VAKIOVERKKOJEN LIMITYSPITUUS

Johdanto

Teräsbetonirakenteissa käytetään paljon hitsattuja raudoitusverkkoja. Raudoitusverkot nopeuttavat raudoitustyötä. Tyypillisesti verkkoja käytetään esim. paikallavaletuissa välipohjissa ja seinissä sekä maanvaraisissa laatoissa. Verkkoja käytetään myös betonielementeissä, kuten seinissä ja laatoissa. Vakioverkkojen (varastoverkkojen) mitat ovat 2350mm x 5000mm. Vakioverkoissa käytettävät tankopaksuudet teräslaaduilla B500B ja B500A ovat yleensä 5mm, 6mm, 8mm, 10mm ja 12mm. Tyypillisimmät silmäkoot ovat 150mm ja 200mm. Vakioverkoissa käytettävät tankopaksuudet teräslaadulla B600XA-1.4301 ovat yleensä 4mm, 5mm, 7mm ja 9mm. Tyypillisin silmäkoko on 150mm.

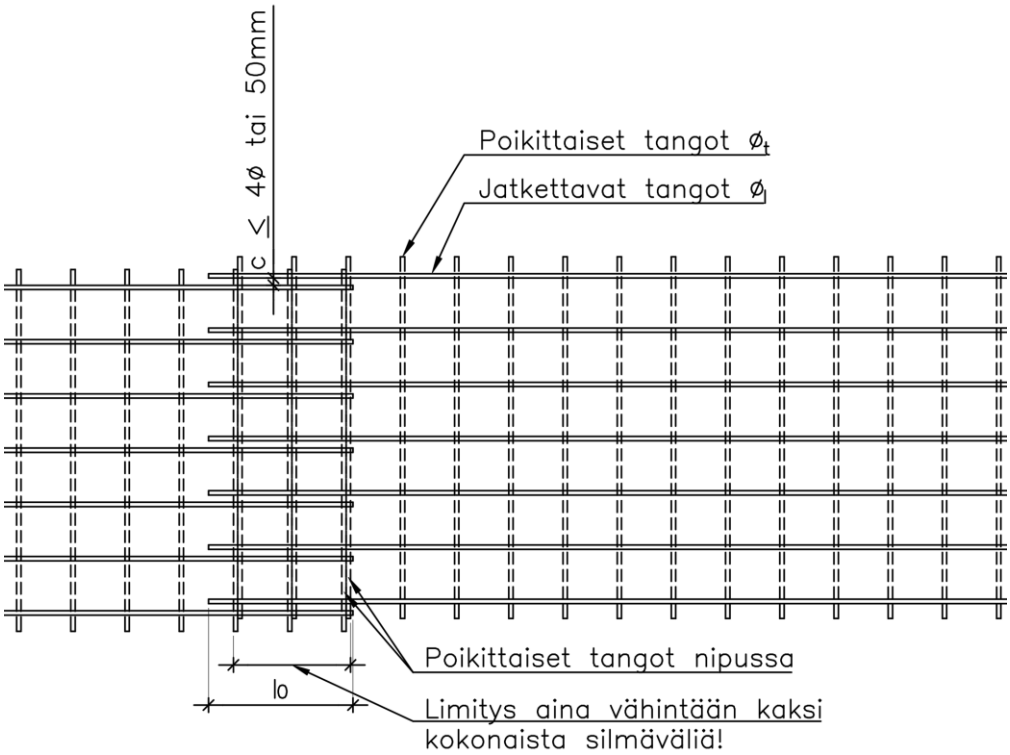
Verkossa oleva hitsattu poikittainen tanko lyhentää vaadittua ankkurointi- ja limityspituutta. Poikittaisen tangon vaikutusta ei saa ottaa huomioon, jos hitsiliitosta ei ole lujuusluokiteltu. Näissä tapauksissa ankkurointi- ja limityspituus on laskettava suorille tangoille.

Tässä ohjeessa on esitetty harjaterästangoista koottujen verkkojen limityspituudet. Ohjeessa on esitetty myös limityspituuden laskenta. Limityspituus on muutamia poikkeuksia lukuun ottamatta kaksi verkon silmäväliä. Verkkojen limityspituus on aina esitettävä raudoitussuunnitelmissa. Ks. limijatkoksen periaate kuvasta 1.

