



REBAR ANCHOR BOLTS (BOLTED CONNECTIONS)

RIGHTS TO CHANGES AND ERRORS RESERVED

TECHNICAL MANUAL

EXM-BAS-DC-1002
R7 - 02.11.2022

TABLE OF CONTENT

1. PRODUCT DESCRIPTION AND PROPERTIES	5
1.1. NKP Anchor Bolt	5
1.1.1. NKP-P Type Anchor Bolt	5
1.1.2. NKP-L Type Anchor Bolt	5
1.2 SKP Bolts	5
1.2.1 SKP-P Type	5
1.2.2 SKP-L Type	6
2. STRUCTURAL BEHAVIOUR	7
2.1. Erection Stage	7
2.2. Final Stage	7
2.3. Application Conditions	8
2.4. Environmental Conditions	8
2.5. Arrangement of Anchor Bolts	8
3. PRODUCT DIMENSIONS	10
3.1 Structural Parts Details	10
3.2. Materials	12
3.2. Markings, Manufacturing Method & Tolerances and Quality Control	12
3.3.1 Markings	12
3.3.2 Manufacturing Tolerances	12
3.3.3 Quality Control	12
4. RESISTANCES	13
4.1. Tensile, Compressive and Shear Resistances	13
4.2. Combined Axial and Shear Load	21
4.3. Fire Resistances	22
5. REINFORCEMENT	22
5.1. Splitting Reinforcement	22
5.2. Concrete Cone Reinforcement	24
5.3. Edge Reinforcement	26
5.4. Concrete Cone for Punching	28
5.5. Partially Loaded Areas, Splitting Reinforcement	29
6. INSTALLATION OF COLUMN	31

PERUSPULTIT NKP JA SKP

NKP- ja SKP-peruspultteja käytetään useissa erityyppisissä sovelluksissa, joissa betoni- tai teräsrakenteita on ankkuroitava betoniperustukseen tai muuhun vastaavaan rakenteeseen. NKP- ja SKP-peruspultit valetaan betoniin lisäraudoitusta käyttäen tässä käyttöohjeessa esitetyllä tavalla. Teräs- tai betonirakenne asennetaan alusrakenteesta työntyviin pultteihin ja kiinnitetään muttereita ja aluslevyjä käyttäen. Lopuksi sauma valetaan. NKP- ja SKP-pultit voivat olla päältään tyssäkantaisia tai suoria. Tyssäkantaisia peruspultteja käytetään ohuissa rakenteissa, kuten laatoissa ja perustuksissa, kun taas suorien peruspulttien käyttökohteita ovat pilarit, seinät ja muut vastaavat pitkänomaiset rakenteet. Peruspultteja on saatavana rakenneteräksestä valmistettuna mustana ja kuuma-sinkittynä.

Peruspulttien tärkeimmät edut ja ominaisuudet ovat seuraavat:

- Eurokoodien mukaisesti suunniteltu ankkurointijärjestelmä
- Laaja sovellusvalikoima CIS-, elementti- ja teräsrakenteisiin
- Saatavana useita eri kokoja käyttökohteiden erilaisia voima- ja kuormitustilanteita varten
- Valmistuksen tarkka laadunvalvonta standardin EN 1090 mukaisesti
- Saatavana heti Exmetin varastosta

1. TUOTTEEN KUVAUS JA OMINAISUUDET

NKP- ja SKP-peruspultteja on saatavana useita eri kokoja eri käyttökohteita varten. Näitä peruspultteja voidaan käyttää kaikentyyppisissä rakennus- ja siltakohteissa sekä muissa infrastruktuurisovelluksissa.

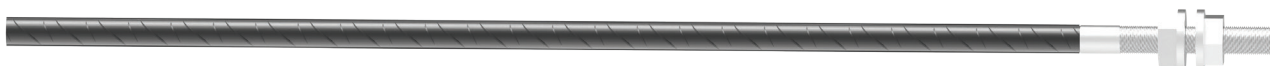
Sekä NKP- että SKP-peruspultit on jaettu kahteen luokkaan.

1.1 NKP-peruspultti

NKP-peruspultteja käytetään normaaleissa kuormitusolosuhteissa. NKP-pultit valmistetaan terästangosta kierteyttämällä tangon toinen pää ja jättämällä tangon toinen pää suoraksi tai tyssäämällä pää tyssäkannaksi. NKP-peruspultteja on saatavana viittä vakiokokoa: M16, M20, M24, M30 ja M39.

1.1.1 NKP-P-tyyppi

Nämä ovat suorapäisiä peruspultteja, joissa ankkurointi saadaan aikaan betonin ja tangon välisellä tartunnalla. Näitä pultteja käytetään pitkänomaisissa rakenteissa, kuten seinissä, pilareissa ja pylväissä, joissa ankkurointipituus saadaan riittäväksi.



1.1.2 NKP-L-tyyppi

Nämä ovat tyssäkantaisia peruspultteja, joissa ankkurointi perustuu pultin leveäksi tyssättyyn päähän. Näitä peruspultteja käytetään ohuissa rakenteissa, kuten perustuksissa, laatoissa ja palkeissa.



1.2 SKP-peruspultti

Näitä pultteja käytetään vaativissa kohteissa, joissa välitettävänä on suuria kuormia. SKP-peruspultit valmistetaan hitsaamalla kaksi tai neljä harjaterästankoa kierteytettyyn pyöröterästankoon. SKP-peruspultteja on saatavana kuutta vakiokokoa: M30, M36, M39, M45, M52 ja M60.

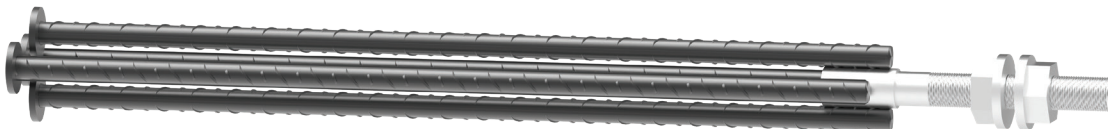
1.2.1 SKP-P-tyyppi

Nämä ovat suorapäisiä peruspultteja, joissa ankkurointi saadaan aikaan betonin ja tangon välisellä tartunnalla. Näitä pultteja käytetään pitkänomaisissa rakenteissa, kuten seinissä, pilareissa ja pylväissä, joissa ankkurointipituus saadaan riittäväksi.

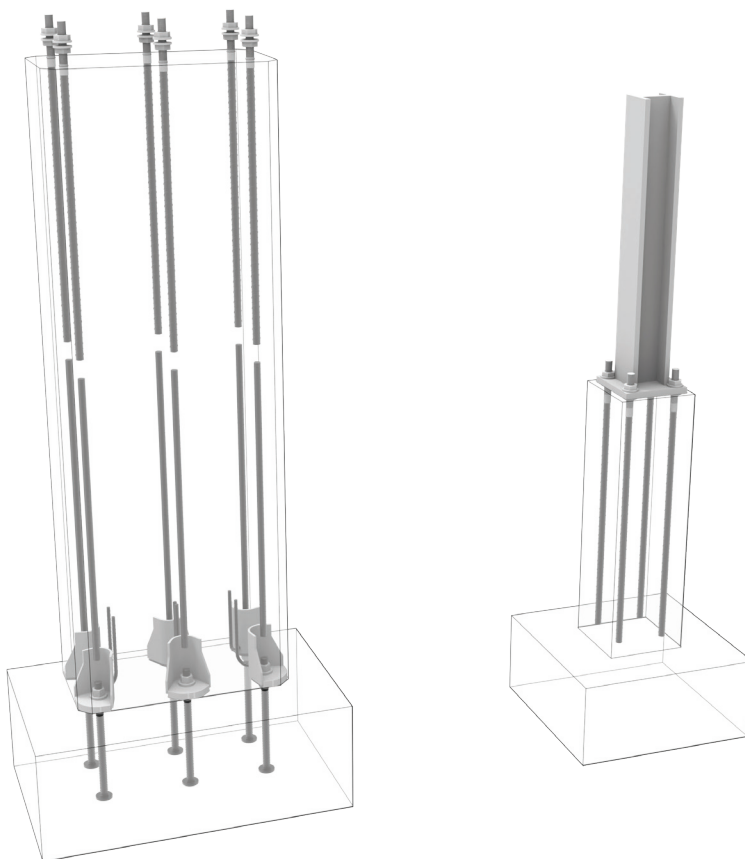


1.2.2 SKP-L-tyyppi

1.2.2Nämä ovat tyssäkantaisia peruspultteja, joissa ankkurointi perustuu pultin leveäksi tyssättyyn päähän. Näitä peruspultteja käytetään ohuissa rakenteissa, kuten perustuksissa, laatoissa ja palkeissa.



Exmetin NKP- ja SKP-peruspultit on suunniteltu kestämään aksiaalisia voimia, taivutusmomentteja, leikkausvoimia sekä näiden yhdistelmiä. Exmet tarjoaa myös räätälöityjä ratkaisuja erityistapauksia varten. Ota meihin yhteyttä technical@exmet.ee, jos tarvitset juuri sinun erityisvaatimusten mukaisesti suunniteltuja ja valmistettuja peruspultteja.

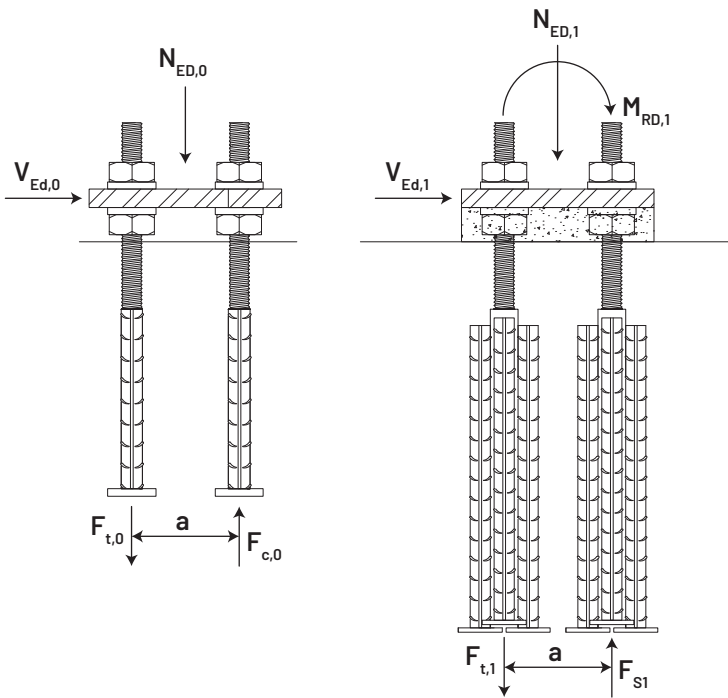


Kestävyyden lisäämiseksi peruspultit kootaan ryhmiksi. Lisäksi tämä mahdollistaa taivutusmomenttia vastustavan liitoksen. Veto- ja leikkauskuormitusten osalta mekaaniseen käyttäytymiseen vaikuttavat pääasiassa seuraavat seikat:

- peruspulttien keskiöetäisyydet,
- mahdolliset erot kohdistuvissa voimissa.

