

Maarla Oy

SBKL-kiinnityslevyt
Rakennusteollisuus RT:n mukainen käyttöohje
Eurokoodin mukainen mitoitus

1.7.2021

ver 1.1



SISÄLLYSLUETTELO

1	KIINNITYSLEVYJEN TOIMINTATAPA	3
2	KIINNITYSLEVYJEN MITAT JA MATERIAALIT.....	3
2.1	Osat ja materiaalit	3
2.2	Kiinnityslevyjen mitat	4
3	KIINNITYSLEVYN valmistus ja toleranssit	4
3.1	Valmistustapa ja toteutusluokka	4
3.2	Valmistustoleranssit	5
3.3	Pintakäsittely	5
3.4	Laadunvalvonta	5
4	KESTÄVYYDET	5
4.1	Mitoitusperiaatteet	5
4.2	Kestävydet ilman lisäraudoituksen ja reunaetäisyyden vaikutusta.....	6
4.3	Kiinnityspinta-ala	8
4.4	Pienimmät sallitut reuna- ja keskiöetäisyydet kohdan 4.2 kestävyyksille	9
4.5	Kiinnitysalustan vähimmäispaksuus ja kiinnitysalustan paksuuden vaikutus kestävyysiin.....	10
4.6	Kiinnityslevyjen kestävydet voimasuureyhdistelmille	10
4.7	Reuna- ja keskiöetäisyyksien vaikutukset kestävyysiin	11
4.8	Lisäraudoituksen vaikutus reunaetäisyyksiin	12
4.9	Lisäraudoituksen vaikutus kestävyysiin	12
4.9.1	Lisäraudoitus vetokestävyydelle ja taivutusmomentille	12
4.9.2	Lisäraudoitus leikkausvoimalle ja vääntömomentille.....	13
4.10	Maksimikestävydet lisäraudoitettuna	15
5	KIINNITYSLEVYJEN KÄYTTÖ.....	16
5.1	Käyttöikä ja sallitus rasitusluokat	16
5.2	Käytön rajoitukset	16
6	KIINNITYSLEVYJEN SÄILYTYS, KULJETUS JA MERKINTÄOHJEET	17
7	SBKL-KIINNITYSLEVYJEN MITOITUSESIMERKKI.....	17
7.1	Mitoitus esimerkki 1: SBKL-kiinnityslevy ilman lisäraudoitusta	17
7.2	Mitoitus esimerkki 2: SBKL-kiinnityslevy lisäraudoitettuna	19
8	KÄYTTÖOHJEESEEN LIITTYVÄÄ KIRJALLISUUTTA	23

Tämä käyttöohje on laadittu yhdenmukaiseksi Rakennusteollisuus ry:n sekä Betoniteollisuus ry:n 18.5.2017 julkaiseman yhtenäistettyjen ”SBKL-kiinnityslevyjen käyttöohjeen EC”:n kanssa.

SBKL-kiinnityslevyjen yhtenäistämällä helpotetaan suunnittelijoiden, valmistajien, betonielementtitehtaiden, rakennusurakoitsijoiden sekä viranomaisten työtä vaihtokelpoisuuden ansiosta.

Ohjeet on tarkoitettu päteville henkilöille, jotka pystyvät ymmärtämään ohjeisiin liittyvät rajoitukset sekä ottamaan vastuun ohjeiden soveltamisesta käytännön rakennuskohteissa. Vaikka valmistelutyöhön on osallistunut maamme paras tekninen asiantuntemus, Betoniteollisuus ry tai valmistelutyöhön osallistuneet ei henkilöt ota vastuuta tässä julkaisussa annetuista ohjeista.

1 KIINNITYSLEVYJEN TOIMINTATAPA

SBKL-kiinnityslevyt ovat betoniin ennen sen kovettumista asennettavia tyssäkantaisilla ankkuroinneilla varustettuja kiinnityslevyjä. SBKL-kiinnityslevyt on tarkoitettu hitsausalustaksi teräsprofileille. Kiinnityslevyt siirtävät kuormat siihen hitsatulta teräsrakenteelta tartuntojen välityksellä betonirakenteelle.

SBKL-kiinnityslevyt koostuvat teräslevystä, johon on hitsattu tyssäkantaiset ankkurit. Kiinnityslevyjä valmistetaan useita eri kokoja erilaisilla materiaalivaihtoehdoilla.

SBKL-kiinnityslevyjen kestävyys on laskettu staattisille kuormille.

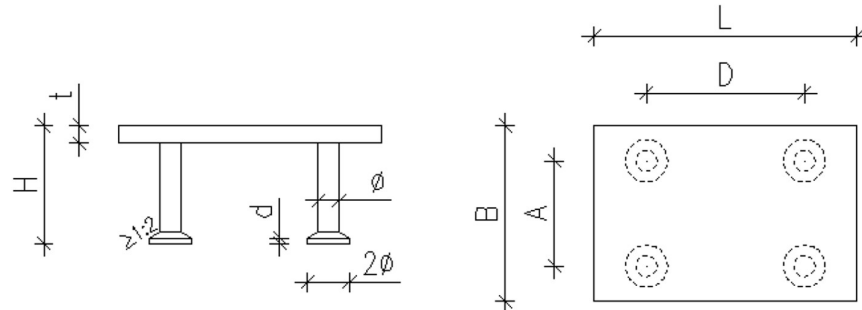
SBKL-kiinnityslevyjen kohdalle asennetaan aina SFS-EN 1992-1-1 mukainen minimirauditus, jolla varmistetaan rakenteen sitkeä toiminta murtotilanteessa. Kun tässä ohjeessa ilmoitetaan kestävyys ilman lisäraudoitusta, se tarkoittaa, että ko. minimirauditus ei ole mukana kestävydessä. Kun tässä ohjeessa esitetään kestävyys lisäraudoitettuna, se tarkoittaa, että minimiraudituksen lisäksi rakenteessa on kohdassa 4.9 mainittu lisärauditus.

2 KIINNITYSLEVYJEN MITAT JA MATERIAALIT

2.1 Osat ja materiaalit

Tyyppi	Osa	Materiaali	Standardi
SBKL	Teräslevy	S355J2+N S355 MC / MCD / ML Plus	SFS-EN 10025 EN 10149-2
	Tartunta	S235JR+AR S355J0+N SWCH15A	SFS-EN 10025 SFS-EN 10025 JIS G3539
SBKLR	Teräslevy	1.4301 / 1.4307	SFS-EN 10088
	Tartunta	S235JR+AR S355J0+N SWCH15A	SFS-EN 10025 SFS-EN 10025 JIS G3539
SBKLH	Teräslevy	1.4401	SFS-EN 10088
	Tartunta	S235JR+AR S355J0+N SWCH15A	SFS-EN 10025 SFS-EN 10025 JIS G3539
SBKLRR	Teräslevy	1.4301 / 1.4307	SFS-EN 10088
	Tartunta	1.4301	SFS-EN 10088

2.2 Kiinnityslevyjen mitat



KUVA 1. SBKL-kiinnityslevyjen mittojen merkinnät

TAULUKKO 1. SBKL-kiinnityslevyjen mitat

SBKL-kiinnityslevy				H	A	D	t	Ø	d
SBKL	B	x	L	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
SBKL	50	x	100	68	-	60	8	12	3
SBKL	100	x	100	68	60	60	8	12	3
SBKL	100	x	150	70	60	90	10	12	3
SBKL	150	x	150	162	90	90	12	12	3
SBKL	100	x	200	162	60	120	12	12	3
SBKL	200	x	200	162	120	120	12	16	4
SBKL	250	x	250	165	170	170	15	16	4
SBKL	100	x	300	165	60	180	15	16	4
SBKL	200	x	300	165	120	180	15	16	4
SBKL	300	x	300	165	180	180	15	16	4

3 KIINNITYSLEVYN VALMISTUS JA TOLERANSSIT

3.1 Valmistustapa ja toteutusluokka

Teräslevyt: Terminen tai mekaaninen leikkaus

Terästangot: Mekaaninen katkaisu, tyssäys (kylmä/kuuma)

Hitsaus: MAG käsin/robottihitsaus

Hitsausluokka: C (SFS-EN ISO 5817), EXC2 (SFS-EN 1090-2 kohta 7.6)

Toteutusluokka: EXC2 (SFS-EN 1090-2) [vaativammat luokat erillisen ohjeen mukaan]

3.2 Valmistustoleranssit

Levyn sivumitat: $\pm 3 \text{ mm}$ $L \leq 120 \text{ mm}$
 $\pm 4 \text{ mm}$ $120 \text{ mm} < L \leq 315 \text{ mm}$
 Levyn suoruus: $L/150$
 Levyn leikatun pinnan karheus: SFS-EN 1090-2
 Levyn leikatun pinnan kaltevuus: SFS-EN 1090-2
 Teräsosan korkeus: $\pm 3 \text{ mm}$
 Tartuntojen sijainti: $\pm 5 \text{ mm}$
 Tartuntojen keskinäinen sijainti: $\pm 5 \text{ mm}$
 Tartuntojen kaltevuus: $\pm 5^\circ$

3.3 Pintakäsittely

Kiinnityslevyjen näkyviin jäävät pinnat ja sivut suojamaalataan. Kiinnityslevyt toimitetaan konepajapohjamaalattuina n. $40 \mu\text{m}$. Tilauksesta kiinnityslevyt toimitetaan epoksimaalattuina, maalipinnan paksuus $60 \mu\text{m}$ tai kuumasinkittyinä kuumasinkitysstandardin mukaisesti. Ruostumattomat ja haponkestävät kiinnityslevyt toimitetaan ilman suojamaalaausta.

