



RAKENNUSTIETO >

Rakennusalan täyden palvelun tietotalo

Rakennustieto Oy edistää hyvää rakennustapaa ja tuottaa rakentamisesta luotettavaa tietoa. Puolueettoman ja asiakaslähtöisen Rakennustieto Oy:n tuotteet kattavat rakentamisen koko elinkaaren suunnittelusta ylläpitoon. Yhtiön omistaa Rakennustietosäätiö RTS.

Tutustu palveluihimme

> rakennustieto.fi/rk/palvelut

Rakentajain kalenterin artikkelit

Tämä artikkeli on julkaistu alun perin Rakentajain kalenterissa, jota ovat julkaisseet Rakennustietosäätiö RTS sr ja Rakennusmestarit ja -insinöörit AMK RKL ry.

Julkaisu oli rakennusalan ammattilaisten ja opiskelijoiden käsikirja, joka yhdisteli teoriaa ja käytäntöä sekä kannusti hyvään rakentamiseen. Artikkelin vasemmassa reunassa olevasta vesileimasta näkee ko. Rakentajain kalenterin vuosikerran.

> [Artikkeliarkisto, kokoelma vuosien 1997–2018 Rakentajain kalenterissa julkaistuista artikkeleista](#)

Teräsrakennetuotteet ja suosittelavat teräslajit

Jouko Pellosniemi, diplomi-insinööri
Insinööri-toimisto Pellosniemi Jouko
joukop@megabaud.fi

Unto Kalamies, diplomi-insinööri
Asiamies, Teräsrakenneyhdistys r.y.
unto.kalamies@rtt.tliitot.fi

2

1 Johdanto

Tässä artikkelissa esitetään suosituksia käytettävistä profiileista ja levyistä sekä terästen laatu- ja lujuusluokista. Suosituksella pyritään ohjaamaan materiaalin käyttöä tiettyihin tuotteisiin. Suositukseen kuulumattomia tuotteita ei kuitenkaan ole tarkoitus rajata käytön ulkopuolelle, vaan tarvittaessa niitä voidaan edelleen käyttää.

Esityksessä on painotettu lujuusluokkien tarkoituksenmukaisen valinnan merkitystä teräsrakenteiden taloudellisuuteen. Lisäksi on korostettava suunnittelijan ammattitaidon merkitystä runkoratkaisun valinnassa ja yksityiskohtien suunnittelussa sekä mitoitus- ja huolellisuuden vaikutusta lopputulokseen.

Suomen rakentamismääräyskokoelman ohjeiden B7 Teräsrakenteet mukaan teräsrakenteissa ja niiden osissa käytetään sovellettavan standardin tai varmennetun käyttöselosteen mukaisia rakenneaineita ja tarvikkeita.

Ainestodistusvaatimuksista on SFS Sertifiointi Oy:n valvonnassa oleville valmistajille ja materiaalitoimittajille määräyksiä SFS Sertifiointi Oy:n sisäisissä ohjeissa. Ne yritykset, jotka eivät ole SFS Sertifiointi Oy:n valvonnassa, toimivat Suomen rakentamismääräyskokoelman ohjeiden B7 Teräsrakenteet mukaisesti.

Tässä artikkelissa esitettävät suositukset ovat tiivistelmä laajemmasta esityksestä Teräsrakennetuotteet ja suosittelavat teräslajit [1], joka löytyy Teräsrakenneyhdistyksen kotisivuilta osoitteesta <http://www.try.vtt.fi> kohdasta suunnittelun apuvälineet.

2 Valintaperusteet

2.1 Lujuusluokkien taloudellinen käyttö

Kantavien rakenteiden materiaaliksi suositellaan lujuusluokkaa S355 kokonaistaloudellisista syistä. Usein lujuusluokan S235 teräs on vielä saatavuutensa takia varsin tavanomainen, erityisesti korjausrakentamisessa. Uudisrakentamisen teräsrakennesuunnittelussa voidaan kor-

keammat lujuusominaisuudet useimmissa käytännön tapauksissa hyödyntää täysin, jolloin rakenteiden kokonaiskustannukset alenevat. Vaikutuksia materiaalikustannuksiin on havainnollistettu kuvissa 2.1 ja 2.2.

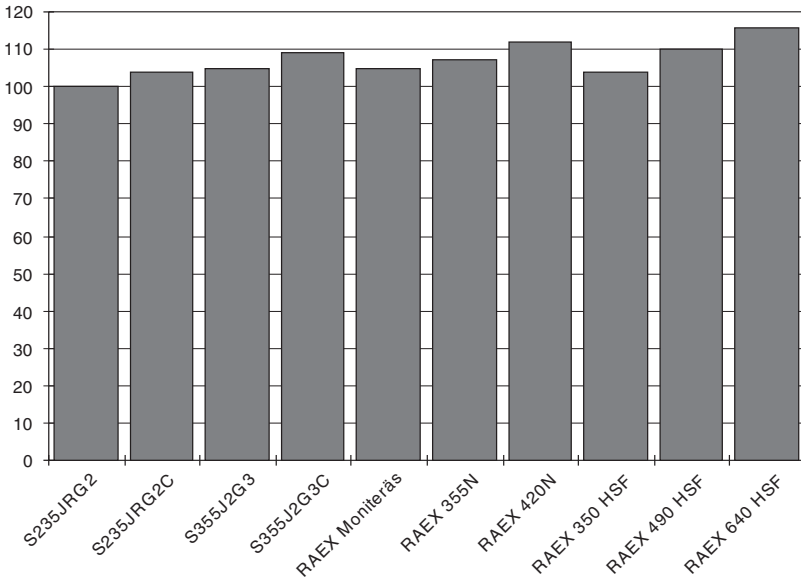
Teräksen hinta muodostuu kolmesta tekijästä:

- perushinta
- mittauslisä
- laatu-lisä.

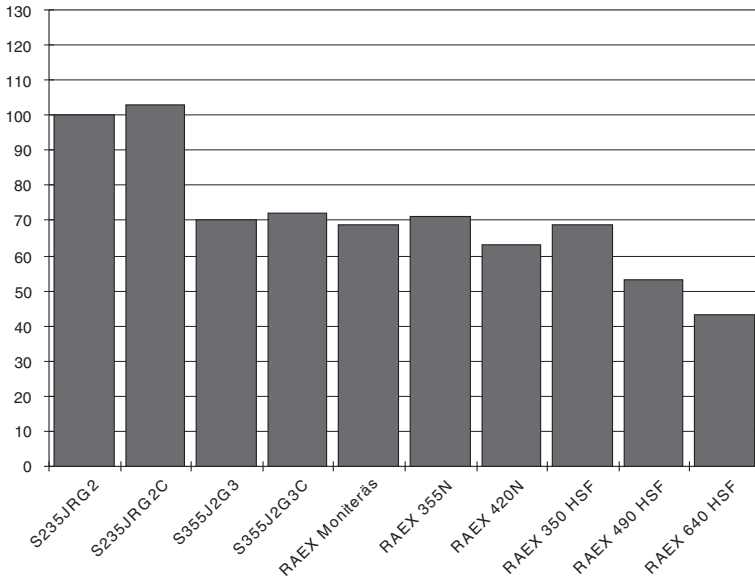
Perushinta ja mittauslisä ovat vakioita teräslajista riippumatta. Yleisillä rakenneteräslevyillä lujuuden nostaminen esimerkiksi S235:sta S355:een tuo lisähintaa noin 8 % laatu-lisän kautta. Kuumavalssattujen I-profiilien osalta vastaava lisähinta on noin 10 %. Teräsmateriaalin hinnoittelussa on suuntaus ollut laatu-lisän pienemiseen. Kehitystä varmasti nopeuttaa käytön keskittyminen yhteen teräslajiin, kuten eräillä terästuotteilla on jo tapahtunut. Kun suunnitellaan sama rakenne lujuusluokan S235 teräksestä S355 sijasta, vähenee tarvittavan materiaalin määrä 35 %, jolloin rakenteen materiaalikustannuksissa säästetään levyrakenteita käytettäessä 30 % ja profiilirakenteita käytettäessä 28 %.

Korkeamman lujuusluokan käytöllä on myös seurannaisvaikutuksia, jotka kaikki vaikuttavat kokonaiskustannuksiin alentavasti. Pienemmät dimensiot pienentävät rungon painoa sekä rakenteiden pinta-alaa, jolloin siirto-, valmistus-, kuljetus-, asennus- ja pintakäsittelykustannukset alenevat. Lisäksi siirtyminen yhden teräslajin käyttöön alentaa paitsi laatu-lisähintaa, myös materiaalien varastoinnista aiheutuvia kustannuksia.

Puristetussa rakenteissa lujuusta teräksestä saatava hyöty riippuu rakenteen hoikkuudesta. Pienillä hoikkuuksilla, joita käytännössä yleensä esiintyy, voidaan teräksen lujuus hyödyntää tehokkaasti. Hoikkuuden kasvaessa hyöty vähenee. Kun hoikkuus on niin suuri, että nurjahdus tapahtuu täysin kimmosesti, ei suuremman lujuuden omaavan teräksen käytöllä saavuteta etua pienemmän lujuuden omaavan teräksen verrattuna. Rakenteellisella muotoilulla voidaan sekä nurjahduksen että lommahduksen vaikutuksia suunnittelussa vähentää.