2. RAKENTEELLINEN KÄYTTÄYTYMINEN

Yksittäinen peruspultti on suunniteltu kestämään aksiaalista kuormitusta ja leikkausvoimia. Kun useampaa peruspulttia käytetään yhdessä, ne voivat kestää myös taivutusmomenttia. Liitoksessa käytettävien peruspulttien koon ja määrän laskenta perustuu kuormiin, jotka liitoksen on kestettävä.

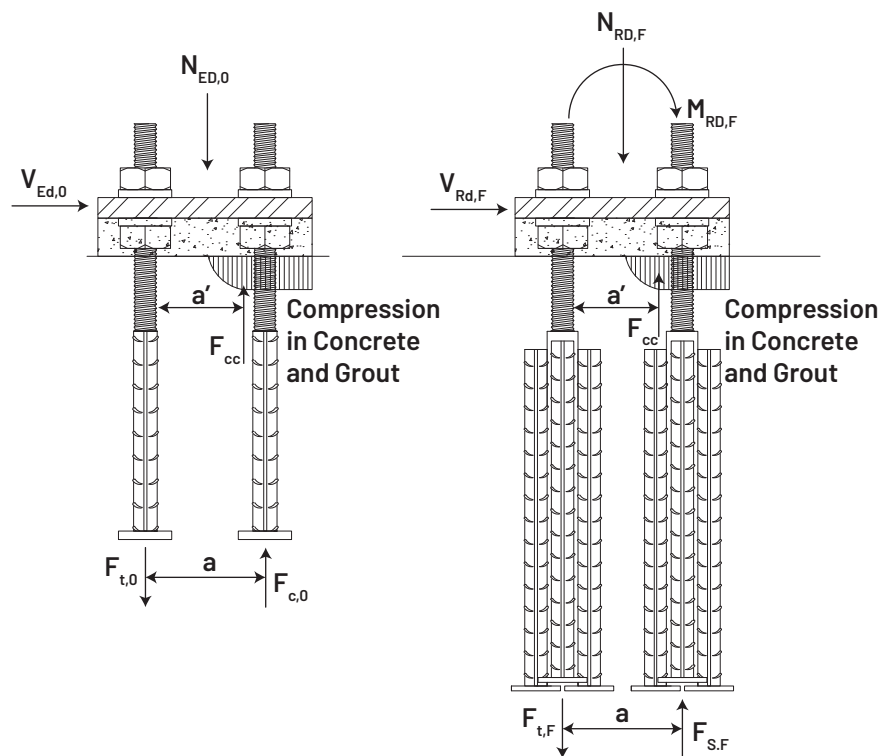


2.1 Asennusvaihe

Asennusvaiheessa peruspultit joutuvat kestämään rakenteen omapainosta ja tuulikuormasta aiheutuvat voimat. Tässä vaiheessa pultit kantavat kaikki liitokseen kohdistuvat voimat. Sauma valetaan kutistumattomalla massalla, jonka annetaan savuttaa lopullinen lujuutensa, ennen kuin liitosta kuormitetaan.

2.2 Lopullinen rakenne

Lopullinen rakenne toimii yhtenä kokonaisuutena teräsbetonirakenteen tavoin, kun kutistumaton massa on saavuttanut suunnitellun lujuutensa. Leikkaus- ja puristusvoimat siirtyvät alusrakenteeseen saumavalun kautta. Käytetyn valumassan puristuslujuuden on oltava vähintään yhtä suuri kuin pulteilla liitettävien betoniosien betonin lujuus.



2.3 Käytön rajoitukset

Peruspultit on suunniteltu vain staattisille kuormille. Peruspultit on suunniteltu kaikkiin ilmasto-olosuhteisiin, olivatpa ne sitten kuumia, kylmiä tai kuivia. Eurokoodin mukaista suunnittelua varten alhaisin käyttölämpötila on laskettu standardin SFS-EN 1991-1-5 mukaisesti. Ota erityistapauksissa yhteys Exmetin tekniseen tiimiin technical@exmet.ee.

2.4 Ympäristöolosuhteet

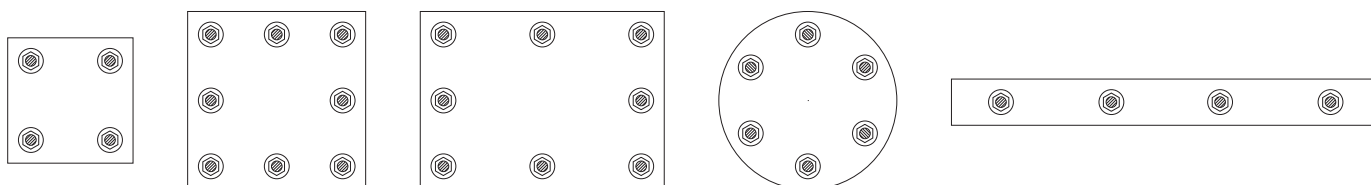
Peruspulttien betonipeitteen on oltava riittävä korroosionkeston varmistamiseksi. Vaihtoehtoisesti voidaan hyödyntää Exmetin peruspultteihin tarjoamaa kahta pintakäsittelyvaihtoehtoa – kuumasinkitys ja korroosionestomaalit. Korroosionestossa voidaan käyttää myös muita menetelmiä, kuten työmaalla tapahtuvaa maalausta. Jos olet kiinnostunut muista korroosionestovaihtoehdoista, ota yhteys Exmetin tekniseen tiimiin technical@exmet.ee.

Taulukko 1. Peruspulttien betonipeite eri rasitusluokille

Rasitusluokka	Betonipeite standardin EN-1992-1-1 mukaisesti (Δ)	Peruspulttien betonipeite standardin EN-1992-1-1 mukaisesti (Δ)	Pintakäsittely
X0	20	0	Ei pintakäsittelyä
XC1	25	25	Ei pintakäsittelyä, jos sijoitettu sisäpuolelle Kuumasinkitty, jos sijoitettu reunaan
XC1	35	35	Ei pintakäsittelyä, jos sijoitettu sisäpuolelle Kuumasinkitty, jos sijoitettu reunaan
XC1	35	35	Ei pintakäsittelyä, jos sijoitettu sisäpuolelle Kuumasinkitty, jos sijoitettu reunaan
XC4	40	40	Kuumasinkitty
XD1 / XS1	45	45	Kuumasinkitty
XD2 / XS2	50	50	Kuumasinkitty
XD3 / XS3	55	55	Kuumasinkitty

2.5 Peruspulttien sijoittaminen

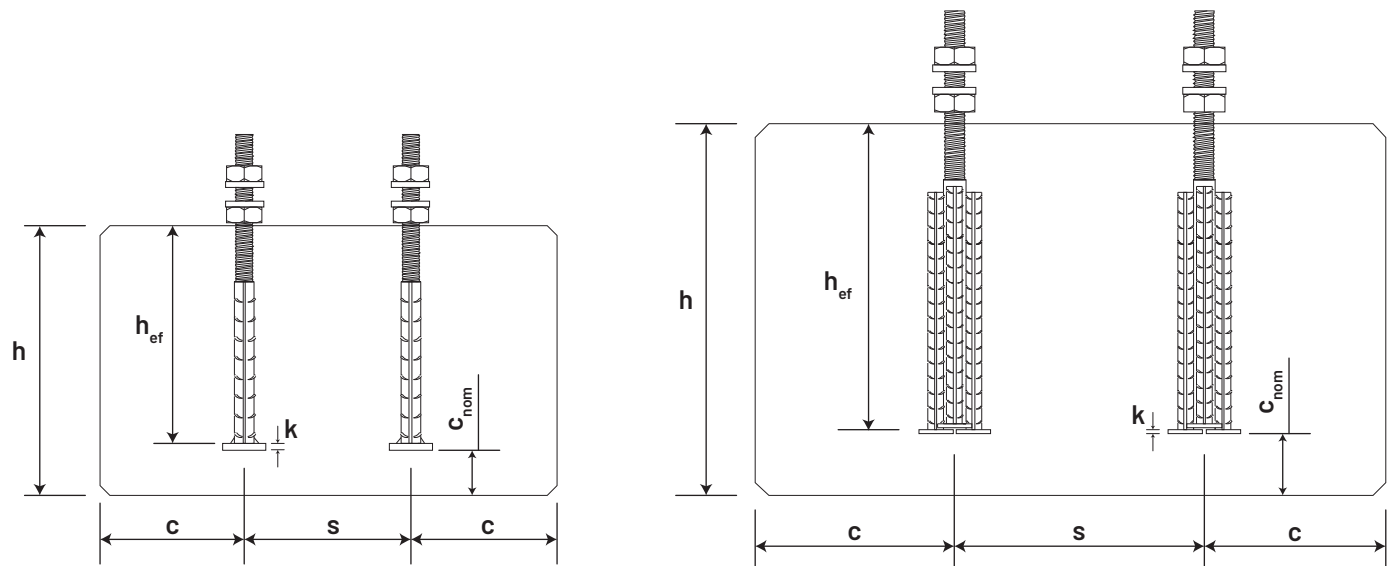
Peruspultit sijoitetaan alusrakenteeseen symmetrisesti. Sijoittelussa on otettava huomioon myös rauditus sekä rakenteeseen mahdollisesti asennettavat kiinnitykset, kuten pilari- ja seinäkengät. Alla on esitetty muutamia yleisesti käytettyjä sijoittelumalleja:



Peruspultteja sijoitettaessa on noudatettava alla olevassa taulukossa esitettyjä vähimmäisarvoja. Alusrakenteen paksuuden ja raudituksen laskennassa on huomioitava lävistyskestävyys tyssäkanan alapuolella.

