Peruspultit

Käyttöohje

Versio 8/2025

Peruspultit

ALP-C®-sarjan peruspultteja käytetään teollisuuden betonielementti- ja teräsrunkojen järeissä liitoksissa perustukseen. Pulteille on tehty liitosratkaisut APK-C®-sarjan pilarikenkien sekä ASL®-sarjan seinäkenkien liitoksista paikallavaluperustukseen. Pultti sopii myös järeiden ja voimakkaasti kuormitettujen teräspilareiden kiinnittämiseen perustukseen. Betonipilarin liitoksen suunnittelua varten on kehitetty laskentaohjelma A-COLUMN®, jolla suunnittelu suoritetaan. Teräspilarin liitoksen suunnitteluun on kehitetty ohjelma ASTEEL.

- Tuote on testattu ja mitoitettu kestämään vaativia rakennusolosuhteita
- Helppo ja nopea mitoitus A-COLUMN®- tai ASTEEL-ohjelmistossa
- Pultit valmistetaan standardin SFS-EN 1090-2:2018 mukaan
- Komponentit ja blogit niin Tekla- kuin AutoCAD-ohjelmistoihin
- Laaja säädettävyys työmaaolosuhteissa
- Kierre valmistettu EN 898-2 mukaisesti
- Nopea kohdistus ja asennus työmaalla käytettäessä AAK-kehikkoa
- Pultit on suunniteltu SFS-EN 1992-4:2018 Euronormien mukaan

SISÄLLYSLUETTELO

1 PERUSPULTIT ... 4
2 PULTTIEN KÄYTTÖKOHTEET ... 4
2.1 Teollisuusrakennusten järeät betonielementtirungot ... 4
2.2 Liike- ja toimistorakennusten betoni-, liittopilari- ja teräsrungot ... 5
2.3 Rakennuksen rungon jäykistysseinät ... 5
2.4 Teräsrakenteiden ja koneiden sekä laitteiden liitokset betoniin. ... 5
2.5 Pulttituotteiden mitat ... 6
2.5.1 ALP®-PC Peruspultit ... 6
2.5.2 ALP®-LC Peruspultit ... 7
2.5.3 ALP®-P2 Peruspultit ... 8
2.5.4 ALP®-P2S ja ALP®-P2SM palkkikengän ankkurointipultit ... 9
3 VALMISTUSTIEDOT ... 10
4 MITOITUSPERUSTEET ... 11
4.1 Suunnittelu- ja valmistusnormit ... 11
4.2 Peruspultin kestävyys ... 11
4.2.1 Normaalivoimakestävyys ... 11
4.2.2 Leikkauskestävyys ... 14
4.2.3 Yhdistetty veto- ja leikkauskestävyys ... 16
4.3 Pilarin leikkausvoiman siirto jälkivalulle ja perustukseen ... 16
4.4 Pulttiliitoksen suunnitteluohje päärakennesuunnittelijalle ... 17
5 DETALJISUUNNITTELU ... 19
5.1 Suunnittelun vaiheet ja osapuolet ... 19
5.2 ACOLUMN mitoitusohjelma ... 19
5.3 Pilariliitoksen suunnittelu ... 21
5.3.1 Projektikansio ja ohjelman laskentanormi ... 21
5.3.2 Liitostyyppi ... 21
5.3.3 Mitta- ja materiaalitiedot ... 22
5.3.4 Liitoksen voimat ... 24
5.3.5 Pilariliitoksen laskenta ... 25
5.4 Asennustilanne. Pultit ... 25
5.4.1 Tulosten esitystapa ... 25
5.4.2 Asennustilanteen kestävyys ... 26
5.5 Murtotilanne. Peruspultit ... 27
5.5.1 Pilariliitoksen kestävyys normaalivoimalle ... 27
5.5.2 Jälkivaluleikkaus. Murtotilanteen kestävyys ... 29
5.5.3 Perustus. Pultin normaalivoimakestävyys betonissa ... 29
5.5.4 Perustus. Pultin leikkauskestävyys betonissa ... 32
5.5.5 Perustus. Pultin normaalivoima- ja leikkauskestävyyden yhdistely ... 34
5.6 Peruspultin raudoitus ... 35
5.6.1 Pultin raudoitus normaalivoimalle ... 35
5.6.2 Pultin raudoitus leikkausvoimalle ... 37
5.7 Pulttiliitoksen käyttöikämitoitus ... 38
6 PULTTIEN ASENNUS TYÖMAALLA ... 39
6.1 Asennustyössä noudatettavat normit ja suunnitelmat ... 39
6.2 Pulttien toimitus, varastointi ja tunnistaminen ... 39
6.3 Pulttien asennus perustusmuottiin ... 39
6.4 Peruspulttiliitoksen asennus ... 40
6.5 Pulteille sallitut korjaustoimenpiteet työmaalla ... 41
7 TURVALLISUUSTOIMENPITEET ... 42
7.1 Tiedot työmaan työturvallisuusohjeen laatimista varten ... 42
7.2 Pulttiliitoksen käyttöönotto rakentamisaikana ... 42
8 ASENNUKSEN LAADUNVALVONTA ... 43
8.1 Pilarin asennuksen valvontaohje ... 43
8.2 Asennuksen laadunvalvonnan loppudokumentointi ... 43