3.4 Laadunvalvonta

Laadunvalvonnassa noudatetaan tuotestandardien vaatimuksia. Kiinnityslevyjen valmistajalla on voimassaoleva laadunvalvontasopimus teräsosien valmistuksen laadunvalvonnasta.

4 KESTÄVYYDET

4.1 Mitoitusperiaatteet

SBKL-kiinnityslevyjen kestävyys on laskettu seuraavien normien, määräysten ja ohjeiden mukaan:

SFS-EN 1992 Eurokoodi 2 Betonirakenteiden suunnittelu

SFS-EN 1993 Eurokoodi 3 Teräsrakenteiden suunnittelu

CEN/TS 1992-4 Design of fastenings for use in concrete

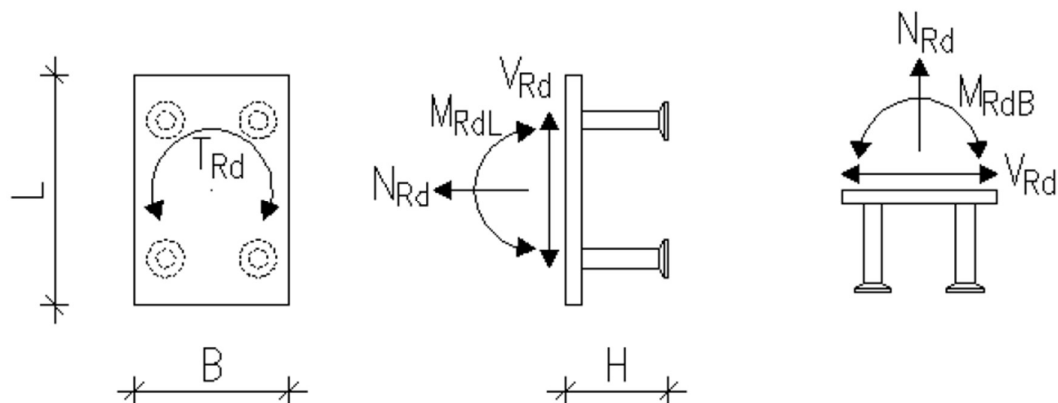
Kiinnityslevyjen kestävyys on laskettu staattisille kuormille. Dynaamisille ja väsyttävillä kuormilla kestävyys tulee tarkistaa tapauskohtaisesti erikseen.

4.2 Kestävyydet ilman lisäraudoituksen ja reunaetäisyyden vaikutusta

Taulukossa 2 on esitetty SBKL-kiinnityslevyjen kestävyys, kun vain yksi kuormitus kerrallaan vaikuttaa. SBKL-kiinnityslevyjen kestävyys voimasuureyhdistelmille tulee tarkistaa kohdan 4.6 mukaan.

Taulukossa 2 esitetyt kestävyys on laskettu seuraavilla oletuksilla:

- Betonin lujuus min. C25/30.
- Kiinnityslevyn alueella betoni voi halkeilla.
- Ei lisäraudoitusta kiinnityslevyn kohdalla. Rakenteessa on vain minimiraudotus. Lisäraudoitetun kiinnityslevyn kestävyys ks. kohta 4.9
- Kiinnityslevy on niin kaukana reunasta, ettei betonin reunan murtuminen ole vaikuttava murtotapa (vaadittavat reunaetäisyydet ks. kohta 4.4). Jos reunaetäisyys on pienempi kuin kohdan 4.4 mukainen reunaetäisyys tulee kestävyysarvoja redusoida kohdan 4.7 mukaan tai kiinnityslevyjen kohdalle asentaa lisäraudoitus kohdan 4.9 mukaan.
- Kiinnityslevyn kiinnitysalustan paksuus on kohdan 4.5 taulukon 5 sarakkeen hmin mukainen. Pienemmillä kiinnitysalustan paksuuksilla kiinnityslevyjen kestävyysarvoja tulee redusoida (pienentää) kohdan 4.5 mukaisesti.
- Kuorman sijaintitoleranssi max. ± 15 mm (valmistustoleranssi ± 5 mm huomioitu lisäksi laskelmissa).
- Kiinnityslevyyn liitettävän teräsojan kiinnityspinta-ala on vähintään kohdan 4.3 mukainen.
- Leikkausvoima VEd voi vaikuttaa kumpaakin levyn sivun suuntaan mutta vain yhteen suuntaan kerrallaan. Molempiin suuntiin vaikuttava leikkausvoima tulee huomioida kohdan 4.6 mukaan.
- Vääntömomentti TEd voi vaikuttaa kumpaakin levyn sivun suuntaan mutta vain yhteen suuntaan kerrallaan. Molempiin suuntiin vaikuttava vääntömomentti tulee huomioida kohdan 4.6 mukaan.
- Taivutusmomentti MEd voi vaikuttaa kumpaakin levyn sivun suuntaan mutta vain yhteen suuntaan kerrallaan. Molempiin suuntiin vaikuttava vääntömomentti tulee huomioida kohdan 4.6 mukaan.



KUVA 2. SBKL-kiinnityslevyjen voimien suuntien merkinnät

TAULUKKO 2. SBKL-kiinnityslevyjen kestävyys yksittäisille voimasuureille ilman lisäraudoitusta ja ilman reunaetäisyyden vaikutusta halkeilleessa betonissa C25/30

Kiinnityslevy				H mm	NRd [kN]	VRd [kN]	MRdL [kNm]	MRdB [kNm]	TRd [kNm]
SBKL	B	x	L						
SBKL	50	x	100	68	11,5	22,5	0,5	0,1	0,6
SBKL	100	x	100	68	14,5	28,5	0,6	0,6	1,1
SBKL	100	x	150	70	17,1	33,5	1,0	0,7	1,7
SBKL	150	x	150	162	72,4	82,2	3,6	3,6	4,9
SBKL	100	x	200	162	72,8	82,2	4,9	2,4	5,2
SBKL	200	x	200	162	80,2	147,4	7,5	7,5	12,0
SBKL	250	x	250	165	96,3	147,4	11,9	11,9	17,2
SBKL	100	x	300	165	81,4	147,4	10,5	4,0	13,5
SBKL	200	x	300	165	90,3	147,4	11,7	8,4	15,4
SBKL	300	x	300	165	99,2	147,4	12,8	12,8	18,3

Taulukon 2 arvot ovat SBKL-kiinnityslevyjen yksittäisten voimasuureiden maksimikestävyksiä ilman lisäraudoitusta taulukoiden 4 ja 5 mukaisilla SBKL-kiinnityslevyjen sijainneilla minimiraidoitettussa betonirakenteessa.

HUOM! Normaalitapauksessa taulukon 2 maksimikestävyksiä redusoidaan (pienennetään) kohdan 4.7 mukaisesti. Mitoitus esimerkki on kohdassa 7.

4.3 Kiinnityspinta-ala

Taulukon 2 mukaisia kestävyyskäytäntöjä käytettäessä tulee SBKL-kiinnityslevyihin liitettävien teräsojen kiinnityspinta-alan olla vähintään taulukon 3 mukainen. Kiinnityspinta-alaan voidaan laskea mukaan hitsit, jos teräsosa on hitsattu SBKL-kiinnityslevyyn ympärihitsauksella. Tarvittaessa voidaan käyttää jäykisteitä teräsojen ja SBKL-kiinnityslevyn liitoksessa jotta riittävä kiinnityspinta-ala saadaan aikaiseksi.

TAULUKKO 3. SBKL-kiinnityslevyjen minimikiinnityspinta-alat

Kiinnityslevy				Minimikiinnityspinta-ala					
				SBKL			SBKLR, SBKLH, SBKLRr		
SBKL	B	x	L	[mm]	x	[mm]	[mm]	x	[mm]
SBKL	50	x	100	15	x	40	15	x	50
SBKL	100	x	100	40	x	40	45	x	45
SBKL	100	x	150	40	x	45	40	x	65
SBKL	150	x	150	60	x	60	75	x	75
SBKL	100	x	200	40	x	100	40	x	110
SBKL	200	x	200	95	x	95	105	x	105
SBKL	250	x	250	125	x	125	145	x	145
SBKL	100	x	300	40	x	160	40	x	170
SBKL	200	x	300	65	x	140	90	x	160
SBKL	300	x	300	125	x	125	150	x	150

Mikäli liitettävän teräsojen kiinnityspinta-ala on pienempi kuin taulukon 3 mukainen pinta-ala, tulee SBKL-kiinnityslevyn kestävyyskäytäntöä redusoida (pienentää) kaavan 1 mukaan.

$$N_{Rd,red} = N_{Rd} \times \frac{(c - a_0)}{(c - a_1)}, a_0 > a_1 \quad (1)$$

missä

$N_{Rd,red}$ = uusi vetovoimakestävyys

N_{Rd} = annettu vetovoimakestävyys min. kiinnityspinta-alalla

c = tartuntojen keskiöväli

a_0 = minimikiinnityspinta-alan sivumitta (taulukon 3 mukainen arvo)

a_1 = kiinnityspinta-alan sivumitta

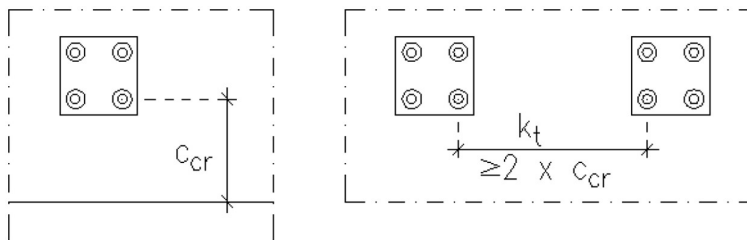
Samaa kapasiteetin pienennyskaavaa voidaan soveltaa myös momenttikapasiteetille. Leikkausvoimalle ja vääntömomentille kestävyyskäytäntöä redusointia kiinnityspinta-alan vuoksi ei tarvitse tehdä.