Kuva 2.1. Eri rakenneteräslevyjien teräslajien suhteellinen massayksikön hinta.



Kuva 2.2. Eri rakenneteräslevyjien teräslajien suhteellinen myötölujuuden hinta.

2.2 Teräslajin ja laatuluokkien tarkoituksenmukainen valinta

Rakenneteräkset ja muovattavat hienoraeteräkset

Teräsrakenteiden suunnitteluohjeet (B7; Teräsrakenteet; Ohjeet 1996) määrittelevät käytettävän laatuluokan painoluvun Z avulla. Painoluvun arvoon vaikuttavat:

- rakenneluokka (1...3)
- käyttölämpötila (+100...–40 °C)
- aineenpaksuus (< 15...< 100 mm)
- vetojännitys murtorajatilassa (< 235...> 355 N/mm²).

Ohjeiden B7 vaatimukset teräksen laatuluokan valinnalle kohdistuvat lujuusluokittain, kun kyseessä on rakennusosa, jossa on hitsejä tai polttoleikkattuja osia. Ohjeet B7 käsittelee seostamattomia rakenneteräksiä, joiden lujuusluokka on S235...S355 ja hienoraeteräksiä, joiden lujuusluokka on S275...S420.

Taulukossa 2.1 on esitetty teräksen laatuluokan (iskusitkeys) valinta ohjeen B7 mukaan.

Eurooppalainen esistandardi Eurocode 3 ”Teräsrakenteiden suunnittelu – Osa 1.1” (SFS-ENV 1993-1-1:1992) esittää materiaaleja koskevassa kohdassa 3.2.4 ”Mitat, massat ja toleranssit”, taulukko 3.2 teräksen paksuuteen ja

käyttölämpötilaan perustuvan valinnan teräslajille ja -laadulle staattisesti kuormitetuissa rakenteissa.

On syytä huomata, että kyseisen taulukko 3.2 rajoittaa teräksen käytön –20 °C:een, mutta Suomen rakentamismääräyskokoelman esistandardin SFS-ENV 1993-1-1:1992 kansallinen soveltamisasiakirja (NAD) määrittää taulukon ominaisarvojen käytön lämpötila-alueelle –40...+100 °C. Lisäksi teräksen tulee täyttää viitestandardien mukaiset vaatimukset. Viitestandardit on esitetty SFS-ENV-1993-1-1:1992 liitteessä B. (Ks. myös kansallinen soveltamisasiakirja NAD). Haurasmurtumakestävyyttä määritettäessä SFS-ENV-1993-1-1:1992 esittää suunnitteluperusteet liitteessä C. (Ks. myös kansallinen soveltamisasiakirja NAD)

Suomen ilmasto-oloissa tarve käyttää korkeampaa laatuluokkaa kasvaa uusien ohjeiden myötä. Vaatimus J0-luokan käytöstä tulee vastaan useimmissa projekteissa. Koska kuitenkin J0- ja J2-luokat ovat hinnaltaan lähes samaa tasoa, suositellaan, muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta, J2-luokkaa, jolla tullaan toimeen lähes kaikissa esille tulevilla tapauksissa. Lisäksi materiaalin varastointi (saatavuus) helpottuu, kun keskitytään käyttämään yhtä luokkaa.

Taulukko 2.1. Teräksen laatuluokan valinta ohjeen B7 mukaan.

PAINOLUVUN Z MÄÄRITYS $Z=Z_a+Z_b+Z_c+Z_d$

Vaikuttava tekijä	Painoluku	Vaikuttava tekijä	Painoluku	Vaikuttava tekijä	Painoluku	Vaikuttava tekijä	Painoluku
Rakenneluokka	Za	Käyttölämpötila T °C	Zb	Aineen paksuus t mm (valitaan paksuimman liitettävän osan perusteella)	Zc	Vetojännitys σ murtotilassa N/mm ²	Zd
1	7	+100 > T \geq 0	0	t < 15	0		0
2	4	0 > T \geq –20	5	15 \leq t < 25	2		1
3	1	–20 > T \geq –30	8	25 \leq t < 35	4		2
		–30 > T \geq –40	10	35 \leq t < 45	6		3
				45 \leq t < 100	8		

TERÄKSEN PIENIN LAATULUOKKA (ISKUSITKEYSLUOKKA)

Painolukujen summa $Z=Z_a+Z_b+Z_c+Z_d$	Rakenneosa, jossa on hitsejä tai polttoleikkattuja osia. (Suluissa vanha merkintä)	Rakenneosa, jossa on hitsejä tai polttoleikkattuja osia
$Z \leq 12$	JR (B)	JR (B)
$12 < Z \leq 18$	J0 (C)	JR (B)
$18 < Z \leq 22$	J2 (D)	JR (D)
$22 < Z \leq 24$	J4 (E) (ks. B7:ssä oleva sovellettavien standardien luettelo)	J0 (C)

Taulukko 2.2. Yleiset rakenneteräkset. Vertailustandardit.

Myötö- lujuus	Murto- lujuus	Isku- sitkeys	EN	EN	SFS	DIN	SS	BS	NF	GOST	GOST	
R_{mH} N/mm ²	R_m N/mm ²	KV J	t °C	10025 1993	10025 1991	200 1986	17100 1980	14 xx xx 1987	4360 1986	A35-501 1981	380 1988	19281 1989
235	360-510	27	20	S235JR	Fe360 B		St 37-2	13 11-00		E 24-2		
235	360-510	27	20	S235JRG2	Fe360 B FN	Fe 37 B	RSt 37-2	13 12-00	40 B		St3ps;sp CT3Πc;cΠ	
235	360-510	27	0	S235JO	Fe360 C		St 37-3 U		40 C	E 24-3		
235	360-510	27	-20	S235JRG3	Fe360 D1	Fe 37 D	St 37-3 N		40 D	E 24-4	St3kp;ps;s p CT3KΠi;I c;cΠ	
235	360-510	27	-20	S235JRG4	Fe360 D2		St44-2					
275	430-580	27	20	S275JR	Fe 430 B	Fe44 B	St44-3 U	14 12-00	43 B	E 28-2	St4ps;sp CT4Πc;cΠ	
275	430-580	27	0	S275JO	Fe 430 C		St44-3 N		43 C	E 28-3		
275	430-580	27	-20	S275J2G3	Fe 430 D1	Fe44 D		14 14-00	43 D	E 28-4		
275	430-580	27	-20	S275J2G4	Fe 430 D2			14 12-01				
355	510-680	27	20	S355JR	Fe 510 B			(21 72-00)	50 B	E-36 2		
355	510-680	27	0	S355JO	Fe 510 C	Fe52 C	St52-3 U		50 C	E-36 3		
355	510-680	27	-20	S355J2G3	Fe 510 D1	Fe52 D	St52-3 N	(21 74-01)	50 D			17GS;17G1S 17TC;17T1C
355	510-680	27	-20	S355J2G4	Fe 510 D2							
355	510-680	40	-20	S355K2G3	Fe 510 DD1					E-36 4		
355	510-680	40	-20	S355K2G4	Fe 510 DD2							
185	290-510			S185	Fe 310-0	Fe33	St33	13 00-00		A 33	St0 CT0	
295	470-610			E295	Fe 490-2	Fe50	St50-2	15 50-00 15 50-01		A 50-2	St5ps;sp CT5Πc;cΠ	

Taulukko 2.3. Iskusitkeys- ja laatu luokat. Vertailuja.

Testaus- lämpötila	Iskusitkeysluokka						Laatu luokka		
	Standardi			Standardi			Standardi		
	EN 10025 (1993)EN 10027			EN 10025(1991)			SFS 200, SFS 250, SFS 1100, SFS 1150		
	Iskusitkeys, pitkittäin			Iskusitkeys, pitkittäin			Iskusitkeys, pitkittäin		
°C	27J	40J	60J	27J	40J	27J			
+20	JR	KR	LR	B		B			
+/-0	J0	J0	KO	C		C			
-20	J2	K2	L2	D	DD	D			
-30	J3	K3	L3						
-40	J4	K4	L4			(E)			
-50	J5	K5	L5						
-60	J6	K6	L6			(F)			

Taulukko 2.4. Taulukoissa esiintyvissä merkinnöissä olevia tunnuksia.

G1	Tiivistämätön	Toimitustila valmistajan valittavissa
G2	Tiivistämätön ei ole sallittu	Toimitustila valmistajan valittavissa
G3	Typeä sitovilla aineilla tiivistetty	Toimitustila normalisoitu tai normalisointivalssattu
G4	Typeä sitovilla aineilla tiivistetty	
S	Rakenneteräs	
E	Koneteräs	
C	Särmättävyydestä	

Korkealujuuksiset teräkset (HSS-teräkset)

Korkealujuuksiseksi teräkseksi katsotaan teräs, jonka nimellinen myötöraja on toimitusstandardin mukaan vähintään 430 N/mm². Raja on tässä yhteydessä valittu siksi, että ohjeiden B7 sovel-lusalueen rajana ovat teräkset, joiden myötöra-jana on enintään 420 N/mm².