Revisio P – 29.8.2025
Päivityksiä taulukon 4 taivutusmittoihin.

Revisio O - 12.2.2025
Pieniä muutoksia kuvamerkintöihin.

Revisio N - 31.1.2020
Peruspultit on mitoitettu uuden EN 1992-4:2018 normin mukaan. CEN/TS 1992-4-2 normi on poistettu.
Kappale 3. Lisätty ankkurointipultit ALP®-P2S ja ALP®-P2SM.
Kappale 4. Mitoitusperusteet on päivitetty EN 1992-4:2018 mukaan. Kappale 5. ACOLUMN® ohjelman päivityksiä.
Murtotilanteen Concrete Cone ja Blow-out ja Concrete Edge kestävyysarvot ovat nousseet.
Onnettomuustilanteen vetokestävyysarvot ovat laskeneet.
ACOLUMN® versio 5.0 ja ASTEEL versio 2.0 ohjelman pulttien mitoitus on päivitetty SFS-EN 1992-4:2018 normille.

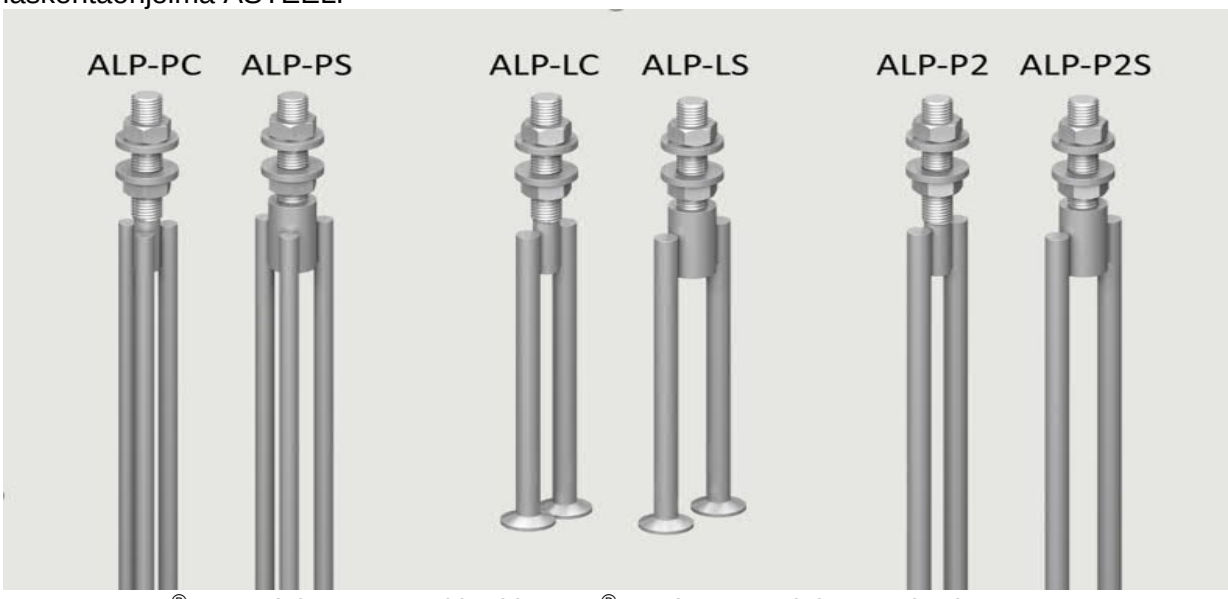
Revisio M - 31.5.2018
Pieniä tekstikorjauksia. Käännetty englanniksi.