Taulukko 2. NKP - L - tyyppin peruspultti - sijoittaminen

Peruspultti	h_{\min} [mm]	h_{ef} [mm]	c_{nom} [mm]	c [mm]	s [mm]	k [mm]
NKP - M16	270	169	85	50	80	10
NKP - M20	330	227	85	70	100	12
NKP - M24	395	290	85	70	100	13
NKP - M30	445	340	85	100	130	15
NKP - M39	610	508	85	150	18	



Taulukko 3. SKP - L - tyyppin erikoisluja peruspultti - sijoittaminen

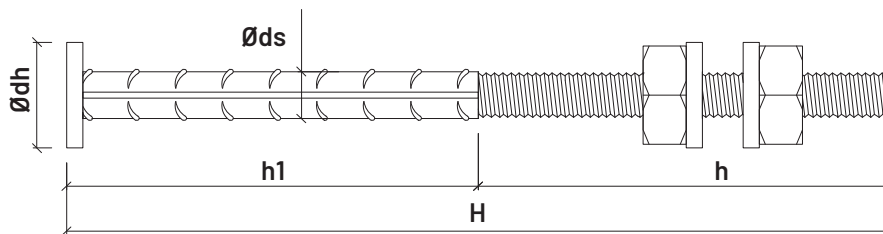
Erikoisluja peruspultti	h_{\min} [mm]	h_{ef} [mm]	c_{nom} [mm]	c [mm]	s [mm]	k [mm]
SKP - M30	600	505	35	120	130	13
SKP - M36	655	562	35	140	160	12
SKP - M39	755	680	35	150	180	13
SKP - M45	865	764	35	160	200	13
SKP - M52	990	892	35	180	280	15
SKP - M60	1155	1057	35	180	280	15

3. TUOTTEEN MITAT

3.1 Rakenne

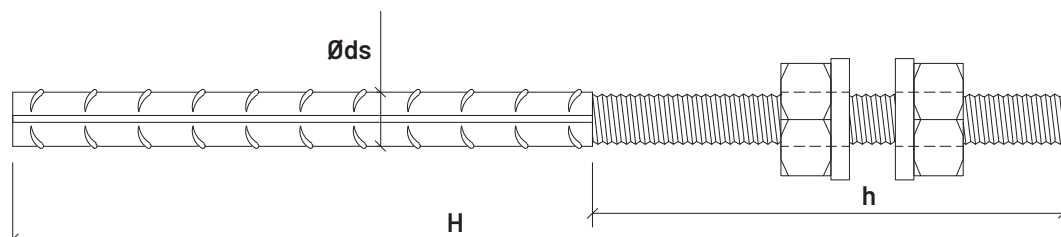
Taulukko 4. NKP - L - tyyppi - peruspultti

Peruspultti	H [mm]	h [mm]	h1 [mm]	Øds [mm]	Ødh [mm]	Väri
NKP - L - M16	280	140	140	16	36	● Keltainen
NKP - L - M20	350	140	210	20	46	● Sininen
NKP - L - M24	430	170	260	25	55	● Harmaa
NKP - L - M30	500	190	310	32	70	● Vihreä
NKP - L - M39	700	200	500	40	90	● Oranssi



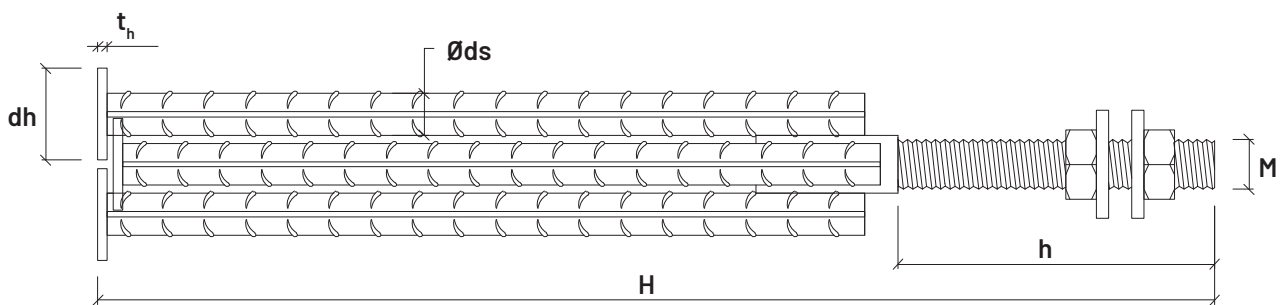
Kuva 5. NKP - P - tyyppi - peruspultti

Peruspultti	H [mm]	h [mm]	Øds [mm]	Väri
NKP - P - M16	810	140	16	● Keltainen
NKP - P - M20	960	140	20	● Sininen
NKP - P - M24	1160	170	25	● Harmaa
NKP - P - M30	1460	190	32	● Vihreä
NKP - P - M39	2000	200	40	● Oranssi



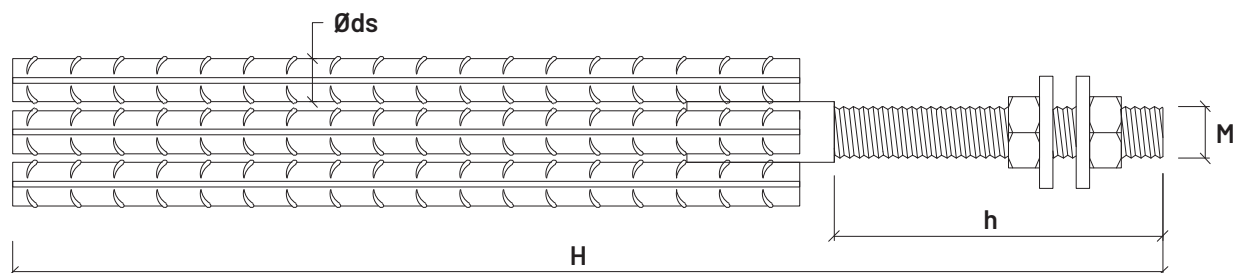
Taulukko 6. SKP - L - tyyppi - erikoisluja peruspultti

Erikoisluja peruspultti	H [mm]	h [mm]	Øds [mm]	Ødh [mm]	t _h [mm]	Väri
SKP - L - M30	670	190	2 - 25	55	13	● Musta
SKP - L - M36	740	190	4 - 20	46	12	● Punainen
SKP - L - M39	880	200	3 - 25	55	12	● Ruskea
SKP - L - M45	990	220	4 - 25	55	12	● Purppura
SKP - L - M52	1140	250	4 - 32	70	5	○ Valkoinen
SKP - L - M60	1330	310	4 - 32	70	15	● Pinkki



Taulukko 7. SKP - P - tyyppi - erikoisluja peruspultti

Erikoisluja peruspultti	H [mm]	h [mm]	Øds [mm]	Väri
SKP - L - M30	1705	190	2 - 25	● Musta
SKP - L - M36	1370	190	4 - 20	● Punainen
SKP - L - M39	1710	200	3 - 25	● Ruskea
SKP - L - M45	1720	220	4 - 25	● Purppura
SKP - L - M52	1860	250	4 - 32	○ Valkoinen
SKP - L - M60	2390	310	4 - 32	● Pinkki



3.2 Materiaalit

Peruspulttien valmistamisessa on käytetty seuraavassa esitettyjä materiaaleja:

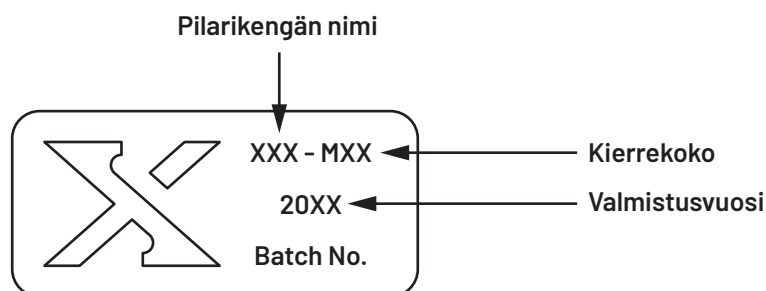
Taulukko 8. Peruspultit – materiaalit

Osa	Materiaali	Materiaalin tyyppi	Standardi
Harjateräkset	B500B	Sähkösinkitty	EN 10080
Aluslevyt	S355J2 + N	Sähkösinkitty	EN 10025-2
Mutterit	Lujuusluokka 8	Keskihiilinen teräs	ISO 898-1
Mutterit	Lujuusluokka 10	Keskihiilinen teräs	ISO 898-2
Tyssäkanta (hitsatuissa)	S355J2 + N	Sähkösinkitty	EN 10025-2

Imacro M (EN 10027) fyk ≥ 700 MPa Harjateräkset (SFS 1300/EN 10080) fyk = 500 MPa
fuk ≥ 800 MPa fuk = 550 MPa

3.3 MARKINGS, MANUFACTURING METHOD & TOLERANCES AND QUALITY CONTROL

3.3.1 Merkinnot



Taulukko 9: Valmistustapa

Erikoislujat tangot (Imacro M)	Mekaaninen katkaisu
Harjateräkset	Mekaaninen katkaisu
Hitsaus (luokka C)	Hitsaus robotilla tai käsin (MAG)

3.3.2 Valmistustoleranssit

Table 10: Valmistustoleranssit:

Pultin pituus	± 10
Kierteen pituus	+ 5, -0

3.3.3 Laadunvalvonta

Laadunvalvonta toteutetaan standardin EN 1090-2 mukaisesti.

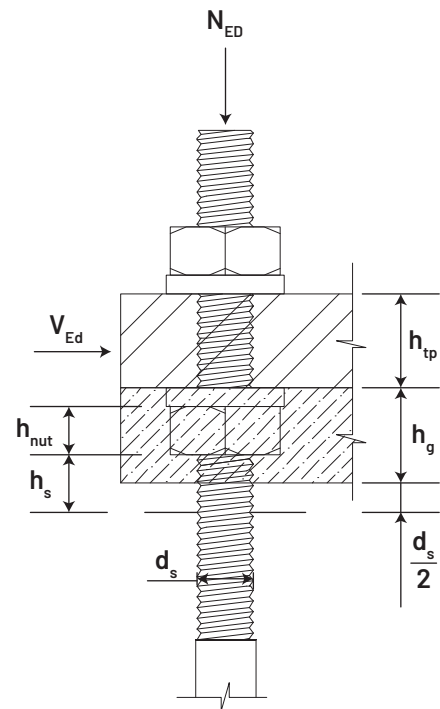
4. KESTÄVYYDET

4.1 Veto-, puristus- ja leikkauskestävyydet

NKP - ja SKP - peruspulttien kestävydet on laskettu seuraavien standardien mukaisesti:

- CEN/TS EN 1992-4:2018
- EN 1992-1-1:2004
- EN 1993-1-8:2005

- d_s = Kierteen jännityspoikkipinnan halkaisija
 h_g = Valun paksuus
 h_{tp} = Levyn paksuus
 h_{nut} = Mutterin korkeus
 h_s = Peruspultin jänneväli
 $= h_g - h_{nut} + d_s / 2$



Peruspulttiliitosten kestävyys riippuu peruspulttien teräksen, betonin ja ankkuroinnin lujuudesta. Jos peruspulttien kestävyden täysimääräinen hyödyntäminen ei onnistu betonin murtumisen takia, on voimien kantamisessa käytettävä lisäraudoitusta.