HSS-teräs on yleistermi, joka tulee vastaa-vasta englanninkielisestä yleistermistä **High Strength Steel**. Teräksen lujuuden kasvaessa murto- ja myötörajan suhde pienenee. Valmistustavasta riippuen selvä myötöraja saattaa hä-viä tai pienentyä matalalujuuksisimpiin teräk-siin verrattuna. Näistä ystistä ei ole itsestään sel-vää soveltuvatko tavanomaisille teräksille kehi-tetyt laskenta- ja mitoitusmenetelmät myös HSS-teräksille.

Eurooppalaisen esistandardin Eurocode 3 ”Ter-äsrakenteiden suunnittelu – Osa 1.1”, SFS-ENV-1993-1-1:1992, liite D käsittelee teräksiä S460 ja S420. Tämä liite on käännetty suomeksi ja sil-le on laadittu kansallinen sovellusasiakirja (NAD).

Teräsrakenteiden valmistuksessa korkealu-juuksisten terästen erityisohjeet on esitetty eu-rooppalaisessa esistandardissa ENV 1090-3, joka on myös käännetty suomeksi ja julkaistu osana standardia SFS 5867.

2.3 Tarvikevalikoimien erityiskysymyksiä

Muissa rakenteissa harvinaisemmat HEM-profiilit on sisällytetty valikoimaan niiden palotek-nisen edullisuuden vuoksi. Palotilanteen mitoi-tuksessa on edullista käyttää profiileja, joiden vaipan suhde tilavuuteen (F/V) on mahdollisim-man pieni.

Teräsrakenteiden suunnitteluohjeiden (B7) mukaan kaikki putkiprofiilit mitoitetaan nurjah-dukselle nurjahdusluokkaa B noudattaen, ellei ko. tuotteelle vahvistetussa varmennetussa käyttöselosteessa anneta parempaa luokkaa. Tämän mahdollisuuden käyttö johtaa siihen, että suunnitelmassa on selvästi esitettävä putki-palkin valmistustapa.

Vaihtorasitetuissa rakenteissa on myös otet-tava huomioon hitsauksen vaikutus putkipalkin väsymisluokkaan.

2.4 Ruuvit, mutterit ja aluslevyt

Ruuvien lujuusluokaksi suositellaan vain yhtä, jo nykyäänkin yleisintä luokkaa 8.8, jolla sel-viydytään valtaosassa rakenteita.

Ruuvit määritellään standardien SFS-ISO 4014, EN24014 (Osakierteiset kuusioruuvit. Tarkkuusluokat A ja B) ja SFS-ISO 4017, EN24017 (Täyskierteiset kuusioruuvit. Tark-kuusluokat A ja B) mukaisesti, mutterit vastaa-

vasti SFS-ISO 4032 (Kuusiomutterit. Tarkkuus-luokat A ja B) mukaisesti.

Aluslaattoja käytetään ainoastaan yksi kap-pale ruuvia kohti standardin SFS-ISO 7091 (Pyöreät aluslaatat: Normaalisarjat. Tarkkuus-aste C) mukaisesti.

Jos liitoksen muotoilulle on edullista, voi-daan käyttää myös standardin DIN 7989 mukai-sia edellisiä paksumpia aluslaattoja. Tällöin aluslaattojen määrä on yleensä 2 kappaletta ruu-via kohti.

Ruuvituotteiden soveltuvuus:

- Keltapassivoituidet ruuvituotteet soveltuvat kui-viin ja lämpimiin sisätiloihin.
- Sähkösinkityt ruuvituotteet soveltuvat kui-viin ja hyvin tuuletettuihin lämmitettyihin ja lämmittämättömiin sisätiloihin.
- Kuumasinkityt ruuvituotteet soveltuvat kosteisiin sisätiloihin ja ulkotiloihin.
- Ruostumattomat ruuvituotteet soveltuvat kostei-siin sisätiloihin ja ulkotiloihin.

2.5 Mittavalikoimien valintaperusteet

Kuumavalssatut levyt

Kuumavalssattujen levyjen paksuussuositus noudattaa nykyistä varastointikäytäntöä. Le-veys- ja pituussuosituksia määritettäessä on py-ritty löytämään mitat, jotka soveltuvat hitsattu-jen palkkien laippojen mittoihin ja joiden alu-eella olevat mittalisät lisäksi ovat edullisimmil-laan. Hitsatuilla palkeilla ohuin suositeltava uu-mapaksuus on 5 mm. Tätä ohuemmilla uumilla valmistustekniikka vaikeutuu niin paljon, että kyseiset paksuudet on jätetty suosituksesta pois.

Kuumavalssatut muototeräkset

Tavanomaisissa kotimaan raketeissa voidaan kevyemmällä I-profiileilla (IPE) pitää taloudel-lisuuden ylärajana $h = 600$ mm sekä raskaam-milla (HEA, HEB) $h = 400$ mm. Näiden rajojen yläpuolella saavutetaan hitsatuilla profiileilla materiaalisääntöjä, jotka kompensivat työstä aiheutuvan lisäkustannuksen. Varastopituutena on 12 m, mutta myös muita pituuksia on saatavissa. Myös suhdanteet ja markkinatilanne vai-kuttavat suositeltavien mittakokojen ylärajaan.

Vientiprojekteissa valintakriteerit ovat moni-aisemmat ja hinnoitteluperusteet projektikoh-taiset, joten selviä rajoja ei voida antaa, vaan ne on tarkastettava aina tapauskohtaisesti.

UNP (S235 JRG2) on vähiten poistuva profiili, jota kuitenkin vielä jatkossakin saa-daan. UNP-profiileja voidaan monissa paikoissa korvata vastaavilla kylmänmuovatuilla. U-profii-leja on saatavissa tasapaksulaippaisina. U-tan-gon nimi on tällöin UPE-palkki.

Kuumavalssattujen L-profiilien kirjo on pe-rinteisesti ollut hyvin laaja. Niitä käytetään kui-

tenkin lähinnä sekundäärisissä rakenteissa ja niiden vaikutus projektin massatalouteen on siten pieni. Niiden hinta on edullinen ja ne ovat käyttökelpoisia mm. liitoksiin, yksityiskohtiin ja keveysiin rakenteisiin. Varteenotettavia vaihtoehtoja ovat kylmämuovaamalla valmistetut tuotteet.

Pyörötankojen mittasuositus noudattaa metrisen kierrejärjestelmän mukaisia mittoja.

Putkipalkkiprofiilit

Käytössä on kylmämuovattujen profiilien eurooppalaisia standardeja EN 10 219 –1 ja 2. Kuumavalssattujen putkiprofiilien standardeja ovat EN 10 210 –1 ja 2. Lisäksi on saatavissa tehdastoimituksina säännestävistä teräksestä valmistettuja putkiprofiileja.

Nykyisellään putkipalkkien mitta-alue on varsin laaja tuotteen monimuotoisesta käyttökelpoisuudesta johtuen. Suunnittelussa ja tarjouslaskennassa on perinteisesti pyritty mahdollisimman kevyeen rakenteeseen, jolloin useiden putkikokojen lisäksi on käytetty kaikkia mahdollisia seinämäpaksuuksia. Käytön suuntaamisella tiettyihin soveltuviimpiin profiileihin varmistetaan näiden nopea ja luotettava toimitus. Muidenkin profiilien käyttömahdollisuudet jäävät ennalleen,

kunhan saatavuus tarkistetaan ja varaudutaan ehkä hieman pidempään toimitusaikaan.

Ohuet aineenpaksuudet ($t < 3$ mm) on suosituksesta jätetty pois, koska normaali voimalliotokset on vaikea rakenteellisesti suunnitella tätä ohuempilla rakenteilla. Toisaalta tarve käyttää pilareina paksuimpia kokoja paloteknisten vaatimusten vuoksi tulee vähenemään, kun integroitu palosuojaus yleistyy. Toisaalta taas suuremmat aineen paksuudet pienentävät yleistyneiden palosuojamaalien kalvon paksuuksia.

Muuten suositustaulukko on laadittu valmistajan ja teräsrakennetehtaan harkinnan mukaisesti. Tavoitteena on ohjata taulukkoprofiilien käyttöä tietyille profiileille ja aineen paksuuskille.

Putkien tuotekehitystuloksena ovat putkipaalu-

- Kotimaiset tuotenimet ovat: RR-paalu (RR60 ...RR320), jotka valmistetaan teräslajista S355J2G3.
- Teräsputkipaalu SFS 5001, joiden yleisin valmistuksessa käytetty teräslaji on S355J2G4.

Kylmämuovattut profiilit

Teräsprofiilit voidaan valmistaa kylmämuovaamalla pintakäsittelemättömästi tai pintakäsitel-

Taulukko 2.5. Kylmämuovattujen putkipalkkien mitta-, toimitusehto- ja materiaalistandardit.

Poikkileikkaus	Mittastandardi	Toimitusehdoistandardi	Materiaalistandardi
neliö-, suorakaide ja pyöreäputki	EN 10912-2	EN 10219-1	EN 10219-1
neliö-, suorakaide ja pyöreäputki	SFS 5001 ¹⁾	SFS 5001 ¹⁾	SFS 200 ¹⁾
neliö- ja suorakaide pyöreäputki	DIN 59411 ¹⁾ DIN 2458 ¹⁾	DIN 17119 ¹⁾ DIN 17120 ¹⁾	DIN 17100 ¹⁾ DIN 17120 ¹⁾
neliöputki	SS 21 28 25 ¹⁾	SS 21 28 25 ¹⁾	SS 14 xx xx ¹⁾
pyöreäputki	SS 21 28 35 ¹⁾	SS 21 28 35 ¹⁾	SS 14 xx xx ¹⁾

¹⁾ Standardit ovat jääneet pois käytöstä. Ne on esitetty siksi, että joissakin tapauksissa niitä voi olla vielä vanhoissa asiakirjoissa.

