



EUROCODES

EN 1999

Design of aluminium structures

Eurokoodiseminaari 2021

Teemu Tiainen

Teräsrakenneyhdistys ry

TRY 50
1971-2021



Teräsrakenneyhdistys
Finnish Constructional Steelwork Association



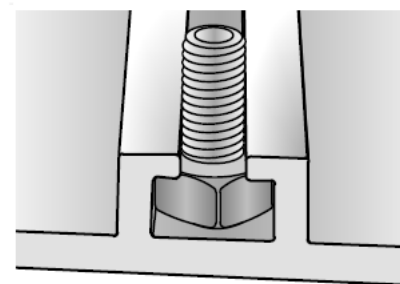
Alumiinini materiaalina

Alumiini

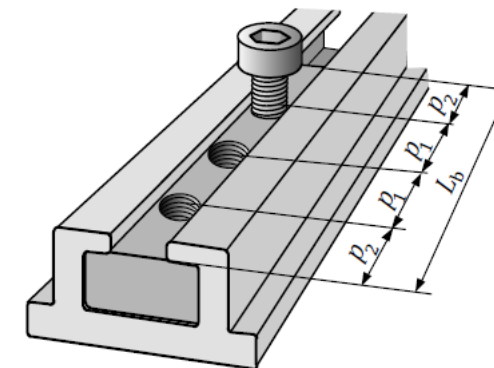
- Raaka-aine varsin yleinen mineraali, bauksiitti, mutta jalostus vaatii paljon energiaa
- Kierrätettävä, kierrätysaste myös korkea
- Käytössä joko puhtaana tai erilaisina seoksia
- Paljon sovelluksia myös rakentamisen ulkopuolella

Alumiini

Teräsrakenteilla ja -materiaaleilla monia samankaltaisia ominaisuuksia (sitkeys, rakenteiden hoikkuus, väsyminen, korroosio, hitsattavuus jne.), MUTTA...



(a)



(b)

- Alumiiniseoksia ja eri toimitustiloja on paljon ja niiden ominaisuudet vaihtelevat
- Ei selvää myötörajaa kuten teräksillä => mitoitusääntöjä ei voi kopioida suoraan
- liitoksia toteutetaan myös esim. liimaten

Alloy designation		Form of product	Durability rating
Numerical	Chemical symbols		
EN AW-3004	EN AW-AlMn1Mg1	SH, ST, PL	A
EN AW-3005	EN AW-AlMn1Mg0,5	SH, ST, PL	A
EN AW-3103	EN AW-Al Mn1	SH, (SHT), ST, PL, ET, EP, ER/B	A
EN AW-5005 / 5005A	EN AW-AlMg1(B) / (C)	SH, ST, PL	A
EN AW-5049	EN AW-AlMg2Mn0,8	SH, ST, PL	A
EN AW-5052	EN AW-Al Mg2,5	SH, (SHT), ST, PL, ET ^a , EP ^a , ER/B, DT	A
EN AW-5083	EN AW-Al Mg4,5Mn0,7	SH, (SHT), ST, PL, ET ^a , EP ^a , ER/B, DT, FO	A
EN AW-5383	EN AW-AlMg4,5Mn0,9	SH, ST, PL	A
EN AW-5454	EN AW-Al Mg3Mn	SH, ST, PL, ET ^a , EP ^a , ER/B	A
EN AW-5754	EN AW-Al Mg3	SH, (SHT), ST, PL, ET ^a , EP ^a , ER/B, DT, FO	A
EN AW-6060	EN AW-Al MgSi	ET, EP, ER/B,DT	B
EN AW-6061	EN AW-Al Mg1SiCu	SH, (SHT), ST, PL, ET, EP, ER/B,DT	B
EN AW-6063	EN AW-Al Mg0,7Si	ET, EP, ER/B,DT	B
EN AW-6005A	EN AW-AlSiMg(A)	ET, EP, ER/B	B