Laskentaolettamukset

Betoni	C30/37
Teräs	B500B tai B500A, B600XA-1.4301
Liitosluokka	SF35 (vastaa likimain RakMK B4 luokkaa FL20)
Suojabetonipeite	$\geq$20mm

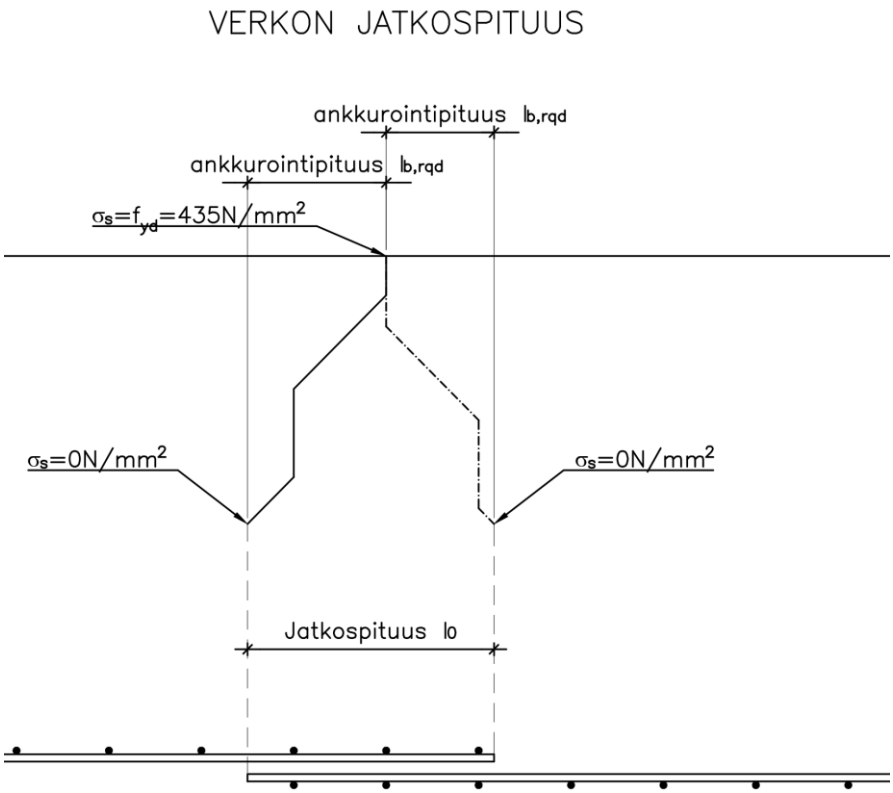
Limitettyjen tankojen vapaa väli c saa olla enintään 4Ø tai 50mm, muuten jatkospituutta suurennetaan vapaan välin c verran, kun se ylittää mitan 4Ø tai 50mm.



Kuva 1. Jatkettavien verkkojen asemointi.

Poikittaiset tangot niputetaan. Limityspituuden tulee aina olla vähintään kaksi kokonaista silmäväliä, johon lisätään mahdolliset pituussuuntaisten lankojen ”hännät”.

Teräksen jännityksen oletetaan nousevan hyppäyksellisesti hitsatun poikittaisen tangon kohdalla alla olevan kuvan 2 mukaan.



Kuva 2. Teräsjännityksen muutos limitysalueella.

Laskelmissa käytetyt kertoimet

γ_c=1.5 on betonin osavarmuuskerroin
γ_s=1.15 on teräksen osavarmuuskerroin

LASKENTAKAAVAT

Laskentakaavat perustuvat pääasiassa SFS-EN 1992-1-1 kohtiin 8.4-8.7. Mallilaskelma on esitelty liitteessä 1.

Harjatankojen tartuntalujuuden mitoitusarvo

$f_{bd}=2.25\eta_1\eta_2 f_{ctd}$, missä (8.2)
η_1=1.0 on betoniteräksen tartuntaa kuvaava kerroin, kun hyvät tartuntaolosuhteet savutetaan
η_1=0.7 on betoniteräksen tartuntaa kuvaava kerroin kaikissa muissa tapauksissa
η_2=1.0, kun tangon halkaisija on $\leq$ 32mm

Ankkurointipituuden perusarvo

$l_{b,rqd}=(Ø/4)(\sigma_{sd}/f_{bd})$, missä (8.3)
σ_{sd} on tangon mitoitusjännitys kohdassa, jossa ankkurointipituus mitataan
$Ø$ on tangon halkaisija

Hitsin leikkauslujuuden mitoitusarvo

$F_{wd}=SF*A_sf_{yd}$, missä
SF=0.35 on liitosluokkaa SF35 vastaava leikkauskerroin
(FL20=0.20 on RakMK B4 liitosluokan mukainen leikkauskerroin)
A_s on ankkuroitavan tangon poikkileikkausala
f_{yd} on teräksen myötölujuuden mitoitusarvo

Opastava tieto

Liitosluokan vaikutus hitsin leikkauslujuuden arvoon on määritelty standardin SFS 1300:2020 kohdassa 7.2.4.2 Betoniverkkojen hitsausliitoksiin liittyvä lisäominaisuus, liitosluokka.