Taulukko 2.6. Seostamattomien putkipalkki-rakenneterästen mekaaniset ominaisuudet EN 10219 ja EN 10210 mukaan.

Teräslaji	Standardi	R_{eHmin} .	R_m	R_m	A_5	Iskusitkeyden testauslämpötila ¹⁾
		N/mm^2	$t < 3$ mm N/mm^2	$3 \leq t \leq 16$ mm N/mm^2	min %	
S235JRH	EN 10210-1	235	360 – 510	340 – 470	26	+20
S235JRH	EN 10219-1	235	360 – 510	340 – 470	24 ²⁾	+20
S275J2H	EN 10210-1	275	430 – 580	410 – 560	22	-20
S275J2H	EN 10219-1	275	430 – 580	410 – 560	20 ²⁾	-20
S355J2H	EN 10210-1	355	510 – 680	490 – 630	22	-20
S355J2H	EN 10219-1	355	510 – 680	490 – 630	20 ²⁾	-20

¹⁾ Iskusitkeysvaatimus on min. 27J EN 10045-1 mukaisella 10×10 mm² V-lovisauvalla.

²⁾ neliönmuotoisten putkipalkkien, joiden B ja H ≤ 60 mm sekä vastaavien pyöreiden ja suorakaiteen muotoisten putkipalkkien murtovenymän minimivaatimus on 17 %.

Taulukko 2.7. Putkipalkki-hienoraeterästen mekaaniset ominaisuudet EN 10219 ja EN 10210 mukaan. Seinämän paksuus enintään 16 mm.

Teräslaji	Standardi	ReHmin	Rm	A ₅ min %	Iskusitkeyden testaus- lämpötila °C
		N/mm ²	N/mm ²		
S275MH	EN 10219-1	275	360 – 510	24 ¹⁾	-20 ²⁾
S275MLH	EN 10219-1	275	360 – 510	24 ¹⁾	-50 ³⁾
S275NH	EN 10210-1	275	370 – 540	24	-20 ²⁾
S275NLH	EN 10210-1	275	370 – 540	24	-50 ³⁾
S355MH	EN 10219-1	355	450 – 610	22 ¹⁾	-20 ²⁾
S355MLH	EN 10219-1	355	450 – 610	22 ¹⁾	-50 ³⁾
S355NH	EN 10210-1	355	470 – 630	22	-20 ²⁾
S355NLH	EN 10210-1	355	470 – 630	22	-50 ³⁾
S420MH	EN 10219-1	420	500 – 660	19 ¹⁾	-20 ²⁾
S420MLH	EN 10219-1	420	500 – 660	19 ¹⁾	-50 ³⁾
S460MH	EN 10219-1	460	550 – 720	17 ¹⁾	-20 ²⁾
arS460MLH	EN 10219-1	460	550 – 720	17 ¹⁾	-50 ³⁾
S460NH	EN 10210-1	460	550 – 720	17	-20 ²⁾
S460NLH	EN 10210-1	460	550 – 720	17	-50 ³⁾

¹⁾ nelionmuotoisten putkipalkkien, joiden B ja H ≤ 60 mm sekä vastaavien pyöreiden ja suorakaiteen muotoisten putkipalkkien murtovenymän minimivaatimus on 17 %.

²⁾ iskusitkeysvaatimus on min. 40J EN 10045-1 mukaisella 10 x 10 mm² V-lovisauvalla.

³⁾ iskusitkeysvaatimus on min. 27J EN 10045-1 mukaisella 10 x 10 mm² V-lovisauvalla.

lystä rainasta joko taivuttamalla tai rullamuovaamalla.

Taivuttamalla valmistetut tuotteet ovat yleensä muodoltaan yksinkertaisia, suhteellisen pientä tarvetta varten ns. ”kantikoneella” tehtyjä profiileja.

Rullamuovaamalla valmistetut profiilituotteet on jaettu kahteen pääryhmään:

- vakio-eli varastoprofiilit
- asiakasprofiilit.

Vakioprofiilit ovat standardituotteita, ne varastoidaan jälleenmyyjillä tai tehtaan varastossa. Asiakasprofiilit ovat tuotteita, joita valmistetaan asiakkaan tilauksesta tehdastoimituksina. Tilaaaja voi määrittää profiilin muodon ja mitat, pituuden sekä teräslajin.

Kotimaisessa tuotannossa olevien profiilit valmistetaan nauhasta, jonka mitta-alueet ovat:

- paksuus 0,3 ... 12,5 mm
- leveys 20...820 mm.

Profiilien ulkomitta-alueet ovat:

- leveys 7...700 mm
- korkeus 5...250 (300) mm
- max. pituus noin 24 m.

Kotimaisessa tuotannossa rullamuovaukseen käytettävät kuumavalssatut teräslajit ovat Si-seostettuja siten, että Si-pitoisuus on 0,15...0,25 %, ellei erikseen soviita tai raaka-ainestandardissa toisin määritetä. Tällä varmistetaan tuotteiden tasaiset kuumasinkittävyysominaisuudet ja riittävä sinkin kerrospaksuuden saavuttaminen.

Kylmämuovattun teräsprofiilin määrittelyssä käytetään seuraavia tuotenimiä:

- kylmämuovattu teräsprofiili
- rullamuovattu teräsprofiili
- teräsprofiili
- profiili.

L-, U-, C-, Z- ja hattuprofiileista on laadittu SFS-standardi (SFS 5484), jossa profiilin mittatiedot on esitetty tarkemmin. Standardissa SFS 5484 esitetyt mittatoleranssit ovat osittain tiukemmat kuin vastaavan saksalaisen standardin DIN 59413 määrittelemät mittatoleranssit. Tällä hetkellä varastoitava teräslaji on S235J2G3. Nykyisen käytön laajuudesta johtuen sitä ole tarkoitus muuttaa. Usein olisi tarpeellista käyttää korkeamman lujuusluokan terästä.

Asiakasprofiilien materiaalivalikoima on laaja. Lähtö materiaaliksi soveltuvat yleensä kaikki kelatut tuotteina valmistettavat kuumavalssatut, kylmävalssatut tai sinkityt teräslajit. Tapauskohtaisesti voidaan käyttää myös rihlakuvioituja kelatut tuotteita, ruostumattomia teräksiä sekä myös muita metalleja (alumiini, kupari tai messinki). Lähes kaikki vakioprofiileista mitoitetaan poikkeavat, mutta muutoin muodoltaan vakioityypiset profiilit (L, U, C ja Z) voidaan valmistaa ilman työkalukustannuksia. Tällöin toimituserän tulee taloudellisen lopputuloksen aikaansaamiseksi olla riittävän suuri. Minimitoimituserä on noin 500...1000 m tai 8000...10000 kg. Kotimaisen tehtaan raaka-ainetarastoon kuuluvat aineen paksuudet 1,6...

Taulukko 2.8. Hitsattujen I- ja koteloprofiilien mittasuositukset.

Laipat:	Rainalevyedet 160, 200, 240, 300, 340, 400, 480 mm, jotka on sovitettu levyjen ja ohuiden ja paksujen lattaterästen mittasuosituksiin. Edellä esitetyt rainalevyedet ovat suunnittelijoiden ja palkkivalmistajien suosittelemia kokoja mittajärjestelmien vuoksi, mutta varastojen lattavalikoimassa ei vielä tänä päivänä ole ko. kokoja saatavissa. ¹⁾
Uumat:	Paksuus $t > 5$ mm, muuten pyrittävä sovitamaan standardilevyjen/-lattaterästen leveyksiin. Lisäksi asia on pyrittävä selvittämään aina projektikohtaisesti projektin alussa yhdessä valmistajan kanssa.
HQ-palkit:	Määrävinä tekijöinä on ontelolaattojen standardikorkeudet sekä mahdollisuuksien mukaan valmislevyjen tai lattaterästen suositellavat leveydet

¹⁾ Eräissä yhteyksissä lattateräket on jaettu "kapeisiin ja leveisiin" lattateräksiin, kun taas tukkukauppiaiden varastoissa jako on "ohuet ja paksut" lattateräket. Tässä esitetyt leveydet, joita varastoissa ei ole, soveltuisivat paremmin rakennusalan tuotevalikoimaan.

6,0 mm teräslajista S235J2G3 ja aineen paksuudet 2,0...5,0 mm teräslajista S355J2G3.

Profiilien valmistusvalikoima on laajahko, mutta tässä raportissa otetaan kantaa vain teräsrakentamisessa yleisimmin esiintyviin L- ja U-profiileihin, joilla voidaan usein korvata vastaava kuumavalsattu tuote. Suosituskokovalikoima on laadittu menekkitilastojen ja käytettyyyden perusteella.

Hitsatut profiilit

Hitsattujen I- ja koteloprofiilien mittasuositukset perustuvat taulukon 2.8 mukaisiin kriteereihin.