Revisio L - 31.12.2017
Käyttöohje uusittu. Muutoksia ALP® pulttien rakenteeseen. AMP pultit poistettu valikoimasta. ATP® ja AHP® pultit on eriytetty omaan käyttöohjeeseensa.

Tämä käyttöohje koskee yksinomaan tässä dokumentissa esitettyjen Anstar Oy:n valmistamien tuotteiden suunnittelua ja käyttöä. Käyttöohjetta tai sen erillisiä osia ei voi soveltaa eikä käyttää muiden valmistajien tuotteiden suunnitteluun, valmistukseen ja käyttöön peruspulttiliitoksissa.

1 PERUSPULTIT

ALP-C sarjan peruspultteja käytetään teollisuuden betonielementti- ja teräsrunkojen järeissä liitoksissa perustukseen. Pulteille on tehty liitosratkaisut APK®-C sarjan pilarikenkien sekä ASL®-P sarjan seinäkenkien liitoksista paikallavaluperustukseen. Pultit sopivat myös järeän ja voimakkaasti kuormite§tun teräspilarin kiinnittämiseen perustukseen. S-sarjan pulteissa on irrotettava kierreosa, jonka pituutta ja myös materiaalia voidaan säätää korroosio-olosuhteiden mukaan. Betonipilarin liitoksen suunnittelua varten on kehitetty laskentaohjelma ACOLUMN®, jolla pultin suunnittelu suoritetaan. Teräspilarin liitoksen suunnitteluun on kehitetty laskentaohjelma ASTEEL.

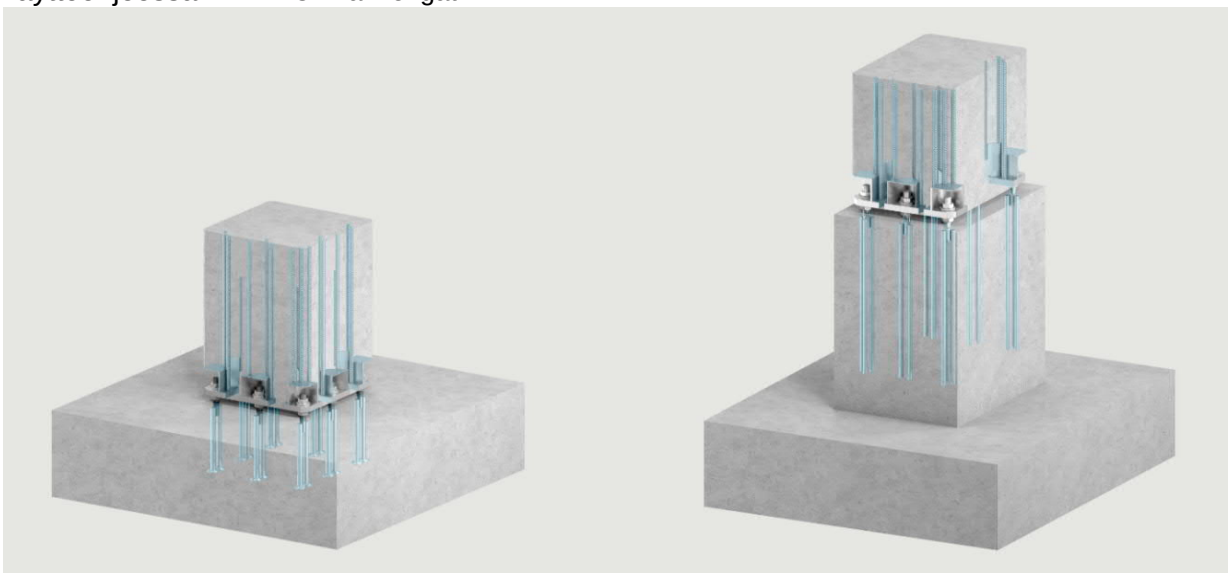


Kuva 1. ALP®-LC pultti vaarna-ankkuri ja ALP®-PC ja -P2 pultti suora harjaterästartunta

