

TERÄSPALKKISILTA

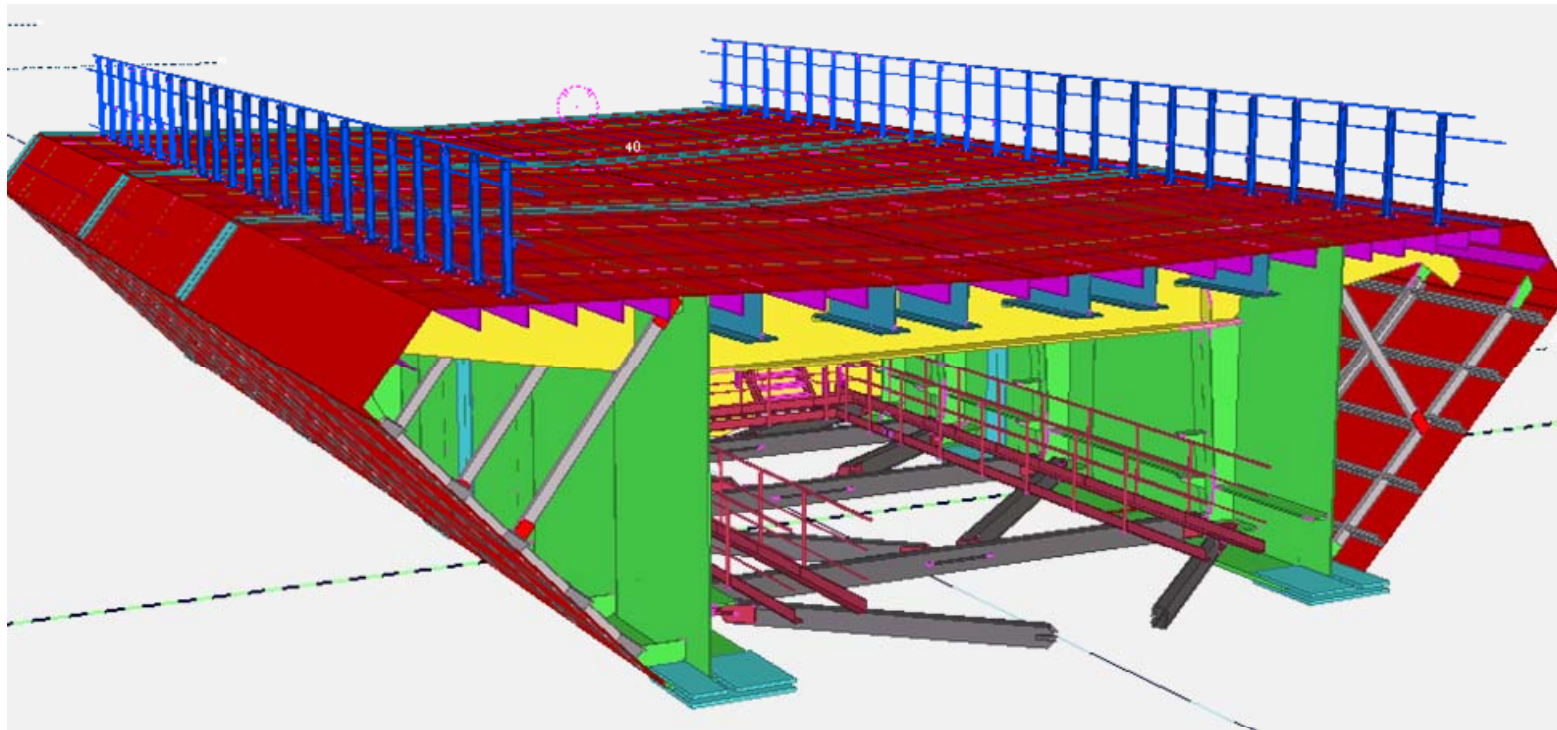
Matti-Esko Järvenpää

22.3.2010

UNITED
BY OUR
DIFFERENCE



Materiaaliominaisuudet



Materiaaliominaisuudet

Sitkeysvaatimukset

$$-f_u/f_y \leq 1,10$$

-murtovenymä vähintään 15%

$$-\varepsilon_u \geq 15 \cdot \varepsilon_y$$

ε_y = myötövenymä

$$\varepsilon_y = f_y/E_y$$

Materiaaliominaisuudet

Sitkeysvaatimukset

Murtumissitkeysvaatimukset levynpaksuudesta riippuen on esitetty seuraavassa taulukossa:

<i>Esimerkki</i>	<i>Nimellinen paksuus</i>	<i>Lisävaatimus</i>
<i>1</i>	<i>$t \leq 30 \text{ mm}$</i>	<i>T27J = -20 °C standardin EN 10025 mukaan</i>
	<i>$30 < t \leq 80 \text{ mm}$</i>	<i>Hienoraeteräs standardin EN 10025 mukaan, esim. S355N/M</i>
	<i>$t > 80 \text{ mm}$</i>	<i>Hienoraeteräs standardin EN 10025 mukaan, esim. S355NL/ML</i>

Levyt ja laipat sekä muut väsytytkuormitetut rakenneosat paksuudesta riippumatta: Hienoraeteräs standardin EN 10025 mukaan, esim. S355NL/ML (väsytytkuormitetuilla putkipalkkirakenteilla iskusitkeysvaatimus 27J / -40 °C)

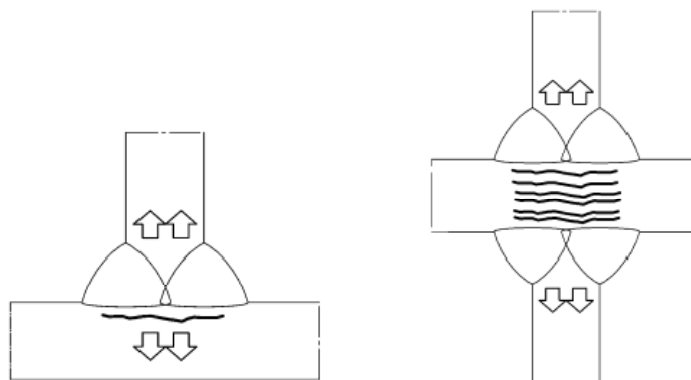
Rakenneteräs

Paksuussuuntaiset ominaisuudet

Z_{Ed} :n vaadittu mitoitussarvo	Laatuluokka
$Z_{Ed} \leq 10$	–
$10 < Z_{Ed} \leq 20$	Z15
$20 < Z_{Ed} \leq 30$	Z25
$Z_{Ed} > 30$	Z35

Suomen NA:ssa vähimmäisvaatimus Z25,
kuten SYL

Lamellirepeily



Lamellirepeily on hitsistä aiheutuva virhe materiaalissa, joka yleensä havaitaan ultraäänitarkastuksessa. Lamellirepeilyn riski esiintyy pääasiassa ristiliitoksissa, T- ja nurkkaliitoksissa ja käytettäessä täysin läpihitsattuja hitsejä.

Lamellirepeily

(1) Lamellirepeily voidaan jättää huomioon ottamatta, jos seuraava ehto on voimassa:

$$Z_{Ed} \leq Z_{Rd} \quad (3.1)$$

missä:








Z_{Ed} on Z-vaatimuksen mitoitusarvo, joka riippuu hitsauksen aikaisesta metallin estetystä kutistumisesta johtuvien venymien suuruudesta

Z_{Rd} on standardin EN 10164 mukaan materiaalille käytettävissä oleva Z-arvon mitoitusarvo, ts. Z15, Z25 tai Z35.

(2) Z_{Ed} :n vaadittava mitoitusarvo voidaan määrittää kaavasta:

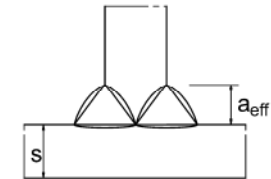
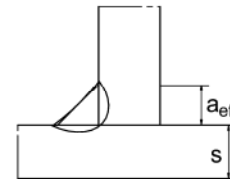
$$Z_{Ed} = Z_a + Z_b + Z_c + Z_d + Z_e \quad (3.2)$$

missä Z_a , Z_b , Z_c , Z_d ja Z_e esitetään taulukossa 3.2.