**3 Suositeltava mitta-
valikoima ja ensisijaisesti
käytettävät teräslajit**

**3.1 Kuumavalsatut lattateräket,
ohuet 5 ... 8 mm**

Teräslaji: ensisijaisesti käytettävä laji S235JR
Suositeltavat profiilikoot (mm): 5×50, 5×150, 6×60, 8×80

Varastointipituudet (m): 6, 12

Kun aihioita käytetään esimerkiksi hitsattujen I-palkkien, kotelopalkkien tai HQ-palkkien suosituskokoihin (ks. kohdat 3.10...3.12), nykyisistä varastoissa olevista mitoista ei löydy tähän tarpeeseen montakaan sopivaa tuotetta.

"SteelBase"-raportin [2] mukainen merkintä on FL (paksuus×leveys), esimerkiksi FL6×60.

**3.2 Kuumavalsatut lattatangot,
paksut 10 ... 30 mm**

Teräslaji: ensisijaisesti käytettävä laji S355J0 ja S355J2G3

Suosittelvat profiilikoot (mm): 10×100, 10×150, 12×120, 15×150, 15×200, 20×200, 25×200, 30×200

Varastointipituudet (m): 6, 12

Kun aihioita käytetään esimerkiksi hitsattujen I-palkkien, kotelopalkkien tai HQ-palkkien suosituskokoihin (ks. kohdat 3.10...3.12) nykyisistä varastoissa olevista mitoista löydy tähän tarpeeseen montakaan sopivaa tuotetta.

"SteelBase"-raportin mukainen merkintä on FL (paksuus×leveys), esimerkiksi FL10×120.

3.3 Kuumavalsatut levyt

Teräslaji: ensisijaisesti käytettävä laji S355J2G3

Suosittelvat ja varastoitavat levykoot (mm):
– levyvahuudet, $t = 5, 6, 8, 10, 12, 15, 18, 20, 22, 25, 30, 35, 40, 50, 60, 80$:
– ensisijainen varastokoko 2000×6000
– lisäksi paksuuksilla $t = 5, 6, 8$: 1500×6000
– lisäksi paksuuksilla $8 < t \leq 40$: 2450×12000
"SteelBase"-raportin mukainen merkintä on PL (paksuus), esimerkiksi PL10.

3.4 Kuumavalsatut I-profiilit

Teräslaji: ensisijaisesti käytettävä laji S355J2G3

Suosittelvat profiilikoot:

- IPE 80, 100, 120, 140, 160, 180, 200, 220, 240, 270, 300, 330, 360, 400, 450, 500, 550, 600
- HEA 100, 120, 140, 160, 180, 200, 220, 240, 260, 280, 300, 320, 340, 360, 400
- HEB 100, 120, 140, 160, 180, 200, 220, 240, 260, 280, 300, 320, 340, 360, 400
- HEM 120, 140, 160, 180, 200, 220, 240, 260, 280, 300

Varastointipituudet (m): 12, (15)

"SteelBase"-raportin mukainen merkintä on HEA/HEB/HEM/INP/IPE(korkeus), esimerkiksi HEB200.

3.5 Kuumavalssatut L-profiilit

Teräslaji: ensisijaisesti käytettävä laji S235JR

Tasakylkiset L-tangot

- suositeltavat koot (mm): 50×5, 60×6, 70×7
- varastointipituus (m): 6
- suositeltavat koot (mm): 80×8, 90×9, 100×10, 120×12, 150×15, 200×20
- varastointipituus (m): 12

Eritylliset L-tangot

Suosittelaa uudisrakennuskohteissa mahdollisuuksien mukaan korvattavaksi kylmämuovatuilla erityllisillä L-teräksillä. Saneerauskohteissa ja muissakin rakenteissa tarvitaan edelleenkin paksuseinäisiä ja suuria erityllisiä L-teräksiä, joten niitä on käytettävissä ja varastoissa tarvetta varten.

”SteelBase”-raportin mukainen merkintä on L (pitkäsivu × lyhytsivu × seinämän vahvuus), esimerkiksi L60×60×6.

Suosittelavat koot (mm): 100×50×6

Varastointipituus (m): 6, 8

Suosittelavat koot (mm): 100×50×8, 120×80×8, 150×75×9, 150×100×10, 200×100×10

Varastointipituus (m): 12

3.6 Kuumavalssatut U-profiilit

Suosittelaa mahdollisuuksien mukaan korvattavaksi kylmämuovatuilla profiileilla. Tällä hetkellä kuumavalssattu U-profiili on kuitenkin hinnaltaan kilpailukyinen ja sen vuoksi varastoissa on UNP-profiileja ja UPE-profiileja molemmista teräslajeista S235JRG2 ja S355J2G4.

”SteelBase”-raportin mukainen merkintä on UNP(korkeus), esimerkiksi UNP160.

3.7 Kuumavalssatut pyörötangot

Teräslaji: ensisijaisesti käytettävä laji S355J2G3

Suosittelavat ja varastoitavat profiilikoot:

- halkaisijat (mm): 12, 16, 20, 24, 30, 36, 42, 45, 50

- varastointipituus (m): 6

”SteelBase”-raportin mukainen merkintä on D (halkaisija), esimerkiksi D20.

3.8 Kuumavalssatut nosturikiskot

Teräslajit:

- suorakaideprofiilit S355J0 ja S355J2G4

- profiili A-malli E360

Suosittelavat ja varastoitavat profiilikoot

- suorakaideprofiilit (mm): 50×30, 60×40, 70×40 ja 80×60

- kiskoprofiili (mm): A45, A55, A65, A75 ja A100

- varastointipituus (m): 10 ja 12

”SteelBase”-raportin mukainen merkintä on CRAIL (tunnus), esimerkiksi CRAILA65.

3.9 Kuumavalssatut ja kylmämuovavat putkiprofiilit

Teräslaji: ensisijaisesti käytettävä laji S355J2H

Suosittelavat profiilikoot

- neliöprofiilit (mm): 30×3, 40×3, 60×3, 60×4, 80×3, 80×4, 80×5, 100×3, 100×4, 100×5, 120×4, 120×5, 120×6/6,3, 150×4, 150×5, 150×6/6,3, 150×10, 200×6/6,3, 250×6/6,3, 250×8, 250×10, 300×8, 300×10, 300×12,5, 350×12,5, 350×16, 400×12,5, 400×16

- suorakaideprofiilit (mm): 50×30×4,3, 60×40×3, 60×40×4, 80×40×3, 80×40×4, 100×60×3, 100×60×4, 120×60×3, 120×60×4, 120×60×5, 150×100×4, 150×100×5, 150×100×6/6,3, 200×100×5, 200×100×6/6,3, 200×100×8, 250×150×6/6,3, 250×150×8, 250×150×10, 300×200×8, 300×200×10, 400×200×10, 400×200×12,5, 400×200×16

- pyöreät putkiprofiilit (mm): 42,4×3, 48,3×3, 60,3×3, 60,3×4, 76,1×3, 76,1×4, 88,9×3, 88,9×4, 101,6×3, 101,6×4, 101,6×5, 127×4, 139,7×4, 139,7×5, 139,7×6/6,3, 139,7×8, 139,7×10, 168,3×5, 168,3×6/6,3, 168,3×8, 168,3×10, 193,7×6/6,3, 193,7×8, 193,7×10, 219,1×6/6,3, 219,1×8, 219,1×10, 219,1×12,5, 273×6/6,3, 273×8, 273×10, 273×12,5, 323,9×6/6,3, 323,9×8, 323,9×10, 323,9×12,5
- varastointipituus (m): 12

”SteelBase”-raportin mukainen kuumavalssatun putkiprofiilin merkintä on HFRHS (pitkäsivu×lyhytsivu×seinämävahvuus), esimerkiksi HFRHS100×50×3,2.

”SteelBase”-raportin mukainen kylmävalssatun putkiprofiilin merkintä on CFRHS (pitkäsivu×lyhytsivu×seinämävahvuus), esimerkiksi CFRHS100×50×3,2.

”SteelBase”-raportin mukainen kuumavalssatun pyöreän putkiprofiilin merkintä on HFCHS (halkaisija × seinämävahvuus), esimerkiksi HFCHS114,3×5.

”SteelBase”-raportin mukainen kylmävalssatun pyöreän putkiprofiilin merkintä on CFCHS (halkaisija × seinämävahvuus), esimerkiksi CFCHS114,3×5.

3.10 Hitsatut I-profiilit

Teräslaji: ensisijaisesti käytettävä laji S355J2G3

Suosittelavat mitat ylä- ja alalaipan aineen paksuudelle t_1 ja t_2 :

- aineen paksuudet (mm): 8, 10, 12, 15, 20, 25, 30, (35), (40)

Suosittelvat profiiliihmiomat:

– laipan leveydet (mm): 160, 200, 240, 300, 340, 400, 480

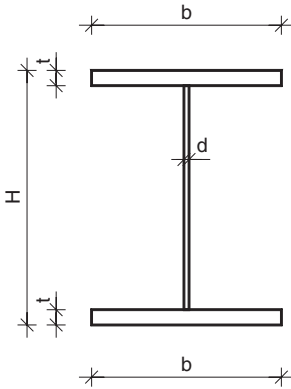
– uuman paksuus (mm): $t \geq 5$

Uuman korkeudet on pyrittävä sopimaan projektikohtaisesti valmistajan kanssa tai määrittämään lattaterästen standardilevyksien mukaan.