4.4 Pienimmät sallitut reuna- ja keskiöetäisyydet kohdan 4.2 kestävyyksille

Taulukon 2 mukaisia kestävyksiä käytettäessä tulee SBKL-kiinnityslevyjen reuna- ja keskiöetäisyyksien olla vähintään taulukon 4 mukaiset. Taulukossa 4 esitetyt reuna- ja keskiöetäisyydet ovat sellaisia, ettei betonin reunan murtoa tapahdu. Pienemmillä reuna- tai keskiöetäisyyksillä SBKL-kiinnityslevyjen kestävyksiä tulee redusoida kohdan 4.7 mukaisesti.

Reunaetäisyydet taulukossa 4 ovat etäisyyksiä SBKL-kiinnityslevyn tartunnan keskeltä betonirakenteen reunaan kuvan 3 mukaisesti. Keskiöetäisyydet ovat vastaavasti etäisyyksiä vierekkäisten SBKL-kiinnityslevyjen tartuntojen keskeltä keskelle.

Keskiöetäisyys k_t on SBKL-kiinnityslevyillä minimissään 2 x reunaetäisyys, jos käytetään taulukon 2 mukaista täyttä kiinnityslevyjen kestävyttä. Pienemmillä keskiöetäisyyksillä kiinnityslevyjen kestävyttä redusoidaan (pienennetään) kohdan 4.7 mukaisesti kuten yksittäisellä kiinnityslevyllä. Keskiöetäisyyden redusointikerroin (pienennyskerroin) lasketaan käyttäen reunaetäisyyden arvona keskiöetäisyyden puolikasta.



KUVA 3. SBKL-kiinnityslevyjen reunaetäisyys c_{cr} tartunnan keskeltä betonirakenteen reunaan ja keskiöetäisyys vierekkäisten kiinnityslevyjen välillä.

TAULUKKO 4. SBKL-kiinnityslevyjen minimireunaetäisyydet kohdan 4.2. mukaisille kestävyyksille

Kiinnityslevy				Minimireunaetäisyydet taulukon 2 kestävyyksille N_{Rd} , M_{RdL} ja M_{RdB}	Minimireunaetäisyydet taulukon 2 kestävyyksille V_{Rd} ja T_{Rd}
SBKL	B	x	L	$c_{cr,N}$ [mm]	$c_{cr,V}$ [mm]
SBKL	50	x	100	104	690
SBKL	100	x	100	104	690
SBKL	100	x	150	107	710
SBKL	150	x	150	241	720
SBKL	100	x	200	243	720
SBKL	200	x	200	243	960
SBKL	250	x	250	246	960
SBKL	100	x	300	246	960
SBKL	200	x	300	246	960
SBKL	300	x	300	246	960

4.5 Kiinnitysalustan vähimmäispaksuus ja kiinnitysalustan paksuuden vaikutus kestävyyyksiin

Taulukon 2 mukaisia kestävyksiä käytettäessä tulee SBKL-kiinnityslevyjen kiinnitysalustan paksuuden olla vähintään taulukon 5 mukainen. Pienemmillä kiinnitysalustan paksuuksilla SBKL-kiinnityslevyjen kestävyksiä tulee redusoida (pienentää). Taulukossa 5 esitetyissä betonirakenteen minimipaksuuksissa on huomioitu SBKL-kiinnityslevyjen valmistustoleranssit.

TAULUKKO 5. SBKL-kiinnityslevyjen kiinnitysalustan minimipaksuudet

Kiinnityslevy				Kiinnitysalustan (betonirakenteen) minimipaksuus h_{min} taulukon 2 mukaisille kestävyyksille	Kiinnitysalustan (betonirakenteen) minimipaksuus $h_{min.cb}$ kun betonipeite $c_b = 20$ mm
SBKL	B	x	L	[mm]	[mm]
SBKL	50	x	100	138	91
SBKL	100	x	100	138	91
SBKL	100	x	150	142	93
SBKL	150	x	150	322	185
SBKL	100	x	200	324	185
SBKL	200	x	200	322	185
SBKL	250	x	250	328	188
SBKL	100	x	300	328	188
SBKL	200	x	300	328	188
SBKL	300	x	300	328	188

Kiinnitysalustan paksuuden h_c vaikutus SBKL-kiinnityslevyjen kestävyteen voidaan huomioida seuraavan kaavan mukaisella redusointikertoimella $k_{h,red}$. Pienempää kiinnitysalustan paksuutta kuin taulukon 5 mukainen paksuus $h_{min.cb}$ ei kiinnityslevyillä saa käyttää.

$$k_{h,red} = \left(\frac{h_c}{h_{min}} \right)^{\frac{2}{3}} \leq 1.0 \quad (2)$$

jossa

h_c = betonirakenteen paksuus (minimi-arvo betonirakenteen paksuudelle on taulukon 5 mukainen paksuus $h_{min.cb}$)

h_{min} = taulukon 5 mukainen arvo h_{min}

4.6 Kiinnityslevyjen kestävydet voimasuureyhdistelmille

Mikäli SBKL-kiinnityslevyä rasittaa samanaikaisesti kaksi tai useampi ulkoinen voimasuure, tulee kiinnityslevyn kestävyys voimasuureyhdistelmille tarkistaa seuraavan kaavan mukaisesti.

$$\left(\frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} + 1.8 \left(\frac{M_{EdB}}{M_{RdB}} + \frac{M_{EdL}}{M_{RdL}} \right) \right)^{\frac{2}{3}} + \left(\frac{V_{EdB}}{V_{Rd}} + \frac{V_{EdL}}{V_{Rd}} + \frac{T_{Ed}}{T_{Rd}} \right)^{\frac{2}{3}} \leq 1.0 \quad (3)$$

jossa alaindeksi Ed merkitsee kuorman murtorajatilán mitoitusvoimasuuretta ja Rd kiinnityslevyn kestävyttä vastaavalle kuormalle.

4.7 Reuna- ja keskiöetäisyyksien vaikutukset kestävyyskiin

Mikäli SBKL-kiinnityslevyjen reuna- tai keskiöetäisyydet ovat pienempiä kuin taulukossa 4 esitetyt reuna- ja keskiöetäisyydet tulee kohdan 4.2 mukaisia kiinnityslevyjen kestävyyskiin redusoida (pientää). Taulukossa 6 esitetään redusointikertoimet tapauksille, joissa kiinnityslevyn reuna- tai keskiöetäisyys on taulukon 7 mukainen reunaetäisyyden minimiarvo yhdellä, kahdella tai kolmella sivulla. Väliarvot taulukon 2 kestävyyskiin ja taulukon 6 mukaisella kertoimella laskettujen redusoitujen arvojen välillä voidaan lineaarisesti interpoloida.

TAULUKKO 6. SBKL-kiinnityslevyjen kestävyyskiin redusointikertoimet kun reunaetäisyys $c = c_{cr,X,min}$

Voimasuure	Redusointikerroin kun reunaetäisyys on $c_{cr,X,min}$		
	yhdellä sivulla (kiinnityslevy rakenteen reunassa)	kahdella sivulla (kiinnityslevy kulmassa tai kapeassa rakenteessa)	kolmella sivulla (kiinnityslevy kapean rakenteen päässä)
N_{Rd}	0,49	0,23	0,20
M_{RdB} ja M_{RdL}	0,49	0,23	0,20
V_{Rd} ja T_{Rd}	0,18	0,13	0,11

Taulukon 6 redusointikertoimien lisäksi tulee huomioida kiinnitysalustan korkeuden vaikutus SBKL-kiinnityslevyjen kestävyyskiin kohdan 4.5 mukaan.

Reunaetäisyyksien minimiarvot, joita ei saa alittaa on esitetty taulukossa 7. Taulukon 7 arvoja pienemmällä reunaetäisyyksillä SBKL-kiinnityslevyjen kohdalle tulee asentaa kohtien 4.8 ja 4.9 mukaisesti lisäraudoitus.