Taulukko 11. Peruspultti NKP – leikkaus- ja vetokestävyden mitoitusarvot asennusvaiheessa

Peruspultti	$N_{Rd,0}$ [kN]	$V_{Rd,0}$ [kN]
NKP L/P - M16	62.17	4.47
NKP L/P - M20	97.02	8.16
NKP L/P - M24	139.79	12.83
NKP L/P - M30	222.16	22.62
NKP L/P - M39	386.50	43.46

Taulukko 12. Peruspultti NKP – leikkaus- ja vetokestävyden mitoitusarvot lopullisessa rakenteessa

Peruspultti	N_{Rd} [kN]	V_{Rd} [kN]	Area [mm ²]	Momenttivarsi I_s [mm]
NKP L/P - M16	62.17	20.10	157	64.57
NKP L/P - M20	97.02	31.36	245	68.83
NKP L/P - M24	139.79	45.18	352	75.60
NKP L/P - M30	222.16	71.81	561	85.86
NKP L/P - M39	386.50	124.93	976	102.63

Taulukko 13. SKP-tyyppin erikoisluja peruspultti - leikkaus- ja vetokestävyiden mitoitusarvot asennusvaiheessa

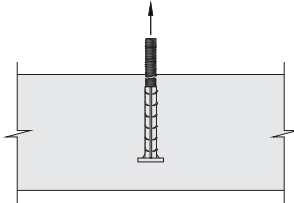
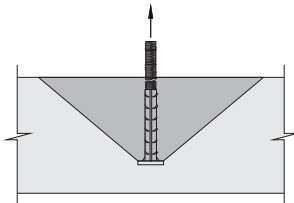
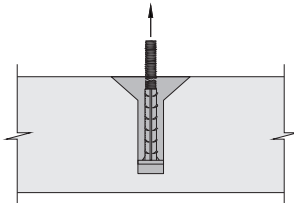
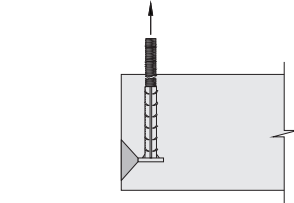
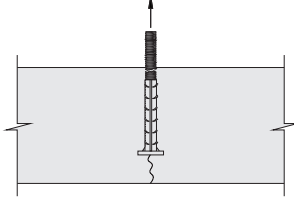
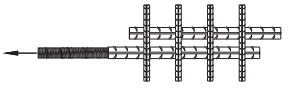
Erikoisluja peruspultti	$N_{Rd,0}$ [kN]	$V_{Rd,0}$ [kN]
SKP L/P - M30	299.20	34.48
SKP L/P - M36	435.73	52.43
SKP L/P - M39	520.53	61.45
SKP L/P - M45	696.53	88.53
SKP L/P - M52	937.60	124.03
SKP L/P - M60	1259.73	174.53

Taulukko 14. SKP-tyyppin erikoisluja peruspultti - leikkaus- ja vetokestävyiden mitoitusarvot lopullisessa rakenteessa

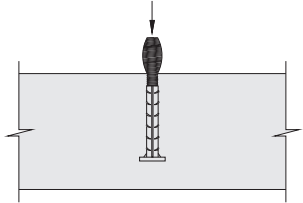
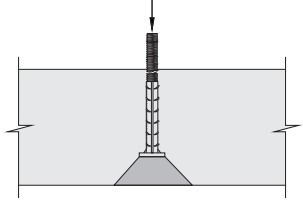
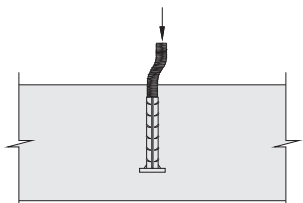
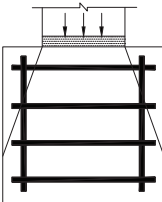
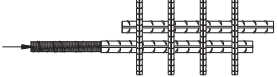
Erikoisluja peruspultti	N_{Rd} [kN]	V_{Rd} [kN]	Area [mm ²]	Momenttivarsi I_s [mm]
SKP L/P - M30	299.20	71.23	561	83.50
SKP L/P - M36	435.73	103.74	817	96.50
SKP L/P - M39	520.53	123.93	976	107.50
SKP L/P - M45	696.53	165.83	1306	115.50
SKP L/P - M52	937.60	223.22	1758	128.75
SKP L/P - M60	1259.73	299.92	2362	142.50

NKP-tyypin peruspultteja käytettäessä on tehtävä seuraavassa esitetyt tarkistukset:

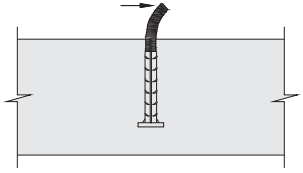
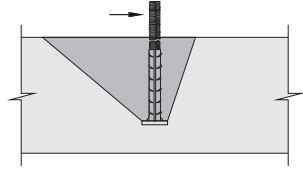
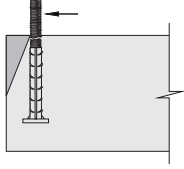
Taulukko 15. Vetokestävyuden tarkistukset

Tarkistettava murtotapa	Peruspultti (NKP-L Type)	Peruspultti (NKP- P Type)	Kuva
Teräsmurto	Vaaditaan	Vaaditaan	
Betonin kartiomurto	Vaaditaan	Ei vaadita	
Ulosvetomurto	Vaaditaan	Ei vaadita	
Sivustamurto	Vaaditaan	Ei vaadita	
Betonin halkaisumurto	Vaaditaan	Ei vaadita	
Limityspituus	Vaaditaan	Ei vaadita	

Taulukko 16. Puristuskestävyyden tarkistukset

Tarkistettava murtotapa	Peruspultti (NKP-L Type)	Peruspultti (NKP- P Type)	Kuva
Teräsmurto	Vaaditaan	Vaaditaan	
Lävistyskestävyys pultin pään alapuolella	Vaaditaan	Ei vaadita	
Nurjahdus	Vaaditaan	Vaaditaan	
Paikallinen puristus	Vaaditaan (alusrakenteelle lopullisessa rakenteessa)	Vaaditaan (alusrakenteelle lopullisessa rakenteessa)	
Limityspituus	Ei vaadita	Vaaditaan	

Taulukko 17. Leikkauskestävyyden tarkistukset

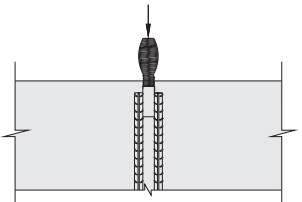
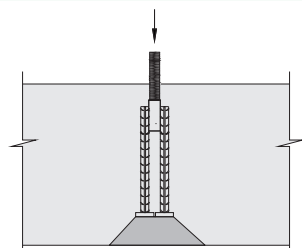
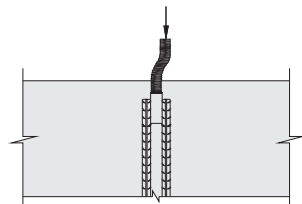
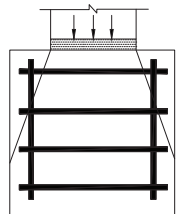
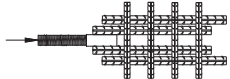
Tarkistettava murtotapa	Peruspultti (NKP-L Type)	Peruspultti (NKP- P Type)	Kuva
Teräsmurto momenttivarsi huomioiden	Vaaditaan	Vaaditaan	
Betonin kampeamismurto	Vaaditaan	Ei vaadita	
Betonin reunamurto	Vaaditaan	Vaaditaan	

SKP-tyypin erikoislujuja peruspultteja käytettäessä on tehtävä seuraavassa esitetyt tarkistukset:

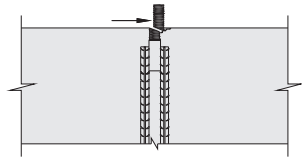
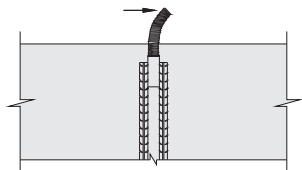
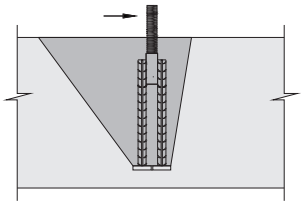
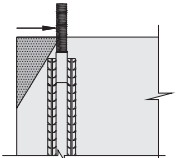
Taulukko 18. Erikoislujujen peruspulttien vetokestävyden tarkistukset

Tarkistettava murtotapa	Erikoisluju peruspultti (SKP-L Type)	Erikoisluju peruspultti (SKP- P Type)	Kuva
Teräsmurto	Vaaditaan	Vaaditaan	
Betonin kartiomurto	Vaaditaan	Ei vaadita	
Ulosvetomurto	Vaaditaan	Ei vaadita	
Sivustamurto	Vaaditaan	Ei vaadita	
Betonin halkaisumurto	Vaaditaan	Ei vaadita	
Limityspituus	Ei vaadita	Vaaditaan	

Taulukko 19. Erikoislujien peruspulttien puristuskestävyyden tarkistukset

Tarkistettava murtotapa	Erikoisluja peruspultti (SKP-L Type)	Erikoisluja peruspultti (SKP- P Type)	Kuva
Teräsmurto	Vaaditaan	Vaaditaan	
Lävistyskestävyys pultin pään alapuolella	Vaaditaan	Ei vaadita	
Nurjahdus	Vaaditaan	Vaaditaan	
Paikallinen puristus	Vaaditaan (alusrakenteelle lopullisessa rakenteessa)	Vaaditaan (alusrakenteelle lopullisessa rakenteessa)	
Limityspituus	Ei vaadita	Vaaditaan	

Taulukko 20. Erikoislujien peruspulttien leikkauskestävyyden tarkistukset

Tarkistettava murtotapa	Erikoisluja peruspultti (SKP-L Type)	Erikoisluja peruspultti (SKP- P Type)	Kuva
Teräsmurto	Vaaditaan	Vaaditaan	
Teräsmurto momenttivarsi huomioiden	Vaaditaan	Vaaditaan	
Betonin kampeamismurto	Vaaditaan	Ei vaadita	
Betonin reunamurto	Vaaditaan	Vaaditaan	

4.2 Aksiaali- ja leikkausvoiman yhteisvaikutus

Vaaditut tarkistukset teräksen ja betonin murtumista koskien lasketaan erikseen:

Terästä koskien:

Asennusvaiheessa:

$$\frac{N_{Ed,e}}{N_{Rd,e}} + (V_{Ed,e} + V_{Rd,e}) \leq 1 \dots\dots\dots \text{EOTA TR-68, kaava (1)}$$

At Final Stage:

$$\frac{N_{Ed}^1}{1.4N_{Rd}} + (V_{Ed}^1 + V_{Rd}) \leq 1 \dots\dots\dots \text{EOTA TR-68, kaava (5)}$$

$$\frac{N_{Ed}^1}{N_{Rd}} \leq 1 \dots\dots\dots \text{EOTA TR-68, kaava (6)}$$

N_{Ed}^1 = Pultin leikkauskestävyys lopullisessa rakenteessa (itseisarvo)