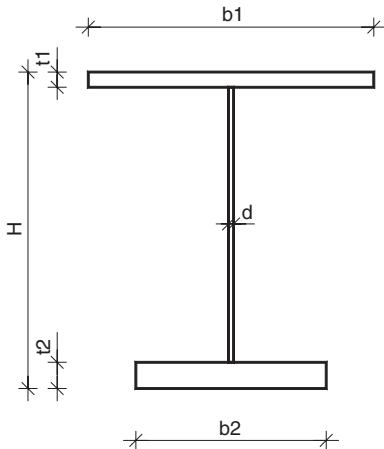
Käytössä vielä yleisesti oleva merkintätapa:

– I - $H \times d - t_1 \times b_1 - t_2 \times b_2 - L$

jossa H = palkin korkeus, d = uuman paksuus, t_1 = ylälaipan paksuus, b_1 = ylälaipan leveys, t_2 = alalaipan paksuus, b_2 = alalaipan leveys, L = palkin pituus.



Kuva 3.1. Hitsattu symmetrinen I-poikkileikkaus.



Kuva 3.2. Hitsattu epäsymmetrinen I-poikkileikkaus.

”SteelBase”-raportin mukainen hitsatun I-palkkiprofiilin merkintä:

– symmetrinen: WIH-d-t×b, esimerkiksi WI1300-5-10×200. (ks. kuva 3.1)

– epäsymmetrinen: WIH-d-t1×b1-t2×b2, esimerkiksi WI1300-5-10×300-10×200. (ks. kuva 3.2)

3.11 Hitsatut kotelopalkit

Teräslaji: ensisijaisesti käytettävä laji S355J2G3

Suositusmitat kuten muissa hitsatuissa palkkipoikkileikkauksissa.

Käytössä vielä yleisesti oleva merkintätapa:

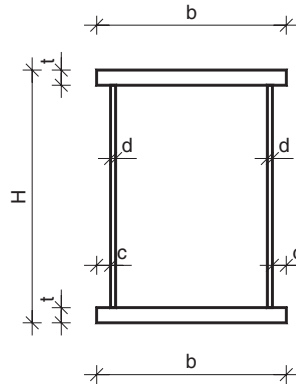
– HK - $H \times d - t_1 \times b_1 - t_2 \times b_2 - L$

jossa H = palkin korkeus, d = uuman paksuus, t_1 = ylälaipan paksuus, b_1 = ylälaipan leveys, t_2 = alalaipan paksuus, b_2 = alalaipan leveys, L = palkin pituus.

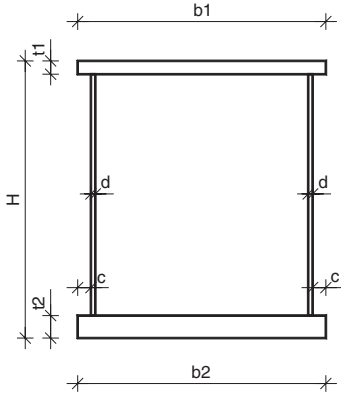
”SteelBase”-raportin mukainen hitsatun kotelopalkkiprofiilin merkintä:

– symmetrinen: WBH-d-t×b/c, esimerkiksi WB300-5-10×200/15. (ks. kuva 3.3)

– epäsymmetrinen: WBH-d-t1×b1-t2×b2/c, esimerkiksi WB300-5-10×300-10×200/15. (ks. kuva 3.4)



Kuva 3.3. Hitsattu symmetrinen kotelopoikkileikkaus.



Kuva 3.4. Hitsattu epäsymmetrinen kotelo-poikkileikkaus.

3.12 Hitsatut HQ-palkit

Teräslaji: ensisijaisesti käytettävä laji S355J2G3

Suosittelavat mitat ylä- ja alalaipan aineen pakkuuksille t_1 ja t_2 :

- aineen paksuudet (mm): (10), 12, 15, 20, 25, 30, (35), (40)

Suosittelavat mitat uumien vahvuuksille d:

- uuman vahvuudet (mm): 5, 6, (8)

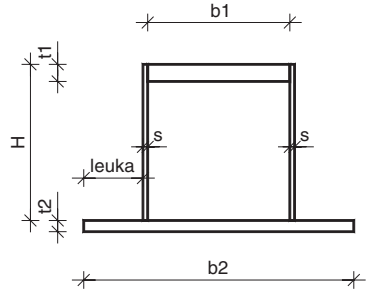
Huom! Leuan leveyden on oltava vähintään 99 mm ja otettava huomioon (laatan korkeuksilla 200 ja 265 mm), jos käytetään uumien vahvuutena $d = 8$ mm.

Nykyisin vielä käytössä oleva merkintätapa piirustuksissa ja tilauksessa:

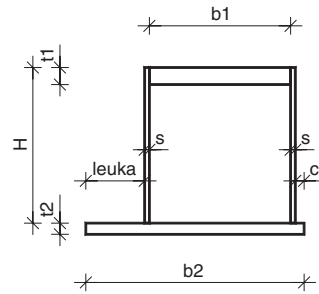
- HQ - $H \times d - t_1 \times b_1 - t_2 \times b_2 - L$
jossa H = palkin korkeus, d = uuman paksuus, t_1 = ylälaipan paksuus, b_1 = ylälaipan leveys, t_2 = alalaipan paksuus, b_2 = alalaipan leveys, L = palkin pituus.

Taulukko 3.1. HQ-palkkien suositellavat profiiliahiomitat.

Pilarin leveys	(Ontelolaatan) korkeus	Ylälaipan vahvuus t_1	leveys b_1	Alalaipan vahvuus t_2	leveys b_2	Leuan leveys
200	200	15-25	190	10-15	400	100
200	265	15-35	190	12-20	400	100
250	200	15-25	240	10-15	450	100
250	265	15-30	240	12-20	450	100
250	400	25-45	240	20-25	530	140
300	200	15-25	290	10-15	500	100
300	265	20-30	290	12-20	500	100
300	400	30-45	290	20-25	580	140
350	200	15-25	340	12-20	550	100
350	265	20-35	340	12-20	550	100
350	400	35-45	340	20-30	63	140
400	265	20-35	390	15-20	600	100
400	400	20-45	390	20-40	680	140



Kuva 3.5. Hitsattu symmetrinen HQ-poikkileikkaus.



Kuva 3.6. Hitsattu epäsymmetrinen HQ-poikkileikkaus.

”SteelBase”-raportin mukainen hitsatun WQ-palkkiprofiilin merkintä:

- symmetrinen: WQh-s-t1×b1-t2×b2, esimerkiksi WQ265-5-15×240-12×450. (ks. kuva 3.5)
- epäsymmetrinen: WBh-s-t1×b1-t2×b2/c, esimerkiksi WQ265-5-15×240-10×450/15. (ks. kuva 3.6)

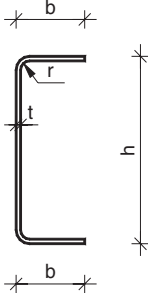
3.13 Kylmämuovattujen profiilien suositeltavat mittavalikoimat ja teräslajit

Kylmämuovattu L- ja U-profiilit
Teräslaji: ensisijaisesti käytettävä laji S235J2G3
Varastointipituus (m): 6

Tasakylkiset L-profiilit
Suositeltavat profiilikoot (mm): 50×50×3, 80×80×5
”SteelBase”-raportin mukainen merkintä on CFL (sivuxsivuxseinämän vahvuus), esimerkiksi CFL80×80×5.

Erikylkiset L-profiilit
Suositeltavat koot: 100×50×4, 150×50×5
”SteelBase”-raportin mukainen merkintä: CFL (pitkäsivuxlyhytsivuxseinämän vahvuus), esimerkiksi CFL150×60×6

U-profiilit: (ks. kuva 3.8)
Suositeltavat koot: 80×40×4, 100×50 x 4, 120×60×4, 60×60×4, 180×70×6, 200×70×6
SteelBase”-raportin mukainen merkintä on CFL (korkeusxlaipan leveysxseinämän vahvuus), esimerkiksi CFL150×60×6.



Kuva 3.8. Kylmämuovattu U-profiili.

3.14 Ruuvit, mutterit, aluslevyt

Suosittelvat koot ovat taulukossa 3.2.

Taulukko 3.2. Suositeltavat peruskoot.

Tarvike:	Koko	Standardi	Lujuusluokka
Ruuvit:	M16, M20, M24, M30	SFS-ISO 4014	8.8
Mutterit:	M16, M20, M24, M30	SFS-ISO 4032	8
Aluslaatat:	17.5, 22, 26, 33	SFS-ISO 7091	

4 Terästen hankinta

4.1 Yleistä

Teräksen toimitustapavaihtoehtoja on kolme:

- suora tehdastoimitus
 - kotimaisen terästukkukaupan varastosta
 - ulkomaisen terästukkukaupan varastosta.
- Valtaosa Suomessa käytetyistä teräksestä on terästukkukauppojen toimittamaa.

Varasto- ja tehdastoimitusten kokonaismäärästä tukkukaupan osuus on noin 80 %. Jotkut teräsrakennetehtaat pitävät myös pientä, tavallisimpinen levykokojen varastoa.