TAULUKKO 7. SBKL-kiinnityslevyjen minimireunaetäisyydet taulukon 6 mukaisille kestävyyskiin redusointikertoimille

Kiinnityslevy				Minimireunaetäisyydet taulukon 6 mukaisille redusointikertoimille N_{Rd} , M_{RdL} ja M_{RdB}	Minimireunaetäisyydet taulukon 6 mukaisille redusointikertoimille kestävyyskiin V_{Rd} ja T_{Rd}
SBKL	B	x	L	$c_{cr,N,min}$ [mm]	$c_{cr,V,min}$ [mm]
SBKL	50	x	100	50	150
SBKL	100	x	100	50	150
SBKL	100	x	150	50	150
SBKL	150	x	150	50	150
SBKL	100	x	200	50	150
SBKL	200	x	200	50	150
SBKL	250	x	250	50	150
SBKL	100	x	300	60	150
SBKL	200	x	300	60	150
SBKL	300	x	300	60	150

4.8 Lisäraudoituksen vaikutus reunaetäisyyksiin

Lisäraudoitetun SBKL-kiinnityslevyn sijoittamisessa rakenteeseen tulee noudattaa taulukon 7 sarakkeen $c_{cr,N,min}$ mukaisia minimireunaetäisyyksiä.

Kohdassa 4.9 on esitetty lisäraudoituksen vaikutus SBKL-kiinnityslevyjen kestävyyskiin ja kuvissa 3 ja 4 lisäraudoituksen sijoituksen periaatteet.

4.9 Lisäraudoituksen vaikutus kestävyyskiin

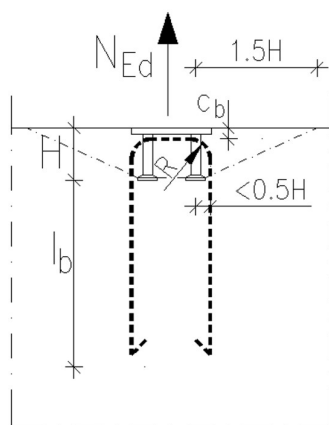
Lisäraudoituksella voidaan parantaa SBKL-kiinnityslevyjen kestävyyskiin kun reunaetäisyydet ovat pienempiä kuin taulukon 4 mukaiset. Taulukoissa 8 ja 9 annetaan kuvien 3 ja 4 mukaisesti SBKL-kiinnityslevyn kohdalle betonirakenteeseen sijoitetun lisäraudoituksen veto- ja leikkauskestävyys. Taulukoissa 8 ja 9 annetaan yhden lisäraudoitusteräksen kestävyys. SBKL-kiinnityslevyn kokonaiskestävyys lisäraudoitettuna saadaan kertomalla yhden lisäraudoitusteräksen kestävyys lisäraudoitusterästen kappalemäärällä.

Lisäraudoitetun SBKL-kiinnityslevyn maksimikestävyys on esitetty kohdassa 4.10.

Laskelmissa lisäraudoitusterästen materiaalina on käytetty terästä B500B (A500HW) tai vastaavaa harjaterästä.

4.9.1 Lisäraudoitus vetokestävyyskiin ja taivutusmomentille

Lisäraudoitus vetokestävyyskiin ja taivutusmomentille tulee sijoittaa betonirakenteeseen SBKL-kiinnityslevyn kohdalle kuvan 4 mukaan. Lisäraudoitus sijoitetaan mahdollisimman lähelle SBKL-kiinnityslevyn tartuntoja ja teräslevyä. Sivusuunnassa lisäraudoitusteräs saa sijaita kuvan 4 mukaisesti korkeintaan etäisyyden $0,5H$ päässä SBKL-kiinnityslevyn tartunnan keskeltä. Lisäraudoitus tulee ankkuroida betonirakenteeseen kuvan 4 mukaisesti SBKL-kiinnityslevyn murtokartion ulkopuolelle täydelle teräksen vetovoimalle.



KUVA 4. SBKL-kiinnityslevyn lisäraudoitus vetokestävyyskiin ja taivutusmomentille

c_b = betonipeite (ol. 20mm)

l_b = ankkurointipituus SFS-EN 1992-1-1 mukaan

R = lisäraudoitusteräksen sisäpuolinen taivutussäde SFS-EN 1992-1-1 mukaan

Taulukossa 8 on esitetty SBKL-kiinnityslevyjen lisäraudoituksen ankkurointikestävyydet SBKL-kiinnityslevyn murtokartiossa kuvan 4 mukaisella lisäraudoituksen sijoituksella. Taulukon 8 arvot on laskettu huonossa tartuntatilassa. Lisäraudoitetun SBKL-kiinnityslevyn kestävyys saadaan kertomalla taulukon 8 mukainen yhden lisäraudoitusteräsenkin kestävyys valitulla lisäraudoitusterästen lukumäärällä SBKL-kiinnityslevyn kohdalla.

TAULUKKO 8. SBKL-kiinnityslevyjen lisäraudoitusterästen vetokestävyydet (yhden kuvan 4 mukaisesti sijoitetun lisäraudoitusteräsenkin vetokestävyys)

Kiinnityslevy				Lisäraudoitusteräksen vetokestävyys $N_{Rd,s}$ [kN]			
				Teräksen halkaisija Φ_s [mm]			
SBKL	B	x	L	T6	T8	T10	T12
SBKL	50	x	100	3,2	-	-	-
SBKL	100	x	100	3,2	-	-	-
SBKL	100	x	150	3,4	4,5	-	-
SBKL	150	x	150	11,2	14,9	-	-
SBKL	100	x	200	11,2	14,9	18,7	22,4
SBKL	200	x	200	11,2	14,9	18,7	22,4
SBKL	250	x	250	11,5	15,3	19,1	22,9
SBKL	100	x	300	11,5	15,3	19,1	22,9
SBKL	200	x	300	11,5	15,3	19,1	22,9
SBKL	300	x	300	11,5	15,3	19,1	22,9

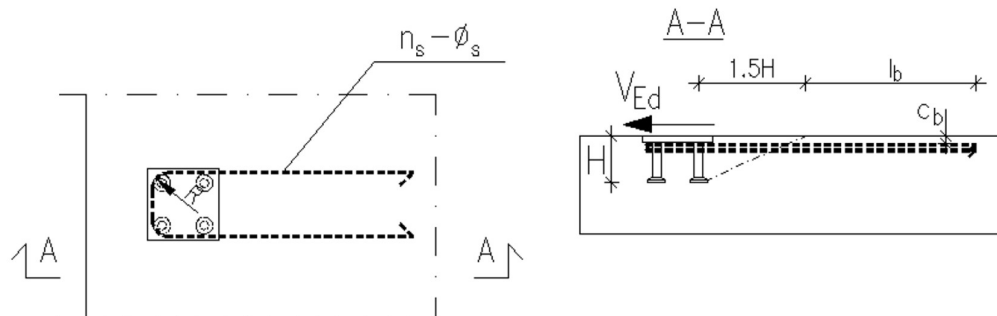
Kiinnityslevyillä SBKL 50x100 ja 100x100 murtokartion korkeus riittää vain halkaisijaltaan 6 mm lisäteräksen ankkurointiin. Kiinnityslevyillä SBKL 100x150 ja 150x150 murtokartion korkeus riittää vain halkaisijaltaan 6 mm ja 8 mm lisäteräksen ankkurointiin.

Mikäli lisäraudoitusterästen betonipeite on suurempi kuin laskelmissa käytetty 20 mm, tulee lisäraudoitusterästen ankkurointikestävyys murtokartiossa laskea tapauskohtaisesti erikseen.

Hyvässä tartuntatilassa taulukon 8 kestävyysarvot voidaan kertoa kertoimella 1,42.

4.9.2 Lisäraudoitus leikkausvoimalle ja vääntömomentille

Lisäraudoitus leikkausvoimalle ja vääntömomentille tulee sijoittaa betonirakenteeseen SBKL-kiinnityslevyn kohdalle kuvan 5 mukaan. Leikkausvoiman lisäraudoitus sijoitetaan leikkausvoimaa vastaan kohtisuoraan ja korkeussuunnassa mahdollisimman lähelle SBKL-kiinnityslevyn teräslevyä. Lisäraudoitus taivutetaan siten että lisäraudoitusteräokset ovat kiinni SBKL-kiinnityslevyn tartunnoissa. Lisäraudoitus tulee ankkuroida betonirakenteeseen kuvan 5 leikkauksen A-A mukaisesti SBKL-kiinnityslevyn murtokartion ulkopuolelle täydelle teräksen vetovoimalle.