N_{Rd} = Pultin leikkauskestävyys lopullisessa rakenteessa

V_{Ed}^1 = Pultin aksiaalisten voimien kestävyys lopullisessa rakenteessa (itseisarvo)

V_{Rd} = Pultin aksiaalisten voimien kestävyys lopullisessa rakenteessa

N_{Ed}^1 = Yksittäiseen pulttiin kohdistuva leikkausvoima asennusvaiheessa (itseisarvo)

N_{Rd} = Yksittäiseen pulttiin kohdistuva leikkausvoima asennusvaiheessa

V_{Ed} = Yksittäiseen pulttiin kohdistuva aksiaalinen voima asennusvaiheessa (itseisarvo)

V_{Rd} = Yksittäiseen pulttiin kohdistuva aksiaalinen voima asennusvaiheessa

Betonia koskien (vain tyypit NKP - L ja SKP - L)

Pultit ilman veto- ja leikkausvoimien lisäraudoitusta

Veto- ja leikkausvoimien osalta on jommankumman tai molempien seuraavista ehdoista täyttyvä:

$$\left(\frac{N_{Ed}}{N_{Rd,i}} \right)^{1.5} + (V_{Ed} + V_{Rd,i})^{1.5} \leq 1 \dots\dots\dots \text{EN 1992-4:2018, kaava 7.55}$$

$$\left(\frac{N_{Ed}}{N_{Rd,i}} \right)^{1.5} + (V_{Ed} + V_{Rd,i})^{1.5} \leq 1.2 \dots\dots\dots \text{EN 1992-4:2018, kaava 7.56}$$

jossa $\frac{N_{Ed}}{N_{Rd,i}} \leq 1$ ja $\frac{V_{Ed}}{V_{Rd,i}} \leq 1$ Eri murtotapojen suurinta arvoa $\frac{N_{Ed}}{N_{Rd,e}}$ ja $\frac{V_{Ed}}{V_{Rd,e}}$ on käytettävä.

Bolts with supplementary reinforcement for tension or shear:

$$\left(\frac{N_{Ed}}{N_{Rd,i}} \right)^{\frac{2}{3}} + (V_{Ed} + V_{Rd,i})^{\frac{2}{3}} \leq 1 \dots\dots\dots \text{EN 1992-4:2018, kaava 7.57}$$

$\frac{N_{Ed}}{N_{Rd,i}}$ ovat veto- ja leikkausvoimaresultanttien mitoitusarvoja.

$\frac{V_{Ed}}{V_{Rd,i}}$ ovat resultantin suuntaisia mitoituskestävyyksiä eri murtotavoille.

Huomautus 1: Veto - ja leikkausvoimien tarkistusten osalta $N_{Ed}/N_{Rd,i}$ betonin kartiomurrossa ja $V_{Ed}/V_{Rd,i}$ betonin reunamurrossa korvataan vastaavilla lisäraudoituksen murtoarvoilla.

Huomautus 2: Jos käytössä on halkaisuvoimien lisäraudoitus, halkaisumurtoa ei huomioida yhdistetyssä tarkistuksessa.

4.3 Palonkestävyys

Palonkestävyys on tärkeä vetokuormituksen takia. Pulttiliitosten palonkestävyys suunnitellaan standardin EN 1992-1-2 mukaisesti. Jos liitoksen palonkestävyys ei ole riittävä, on betonipeitteen pak-suutta lisättävä.

5. RAUDOITUS

5.1 Betonin halkaisuraudoitus

Halkaisuvoimien vastaanottamista ja halkeamien estämistä varten vaadittu lisäraudoitus on esitetty alla kuvassa xx, ja raudoitusmäärät on esitetty vastaavasti taulukoissa 21 ja 22.

$$\Sigma A_{s,re} = k_4 \frac{\Sigma N_{ed}}{f_{yk,re} / \gamma M_{s,re}} \dots\dots\dots \text{EN 1992-4, (kaava 7.22)}$$

ΣN_{Rd} = kiinnitysosien vetovoimien mitoitusarvojen summa voimien mitoitusarvoilla

f_{yk} = raudoitusteräksen nimellinen myötölujuus $\leq 600 \text{ N/mm}^2$

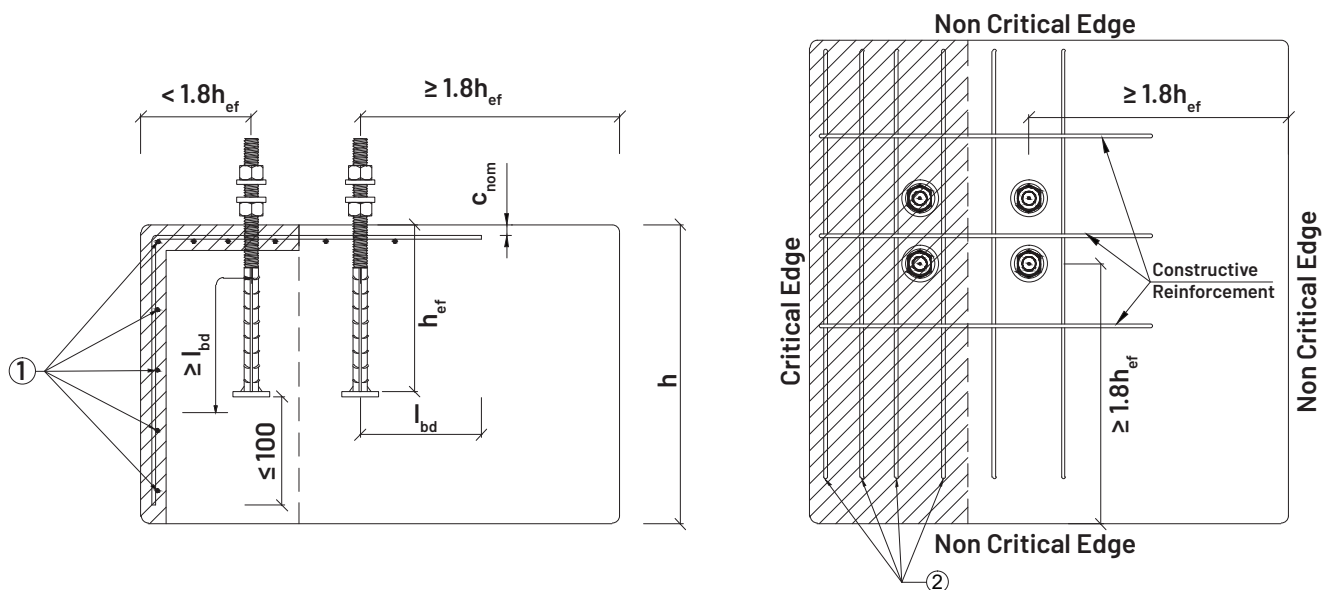
$\gamma M_{s,re}$ = lisäraudoituksen teräksen osavarmuuskerroin = 1.15

Raudoitusten sijoittaminen:

- Kriittisten reunojen sivupintaan asennetaan raudoitus (1).
- Kriittisten reunojen yläpintaan asennetaan raudoitus (2).
- Halkaisuraudoitus on sijoitettava tehollisen alueen sisäpuolelle.

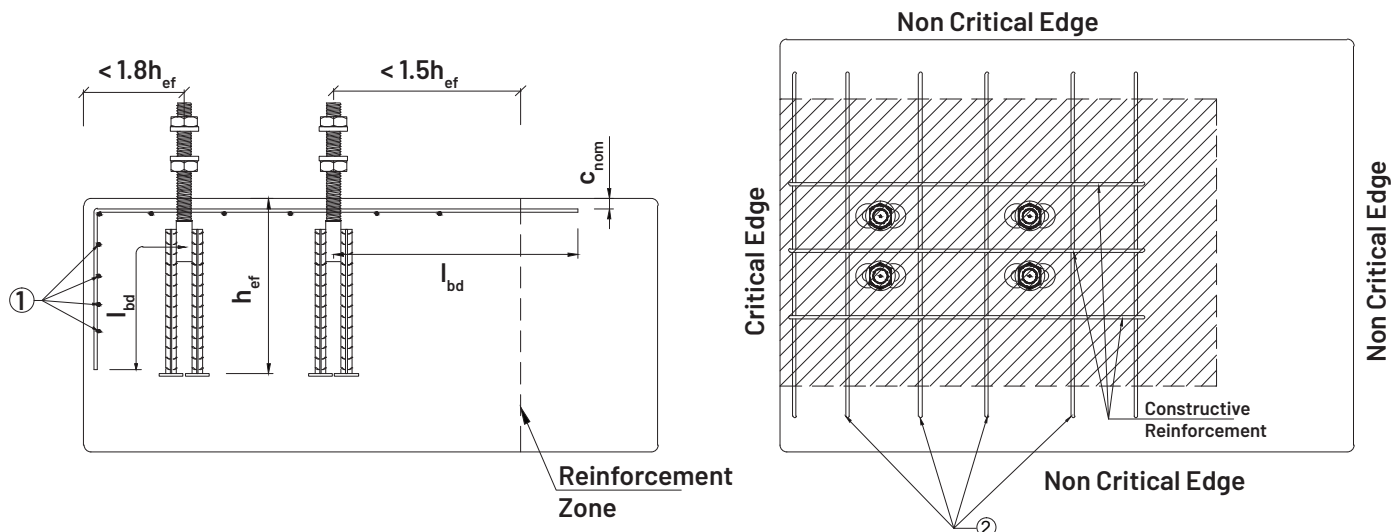
Huomautuksia:

- Halkaisuraudoituksen tankojen jaon on oltava ≤ 150 mm.
- Poikittaissuuntaiset reunat on huomioitava erikseen (halkaisuraudoitus jokaiseen suuntaan).
- Vaadittua halkaisuraudoitusta voidaan vähentää 50 %, jos tutkittuun suuntaan on vain yksi kriittinen reuna.
- Raudoitus (1) on sijoitettava betoniosan sivupintaan, mutta se ei saa olla syvyysuunnassa yli 100 mm pultin pään alapuolella.