4.2 Kotimainen terästukkukauppa

Kotimaisen terästukkukaupan varastotoimituksen ominaisuuksia ovat mm.

- terästukkukauppojen määrä on riittävä. Suomessa toimii kahdeksan valtakunnallista, varastoa pitävää tukkuliikettä. Niistä neljä on suuria
- heti varastosta saatavien terästen laji- ja mittavalikoima on suuri
- useimpiin tarkoituksiin löytyy riittävät määrät terästä
- tukkukaupat toimittavat nykyään yhä enemmän terästä esikäsiteltynä, kuten sinkopuhdistettuna ja suojamaalattuna, sahattuna asiakkaan toivomiin pituuksiin, polttoleikattuna ym.
- toimitusaika on lyhyt, parhaassa tapauksessa yksi vuorokausi. Toimitusajan pituus riippuu mm. tilauksen positiomäärästä, esikäsitteilyasteesta ja toimitustavasta. Toimitusaika ylittää harvoin puoltatoista viikkoa
- teräsvarastot toimivat myös varmuusvarastoina. Mikäli teräksen käyttäjän tilaama suora tehdastoimitus jostain syystä myöhästyy, voidaan tilausta ainakin osittain korvata varastoista.

Varastotoimitus ei kuitenkaan aina ole mielekäs tai mahdollinen, esimerkiksi silloin kun

- tarvittava teräslaji tai mitta ei kuulu varastovalikoimaan
- tarvittava teräksen määrä on hyvin suuri, eikä varastoitu määrä riitä.

4.3 Ulkomainen terästukkukauppa

Länsi-Euroopassa on paljon terästukkukauppoja, joista osa on perinteisesti toimittanut terästä Suomeen. Suuresta valikoimasta löytyy sekä tiettyihin tuoteryhmiin erikoistuneita tukkukauppoja että tavanomaisia laajan valikoiman tarjoavia tukkukauppoja. Suomessa tunnetaan parhaiten ruotsalaiset ja saksalaiset terästukkukaupat.

Ulkomaisen terästukkukaupan etuja:

- osittain suurempi laji- ja mittavalikoima kuin kotimaassa
- suuremmat varastot ja teräsmäärät
- lyhyempi toimitusaika kuin tehtaan valssauksesta (2–4 viikkoa).

Ulkomaisen terästukkukaupan haittoja:

- toimitusaika saattaa varaston sijainnista riippuen olla pitkäkö (4–5 viikkoa)
- hintataso on selvästi korkeampi kuin kotimaisen terästukkureiden.

4.4 Tehdastoimitus

Teräksen käyttäjälle suora tehdastoimitus on monessa tapauksessa varteenotettava ja välillä ainoakin vaihtoehto. On kuitenkin muistettava, että tehdastoimitus vaatii enemmän aikaa kuin varastotoimitus.

Tehdastoimituksen hyvät puolet:

- tehtaan valssausohjelmasta on mahdollisuus valita mikä tahansa mitta, laji ja pituus
- hintataso on 10–20 % alhaisempi kuin terästukkukaupan.

Tehdastoimituksen huonot puolet:

- toimitusaika on yleensä pitkäkö (4–10 viikkoa)
 - valssaus saattaa epäonnistua
 - valssaus saattaa siirtyä eteenpäin tehtaan vähisen (tai liian suuren) tilausmäärän vuoksi.
- Mikäli teräksen käyttäjä on päättänyt tilata tarvitsemansa teräkset suoraan tehtaalta ja aikaa on vähän, kannattaa tutkia tilauksen jakoa:
- tilata osa tarvittavasta määrästä tukkukauppojen varastosta ja loput tehtaalta
 - selvittää ajoissa, mikä on koti- ja ulkomaisten terästukkukauppojen senhetkinen ja lähitulevaisuuden varastotilanne.

Tavoitteena on hakea vaihtoehtoratkaisu, mikäli tehdastoimitus myöhästyy. On syytä muistaa, että toimitusaika vaihtelee tuoteryhmittäin.

4.5 Valssatut palkit

Tärkeimmät palkkitoimittajat sijaitsevat Saksassa, Luxemburgissa, Ranskassa, Englannissa, Ruotsissa, Norjassa, Puolassa ja Tšekissä.

Toimitusaika riippuu kolmesta tekijästä:

- tehtaan valssausaikataulusta
- tehtaan ”luotettavuudesta”
- tehtaan maantieteellisestä sijainnista.

Yleensä suurimmat länsieurooppalaiset palkinvalmistajat valssaaavat normaalimitat kerran kuukaudessa, ovat ”luotettavia” ja käyttävät nopeahkoja kuljetusreittejä. Valmistusaika on tällöin useimmiten 2–6 viikkoa.

Itäeurooppalaiset tehtaavat valssaaavat normaalimitat yleensä 2–4 kertaa vuodessa. Suuresta kotimaan kysynnästä, käytetyistä reiteistä ja ruutiineista johtuen toimitukset saattavat viivästyä. Toimitusaika vaihtelee 10 ja 52 viikon välillä. Itäeurooppalaiset tehtaavat eivät yleensä sovellu käytettäväksi suorissa tehdastoimituksissa.

4.6 Valssatut terästangot

Euroopassa on toistaiseksi paljon terästankojen valssaaajia. Niistä suurin osa on kuitenkin pieniä. Koska terästankojen valssaminen tavanomaisissa rakenneteräslajeissa kannattaa huomoin ainakin suurille, laajan mittavalikoiman valssaaaville, perinteisille tehtaalle, voidaan olettaa, että toimittajien määrä tulee pienemään. Varsinkin isojen terästankojen, jotka eivät kuulu pienten tehtaiden ohjelmaan, saanti tulee vaikeutumaan ratkaisevasti (esimerkiksi isot kulmat, neliöt ja T-teräkset).

Toimitusaika riippuu samoista tekijöistä kuin edellä, kuitenkin siten, että

- pienet (alle 100 mm), normaalit mitat Länsi-Euroopassa kestävät 2–6 viikkoa
- isot (yli 100 mm) mitat sekä tietyt välimitat tai -vahvuudet Länsi-Euroopassa kestävät 2–8 viikkoa
- itäeurooppalainen valikoima kestää 10–52 viikkoa.

4.7 Putkipalkit

Putkipalkkeja valmistetaan sekä kotimaassa että muualla Euroopassa. Toimitusaika riippuu mm. seuraavista tekijöistä:

- saadaanko tarvittavat mitat varastosta? Mm. kotimaisen valmistajan isoimmat mitat 100×100×8...300×300×12,5 voidaan yleensä tilata tehtaan varastosta, jolloin toimitusaika on parisen viikkoa. Myös keskieuropalaiset putkivalmistajat voivat toimittaa varastostaan 3–4 viikon toimitusajalla.
- mihin mittaryhmään putkipalkki kuuluu? Enemmän käytettyjä mittoja valmistetaan useammin, vähemmän käytettyjä harvemmin. Toimitusaika voi olla kahdesta viikosta useampaan kuukauteen (tehtaan varastosta/valmistuksesta).

4.8 Kylmämuovatut profiilit

Profiilintekijöitä löytyy Euroopasta monta. Myös kotimaasta löytyy useampi profiilivalmistaja. Valmistus tapahtuu joko kanttaamalla

tai rullamuovamalla. Toimitusaika on riippuvainen seuraavista tekijöistä:

- onko kyseessä vakioprofiili?
- onko kyseessä erikoisprofiili, johon tehtaalla on työkalu?
- onko kyseessä erikoisprofiili, johon ei löydy valmista työkalua?

Mikäli kyseessä on vakioprofiili, on toimitusaika normaalisti 1–4 viikkoa tehtaalta. Jos puhutaan erikoisprofiilista, saattaa suurin vaikeus olla lähtöaineen saannissa (voi kestää jopa 5–7 viikkoa). Kun tähän lisätään valssausaikaa kaksi viikkoa ja mahdollisesti työkalujen valmistusta varten noin neljä viikkoa, tulee toimitusajaksi jopa 11–13 viikkoa.

Kotimaisella profiloitsijalla on toimitusaikata-voite määritelty seuraavasti:

- varastoprofiilit 0–1 viikkoa
- erikoisprofiilit 3–10 viikkoa
- erikoisprofiilit + uudet työkalut 6–13 viikkoa.

4.9 Kuumavalssatut levyt

Kotimaisen toimittajan lisäksi mm. Saksassa, Ranskassa, Belgiassa, Ruotsissa, Venäjällä, Puolassa, Tšekissä ja Romaniassa on nauha- ja kvarttolevyjen valssausajia, jotka perinteisesti ovat toimittaneet terästä myös Suomeen.

Kotimaisen terästoimittajan toimitusaika normaaliolosuhteissa on

- kvarttolevyille 3–5 viikkoa tehtaalta
- nauhalevyille 3–5 viikkoa tehtaalta.

Länsieurooppalaisten valssausajien toimitusaika on normaaliolosuhteissa 6–8 viikkoa tehtaalta. Nauhalevyjen toimitusaika on yleensä 1–2 viikkoa pitempi.