Hitsatulle verkolle voidaan määrittää hitsauksen liitosvoimaa kuvaava liitosluokka Taulukon 6 mukaisesti.

Liitosluokka SF	*Liitosluokka FL*
35	*20*
55	*30*
75	*40*

Taulukko 6. Hitsattujen verkkojen liitosluokka SF ja liitosluokan FL vastaavuudet.

Mikäli hitsatulle verkolle on määritelty liitosluokka, tulee leikkauslujuuden F_s täyttää seuraava ehto $F_s \geq S_fA_nR_e$, missä

F_s on leikkausvoima [N]
S_f on liitosluokan SF avulla määritetty leikkauskerroin [%]
A_n on ankkuroitavan tangon nimellinen poikkipinta-ala [mm^2]
R_e on betoniteräksen spesifioitu karakteristinen myötöraja [N/mm^2]

HUOM!
Liitosluokkien vastaavuus voidaan laskea kaavalla
$F_{s(SF)} \geq 1.8F_{s(FL)}$

Hitsatun poikkitangon ankkurointikestävyys, kun tangon nimellishalkaisija on enintään 12mm

$F_{btd}=F_{wd} < 16A_s f_{cd} Ø_t/Ø_l$, missä (8.9)
F_{wd} on hitsin leikkauslujuuden mitoitusarvo
$Ø_t$ on poikittaistangon nimellishalkaisija
$Ø_l$ on ankkuroitavan tangon nimellishalkaisija

Jatkettavan tangon laskentajännitys

$\sigma_{sd}=A_s f_{yd}-2F_{btd}/A_s$, missä on oletettu, että limitysalueella on kaksi hitsattua poikittaistankoa

Limityspituus

$l_0=\alpha_1\alpha_2\alpha_3\alpha_5\alpha_6 l_{b,rqd} > l_{0,min}$, missä (8.10)
$\alpha_1=\alpha_1=\alpha_2=\alpha_3=\alpha_5=1.0$ ovat SFS-EN 1992-1-1 Taulukon 8.2 mukaisia kertoimia
$\alpha_6=1.5$ on SFS-EN 1992-1-1 Taulukon 8.3 mukainen kerroin
$l_{0,min} \geq \max\{0.3\alpha_6 l_{b,rqd}; 15Ø; 200mm\}$ (8.11)

TULOKSET (f_{yk}=500N/mm^2)

Teräs T12 (f_{yk}=500N/mm^2)		
Silmäväli	Tartuntatila	
	Hyvä	Muu
	Limitys [mm]	
k100	200	300
k150	300	300
k200	400	400
k250	450	500
k300	450	600

Teräs T10 (f_{yk}=500N/mm^2)		
Silmäväli	Tartuntatila	
	Hyvä	Muu
	Limitys [mm]	
k100	200	250
k150	300	300
k200	350	400
k250	350	500
k300	350	500

Teräs T8 (f_{yk}=500N/mm^2)		
Silmäväli	Tartuntatila	
	Hyvä	Muu
	Limitys [mm]	
k100	200	200
k150	300	300
k200	300	400
k250	300	400
k300	300	400

Teräs T6 (f_{yk}=500N/mm^2)		
Silmäväli	Tartuntatila	
	Hyvä	Muu
	Limitys [mm]	
k100	200	200
k150	250	300
k200	250	300
k250	250	300
k300	300	300

Teräs T5 (f_{yk}=500N/mm^2)		
Silmäväli	Tartuntatila	
	Hyvä	Muu
	Limitys [mm]	
k100	200	200
k150	200	250
k200	200	250
k250	250	250
k300	300	300

HUOM!
Vihreällä fontilla ilmoitettu limityspituus on pienempi kuin kaksi silmäväliä. Tällöin limitysalueella tulee kuitenkin olla vähintään yksi poikittainen tanko molemmissa jatkettavissa verkoissa.

Punaisella fontilla ilmoitettu limityspituus on suurempi kuin kaksi silmäväliä. Tällöin limitysalueella tulee olla vähintään kaksi poikittaista tanko molemmissa jatkettavissa verkoissa.