KUVA 5. SBKL-kiinnityslevyn lisäraudoitus leikkausvoimalle ja vääntömomentille

c_b = betonipeite (ol. 20mm)

l_b = ankkurointipituus SFS-EN 1992-1-1 mukaan

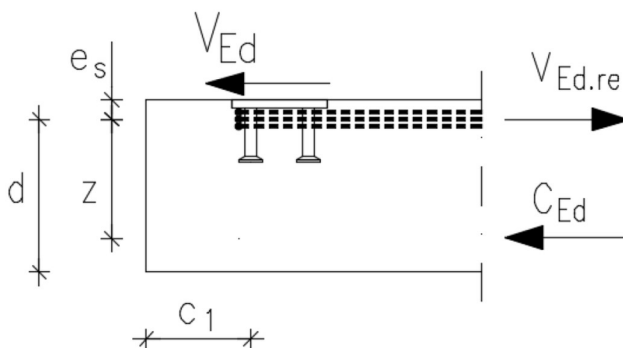
R = lisäraudoitusteräksen sisäpuolinen taivutussäde SFS-EN 1992-1-1 mukaan

TAULUKKO 9. Lisäraudoitettujen SBKL-kiinnityslevyjen leikkauskestävyydet (yhden kuvan 5 mukaisesti sijoitetun lisäraudoituksen leikkauskestävyys)

Kiinnityslevy				Lisäraudoitettujen SBKL-kiinnityslevyjen leikkauskestävyydet $V_{Rd,s}$ [kN]			
				Teräksen halkaisija Φ_s [mm]			
SBKL	B	x	L	T6	T8	T10	T12
SBKL	50	x	100	4,5	7,9	12,3	17,4
SBKL	100	x	100	4,5	7,9	12,3	17,4
SBKL	100	x	150	4,5	7,9	12,3	17,4
SBKL	150	x	150	4,8	8,4	13,0	18,6
SBKL	100	x	200	4,5	7,9	12,3	17,4
SBKL	200	x	200	5,0	8,8	13,6	19,4
SBKL	250	x	250	5,0	8,8	13,6	19,4
SBKL	100	x	300	4,5	7,9	12,3	17,4
SBKL	200	x	300	5,0	8,8	13,6	19,4
SBKL	300	x	300	5,3	9,2	14,4	20,5

Hyvässä tartuntatilassa taulukon 9 kestävyysarvot voidaan kertoa kertoimella 1,42.

Leikkausvoiman ja raudituksen välisestä epäkeskisyydestä aiheutuu leikkausvoiman lisäraudoituksen vetovoima, joka otetaan huomioon seuraavasti:



KUVA 6. Leikkausvoiman lisäraudoituksen vetovoima

$$V_{Ed, re} = \left(\frac{e_s}{z} + 1 \right) \cdot V_{Ed} \quad (4)$$

jossa

e_s = leikkausvoiman (teräslevyn pinnan) ja raudituksen keskikohdan välinen etäisyys

z = betonirakenteen sisäinen momenttivarsi $\approx 0,85d$ ($d \leq \min \left\{ \frac{2H}{2c_1} \right\}$)

Esim. Leikkausvoimalle lisäraudoitettu SBKL150x150-kiinnityslevy. $V_{Ed} = 43$ kN, $e_s = 35$ mm, $z = 160$ mm, lisäraudoitus T12 harjateräksiä huonossa tartuntatilassa.

Lisäraudoituksen todellinen vetovoima epäkeskisyyden huomioiden $N_{Ed, re} = (35 \text{ mm} / 160 \text{ mm} + 1) \times 55 \text{ kN} = 52,4 \text{ kN}$.

$52,4 \text{ kN} / (2 \times 18,6 \text{ kN}) = 141 \% \rightarrow 2$ kpl T12 harjateräksiä ei riitä.

$52,4 \text{ kN} / (3 \times 18,6 \text{ kN}) = 94 \% \rightarrow$ leikkausvoiman lisäraudoitukseksi vaaditaan 3 kpl T12 harjateräksiä.

4.10 Maksimikestävyydet lisäraudoitettuna

Taulukossa 10 on annettu SBKL-kiinnityslevyjen maksimikestävyydet. SBKL-kiinnityslevyjen todellinen kestävyys lisäraudoitettuna riippuu käytetyn lisäraudoituksen määrästä kohtien 4.9.1 ja 4.9.2 mukaisesti (vrt. ao. esimerkit A, B ja C). Lisäraudoitusteräksien sijoitetaan kuvien 4 ja 5 mukaisesti. Lisäraudoitetun SBKL-kiinnityslevyn sijoittamisessa rakenteeseen tulee noudattaa taulukon 7 sarakkeen $C_{cr, N, min}$ mukaisia minimireunaetäisyyksiä. Betonirakenteen korkeuden vaikutus tulee ottaa huomioon kiinnityslevyjen maksimikestävyyksissä kohdan 4.5 mukaisesti.

TAULUKKO 9. SBKL-kiinnityslevyjen maksimikestävyydet

Kiinnityslevy				H	$N_{Rd, max}^{1)}$	$N_{Rd, max}^{2)}$	$V_{Rd, max}$	$M_{RdL, max}$	$M_{RdB, max}$	$T_{Rd, max}$
SBKL	B	x	L	mm	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
SBKL	50	x	100	68	27,7	42,8	41,1	0,5	0,1	0,6
SBKL	100	x	100	68	35,9	85,7	82,2	0,6	0,6	1,1
SBKL	100	x	150	70	41,0	85,7	82,2	1,0	0,7	1,7
SBKL	150	x	150	162	46,8	85,7	82,2	3,6	3,6	2,3
SBKL	100	x	200	162	44,0	85,7	82,2	4,9	2,4	5,2
SBKL	200	x	200	162	96,6	153,6	147,4	7,5	7,5	12,0
SBKL	250	x	250	165	110,0	153,6	147,4	11,9	11,9	17,2
SBKL	100	x	300	165	84,8	153,6	147,4	10,5	4,0	13,5
SBKL	200	x	300	165	104,0	153,6	147,4	11,7	8,4	15,4
SBKL	300	x	300	165	111,9	153,6	147,4	12,8	12,8	18,3

1) Normaalisti suunnittelussa käytettävä SBKL-kiinnityslevyn maksimikestävyys, joka voidaan ankkuroida betonirakenteeseen

2) Teoreettinen maksimikestävyys tyssättävien teräsmateriaalin murrolle ilman epäkeskisyyksiä

Esimerkki A:

SBKL 200x200 –kiinnityslevyn kohdalle kuvan 4 mukaisilla sijainneilla asennetaan 4 kpl T12 lisäraudoituslenkkejä hyvissä tartuntaolosuhteissa. Lisäraudoituslenkkien yhteenlaskettu vetokestävyys on tällöin $F_{re} = 4 \text{ kpl} \times 1,42 \times 22,4 \text{ kN/kpl} = 127,2 \text{ kN}$. Maksimikestävyys vetokestävyydelle on $N_{Rd,max} = 96,6 \text{ kN}$ joten ko. tavalla lisäraudoitetun kiinnityslevyn kestävyys tulee käyttää arvoa $N_{Rd,max}$.

Esimerkki B:

SBKL 100x100 –kiinnityslevyn kohdalle kuvan 4 mukaisilla sijainneilla asennetaan 2 kpl T6 lisäraudoituslenkkejä hyvissä tartuntaolosuhteissa. Lisäraudoituslenkkien yhteenlaskettu vetokestävyys on tällöin $F_{re} = 2 \text{ kpl} \times 1,42 \times 3,2 \text{ kN/kpl} = 9,1 \text{ kN}$. Maksimikestävyys vetokestävyydelle on $N_{Rd,max} = 35,9 \text{ kN}$ joten ko. tavalla lisäraudoitetun kiinnityslevyn kestävyys ei voida käyttää arvoa $N_{Rd,max}$ vaan kestävyys tulee käyttää lisäraudoituksen kestävyysarvoa $F_{re} = 9,1 \text{ kN}$.

Esimerkki C:

SBKL 150x150 –kiinnityslevyn kohdalle kuvan 5 mukaisilla sijainneilla asennetaan 2 kpl T10 lisäraudoituslenkkejä hyvissä tartuntaolosuhteissa. Lisäraudoituslenkkien yhteenlaskettu leikkauskestävyys on tällöin $V_{re} = 2 \text{ kpl} \times 1,42 \times 11,0 \text{ kN/kpl} = 31,2 \text{ kN}$. Maksimikestävyys vetokestävyydelle on $V_{Rd,max} = 82,2 \text{ kN}$ joten ko. tavalla lisäraudoitetun kiinnityslevyn kestävyys ei voida käyttää arvoa $V_{Rd,max}$ vaan kestävyys tulee käyttää lisäraudoituksen kestävyysarvoa $V_{re} = 31,2 \text{ kN}$. Kestävyydessä tulee huomioida myös leikkausvoiman epäkeskisyyden vaikutus leikkausvoiman lisäraudoituksen vetovoimaan.

5 KIINNITYSLEVYJEN KÄYTTÖ

5.1 Käyttöikä ja sallitus rasitusluokat

SBKL-kiinnityslevyjen käyttöikä riippuu valitusta kiinnityslevyn materiaalista. SBKL-kiinnityslevyjä voidaan käyttää kaikissa betonirakenteiden rasitusluokissa kun huomioidaan rasitusluokan vaatimukset kiinnityslevyjen teräsosien betonipeitteelle. Tarvittaessa käytetään ruostumattomia SBKLR, haponkestäviä SBKLH tai kokonaan ruostumattomia SBKLRr –kiinnityslevytyyppejä.