a)	Hitsin korkeus, jota käytetään metallin kutistumisesta aiheutuvan venymisen arvioimiseen	Hitsin tehollinen korkeus a_{eff} (ks. kuva 3.2)	Z_i
		$a_{eff} \leq 7\text{ mm}$	$a = 5\text{ mm}$ $Z_a = 0$
		$7 < a_{eff} \leq 10\text{ mm}$	$a = 7\text{ mm}$ $Z_a = 3$
		$10 < a_{eff} \leq 20\text{ mm}$	$a = 14\text{ mm}$ $Z_a = 6$
		$20 < a_{eff} \leq 30\text{ mm}$	$a = 21\text{ mm}$ $Z_a = 9$
		$30 < a_{eff} \leq 40\text{ mm}$	$a = 28\text{ mm}$ $Z_a = 12$
		$40 < a_{eff} \leq 50\text{ mm}$	$a = 35\text{ mm}$ $Z_a = 15$
		$50 < a_{eff}$	$a > 35\text{ mm}$ $Z_a = 15$
b)	Hitsien muoto ja sijainti T-, risti- ja nurkkaliitoksissa		$Z_b = -25$
		Nurkkaliitokset	 $Z_b = -10$
		Yksipalkkopiennahsit $Z_a = 0$ tai pienahsit, joille $Z_a > 1$ välikerroshitsausta ja alhaisen lujuuden omaava lisäainetta käytettäessä	 $Z_b = -5$
		Monipalkkopiennahsit	 $Z_b = 0$
		Osittain läpihitsatut ja läpihitsatut hitsit	Tarkoituksenmukaisella hitsausjärjestyksellä pienennetään kutistumisen vaikutuksia  $Z_b = 3$
		Osittain läpihitsatut ja läpihitsatut hitsit	 $Z_b = 5$
		Nurkkaliitokset	 $Z_b = 8$
c)	Aineenpaksuuden vaikutus kutistumista vastaavaan kiinnitysasteeseen	$s \leq 10\text{ mm}$	$Z_c = 2^*$
		$10 < s \leq 20\text{ mm}$	$Z_c = 4^*$
		$20 < s \leq 30\text{ mm}$	$Z_c = 6^*$
		$30 < s \leq 40\text{ mm}$	$Z_c = 8^*$
		$40 < s \leq 50\text{ mm}$	$Z_c = 10^*$
		$50 < s \leq 60\text{ mm}$	$Z_c = 12^*$
		$60 < s \leq 70\text{ mm}$	$Z_c = 15^*$
		$70 < s$	$Z_c = 15^*$

d)	Hitsiä ympäröivien osien aiheuttama kiinnitysaste, joka vaikuttaa hitsin kutistumismahdollisuuteen.	Pieni kiinnitysaste:	Vapaa kutistuminen mahdollinen (esim. T-liitokset)	$Z_d = 0$
		Keskimääräinen kiinnitysaste:	Vapaa kutistuminen rajoitettua (esim. koteloformiilien poikkittaisjäykisteet)	$Z_d = 3$
		Korkea kiinnitysaste:	Vapaa kutistuminen ei mahdollista (esim. ortotooppisten kansilevyjen jäykisteet)	$Z_d = 5$
e)	Esikuumennuksen vaikutus	Ei esikuumennusta		$Z_e = 0$
		Esikuumennus $\geq 100^\circ\text{C}$		$Z_e = -8$

* Voidaan pienentää 50 %:lla kohdissa, joihin kohdistuu pääasiassa staattisista kuormista aiheutuva levyn paksuussuunnainen puristusjännitys.



Murtorajatila

-osavarmuusluvut kansallisessa liitteessä

a) rakenneosan ja poikkileikkauksen kestävyys:	
- poikkileikkausten kestävyys liiallisen myötämisen suhteen mukaan lukien paikallinen lommahdus	γ_{M0}
- sauvojen kestävyys stabiiliuden suhteen, kun laskelmat tehdään sauvan tarkastuksena:	γ_{M1}
- poikkileikkausten kestävyys vetomurtumisen suhteen:	γ_{M2}
b) liitosten kestävyys	
- ruuvien kestävyys	
- niittien kestävyys	
- niveltappien kestävyys	
- hitsien kestävyys	
- levyjen kestävyys reunapuristukselle	γ_{M2}
- liukumiskestävyys	
- murtorajatilassa (kiinnitysluokka C)	γ_{M3}
- käyttörajatilassa	$\gamma_{M3,ser}$
- injektoruuvien reunapuristuskestävyys	γ_{M4}
- Rakenneputkien liitosten kestävyys ristikoissa	γ_{M5}
- niveltappien kestävyys käyttörajatilassa	$\gamma_{M6,ser}$
- korkealujuuksisten ruuvien esijännitys	γ_{M7}