2 PULTTIEN KÄYTTÖKOHTEET

2.1 Teollisuusrakennusten järeät betonielementtirungot

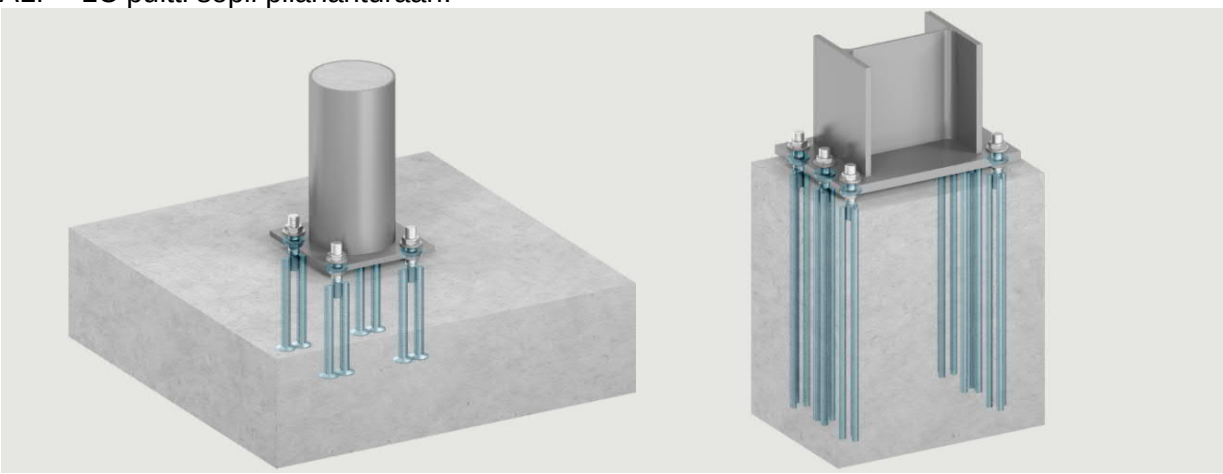
ALP®-C peruspultteja käytetään teollisuusrakennusten suorakaidepilarin liitoksissa paikalla valettuun perustukseen. Pultti sopii yksi- ja monikerroksisen rungon liitoksiin, joissa siirretään normaali- ja leikkausvoimaa ja taivutusmomenttia. Lisätietoja on APK®-C kengän käyttöohjeessa: APK®-C Pilarikengät.



Kuva 2. ALP®-LC ja ALP®-PC pultit teollisuusrakennuksen suorakaidepilariliitoksessa

2.2 Liike- ja toimistorakennusten betoni-, liittopilari- ja teräsrungot

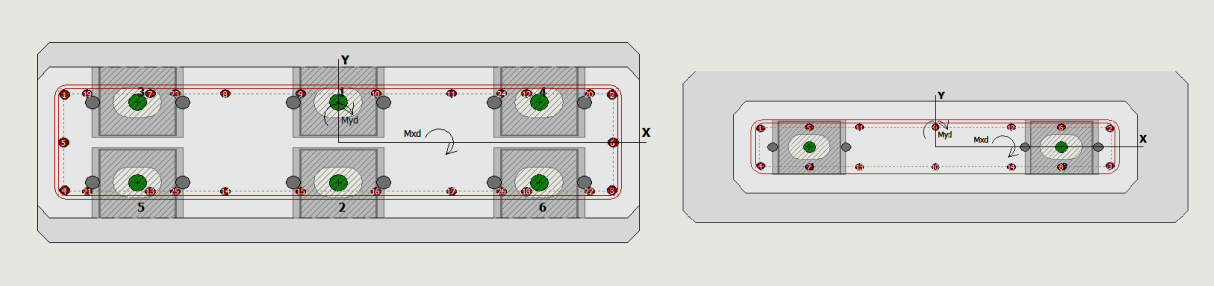
ALP®-C sarjan pultteja käytetään liike-, toimisto- ja julkisten rakennusten betoni- ja teräspilareiden sekä liittopilareiden liitoksiin, jotka siirtävät normaali- ja leikkausvoimaa sekä taivutusmomenttia. ALP®-P2 ja ALP®-PC pultit sopivat pilarijatkoksiin ja peruspilariliitoksiin. ALP®-LC pultti sopii pilarianturaan.