Taulukko 21. NKP - L - tyyppi - betonin halkaisuraudoitus

Peruspultti	Raudoitus, halkaisija [mm]	$A_{st} (1+2)$ [mm ²]
NKP - L - M16	3 - 6Ø	71.5
NKP - L - M20	4 - 6Ø	111.6
NKP - L - M24	4 - 8Ø	160.1
NKP - L - M30	4 - 10Ø	255.5
NKP - L - M39	4 - 12Ø	444.5

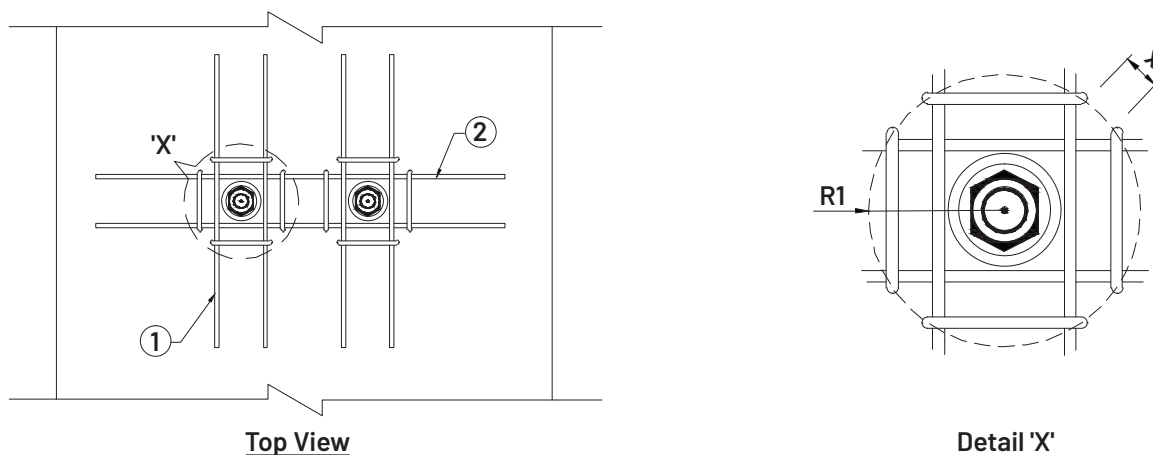


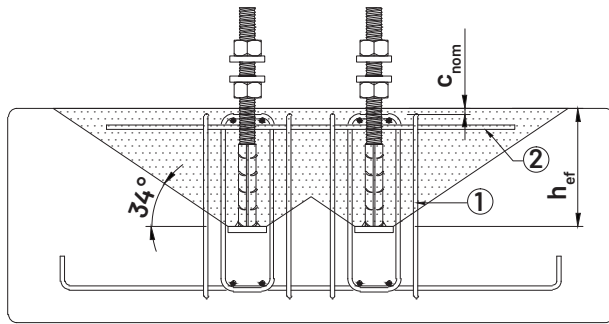
Taulukko 22. SKP - L - tyyppin erikoisluja peruspultti - betonin halkaisuraudoitus

Peruspultti	Raudoitus, halkaisija [mm]	$A_{st(1+2)}$ [mm ²]
SKP - L - M30	4 - 12Ø	344.08
SKP - L - M36	4 - 14Ø	501.09
SKP - L - M39	4 - 14Ø	598.61
SKP - L - M45	4 - 16Ø	801.01
SKP - L - M52	6 - 16Ø	1078.24
SKP - L - M60	8 - 16Ø	1448.69

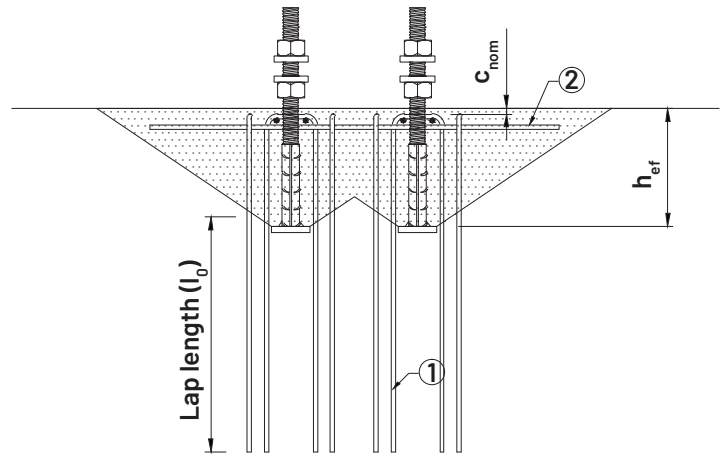
5.2 Betonin murtokartion raudoitus

Jos betonin murtokartion kestävyys ylitetään, vetovoimien vastaanottamista varten vaadittu lisäraudoitus on toteutettava alla kuvassa 15 tai 16 esitetyllä tavalla ja vastaavassa taulukossa 23 tai 24 esitettyjä raudoitusmääriä käyttäen.





Closed Stirrups



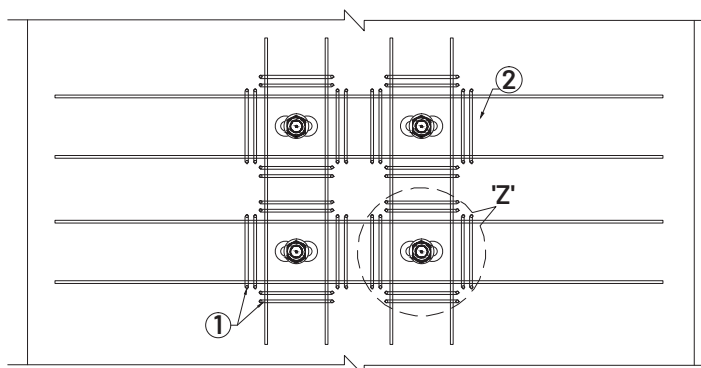
U-Stirrups

Taulukko 23. NKP - L - tyyppi - betonin murtokartion raudoitus

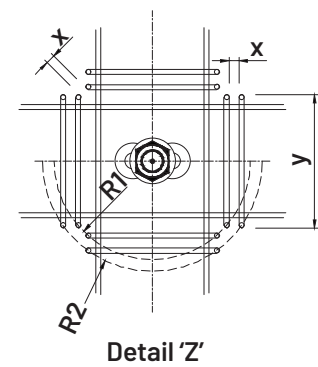
Peruspultti	Hakaraudoitus, (1) [mm]	Vaakateräkset, (2) (halk.)	A_{st} [mm ²]	C_{nom} [mm]	h_{ef} [mm]	R1 [mm]	y (Haan leveys)
NKP - L - M16	2 - Ø8	Ø8	200	35	169	75	90
NKP - L - M20	3 - Ø8	Ø8	600	35	227	90	90
NKP - L - M24	4 - Ø8	Ø8	400	35	290	105	110
NKP - L - M30	4 - Ø10	Ø10	628	35	340	105	130
NKP - L - M39	4 - Ø12	Ø12	904	35	508	200	150

Taulukossa 21 esitettyä raudoitusta voidaan käyttää ilman jatkotarkistuksia, jos seuraavat ehdot täyttyvät:

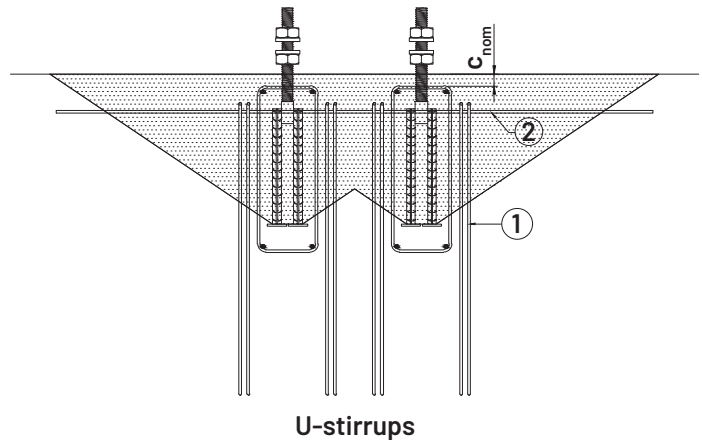
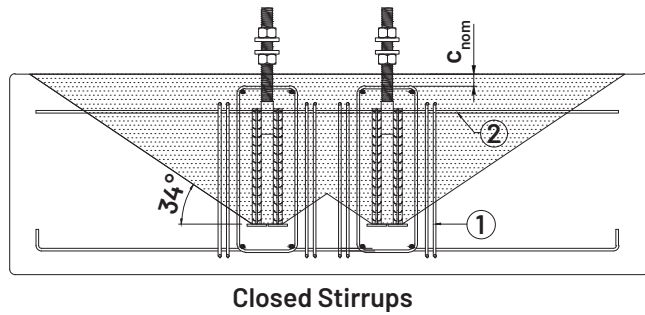
- Betonipeite $\leq 35\text{mm}$
- Rinnakkaisten hakojen välinen vähimmäisetäisyys $> 21\text{mm}$
- Betonin lujuus $\geq \text{C}25/30$



Top View



Detail 'Z'

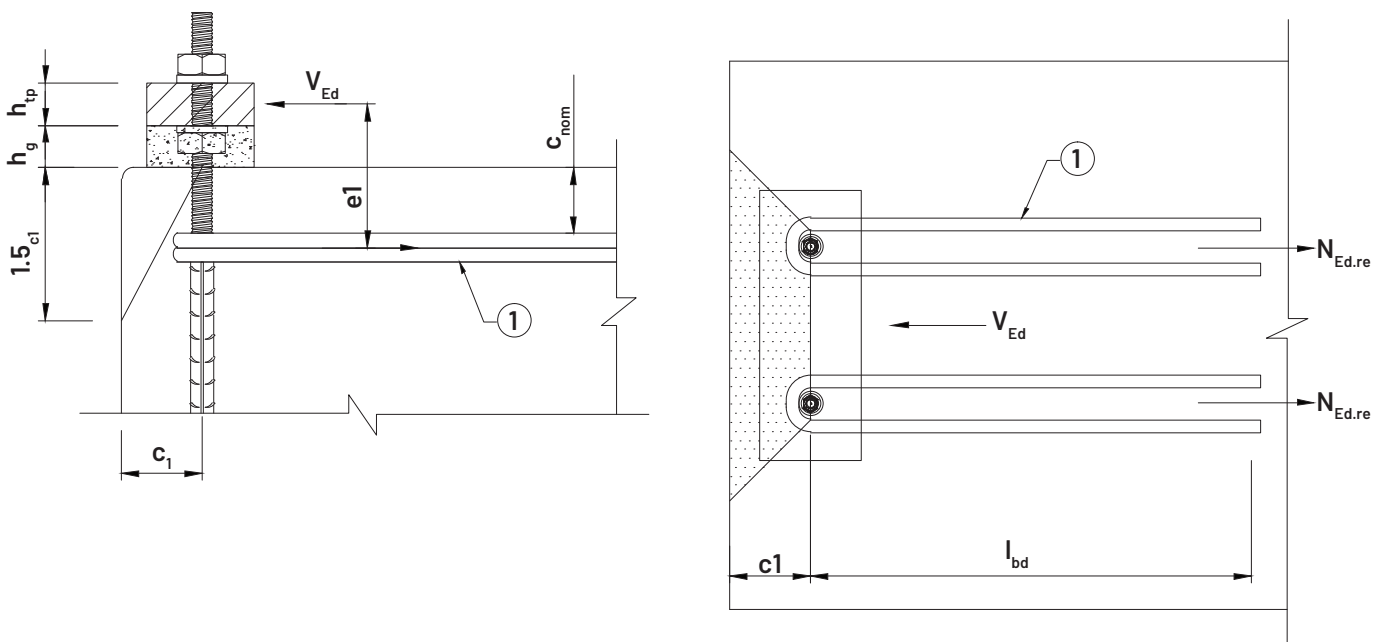


Taulukko 24. SKP - L - tyyppin erikoisluja peruspultti - betonin murtokartion raudoitus