5.2 Käytön rajoitukset

SBKL-kiinnityslevyjen kapasiteetit on laskettu staattisille kuormille. Dynaamisille ja väsyttävillä kuormilla on käytettävä suurempia kuorman osavarmuuskertoimia ja liitoksen osat tarkistettava tapauskohtaisesti.

SBKL-kiinnityslevyjen kestävyys on laskettu betonin lujuudelle C25/30 halkeilleessa betonissa.

SBKL-kiinnityslevyjen kohdalle asennetaan aina raudoitus jolla varmistetaan rakenteen sitkeä toiminta murtotilanteessa.

6 KIINNITYSLEVYJEN SÄILYTYS, KULJETUS JA MERKINTÄOHJEET

SBKL-kiinnityslevyt varastoidaan sateelta suojassa.

SBKL-kiinnityslevyihin tehdään merkintä, josta käy ilmi ainakin kiinnityslevyn valmistaja ja kiinnityslevyn tyyppi ja tunnus sekä valmistuspäivämäärä.

7 SBKL-KIINNITYSLEVYN MITOITUSESIMERKKI

7.1 Mitoitusesimerkki 1: SBKL-kiinnityslevy ilman lisäraudoitusta

Tarkistetaan SBKL-kiinnityslevyn kestävyys kuvan 6 mukaisille sijainnille ja kuormituksille betonirakenteessa. SBKL-kiinnityslevyn kohdalle ei asenneta erillistä lisäraudoitusta. Rakenteessa on vain minimirauhoitus.

SBKL-kiinnityslevyn liittyvän rakenneosan ulkomitat 140 mm x 140 mm.

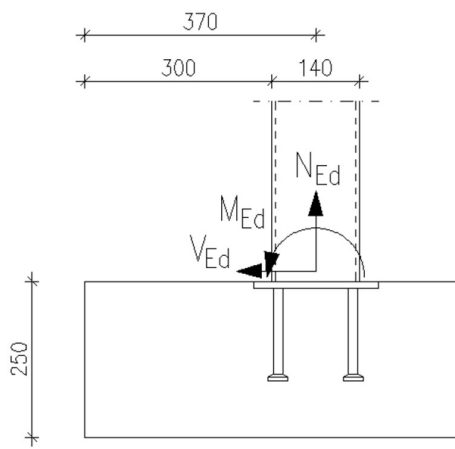
Liittyvän rakenneosan reunan etäisyys betonirakenteen reunasta 300 mm. Muilla suunnilla liittyvän rakenneosan etäisyys betonirakenteen reunoista 1 m.

Betonirakenteen paksuus 250 mm.

Liittyvältä rakenneosalta SBKL-kiinnityslevyyn kohdistuu kuormituksia kahdessa eri kuormitustapauksessa:

Kuormitustapaus 1: $V_{Ed} = 15 \text{ kN}$, $N_{Ed} = 20 \text{ kN}$, $M_{Ed} = 0 \text{ kNm}$

Kuormitustapaus 2: $V_{Ed} = 2 \text{ kN}$, $N_{Ed} = 15 \text{ kN}$, $M_{Ed} = 2 \text{ kNm}$.



KUVA 7. SBKL-kiinnityslevyn mitoitusesimerkki ilman lisäraudoitusta, kiinnityslevyn rakennemitat

Valitaan SBKL 200x200 –kiinnityslevy ja tarkistetaan sen kestävyys voimasuureille. SBKL 200x200 –kiinnityslevyn kestävydet ilman redusointeja ovat taulukon 2 mukaisesti vetokestävyys $N_{Rd} = 80,2$ kN, taivutusmomenttikestävyys $M_{Rd} = 7,5$ kNm ja leikkauskestävyys $V_{Rd} = 147,4$ kN. Seuraavaksi tarkistetaan kiinnityslevyn reunaetäisyydet, kiinnityslevyn liittyvän rakenneosan kiinnityspinta-ala, betonirakenteen paksuus ja niiden mahdollisesti aiheuttamat vähennykset kiinnityslevyn kestävyysiin sekä kiinnityslevyn kestävyys voimasuureyhdistelmälle.

Reunaetäisyyksien vaikutus kestävyysiin

Kiinnityslevyn tartunnan etäisyys rakenteen reunasta c_{cr} saadaan taulukon 1 mittojen avulla.

$$c_{cr} = \frac{200\text{mm}-120\text{mm}}{2} + 370\text{mm} - \frac{200\text{mm}}{2} = 310\text{mm}$$

SBKL 200x200 –kiinnityslevyn minimireunaetäisyydet taulukon 2 mukaisille kestävyyksille saadaan taulukosta 4. Minimireunaetäisyys veto- ja taivutusmomenttikestävyydelle $C_{cr,N} = 243$ mm ja minimireunaetäisyys leikkausvoimalle $C_{cr,V} = 960$ mm. Kuvan 6 mukaisilla mitoilla reunaetäisyys ylittää veto- ja taivutusmomenttikestävyden minimiarvon jolloin taulukon 2 mukaista SBKL-kiinnityslevyn veto- ja taivutusmomenttikestävyksiä ei tarvitse redusoida reunaetäisyyden takia. Leikkausvoimalle vaadittava minimireunaetäisyys alittuu kuvan 6 mukaisella sijainnilla joten leikkauskestävyyttä joudutaan redusomaan taulukon 2 arvosta.

Leikkauskestävyyden redusointi reunaetäisyyden vuoksi tehdään kohdan 4.7 mukaisesti. Tarkistetaan ensin kiinnityslevyn reunaetäisyyden minimiarvo taulukon 7 mukaisesti. Taulukossa 7 annettu minimireunaetäisyys leikkauskestävyydelle ilman lisäraudoitusta on 150 mm. Kuvan 6 mukaisella sijainnilla minimireunaetäisyys ylittyy joten kiinnityslevylle voidaan laskea redusoitu leikkauskestävyys. Laskennassa voidaan käyttää taulukon 6 ensimmäisen sarakkeen arvoja koska taulukon 4 mukainen minimireunaetäisyys alittuu vain yhdellä reunalla. Redusointikerroin leikkausvoimalle reunaetäisyyden ollessa taulukon 7 mukainen 150 mm on 0,18. Redusointikerroimen väliarvot voidaan lineaarisesti interpoloida reunaetäisyyden mukaan joten käytettävä redusointikerroin on

$$k_{red,V} = 0,18 + \frac{1-0,18}{960\text{mm}-150\text{mm}}(310\text{mm}-150\text{mm}) = 0,34$$

ja reunaetäisyyden vuoksi redusoitu leikkauskestävyys on

$$V_{Rd,red,c} = k_{red,V} \times V_{Rd} = 0,34 \times 147,4 \text{ kN} = 50,1 \text{ kN}.$$

Liitettävän osan mittojen vaikutus kestävyysiin

Kohdan 4.3 taulukossa 3 on annettu SBKL-kiinnityslevyihin liitettävien teräsosien minimikiinnityspinta-alat. SBKL 200x 200 –kiinnityslevyllä minimikiinnityspinta-ala on 89 mm x 89 mm joka täyttyy kuvan 6 mukaisilla liitettävän osan ulkomitoilla 140 mm x 140 mm. Kestävyksiä ei tarvitse redusoida tai liitettävän osan kokoa kasvattaa minimikiinnityspinta-alan johdosta.

Betonirakenteen paksuuden vaikutus kestävyysiin

Betonirakenteen paksuuden vaikutus SBKL-kiinnityslevyn kestävyysiin tarkistetaan kohdan 4.5 mukaisesti. Taulukossa 5 on annettu SBKL 200x200 –kiinnityslevyn betonirakenteen

minimipaksuudeksi taulukon 2 mukaisille kestävyyksille $h_{\min} = 322 \text{ mm}$ ja betonirakenteen minimipaksuudeksi $h_{\min,cb} = 185 \text{ mm}$.

Kuvan 6 mukainen betonirakenteen paksuus $h_c = 250 \text{ mm}$ täyttää betonirakenteelta vaadittavan minimipaksuuden $h_{\min,cb}$ mutta alittaa taulukon 2 mukaisten kestävyyksien minimipaksuuden $h_{\min}$ joten kiinnityslevyn kestävyysjä joudutaan redusoimaan kertoimella

$$k_{h,red} = \left(\frac{250 \text{ mm}}{322 \text{ mm}} \right)^2 = 0,84$$

$$V_{Rd,red} = k_{h,red} \times V_{Rd,red,c} = 0,84 \times 50,1 \text{ kN} = 42,1 \text{ kN}$$

$$N_{Rd,red} = k_{h,red} \times N_{Rd} = 0,84 \times 80,2 \text{ kN} = 67,3 \text{ kN}$$

$$M_{Rd,red} = k_{h,red} \times M_{Rd} = 0,84 \times 7,5 \text{ kNm} = 6,3 \text{ kNm}$$

SBKL-kiinnityslevyn kestävyys voimasuureyhdistelmille

Kiinnityslevyn kestävyys voimasuureyhdistelmälle tarkistetaan kohdan 4.6 mukaisesti kaavalla (2)

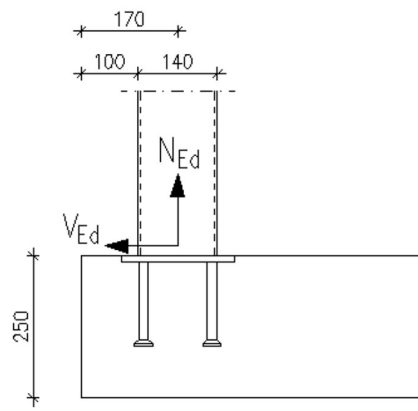
$$\text{Kuormitustapaus 1: } \left(\frac{20 \text{ kN}}{67,3 \text{ kN}} \right)^2 + \left(\frac{15 \text{ kN}}{42,1 \text{ kN}} \right)^2 = 0,95$$

$$\text{Kuormitustapaus 2: } \left(\frac{15 \text{ kN}}{67,3 \text{ kN}} + 1,8 \frac{2 \text{ kNm}}{6,3 \text{ kNm}} \right)^2 + \left(\frac{2 \text{ kN}}{42,1 \text{ kN}} \right)^2 = 0,97$$

SBKL 200x 200 –kiinnityslevy kestää annetut rasitukset kuvan 6 mukaisilla mitoilla molemmissa kuormitustapauksissa.