Alumiini - materiaaliominaisuudet

- Kimmokerroin n. 70 kN/mm^2 , liukukerroin 27 kN/mm^2
 - Tiheys 2700 kg/m^3
 - Suhteellisuusraja (0,2-raja) $80\text{...}300 \text{ N/mm}^2$
 - Murtoraja $125\text{...}300 \text{ N/mm}^2$
 - Korroosio-ominaisuudet yleensä hyvät, mutta poikkeavat esim. teräksen vastaavista
- EN 1999-1-1
taulukoissa eri
seoksille



Alumiiniohjeistuksen nykytilanne

Alumiinirakenteiden suunnittelu ja mitoitus - nykytilanne

Oma eurokoodinsa, EN 1999, jossa viisi osaa:

SFS-EN 1999-1-1, yleiset säännöt, sisältää myös liitokset

SFS-EN 1999-1-2, palomitoitus

SFS-EN 1999-1-3, väsymismitoitus

SFS-EN 1999-1-4, kylmämuokatut rakenteet

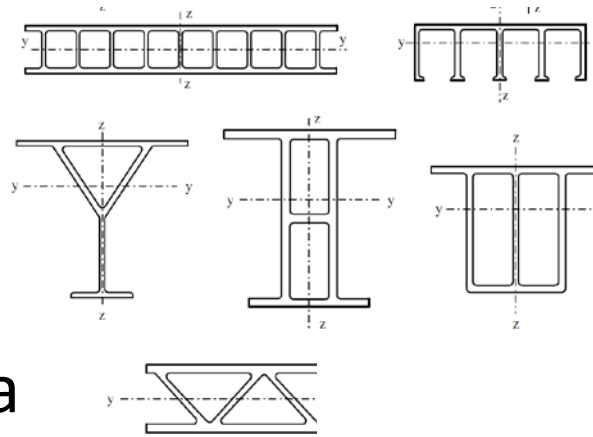
SFS-EN 1999-1-5, kuorirakenteet

+ Suomen kansallinen liite (talonrakentamiseen)
ympäristöministeriön ohjeena:

[YM: Rakenteiden lujuus ja vakaus, alumiinirakenteet \(2018\)](#)

+ toteutusstandardi EN 1090 osat 1, 3 ja 5

Eroja EC3 vs. EC9



prEN1999-1-1:2021

Annex I
(informative)

Lateral torsional buckling of beams and torsional or torsional-flexural buckling of compressed members

- Alumiini 5 osaa, teräs 18 osaa (ja uudistuksessa pari lisää)
- EC9:ssä ENV-vaiheen käsikirjamainen sisältö säilynyt, EC3:stä poistunut
- Erityyppisiin liitoksiin liittyen hyvin spesifiäkin sisältöä EN 1999:ssä

I.1 Use of this Annex

(1) This informative Annex provides additional guidance to that given in 8.3.1 and 8.3.2.

NOTE National choice on the application of this Informative Annex is given in the National Annex. If the National Annex contains no information on the application of this informative annex, it can be used.

Table 8.6 — Buckling length factor, k , for members

End conditions		k
1. Rotation: clamped - clamped; displacement: fixed - fixed		0,7
2. Rotation: clamped - hinge; displacement: fixed - fixed		0,85
3. Rotation: hinge - hinge; displacement: fixed - fixed (not relevant)		1,0
4. Rotation: clamped - clamped; displacement: fixed - free		1,25
5. Rotation: clamped - partially restrained; displacement: fixed - free		1,5
6. Rotation: clamped - free; displacement: fixed - free (cantilever)		2,1
7. Rotation: hinge - elastically clamped; displacement: fixed - free		$\geq 2,1^a$

^a Depends on stiffness at the clamped end.

onal buckling of beams and



Uudistuva EN 1999

Alumiineurokoodin 2. sukupolven valmistelu

- TC250:n alaisuudessa SC9, joka vastuussa EN 1999:n kehittämisestä
- Suomessa (ja monissa muissakin maissa) standardisointi järjestetty siten, että sama ryhmä **METSTA/SR 103** seuraa myös TC250/SC3:a (teräseurokoodien alakomitea)
- Uudistettavaan EN 1999:een valmisteltu myös viisi osaa jokseenkin samoin otsikoin
- Kaikki mainitut osat olivat TC250-lausuntokierroksella ("CEN Enquiry") keväällä 2021

