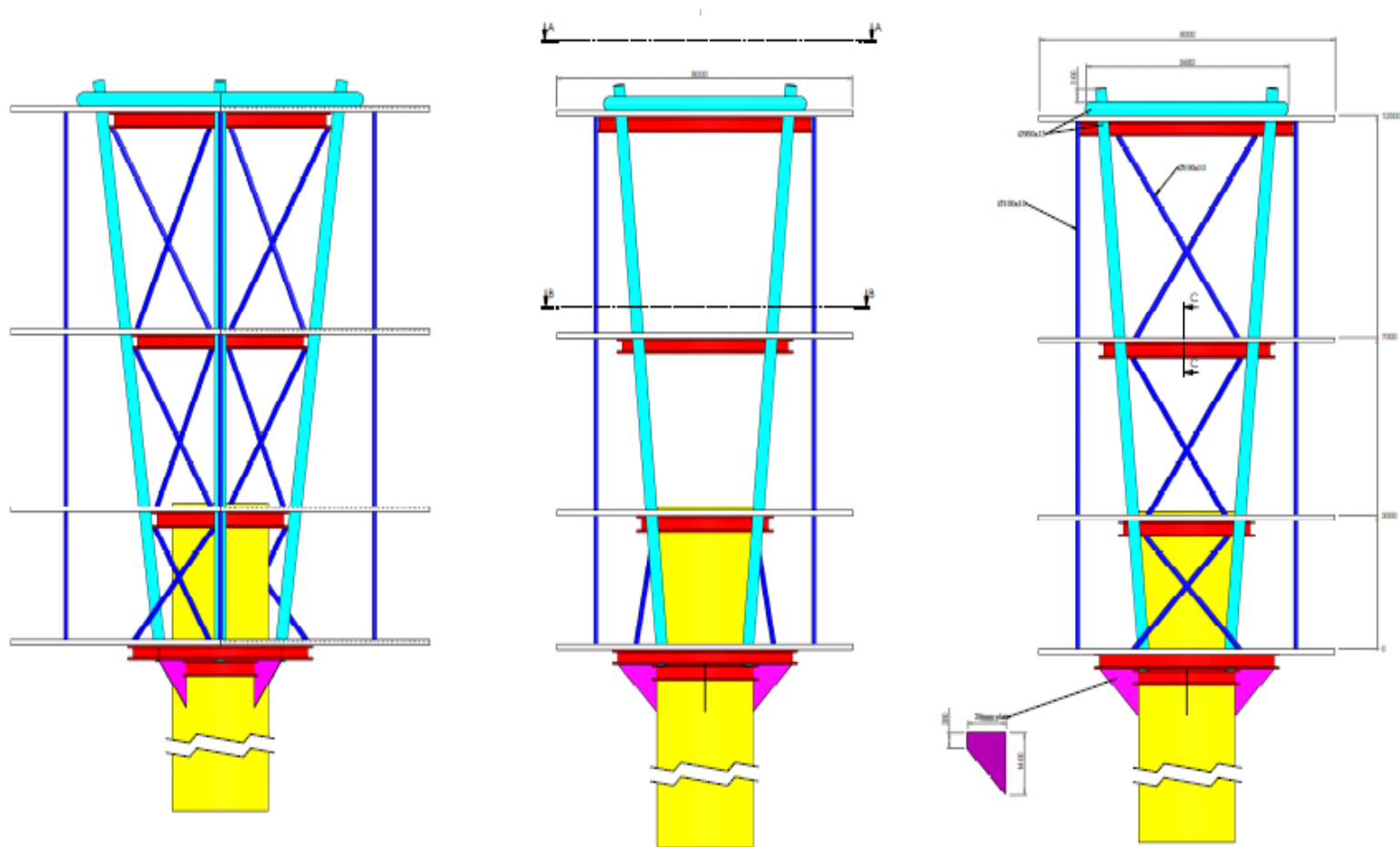
- Galvanisk korrosion
- Spændingskorrosion
- Pitting korrosion