7.2 Mitoitusesimerkki 2: SBKL-kiinnityslevy lisäraudoitettuna

Tarkistetaan SBKL-kiinnityslevyn kestävyys kuvan 7 mukaisilla sijainneilla ja kuormituksilla betonirakenteessa. SBKL-kiinnityslevy kohdalle asennetaan tarvittaessa lisäraudoitus.



KUVA 8. SBKL-kiinnityslevyn mitoitusesimerkki lisäraudoitettuna, kiinnityslevyn rakennemitat

SBKL-kiinnityslevyyn liittyvän rakenneosan ulkomitat 140 mm x 140 mm. Liittyvän rakenneosan reunan etäisyys betonirakenteen reunasta 100 mm. Muilla suunnilla liittyvän rakenneosan etäisyys betonirakenteen reunoista 3 m. Betonirakenteen paksuus 250 mm.

Liittyvältä rakenneosalta SBKL-kiinnityslevyyn kohdistuu kuormituksia kolmessa eri kuormitustapauksessa:

Kuormitustapaus 1: $V_{Ed} = 22 \text{ kN}$, $N_{Ed} = 20 \text{ kN}$, $M_{Ed} = 0 \text{ kNm}$

Kuormitustapaus 2: $V_{Ed} = 10 \text{ kN}$, $N_{Ed} = 15 \text{ kN}$, $M_{Ed} = 1 \text{ kNm}$

Kuormitustapaus 3: $V_{Ed} = 10 \text{ kN}$, $N_{Ed} = 40 \text{ kN}$, $M_{Ed} = 0 \text{ kNm}$.

Valitaan SBKL 200x200 –kiinnityslevy ja tarkistetaan sen kestävyys voimasuureille. SBKL 200x200 –kiinnityslevyn kestävydet ilman redusointeja ovat taulukon 2 mukaisesti vetokestävyys $N_{Rd} = 80,2 \text{ kN}$, taivutusmomenttikestävyys $M_{Rd} = 7,5 \text{ kNm}$ ja leikkauskestävyys $V_{Rd} = 147,4 \text{ kN}$. Seuraavaksi tarkistetaan kiinnityslevyn reunaetäisyydet, kiinnityslevyyn liittyvän rakenneosan kiinnityspinta-ala, betonirakenteen paksuus ja niiden mahdollisesti aiheuttamat vähennykset kiinnityslevyn kestävyysiin sekä kiinnityslevyn kestävyys voimasuureyhdistelmälle.

Reunaetäisyyksien vaikutus kestävyysiin

Kiinnityslevyn tartunnan etäisyys rakenteen reunasta c_{cr} saadaan taulukon 1 mittojen avulla.

$$c_{cr} = \frac{200\text{mm}-120\text{mm}}{2} + 170\text{mm} - \frac{200\text{mm}}{2} = 110\text{mm}$$

Etäisyys c_{cr} alittaa taulukon 7 mukaisen minimireunaetäisyyden $c_{cr,V,min}$ leikkauskestävyydelle betonirakenteessa ilman lisäraudoitusta joten SBKL-kiinnityslevyn kohdalle vaaditaan lisäraudoitus ainakin leikkausvoimalle.

Taulukon 4 mukainen minimireunaetäisyys vetokestävyydelle alittuu joten vetokestävyyttä joudutaan redusoidaan taulukon 2 arvosta. Vetokestävyyden redusointi tehdään kohdan 4.6 mukaisesti. Taulukon 7 mukainen minimireunaetäisyys $c_{cr,N,min} = 50 \text{ mm}$ ja taulukon 6 redusointikerroin reunaetäisyyden ollessa $c_{cr,N,min} = 0,49$. Redusointikertoimet reunaetäisyyden ollessa c_{cr} saadaan lineaarisesti interpoloimalla

$$k_{red,N} = 0,49 + \frac{1-0,49}{243\text{mm}-50\text{mm}}(243\text{mm}-110\text{mm}) = 0,84$$

$$k_{red,M} = 0,49 + \frac{1-0,49}{243\text{mm}-50\text{mm}}(243\text{mm}-110\text{mm}) = 0,84$$

ja reunaetäisyyden vuoksi redusoidut veto- ja taivutusmomenttikestävydet ovat

$$N_{Rd,red,c} = 0,84 \times 80,2 \text{ kN} = 67,3 \text{ kN}$$

$$M_{Rd,red,c} = 0,84 \times 7,5 \text{ kNm} = 6,3 \text{ kNm}.$$

Liitettävän osan mittojen vaikutus kestävyysiin

Kohdan 4.3 taulukossa 3 on annettu SBKL-kiinnityslevyihin liitettävien teräsosien minimikiinnityspinta-alat. SBKL 200x 200 –kiinnityslevyllä minimikiinnityspinta-ala on 89 mm x 89 mm joka täyttyy kuvan 6 mukaisilla liitettävän osan ulkomitoilla 140 mm x 140 mm. Kestävyksiä ei tarvitse redusoida tai liitettävän osan koko kasvattaa minimikiinnityspinta-alan johdosta.

Betonirakenteen paksuuden vaikutus kestävyysiin

Betonirakenteen paksuuden vaikutus SBKL-kiinnityslevyn kestävyysiin tarkistetaan kohdan 4.5 mukaisesti. Taulukossa 5 on annettu SBKL 200x200 –kiinnityslevyn betonirakenteen minimipaksuudeksi taulukon 2 mukaisille kestävyyksille $h_{\min} = 322 \text{ mm}$ ja betonirakenteen minimipaksuudeksi $h_{\min,cb} = 185 \text{ mm}$.

Kuvan 6 mukainen betonirakenteen paksuus $h_c = 250 \text{ mm}$ täyttää betonirakenteelta vaadittavan minimipaksuuden $h_{\min,cb}$ mutta alittaa taulukon 2 mukaisten kestävyyksien minimipaksuuden $h_{\min}$ joten kiinnityslevyn kestävyysjä joudutaan redusoidaan kertoimella

$$k_{h,red} = \left(\frac{250\text{mm}}{322\text{mm}} \right)^{\frac{2}{3}} = 0,84$$

$$N_{Rd,red} = k_{h,red} \times N_{Rd,red,c} = 0,84 \times 67,3 \text{ kN} = 56,5 \text{ kN}$$

$$M_{Rd,red} = k_{h,red} \times M_{Rd,red,c} = 0,84 \times 6,3 \text{ kNm} = 5,3 \text{ kNm}.$$

SBKL-kiinnityslevyn lisäraudoitus leikkausvoimalle

SBKL-kiinnityslevyn lisäraudoituksen kestävyys leikkausvoimalle saadaan kohdan 4.9.2 mukaisesti. Taulukossa 9 annetaan yhden yksittäisen lisäraudoitusteräksen kestävyys leikkausvoimalle. Valitaan SBKL 200x200 –kiinnityslevyn leikkausvoiman lisäraudoitukseksi 2 kpl T12 lisäraudoitusteräksiä. Eurokoodin SFS-EN 1992 kohdan 8.4.2 mukaisesti lisäraudoitusteräokset valetaan ”hyvissä” tartuntaolosuhteissa, joten taulukon 9 kestävyyksille voidaan käyttää kerrointa 1,42.