Peruspultti	Hakaraudoitus, (1) [mm]	Vaakateräkset, (2) (dia)	A_{st} [mm ²]	C_{nom} [mm]	h_{ef} [mm]	R1 [mm]	R2 [mm]	y (Haan leveys)
SKP - L - M30	4 - Ø12	Ø8	904	35	505	170	-	180
SKP - L - M36	6 - Ø12	Ø10	1357	35	562	200	-	185
SKP - L - M39	6 - Ø12	Ø10	1357	35	680	225	-	195
SKP - L - M45	6 - Ø14	Ø12	1847	35	764	255	-	215
SKP - L - M52	6 - Ø16	Ø14	2412	35	892	285	320	255
SKP - L - M60	8 - Ø16	Ø16	3217	35	1057	300	320	255

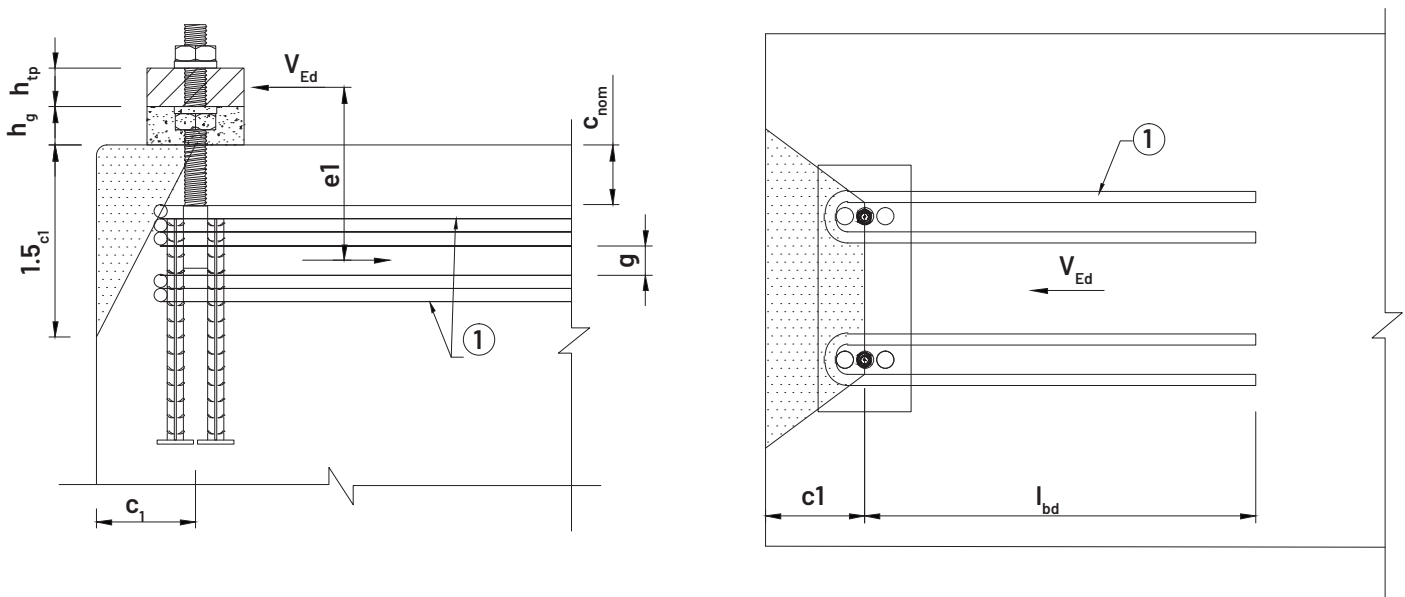
5.3 Reunarauditus

Jos reunan kestävyys ylitetään, lisäraudoitus on toteutettava rakenteeseen kohdistuviin leikkausvoimiin perustuen. Reunaraudituksen rauditusmäärät ja raudituksen sijoittaminen on esitetty kuvissa 17 ja 18 sekä vastaavissa taulukoissa 25 ja 26.



Taulukko 25. NKP - L - tyyppi - betonin reunaraidoitus

Peruspultti	U - haka, (1) [mm]	C1(mm)	e1(mm)	C _{nom} [mm]
NKP - L - M16	1 - Ø12	50	100	35
NKP - L - M20	1 - Ø14	70	105	35
NKP - L - M24	1 - Ø16	70	110	35
NKP - L - M30	2 - Ø16	100	125	35
NKP - L - M39	3 - Ø16	130	145	35



Taulukko 26. SKP - L - tyyppin erikoisluja peruspultti - betonin reunaraidoitus

Erikoisluja peruspultti	U - haka, (1) [mm]	C1[mm]	e1[mm]	a [mm]	C _{nom} [mm]	a [mm]
SKP - L - M30	4 - Ø12	120	170	-	35	-
SKP - L - M36	4 - Ø14	140	170	-	35	-
SKP - L - M39	4 - Ø14	150	180	-	35	-
SKP - L - M45	3 + 1 - Ø16	160	190	28	35	30
SKP - L - M52	3 + 2 - Ø16	180	230	28	35	30
SKP - L - M60	3 + 2 - Ø16	180	270	8	35	30

Taulukoissa 23 ja 24 esitettyä raudoitusta voidaan käyttää ilman jatkotarkistuksia, jos seuraavat ehdot täyttyvät:

- $c_1 \geq$ (arvot taulukosta 23)
- Raudoitus on sijoitettava mahdollisimman lähelle pintaa betonipeitteen paksuus huomioiden. Joka tapauksessa e_1 ei saa ylittää taulukoissa 23 esitettyä arvoa.

Edellä esitetty tapaus koskee suotuisinta mahdollista tilannetta ($\alpha_v = 0^\circ$). Jos voima vaikuttaa vinosti kulmassa, jonka suuruus on $0-90^\circ$, voidaan lisäraudoituksen määrää pienentää.

$$\Psi_{a,V} = \sqrt{\frac{1}{(\cos \alpha_v)^2 + (0,5 \cdot \sin \alpha_v)^2}} \geq 1 \dots\dots\dots \text{EN 1992-4:2018, kaava 7.48}$$

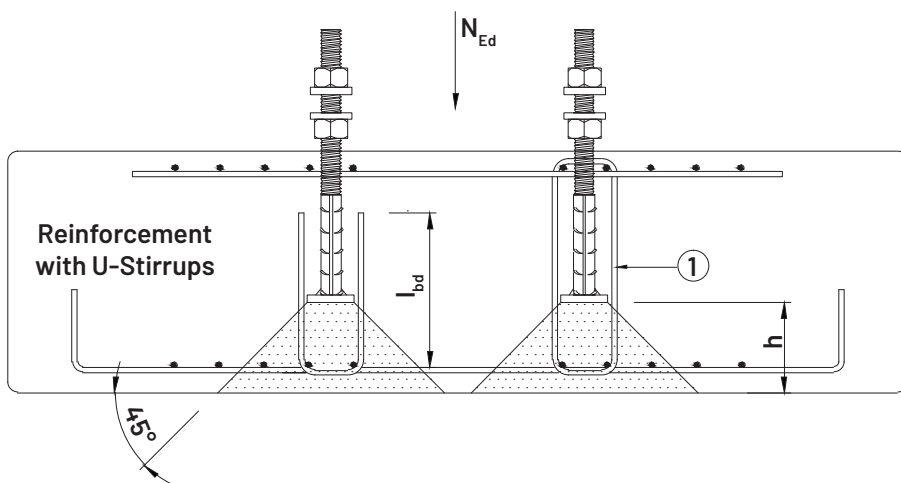
Pienempään voimaan perustuva lisäraudoitusvaatimus voidaan laskea yllä esitetyllä kaavalla kertomalla kohdistuva voima parametrin $\Psi_{a,V}$ arvon käänteisluvulla.

α_v = leikkausvoiman mitoitusarvon V_{Ed} ja kohtisuoraan tarkasteltavaa reunaa vasten kulkevan linjan välinen kulma,

$$0^\circ \leq \alpha_v \leq 90^\circ$$

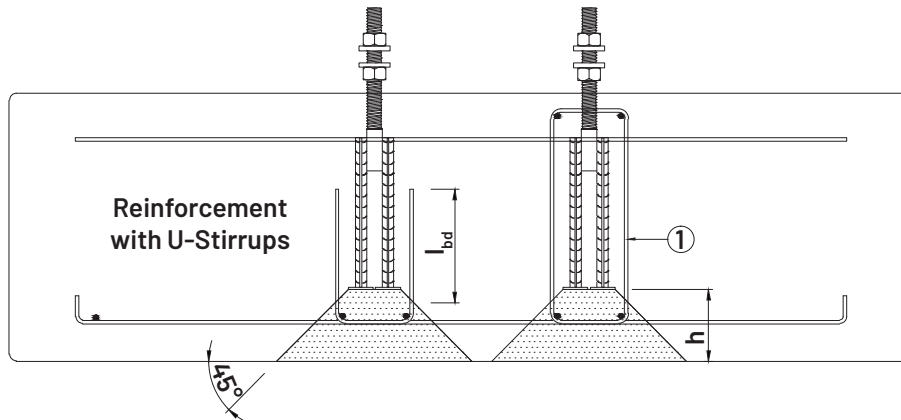
5.4 Betonin lävistyskartio

Pultin pään (tyssäkannan) alapuolelle on toteutettava lisäraudoitus, jos lävistyskestävyys pultin alla ylittyy. Taulukossa 27 tai 28 esitettyä raudoitusta tarvitaan vain, jos betonin paksuus pultin pään alapuolella (h_{ud}) on taulukossa esitettyjä arvoja pienempi.