TULOKSET (f_{yk}=600N/mm^2)

Teräs K11 (f_{yk}=600N/mm^2)		
Silmäväli	Tartuntatila	
	Hyvä	Muu
	Limitys [mm]	
k100	250	350
k150	300	350
k200	400	400
k250	500	500
k300	500	600

Teräs K9 (f_{yk}=600N/mm^2)		
Silmäväli	Tartuntatila	
	Hyvä	Muu
	Limitys [mm]	
k100	200	250
k150	300	300
k200	400	400
k250	400	500
k300	400	550

Teräs K7 (f_{yk}=600N/mm^2)		
Silmäväli	Tartuntatila	
	Hyvä	Muu
	Limitys [mm]	
k100	200	200
k150	300	300
k200	300	400
k250	300	450
k300	300	450

Teräs K5 (f_{yk}=600N/mm^2)		
Silmäväli	Tartuntatila	
	Hyvä	Muu
	Limitys [mm]	
k100	200	200
k150	250	300
k200	250	300
k250	250	300
k300	300	300

HUOM!
Vihreällä fontilla ilmoitettu limityspituus on pienempi kuin kaksi silmäväliä. Tällöin limitysalueella tulee kuitenkin olla vähintään yksi poikittainen tanko molemmissa jatkettavissa verkoissa.

Punaisella fontilla ilmoitettu limityspituus on suurempi kuin kaksi silmäväliä. Tällöin limitysalueella tulee olla vähintään kaksi poikittaista tanko molemmissa jatkettavissa verkoissa.

Paikka ja allekirjoitus

Kuopiossa 5.11.2026

Insinööritoimisto Laaturakenne Oy



Ari Korhonen

LIITTEET: Liite 1 Mallilaskelma K12/12-k150/150 verkon limityspituudesta

LIITE 1

MALLILASKELMA K12/12-k150/150 VERKON LIMITYSPITUUDESTA

Laskentaolettamukset

Betoni C30/37
Teräs B500B tai B500A, teräksen nimellishalkaisija Ø=12mm
Liitosluokka SF35 (vastaa likimain RakMK B4 luokkaa FL20)
Suojabetonipeite $\geq$20mm

Materiaaliominaisuudet

$f_{cd}=\alpha_{cc}f_{ck}/\gamma_c=0.85*30N/mm^2/1.5=17.0N/mm^2$ on betonin puristuslujuuden mitoitusarvo (3.15)
$f_{ctd}=\alpha_{ct}0.7*0.3f_{ck}^{(2/3)}/\gamma_c=1.0*0.7*0.3*30^{(2/3)}/1.5=1.35N/mm^2$ on betonin vetolujuuden mitoitusarvo $f_{ctd;0.05}$
$f_{yd}=f_{yk}/\gamma_s=500N/mm^2/1.15=435N/mm^2$ on teräksen myötölujuuden mitoitusarvo

Harjatankojen tartuntalujuuden mitoitusarvo

$f_{bd}=2.25\eta_1\eta_2f_{ctd}$ (8.2)
$=2.25*1.0*1.0*1.35N/mm^2$
$=3.04N/mm^2$

Hitsin leikkauslujuuden mitoitusarvo

$F_{wd}=SF*A_sf_{yd}$
=0.35*113mm2*435N/mm2
=17.2kN / liitos

Hitsatun poikkitangon ankkurointikestävyys, kun tangon nimellishalkaisija on enintään 12mm

$F_{btd}=F_{wd} < 16A_sf_{cd}Ø_t/Ø_l$ (8.9)
$\Leftrightarrow F_{btd}=17.2kN < 16*113mm^2*17.0N/mm^2*12mm/12mm=30.7kN$

Jatkettavan tangon laskentajännitys

$\sigma_{sd}=(A_s f_{yd}-2F_{btd})/A_s$, missä on oletettu, että limitysalueella on kaksi hitsattua poikittaistankoa
$=(113mm^2*0.435kN/mm^2-2*17.2kN)/113mm^2$
$=131N/mm^2$

Ankkurointipituuden perusarvo

$l_{b,rqd}=(Ø/4)*(\sigma_{sd}/f_{bd})$ (8.3)
$=(12mm/4)*(131N/mm^2/3.04N/mm^2)$
$=129mm$

Limityspituus

$l_0=\alpha_1\alpha_2\alpha_3\alpha_5\alpha_6 l_{b,rqd} > l_{0,min}$ (8.10)
$=1.0*1.0*1.0*1.0*1.5*129mm$
$=194mm$

$l_{0,min} \geq$ max $0.3\alpha_6 l_{b,rqd}=0.3*1.5*129mm=58.1mm$ (8.11)
$15Ø=15*12mm=180mm$
$200mm$
$\Leftrightarrow l_{0,min} = 200mm > l_0$

Kahden silmävälin limitys 300mm on riittävä. Limitysalueella on oltava kaksi poikittaista hitsattua tankoa molemmista jatkettavista verkoista.