Lisäraudoituksen ankkuroima leikkauskestävyys on tällöin

$$V_{Rd,red} = 2 \times 1,42 \times 19,4 \text{ kN} = 55,0 \text{ kN}.$$

Huomioidaan lisäraudoituksen leikkauskestävyydessä myös leikkausvoiman ja lisäraudoituksen välinen epäkeskisyyks. Laskelmassa käytettävät lukuarvot: $e_s = 30 \text{ mm}$, $z = 0,85 \times \min(2 \times 68 \text{ mm}; 2 \times 110 \text{ mm}) = 115 \text{ mm}$.

$$k_{red,ek} = (30 \text{ mm} / 115 \text{ mm} + 1) = 1,26$$

Leikkausraudoituksen ankkuroima leikkauskestävyys epäkeskisyyks huomioiden on

$$V_{Rd,red,ek} = V_{Rd,red} / k_{red,ek} = 55 \text{ kN} / 1,26 = 43,7 \text{ kN}.$$

SBKL-kiinnityslevyn kestävyys voimasuureyhdistelmille

Kiinnityslevyn kestävyys voimasuureyhdistelmälle tarkistetaan kohdan 4.6 mukaisesti kaavalla (2)

$$\begin{aligned}
 \text{Kuormitustapaus 1: } & \left(\frac{20\text{kN}}{56,5\text{kN}}\right)^{\frac{2}{3}} + \left(\frac{22\text{kN}}{43,7\text{kN}}\right)^{\frac{2}{3}} = 1,13 \\
 \text{Kuormitustapaus 2: } & \left(\frac{15\text{kN}}{56,5\text{kN}} + 1,8 \frac{1\text{kNm}}{5,3\text{kNm}}\right)^{\frac{2}{3}} + \left(\frac{10\text{kN}}{43,7\text{kN}}\right)^{\frac{2}{3}} = 1,09 \\
 \text{Kuormitustapaus 3: } & \left(\frac{40\text{kN}}{56,5\text{kN}}\right)^{\frac{2}{3}} + \left(\frac{10\text{kN}}{43,7\text{kN}}\right)^{\frac{2}{3}} = 1,17
 \end{aligned}$$

SBKL 200x 200 –kiinnityslevy ei kestä annettuja rasituksia. Asennetaan lisäraudoitus myös vetokestävyydelle ja lasketaan kestävydet eri kuormitustapauksissa uudelleen.

SBKL-kiinnityslevyn lisäraudoitus vetovoimalle

SBKL-kiinnityslevyn lisäraudoituksen kestävyys vetovoimalle saadaan kohdan 4.9.1 mukaisesti. Taulukossa 8 annetaan yhden yksittäisen lisäraudoitusteräksen kestävyys leikkausvoimalle. Valitaan SBKL 200x200 –kiinnityslevyn leikkausvoiman lisäraudoitukseksi 3 kpl T12 lisäraudoitusteräksiä. Eurokoodin SFS-EN 1992 kohdan 8.4.2 mukaisesti lisäraudoitusteräset valetaan ”hyvissä” tartuntaolosuhteissa, joten taulukon 9 kestävyyksille voidaan käyttää kerrointa 1,42. Lisäraudoituksen vetokestävyys on tällöin

$$N_{Rd, re} = 4 \times 1,42 \times 22,4 \text{ kN} = 127,2 \text{ kN}.$$

Tarkistetaan lisäksi taulukon 10 mukainen kiinnityslevyn maksimikestävyys lisäraudoitettuna. Normaalisti käytettävä maksimikestävyys lisäraudoitettuna SBKL 200x200 –kiinnityslevylle on $N_{Rd, max} = 96,6 \text{ kN}$.

Kiinnityslevyn kestävyysnä lisäraudoitettuna käytetään pienempää arvoista $N_{Rd, re}$ ja $N_{Rd, max}$.

SBKL-kiinnityslevyn kestävyys voimasuureyhdistelmille

Kiinnityslevyn kestävyys voimasuureyhdistelmälle tarkistetaan kohdan 4.6 mukaisesti kaavalla (2)

$$\begin{aligned}
 \text{Kuormitustapaus 1: } & \left(\frac{20\text{kN}}{96,6\text{kN}}\right)^{\frac{2}{3}} + \left(\frac{22\text{kN}}{43,7\text{kN}}\right)^{\frac{2}{3}} = 0,98 \\
 \text{Kuormitustapaus 2: } & \left(\frac{15\text{kN}}{96,6\text{kN}} + 1,8 \frac{1\text{kNm}}{5,3\text{kNm}}\right)^{\frac{2}{3}} + \left(\frac{10\text{kN}}{43,7\text{kN}}\right)^{\frac{2}{3}} = 0,99 \\
 \text{Kuormitustapaus 3: } & \left(\frac{40\text{kN}}{96,6\text{kN}}\right)^{\frac{2}{3}} + \left(\frac{10\text{kN}}{43,7\text{kN}}\right)^{\frac{2}{3}} = 0,93
 \end{aligned}$$

SBKL 200x 200 –kiinnityslevy kestää annetut rasitukset kuvan 7 mukaisilla mitoilla kaikissa kuormitustapauksissa.

Lisäraudoitukseksi valittiin leikkausvoimalle 2-T12 ja vetovoimalle 4-T12. Lisäraudoitukset tulee sijoittaa kohtien 4.9.1 ja 4.9.2 mukaisesti rakenteeseen. Matalassa rakenteessa vetovoiman lisäraudoitus tulee taivuttaa rakenteeseen ja varmistua riittävästä ankkurointipituudesta SBKL-kiinnityslevyn murtokartion ulkopuolella.

8 KÄYTTÖOHJEESEEN LIITTYVÄÄ KIRJALLISUUTTA

SFS-EN 1992-1-1 Eurokoodi 2 Betonirakenteiden suunnittelu

CEN/TS 1992-4-1:2009. Design of fastenings for use in concrete. Part 1 General

CEN/TS 1992-4-2:2009. Design of fastenings for use in concrete. Part 2 Headed fasteners

fib bulletin 58:2011 Design of anchorages in concrete

SFS-EN 1993-1-1 Eurokoodi 3: Teräsrakenteiden suunnittelu. Yleiset säännöt ja rakennuksia koskevat säännöt

SFS-EN 1993-1-8 Eurokoodi 3: Teräsrakenteiden suunnittelu. Liitosten suunnittelu

SFS-EN 1993-1-10 Eurokoodi 3: Teräsrakenteiden suunnittelu. Materiaalin sitkeys ja paksuussuuntaiset ominaisuudet

SFS-EN 1090-2 Teräs- ja alumiinirakenteiden toteutus. Osa 2: Teräsrakenteita koskevat tekniset vaatimukset

SFS-EN 10080 Hitsattavat betoniteräkset. Yleiset vaatimukset

SFS 1215 Betoniteräkset. Hitsattava kuumavalssattu harjatanko A500HW

SFS 1216 Betoniteräkset. Hitsattava kuumavalssattu harjatanko A700HW

SFS 1257 Betoniteräkset. Kylmämuokattu harjatanko B500K

SFS 1259 Betoniteräkset. Kylmämuokattu ruostumaton harjatanko B600KX

SFS 1268 Betoniteräkset. Hitsattava kuumavalssattu harjatanko B500B

SFS 1269 Betoniteräkset. Hitsattava kuumavalssattu harjatanko B500C1

SFS 1300 Betoniteräkset. Hitsattavien betoniterästen ja betoniteräsverkkojen vähimmäisvaatimukset

SFS-EN 10025 Kuumavalssatut rakenneteräkset

SFS-EN 10088 Ruostumattomat teräkset

SFS-EN ISO 17660-1 Hitsaus. Betoniterästen hitsaus. Osa 1. Voimaliitokset

SFS-EN ISO 5817 Hitsaus. Teräksen, nikkelin, titaanin ja niiden seosten sulahitsaus. Hitsiluokat

SFS-EN ISO 3834-3 Metallien sulahitsauksen laatuvaatimukset. Osa 3: Vakiolaatuvaatimukset

SFS-EN ISO 13918 Hitsaus. Tapit ja keraamiset renkaat kaaritapitushitsaukseen

SFS-EN ISO 14554-2 Hitsauksen laatuvaatimukset. Metallien vastushitsaus. Osa 2. Peruslaatuvaatimukset

SFS-EN ISO 14555 Welding. Arc stud welding of metallic materials

SFS-EN 15609-1 Hitsausohjeet ja niiden hyväksyntä metalleille. Hitsausohjeet. Osa 1: Kaarihitsaus

SFS-EN 15609-2 Hitsausohjeet ja niiden hyväksyntä metalleille. Hitsausohjeet. Osa 2: Kaasuhitsaus

SFS-EN 15609-5 Hitsausohjeet ja niiden hyväksyntä metalleille. Hitsausohjeet. Osa 5: Vastushitsaus

SFS-EN 287-1 Hitsaajan pätevyyskoe. Sulahitsaus. Osa 1: Teräkset

SFS-EN ISO 9606-1 Hitsaajan pätevyyskoe. Sulahitsaus. Osa 1: Teräkset

SFS-EN ISO 14731 Hitsauksen koordinointi. Tehtävät ja vastuut

SFS-EN ISO 14732 Hitsaushenkilöstö. Hitsausoperaattoreiden ja hitsausasettajien pätevyyskokeet. Metallisten materiaalien mekanisoitu ja automatisoitu hitsaus.

SFS-EN ISO 9018 Hitsien rikkova aineenkoestus metalleille. Risti- ja päällekkäisliitosten vetokoe

SFS-EN 10204 Metallituotteiden ainestodistukset

NA SFS-EN 1992-1-1 Suomen kansallinen liite

NA SFS-EN 1993-1-1 Suomen kansallinen liite

NA SFS-EN 1993-1-8 Suomen kansallinen liite

NA SFS-EN 1993-10 Suomen kansallinen liite

ETAG 001 Guideline for European technical approval of metal anchors for use in concrete.

Annex A: Details of tests.

Annex B: Tests for admissible service conditions, detailed information.