Kuva 3. ALP®-C pultit toimisto- ja liikerakennusten liitto- ja teräspilariliitoksissa

2.3 Rakennuksen rungon jäykistysseinät

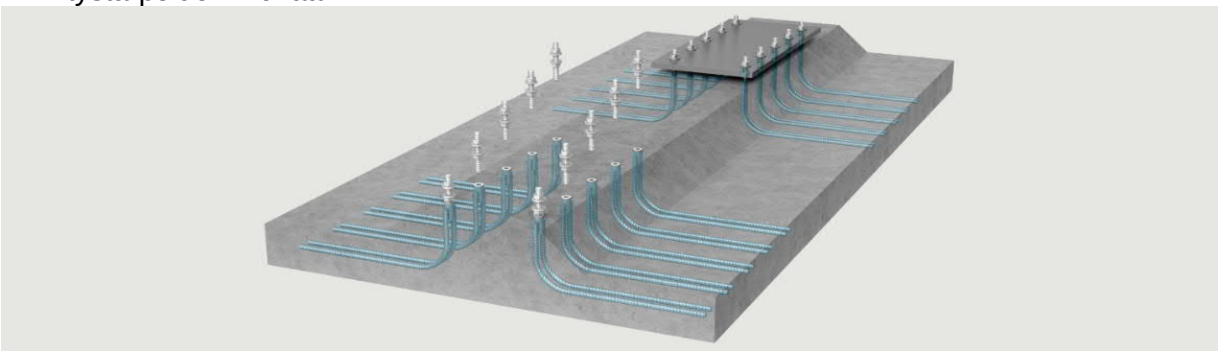
ALP®-C sarjan pultit sopivat rakennuksen runkoa jäykistävän betonielementtiseinän jatkos- ja perustusliitoksiin ASL®-P seinäkengän kanssa. Liitos siirtää pultin vetovoimaa. Leikkausvoima siirtyy kitkan avulla ja puristus betonin kautta. Lisätietoja käyttöohjeessa: Seinäkengät.



Kuva 4. ALP®-C pultit jäykistysseinän ASL®-P kengän liitoksessa

2.4 Teräsrakenteiden ja koneiden sekä laitteiden liitokset betoniin.

ALP®-PC ja ALP®-PS sarjan pultteja voidaan käyttää myös koneiden ja laitteiden järeissä kiinnityksissä paikallavalettuun laiteperustukseen tai betonielementtirakenteeseen. ALP®-S sarjan pulteissa on irrotettava kierreosa, joka voidaan asentaa paikoilleen vasta laiteasennuksen yhteydessä. Kierreosan pituutta ja materiaalia voidaan säätää laitteiden kiinnitystarpeiden mukaan.