Sivumäärä

	nykyinen	enquiry-draft	muutos [%]
EN 1999-1-1	210	364	73
EN 1999-1-2	60	53	-12
EN 1999-1-3	98	125	28
EN 1999-1-4	64	82	28
EN 1999-1-5	67	73	9

Kokonaissivumäärä siis kasvamassa jonkin verran

Enquiry-kommentit

Kommentteja saatiin kevään kierroksella vielä reilusti

- EN 1999-1-1 pääosa (sis. liitokset), 792 (!) kommenttia
- EN 1999-1-2 palo, 74 kommenttia
- EN 1999-1-3 väsyminen, 66 kommenttia
- EN 1999-1-4 kylmämuokatut, 86 kommenttia
- EN 1999-1-5 kuorirakenteet, 54 kommenttia

Kommentit käsitelty ja uudet luonnokset saatavilla SC9:n dokumenteissa (11/2021)

Enquiry-kommentit

- Kaikissa viidessä osassa kommentit melko suurelta osin hyväksytyjä
 - Luonnoksia käsitellään SC9:n tulevassa kokouksessa 9.-10.12.2021
 - Aikomuksena on viedä EN 1999 –luonnokset 15.2.2021 mennessä TC250:lle valmisteltavaksi formal voteen, joka suunnitellusti 10/2022
- => Teknisiä muutoksia ei pitäisi käytännössä olla luvassa

Kansallisesti valittavat parametrit (NDP)

- NDP:iden määrä säilynyt jokseenkin samana (joskin enquiryssä osa vielä poistui ja uusia tuli tilalle, esim. osa EN 1999-1-1, 26 kpl -> 28 kpl -> 23 kpl)
- Etenkin EN 1999-1-1:ssä huomattavan monta informatiivista (käytöstä voi päättää kansallisesti) liitettä
- Ympäristöministeriön toimeksiannosta TRY valmistellut valintaehdotuksia, näitä käsitellään METSTA/SR103:ssa seuraavassa kokouksessa

prEN 1999-1-1 liitteet

- Liitteiden määrä kasvamassa merkittävästi
- Vain neljä liitteistä pakollisia ("normative")
- Paljon käsikirjamaista sisältöä
- Tulossa esim. FEM-liite (myös EN 1990:een tulossa liite ja EN 1993 kokonainen uusi standardiosa)

EN 1999-1-1:2007 liitteet		prEN 1999-1-1:2021 Liitteet	
A	Reliability differentiation	normative	Quality requirements for execution normative
B	Equivalent T-stub in tension	informative	Finite element methods of analysis
C	Materials selection	informative	Materials selection
D	Corrosion and surface protection	informative	Corrosion and surface protection
E	Analytical models for stress strain relationship	informative	Castings normative
F	Behaviour of cross-section beyond the elastic limit	informative	Analytical models for stress strain relationship
G	Rotation capacity	informative	Geometrical properties of cross-sections
H	Plastic hinge method for continuous beams	informative	Behaviour of cross-section beyond the elastic limit
I	Lateral torsional buckling of beams and torsional or torsional-flexural buckling of compressed members	informative	Lateral torsional buckling of beams and torsional or torsional-flexural buckling of compressed members
J	Properties of cross-sections	informative	Shear lag effects in member design
K	Shear lag effects in member design	informative	Plastic hinge method for continuous beams
L	Classification of joints	informative	Cross-sectional ductility and rotation capacity
M	Adhesive bonded connections	informative	Classification of joints
N			The use of component method for joints
O			Screw grooves
P			Adhesive bonded joints
Q			Determining the extent of HAZ from hardness test
R			Weld studs connected by arc stud welding with tip ignition
S			Aluminium bridges normative
T			Lattice spatial roof structures
U			Composite aluminium concrete beams
V			Modified Buckling conditions normative



Kiitos mielenkiinnosta!