Taulukko 27. NKP - L - tyyppin erikoisluja peruspultti - betonin reunaraudoitus

Peruspultti	h_{ud} [mm]	A_s (mm)	Hakaraudoitus (1)
NKP - L - M16	80	100	2 - Ø6
NKP - L - M20	100	145	2 - Ø8
NKP - L - M24	115	200	2 - Ø8
NKP - L - M30	145	315	2 - Ø10
NKP - L - M39	190	530	2 - Ø14

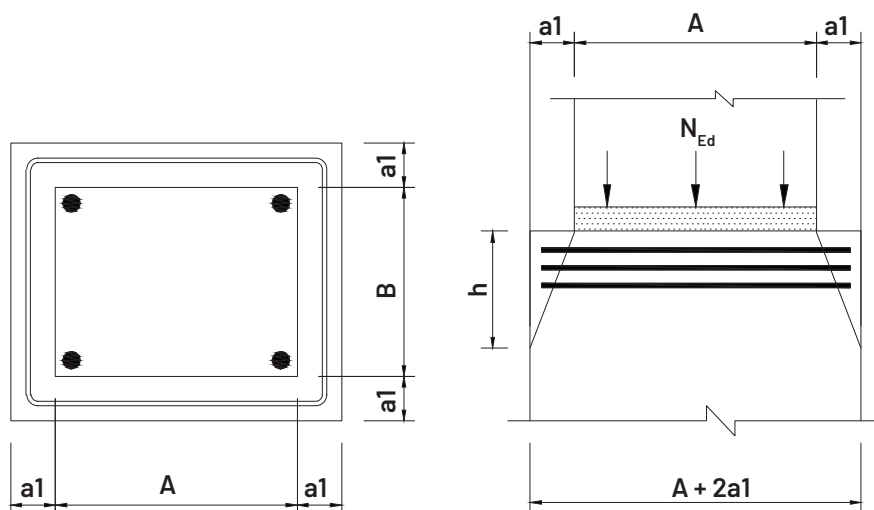


Taulukko 28. SKP - L - tyyppin erikoisluja peruspultti - betonin reunaraidoitus

Erikoisluja peruspultti	h [mm]	A _s [mm]	Hakaraudoitus [1]
SKP - L - M30	90	201	2 - Ø8
SKP - L - M36	85	215	2 - Ø10
SKP - L - M39	75	180	2 - Ø8
SKP - L - M45	50	135	2 - Ø8
SKP - L - M52	105	385	2 - 12
SKP - L - M60	55	190	2 - Ø8

5.5 Paikallinen puristus, halkaisuraudoitus

Jos pilarien välisessä liitoksessa alapuolisen pilarin betonin lujuus on pienempi kuin yläpuolisen pilarin, on alapuolisen pilarin paikallisen murtumisen mahdollisuus liitoskohdassa otettava huomioon. Paikallinen murtuminen voidaan estää suurentamalla alapuolista pilaria (poikkileikkaukseltaan) ja käyttämällä halkeavan reunan kohdalla (tasaisesti jaettua) lisäraudoitusta.



Mitoitusesimerkki:

Betonipilari 500 x 500 (C35/45) sijoitetaan alapuolisen pilarin (C30/37) päälle. Laske alusrakenteen vähimmäispoikkileikkaus ja vaadittu halkaisuraudoitus yläpuolisesta pilarista kohdistuvalle enimmäispuristusvoimalle.

Paikallisen puristusalueen pistekuormakestävyys:

$$F_{Rd,p} = A_{c0} \cdot f_{cd,b} \cdot \sqrt{A_{c1}/A_{c0}} \leq 3.0 \cdot f_{cd,b} \cdot A_{c0}$$

$$F_{Rd,p} = \text{aksiaalisesti kuormitetun palkin murtolujuus}$$

$$A_{c0} = \text{kuormitusalue}$$

$$A_{c1} = \text{suurin mitoituksessa käytettävä jakautumisalue}$$

$$f_{cd,b} = \text{perustuksen/alusrakenteen puristuslujuuden mitoitusarvo (26.68 N/mm}^2\text{)}$$

$$f_{cd,c} = \text{pilarin puristuslujuuden mitoitusarvo (40.0 N/mm}^2\text{)}$$

Ratkaisu:

$$A_{c0} = A \cdot B = 500 \times 500 = 250000 \text{ mm}^2$$

$$A_{c1} = (A + 2 \cdot a_1) \cdot (B + 2 \cdot a_1) = (500 + 2 \cdot a_1) \cdot (500 + 2 \cdot a_1) = (500 + 2 \cdot a_1)^2$$

$$F_{Rd,p} = \text{aksiaalisesti kuormitetun palkin murtolujuus} = A_{c0} \cdot f_{cd,c} = 250000 \cdot 40 = 10000 \text{ kN}$$

$$A \cdot B \cdot f_{cd,c} = A \cdot B \cdot f_{cd,b} \cdot \sqrt{(A + 2 \cdot a_1) \cdot (B + 2 \cdot a_1) / A \cdot B}$$

$$40 = 26.68 \cdot \sqrt{((500 + 500 \cdot 2a_1) \cdot (500 + 2 \cdot a_1) / 500/500)}$$

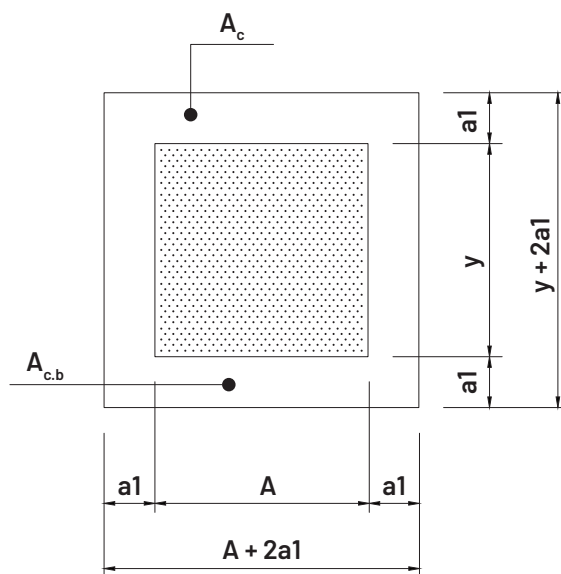
$$a_1 = 125 \text{ mm}$$

Alapuolisen pilarin vähimmäispoikkileikkaus:

$$= (A + 2 \cdot a_1) \cdot (B + 2 \cdot a_1) / A \cdot B = (500 + 2 \times 125) \cdot (500 + 2 \times 125) = 750 \text{ mm} \times 750 \text{ mm}$$

Halkaisuvoima

$$F_{sp} = 0.25 F_{Rdu} \cdot (1 - B/B + 2a_1) = 0.25 \cdot 10000 \cdot (1 - 500 / (500 + 2 \cdot 125)) = 833.3 \text{ kN}$$



Vaadittu halkaisuraudoituksen alue

$$A_{sp} = F_{yk} / 2 \cdot (f_{yk} / \gamma_s)$$

$$F_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2 \text{ (raudoitusteräksen myötölujuus)}$$

$$\gamma_s = 1.15 \text{ (raudoitusteräksen osavarmuuskerroin)}$$

$$= 833.33 / 2 \cdot (500 / 1.15)$$

$$= 958.33 \text{ mm}^2$$

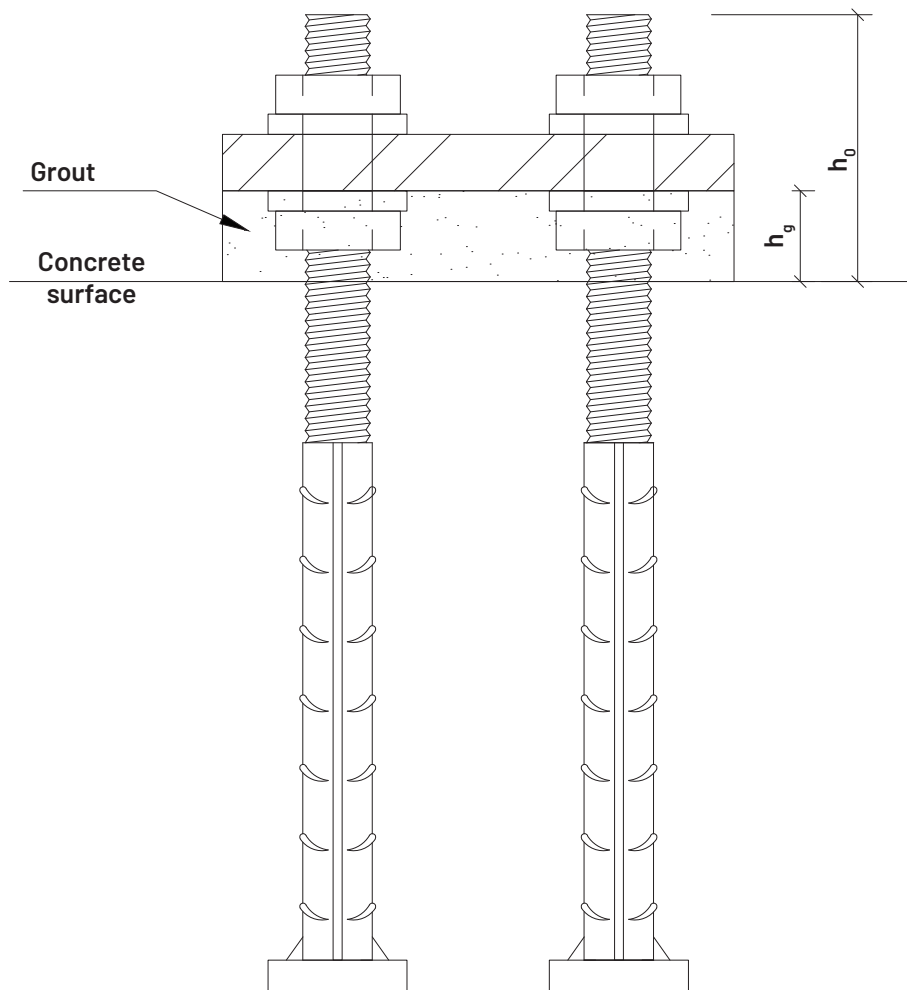
6. PILARIN ASENNUS

Taulukko 29. Mutterien vähimmäiskiristysmomentit

Peruspultti	T _{min} [mm]
NKP - L - M16	120
NKP - L - M20	150
NKP - L - M24	200
NKP - L - M30	250
NKP - L - M39	350
SKP - L - M30	250
SKP - L - M36	300
SKP - L - M39	350
SKP - L - M45	400
SKP - L - M52	450
SKP - L - M60	500

Taulukko 30. Pultin korko ja valun paksuus

Peruspultti	Valun paksuus, h_g [mm]	h_0 [mm]	Pultin toleranssi [mm]
NKP - L - M16	50	105	± 3
NKP - L - M20	50	115	± 3
NKP - L - M24	50	130	± 3
NKP - L - M30	50	150	± 3
NKP - L - M39	60	180	± 3
SKP - L - M30	50	150	± 4
SKP - L - M36	55	170	± 4
SKP - L - M39	60	190	± 4
SKP - L - M45	65	205	± 4
SKP - L - M52	70	235	± 5
SKP - L - M60	80	260	± 5





CONTACT US

EXMET PA OÜ

Reg. Code: 14857939

VAT No: EE102213805



OFFICE AND MANUFACTURING

Koorma 5, Muuga, 74004

Harjumaa Estonia



+372 5308 0091



+372 660 6886



sales.pa@exmet.fi