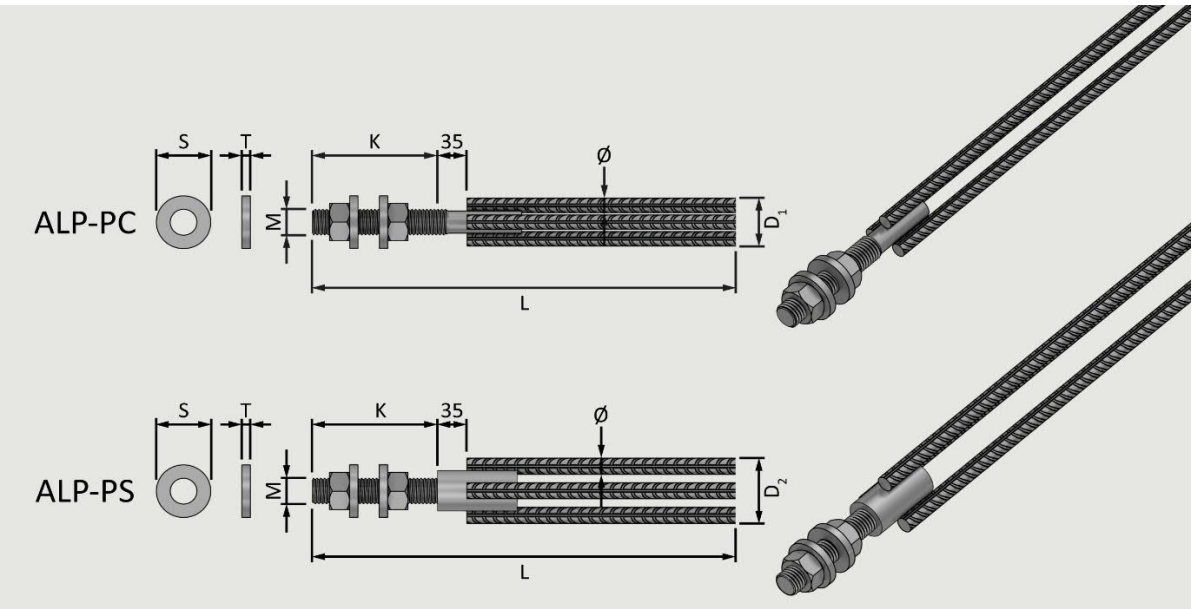


Kuva 5. ALP®-P2S pultit laiteperustuksessa, periaatekuva asennusjärjestyksestä

2.5 Pulttituotteiden mitat

2.5.1 ALP®-PC Peruspultit

ALP®-PC peruspulttia käytetään pilarin liittämiseen perustukseen normaali- ja leikkausvoimaa sekä taivutusmomenttia siirtävissä liitoksissa. ALP®-PC pultti sopii peruspilariin, jonka korkeus riittää pultin suorille tartunnoille ja pultti voidaan sijoittaa lähelle rakenteen reunaa. ALP®-PS pultissa on irrotettava kierreosa, jolloin kierteen suojaus voidaan toteuttaa luotettavasti rakentamisaikana ja vaativissa korroosio-olosuhteissa. Kierreosa asennetaan paikoilleen liittyvää rakennetta asennettaessa. Kierreosa valmistetaan myös kuumasinkitystä materiaalista vaativiin korroosio-olosuhteisiin.



Kuva 6. ALP®-PC ja ALP®-PS pulttien rakenne

Taulukko 1. ALP®-PC ja ALP®-PS pulttien mitat

Pultti	Väri koodi	L mm	K mm	K1 mm	A_s mm²	M mm	ϕ mm	D_1 mm	D_2 mm	S mm	T mm	P kg
ALP22PC, -S	Vaal.sininen	845	130	165	303	M22	3T14	55	70	55	8	3,4
ALP27PC, -S	-	1085	150	190	459	M27	3T16	65	85	65	8	6,4
ALP30PC, -S	Musta	1085	150	195	561	M30	3T20	75	100	65	10	8,7
ALP36PC, -S	Punainen	1205	170	220	817	M36	4T20	80	110	80	10	14,4
ALP39PC, -S	Ruskea	1375	190	240	976	M39	4T20	85	115	90	12	17,2
ALP45PC, -S	Violetti	1475	200	260	1306	M45	4T25	105	135	100	12	27,5
ALP52PC, -S	Valkoinen	1750	235	300	1758	M52	4T28	115	155	110	12	41,3
ALP60PC, -S	Vaalean punainen	2045	260	330	2362	M60	4T32	135	165	130	15	60,5

Merkinnät:
- L = Pultin kokonaispituus
- K = Kierteen nimelliskorkeus raakavalun/kierreholkin pintaan
- K1 = Irrotettavan kierreosan pituus
- A_s, M = Kierteen jännityspinta-ala ja koko
- ϕ = Pultin tartuntojen koko ja määrä
- D_1 = Tartuntojen vaatiman tilan halkaisija. Pultti ALP®-PC
- D_2 = Tartuntojen vaatiman tilan halkaisija. Pultti ALP®-PS
- S, T = Aluslevyn paksuus ja halkaisija
- P = Pultin paino

ALP®-PC ja -PS pulttien pintakäsittelyvaihtoehdot:

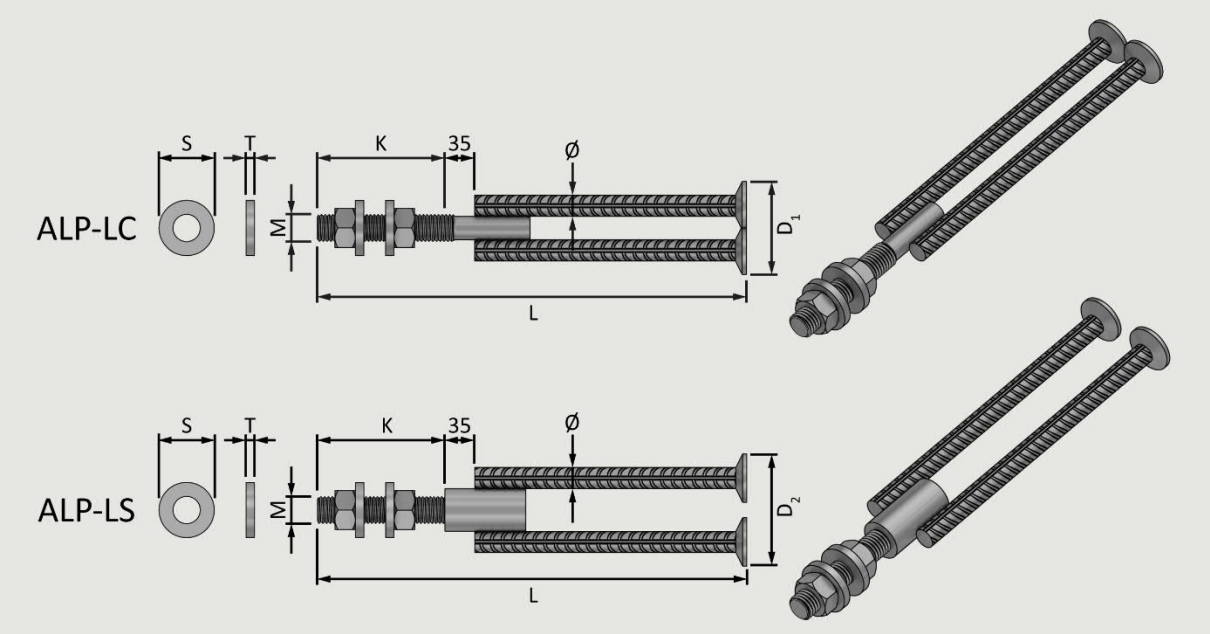
Ei käsittelyä	Kierretanko, mutterit DIN 934-8 ja aluslevyt, ei pintakäsittelyä	vakiotoimitus
Kuumasinkitty	HDG-kierretanko, mutterit DIN 934-8 HDG ja aluslevyt, kuumasinkittyjä	vakiotoimitus

ALP®-PC pultin tartunnat ja ALP®-PS pultin runko-osa, toimitus aina ilman pintakäsittelyä.

ALP®-PC pulttien TS-mallit ja Autocad blokit: *www.anstar.fi*

2.5.2 ALP®-LC Peruspultit

ALP®-LC peruspulttia käytetään pilarin liittämiseen perustukseen normaali- ja leikkausvoimaa sekä taivutusmomenttia siirtävissä liitoksissa. ALP®-LC pultti sopii matalaan pilarianturaan, jossa on riittävästi leveyttä pulttivaarnalle. ALP®-LS pultissa on irrotettava kierreosa, jolloin kierteen suojaus voidaan toteuttaa luotettavasti rakentamisaikana. Kierreosa asennetaan paikoilleen liittyvää rakennetta asennettaessa. Kierreosa valmistetaan kuumasinkitystä materiaalista vaativiin korroosio-olosuhteisiin.



Kuva 7. ALP®-LC ja ALP®-LS pulttien rakenne

Taulukko 2. ALP®-LC ja ALP®-LS pulttien mitat

Pultti	Väri koodi	L mm	K mm	K1 mm	A_s mm²	M mm	ϕ mm	D_1 mm	D_2 mm	S mm	T mm	P kg
ALP22LC, -S	Vaal. sininen	480	130	165	303	M22	2T16	72	87	55	8	2,0
ALP27LC, -S	-	550	150	190	459	M27	2T20	91	111	65	8	3,5
ALP30LC, -S	Musta	600	150	195	561	M30	2T25	110	132	65	10	5,5
ALP36LC, -S	Punainen	690	170	220	817	M36	2T28	126	152	80	10	8,4
ALP39LC, -S	Ruskea	790	190	240	976	M39	2T28	129	158	90	12	10,3
ALP45LC, -S	Violetti	900	200	260	1306	M45	2T32	147	180	100	12	15,3
ALP52LC, -S	Valkoinen	1035	235	300	1758	M52	2T40	189	230	110	12	25,4
ALP60LC, -S	Vaalean punainen	1160	260	330	2362	M60	4T32	165	195	130	15	37,1