- Viden og løsninger på området er tilgængelig

- Bi-metal Rustfri stål 316
- Hårdanodiserede plader
- Neopren



Design- og konstruktionsforslag



Såfremt oplysninger videregives, skal
AluCluster nævnes som kilde

DEN EUROPÆISKE UNION

Den Europæiske Fond
for Regionaludvikling

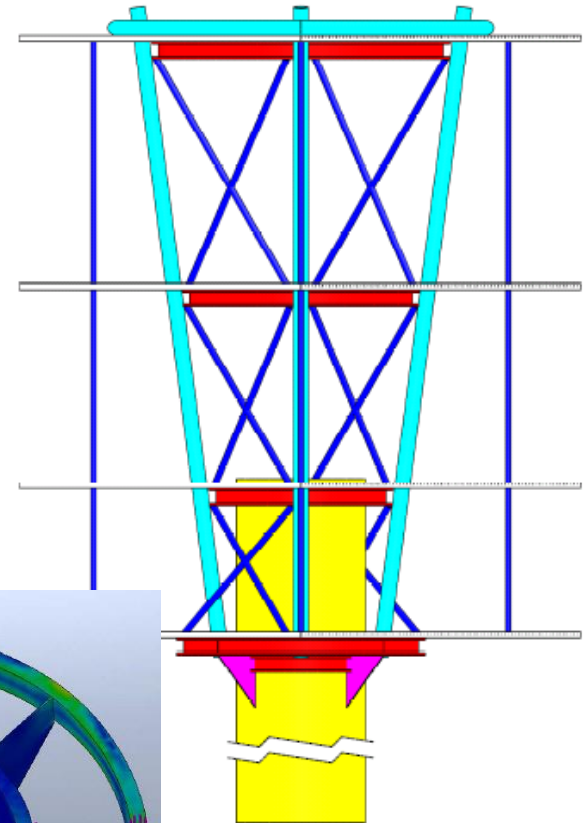
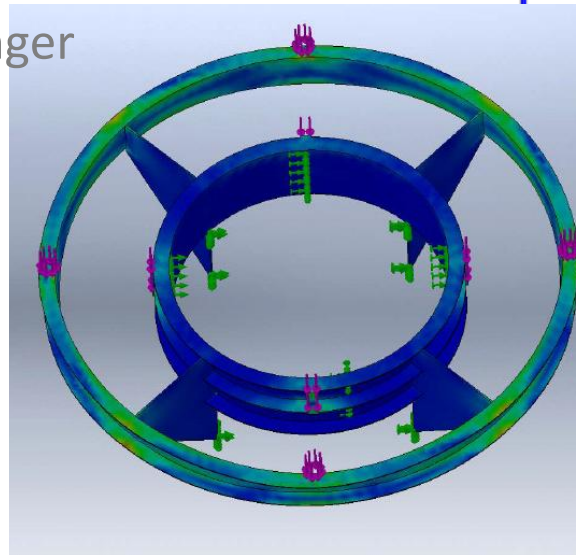


alucluster

Vi investerer i din fremtid

AluTopsite

- "Kræmmerhus"
 - 4 bærende ringe -> styrke
 - 4 lodrette profiler (træk/tryk)
 - Krydsstivere mod torsion
 - "selvbærende" dæk-profiler
- Minimer antallet af svejsninger
- Tag hensyn til E-modul
- Tænk korrosionsdesign ind



Standarder og vejledninger

- Eurocode 9

- Norsok:C-002, C-004, M-001, M-102, M-121, M-501

www.standard.no

- DNV: OS-B101, OS-C401, OS-E401

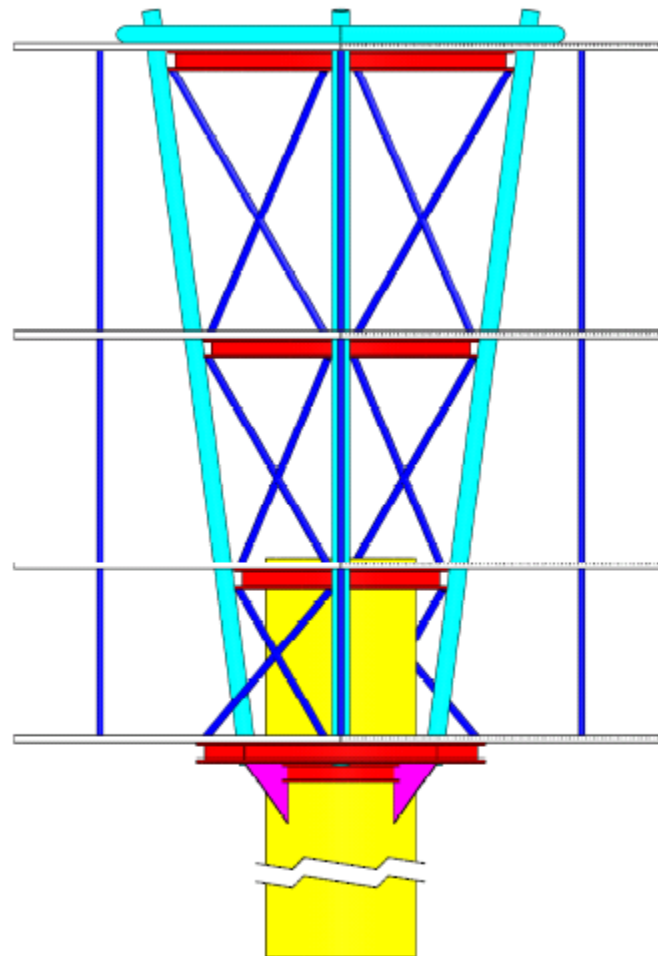
http://exchange.dnv.com/publishing/Codes/ToC_edition.asp#Standards