Murtorajatila

Suositusarvot

$$\gamma_{M0} = 1,00$$

$$\gamma_{M1} = 1,10$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$\gamma_{M3} = 1,25$$

$$\gamma_{M3,ser} = 1,10$$

$$\gamma_{M4} = 1,10$$

$$\gamma_{M5} = 1,10$$

$$\gamma_{M6,ser} = 1,00$$

$$\gamma_{M7} = 1,10$$

Poikkileikkausten kestävyys

-mitoitus EN1993-1 mukaan

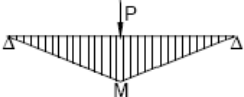
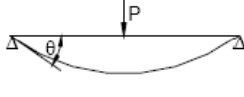
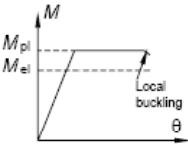
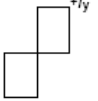
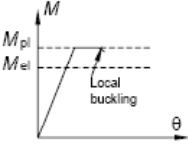
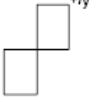
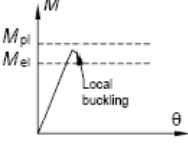
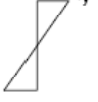
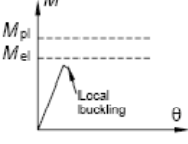
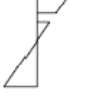
-ei kieltoa ylikriittisen tilan hyödyntämiselle

-poikkileikkausluokilla 1 ja 2 saa hyödyntää plastista kestävyyttä

POIKKILEIKKAUSLUOKAT

- Poikkileikkausluokat 1 ovat niitä, joissa plastisuusteorian mukaisen tarkastelun vaatima, riittävän kiertymiskyvyn omaava nivel voi syntyä ilman, että poikkileikkauksen kestävyyttä tarvitsee pienentää.
- Poikkileikkausluokat 2 ovat niitä, joissa voi kehittyä plastisuusteorian mukainen sauvan taivutuskestävyys, mutta joilla paikallinen lommahdus rajoittaa kiertymiskykyä.
- Poikkileikkausluokat 3 ovat niitä, joissa sauvan äärimmäisessä puristetussa reunassa laskettu jännitys voi saavuttaa myötörajan, mutta paikallinen lommahdus estää plastisuusteorian mukaisen momenttikestävyyden kehittymisen.
- Poikkileikkausluokat 4 ovat niitä, joissa paikallinen lommahdus esiintyy ennen kuin myötöraja saavutetaan poikkileikkauksen jossakin pisteessä.

POIKKILEIKKAUSLUOKAT

			
CLASS	BEHAVIOUR MODEL	DESIGN STRENGTH	PLASTIC ROTATION CAPACITY
1		PLASTIC BEHAVIOUR of the gross cross-section 	Significant
2		PLASTIC BEHAVIOUR of the gross cross-section 	Limited
3		ELASTIC BEHAVIOUR of the gross cross-section 	None
4		ELASTIC BEHAVIOUR of the effective cross-section 	None

Käyttörajatila

- Sillan tyydyttävän ilmeen saavuttamiseksi kiinnitetään huomiota esikohotukseen
- Kansirakenne suunnitellaan siten, että taataan sen pituussuuntaisen taipuman jouhevuus ja että poikkileikkauksessa ei ole jyrkkiä jäykkyyden muutoksia, joista aiheutuu sysäyksiä.
- Käyttäjien epämukavuuden välttämiseksi sillan ominaistajuutta ja taipumia rajoitetaan

Käyttörajatila

-Ominaiskuormayhdistelmistä aiheutuvat nimelliset jännitykset $\sigma_{Ed,ser}$ ja $\tau_{Ed,ser}$, jotka lasketaan ottaen huomioon shear-lag-ilmion vaikutukset laipoissa ja taipumista aiheutuvien sekundaaristen jännitysten vaikutukset rajoitetaan seuraavasti:

$$\sigma_{Ed,ser} \leq \frac{f_y}{\gamma_{M,ser}}$$

$$\tau_{Ed,ser} \leq \frac{f_y}{\sqrt{3} \gamma_{M,ser}}$$

$$\sqrt{\sigma_{Ed,ser}^2 + 3\tau_{Ed,ser}^2} \leq \frac{f_y}{\gamma_{M,ser}}$$

$\gamma_{M,ser}$:n arvo voidaan esittää kansallisessa liitteessä