4.10 Eri teräslajien saantimahdollisuudet

Teräsrakentamiseen käytetyt yleiset rakenneteräkset voidaan jakaa kahteen ryhmään:

- Lujuusluokka 235–275 N/mm² tähän luokkaan kuuluvat S235 ja S275. Tämän myötörajan omaavat teräkset tunnetaan myös nimellä ”mild steel”.
- Lujuusluokka 355 N/mm² tähän luokkaan kuuluvat S355 ja siitä edelleen jalostetut hienoraersiot omilla tuotenimillään, esimerkiksi RAEX, FRITENAR, KRYTENAR, EL 400 ym.

Molempiin lujuusluokkiin kuuluvien teräslajien saanti on hyvä. Melkein kaikki eurooppalaiset terästehtaat valssavat tuotteitaan peruslajien ohella myös lajina S355. Poikkeuksena ovat ainoastaan pienemmät nk. ”mini-tehtaat” (minimills), jotka käyttävät romua raaka-aineena sekä erät itäeurooppalaiset tehtaat.

Laatuluokka J2 ei myöskään tuota ongelmia. Kaikki tehtaat, joiden ohjelmaan kuuluu teräslajin S355J0, valssavat myös S355J2:a joko termomekaanisesti tai normalisoimalla.

Teräslajin S355 suosio on kasvanut voimakkaasti kaikkialla Euroopassa. Hyvän esimerkinä on kotimainen levyvalmistaja, jonka tuotannosta valtaosa kuuluu lujuusluokkaan 355 N/mm². Valssatut palkit seuraavat samaa kehitystä. Tämän lujuusluokan palkkeja käytetään yhä enemmän nimenomaan teräsrakentamiseen kaikkialla Länsi-Euroopassa.

Uuden valssausteknologian myötä kehitetään jatkuvasti uusia, parempia ja lujempia teräslajeja, jotka ennen pitkää löytävät tiensä suunnittelijoiden piirustusmerkintöihin. Voimme olla varmoja siitä, että vanha peruslaji S235 on joutunut antamaan tilaa uudelle peruslajille S355, kun katseet kääntyvät uusiin, entistä lujempiin teräslajeihin.

4.11 Valssauksen jälkeinen toimitusaika

Useimmilla länsieurooppalaisilla tehtailla on samantapaiset rutiinit valssauksen jälkeen. Terästuotteen tarkastukseen, merkitsemiseen sekä testien tekoon menee noin viikko. Tämän jälkeen seuraa kuljetus tehtaalta asiakkaalle. Mikäli tehdas sijaitsee Pohjolassa, kuljetus kestää viikon, keskieurooppalaiselta tai englantilaiselta tehtaalta kuljetus kestää noin kaksi viikkoa. Kuljetukset Etelä-Euroopasta, lähinnä Espanjasta, kestävät kauemmin lähinnä huonimpien liikenneyhteyksien ja vaaditun vähimmäistonnimäärän per kuljetus (yleensä 500 t) takia.

4.12 Osapuolten välinen tiedonvaihto

Tiedonvaihdossa teräsrakentamisen eri osapuolten välillä on puutteita. Parhaiten yhteys toimii terästehtaan ja terästukkukaupan välillä, joilla kanssakäyminen on lähes päivittäistä. Kun projektiakataulut kiristyvät entisestään, korostuu tiedottamisen ja kanssakäymisen merkitys koko ajan. Mitä aikaisemmassa vaiheessa projektista saadaan tietoa sitä paremmin pystytään aikatauluun ja kustannuksiin vaikuttamaan, mm.

- varaamalla valssaukseen tarvittavaa aikaa
- hankkimalla optioita
- hakemalla vaihtoehtoisia, mahdollisimman edullisia ratkaisuja.

4.13 Varastointi

Terästukkukaupat satsaavat yhä enemmän lujuusluokkaan S355. Tämän lujuusluokan teräksiä varastoidaan tällä hetkellä seuraavasti:

- kuumavalssatut levyt: useimmat tukkukaupat varastoivat laajan vahvuus- ja mittavalikoiman (S355K2G3)
- pyöröteräkset: useimmat tukkukaupat varastoivat kattavan mittavalikoiman (S355J2G3, S355J2G4)
- ohuet lattateräkset: useat tukkukaupat varastoivat kattavan mittavalikoiman (S355J0, S355J2G4)
- paksut lattateräkset: usealla tukkukaupalla (S355J0, S355J2G4)
- tasa- ja erityyppiset kulmateräkset: usealla tukkukaupalla kattava mittavalikoima (S355J0, S355J2G4)
- nosturikiskot: usealla tukkukaupalla (S355J0, S355J2G4 sekä St 60-A kiskot)
- valssatut palkit: usealla tukkukaupalla kattava mittavalikoima HEA, HEB, HEM, IPE sekä UNP ja UPE
- putkipalkit: varastoteräslaji (S355J2H).

Viimeisten kymmenen vuoden aikana tukkukaupat ovat yhä enemmän alkaneet varastoida lujuusluokkaa S355 ja kehitys jatkuu edelleen.

Mitä nopeammin korkeamman lujuusluokan teräkset yleistyvät rakennepiirustuksissa, sitä nopeammin kasvaa tukkukauppojen varastoima määrä ja valikoima. Suunnittelija on avainasemassa.

5 Laadunvalvontanäkökohdat

Eurooppalaiset terästoimituksiin liittyvät aineistodistukset on määritetty standardissa EN 10 204. Suomen vastaava kansallinen aineistodistustandardi on SFS-EN 10 204. Teräsrakenteiden suunnitteluohjeissa (B7; Teräsrakenteet; Ohjeet 1996) on esitetty rakennusaineiden ja tarvikkeiden laadunvarmistus rakenneluokittain. Ohjeissa on taulukoitu tarvittava ja vaadittava aineistodistustyyppi.

SFS-EN-10 204 mukaisessa järjestelmässä aineistodistuksen sisältö on seuraava:

- 2.1 Laatuvarmuus:
 - valmistajan vakuutus, että tuote vastaa tilausta, valmistusmenetelmäkohtainen testaus, koetuloksia ei ilmoiteta.
- 2.2 Koestustodistus:
 - valmistusmenetelmäkohtainen testaus, koetulokset ilmoitetaan.
 - koetulosten ei tarvitse olla samasta erästä kuin tilaus.
- 2.3 Toimituseräkohtainen koestustodistus:
 - valmistusmenetelmäkohtainen testaus, koetulokset ilmoitetaan.

– koetulokset ovat samasta erästä kuin tilaus.

3.1 Vastaanottodistutus:

- valmistuseräkohtainen testaus, tulokset ilmoitetaan.
- 3.1.A = antaa viranomaismääräyksissä määrätty tarkastaja.
- 3.1.B = antaa tuotannosta riippumaton valmistajan edustaja.
- 3.1.C = antaa ostajan valtuuttama edustaja.

3.2 Vastaanottopöytäkirja

- valmistuseräkohtainen testaus, tulokset ilmoitetaan.
- vahvistaa sekä valmistajan että ostajan valtuuttamat edustajat.

Tarkoituksena on, että aineiden ja tarvikkeiden tunnistettavuus ja tiedot ominaisuuksista säilyvät mahdollisimman tarkasti ja mahdollisimman pitkän ajan. Perusterästen osalla on laadun paraneminen ja ominaisuuksien homogenisointuminen terästehtaiden prosessien uusiutumisen jälkeen ollut nopeaa. Uusien valmistajien ilmaantuminen markkinoille on tuonut uusia ongelmia.

Materiaaleista aineistodistusten hankkiminen ja niiden sisällön seuraaminen on kuitenkin välttämätöntä. Tällä hetkellä hitsattavuuteen vaikuttavaa CEV (hiilikvivalentti) arvoa ei valmistaja takaa, ellei se ole tilauksessa erikseen ostettu (optio 5). Varastosta saatavien terästen kohdalla ei tätä optiota todennäköisesti ole. Terästuotteen valmistaja tulee seurata aineistodistusten analyysistä laskettaa CEV-arvoa varsinkin laadulla S355.

Ruuvituotteilla aineistodistusten hankkiminen on ollut vaikeaa. Varsinkin mutterien osalla on havaittu selviä laadunlukuksia. Tästä syystä näiden tuotteiden myyjät ovat hankkineet varmennettuja käyttöselosteita. Niillä varmistetaan se, että valmistaja on selvittänyt valmistusprosessiinsa kuuluvan laadunvalvonnan ja testauksen. Teräsrakentamiseen kuuluvista ruuveista ja muttereista on vaadittava ja esitettävä tuotteita myyjälle yritykselle myönnetty varmenneet käyttöselosteet.

Hitsausaineiden osalta tieto käytetystä lisäainesta ja sen valmistajasta tulee tarkistaa ja aineistodistukset dokumentoida rakenneluokkiin 1 ja 2 kuuluvissa kohteissa. Jos aineiden ja tarvikkeiden ominaisuuksista ei ole riittävästi tietoa, on niiden käyttökelpoisuus todettava testaamalla niistä otetut näytteet hyväksytyssä koestuslaitoksessa.

LÄHTEET

- [1] Teräsrakennetuotteet ja suositeltavat teräslajit. Teräsrakenneyhdistys r.y: <http://www.try.vtt.fi>
- [2] SteelBase-raportti. Teräsrakenneyhdistys r.y.: <http://www.try.vtt.fi>