- SASAK – håndbogen

www.sasak.dk



Tak for opmærksomheden



Såfremt oplysninger videregives, skal
AluCluster nævnes som kilde

Ekstra slides

Såfremt oplysninger videregives, skal
AluCluster nævnes som kilde

DEN EUROPÆISKE UNION

Den Europæiske Fond
for Regionaludvikling

Vi investerer i din fremtid



Fysiske egenskaber

Egenskab	Aluminium	Jern	Kobber
Massefylde g/cm ³	2,7	7,9	8,9
Smeltepunkt °C	660	1540	1085
Varmeledningsevne W/(m °C)	220	75	401
Længdeudvidelseskoefficient x10 ⁻⁶ /°C	24	12	17
Elektrisk modstand x10 ⁻⁹ Wm	27,5	105	16,3
Elasticitetsmodul GPa	70	220	130



Aluminium

- Til konstruktioner er det først og fremmest valsede og ekstruderede aluminiumdele, der anvendes.
- De fleste strukturer er fremstillede af legeringer i 5000 eller 6000 serien – aluminium er ikke bare aluminium!
- Støbelegeringer benytter et lidt anderledes legeringssystem, og har ofte et højt silicium indhold.



Legeringssystemerne

**Støbelegeringer,
EN AC (cast)**



**Formbare legeringer,
EN AW (wrought)**



Såfremt oplysninger videregives, skal
AluCluster nævnes som kilde

Legeringsbetegnelser - Formbar

Legerings-element	Legerings-betegnelse	Legerings-type
Renaluminium	EN AW -1XXX	Ikke hærdbar
Kobber	EN AW -2XXX	Hærdbar
Mangan	EN AW -3XXX	Ikke hærdbar
Silicium	EN AW -4XXX	Ikke hærdbar
Magnesium	EN AW -5XXX	Ikke hærdbar
Magnesium + Silicium	EN AW -6XXX	Hærdbar
Zink	EN AW -7XXX	Hærdbar
Andre legerings-elementer	EN AW -8XXX	



Legeringsbetegnelser - Støb

DS/EN-1780-1	DS/EN-1780-2
EN AC-21000	EN AC-Al Cu4MgTi
EN AC-42000	EN AC-Al Si7Mg
EN AC-42100	EN AC-Al Si7Mg0,3
EN AC-42200	EN AC-Al Si7Mg0,6
EN AC-43xxx	EN AC-Al Si10Mg
EN AC-44000	EN AC-Al Si11
EN AC-44200	EN AC-Al Si12(a)
EN AC-44300	EN AC-Al Si12(Fe)
EN AC-45000	EN AC-Al Si6Cu4
EN AC-45200	EN AC-Al Si5Cu3Mn
EN AC-45400	EN AC-Al Si5Cu3
EN AC-46000	EN AC-Al Si9Cu3(Fe)
EN AC-46200	EN AC-Al Si8Cu3
EN AC-51000	EN AC-Al Mg3
EN AC-71000	EN AC-Al Zn5Mg



Legeringsstofferne betydning

Cu – Kobber :

Høj styrke – Naturlig modning – Sænker korrosionsbestandigheden.

Mn – Mangan :

Gode flydeegenskaber – giver opløsningshærdning som sekundær legeringselement.

Si – Silicium :

Sænker smeltepunktet (uden sprødhed til følge) – Tilsatsmateriale - Hovedelement ved støbelegeringer. Silumin (11 – 13,5 %)

Mg – Magnesium :

Korrosionsbestandig – Effektiv opløsningshærdning.

Zn – Zink :

Højeste styrkeegenskaber (6%).

Ni – Nikkel :

Styrkefasthed ved høje temperaturer.

Ti – Titan :

Kornforfining (styrke + mekaniske egenskaber) – Hæver smeltepunktet.

Li – Lithium :

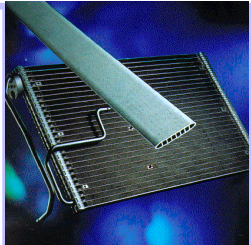
Sænker vægtfylden – Hæver E-modulet.

Bi – Bismuth og Pb – Bly :

Spånforkortende.



Legeringselementer

Al +	Mn Mangan 3000	God ekstruderbarhed og formbarhed	
	Mg Magnesium 5000	God korrosion-bestandighed Lav ekstruderbarhed	
	Mg Magnesium + Si Silicium 6000	God kombination af ekstruderbarhed og mekaniske egenskaber	
	Zn Sink 7000	Høj styrke Naturlig modning	



Links til viden

Diverse links

AluCluster: www.alucluster.com

AluBase: www.alubase.dk

SASAK: www.sasak.dk

AluMatter: www.alumatter.info

AluSelect: www.aluminium.matter.org.uk/aluselect

AluBook: www.alu.dk/videnbaser/modul/albook40.htm

Form og stof: www.alu.dk/grafik/Form_og_stof.PDF

HT fond projekt: www.antimas.dk

EEN: www.enterprise-europe.dk / <http://www.enterprise-europe-network.ec.europa.eu/>