Merkinnät:
- L = Pultin kokonaispituus
- K = Kierteen nimelliskorkeus raakavalun/kierreholkin pintaan
- K1 = Irrotettavan kierreosan pituus
- A_s = Kierteen jännityspinta-ala
- M = Kierteen koko
- ϕ = Pultin tartuntojen koko ja määrä
- D_1 = Vaarna-ankkurin vaatiman tilan halkaisija. Pultti ALP®-LC
- D_2 = Vaarna-ankkurivaatiman tilan halkaisija. Pultti ALP®-LS
- S, T = Aluslevyn paksuus ja halkaisija
- P = Pultin paino

ALP®-LC ja -LS pulttien pintakäsittelyvaihtoehdot:

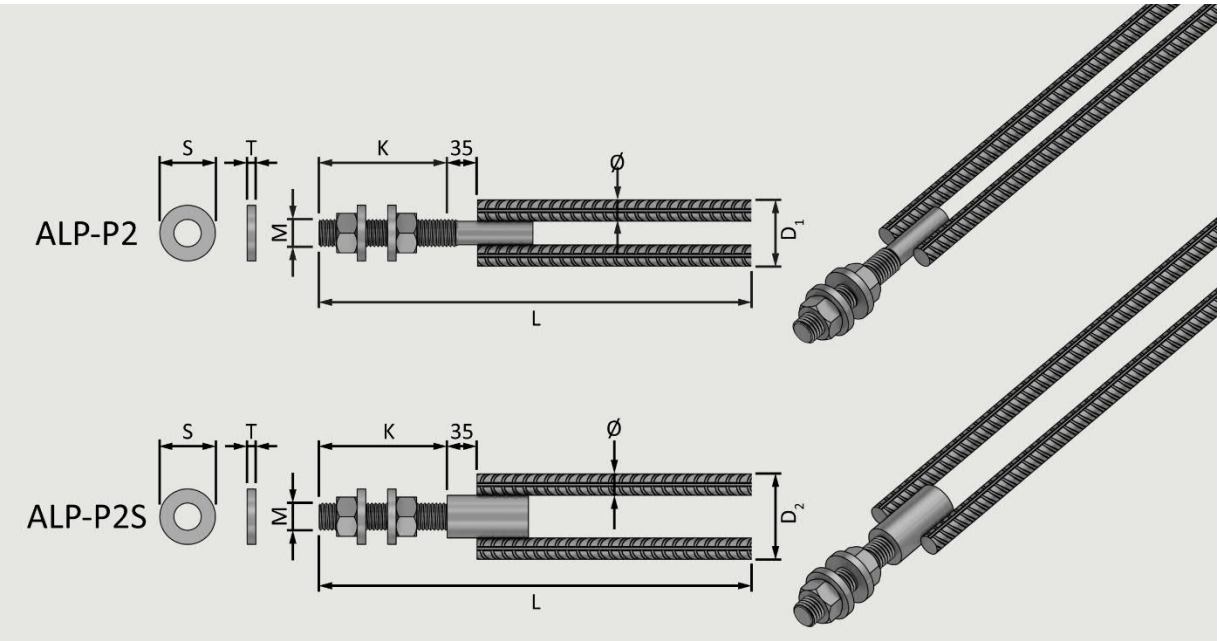
Ei käsittelyä	Kierretanko, mutterit DIN 934-8 ja aluslevyt, ei pintakäsittelyä	vakiotoimitus
Kuumasinkitty	HDG-kierretanko, mutterit DIN 934-8 HDG ja aluslevyt, kuumasinkittyjä	vakiotoimitus

ALP®-LC pultin tartunnat ja ALP®-LS pultin runko-osa, toimitus aina ilman pintakäsittelyä.

ALP®-LC pulttien TS-mallit ja Autocad blokit: *www.anstar.fi*

2.5.3 ALP®-P2 Peruspultit

ALP®-P2 peruspultissa on kaksi suoraa tartuntaa, jolloin pultti sopii pilariin tai peruspilariin lähelle rakenteen reunaa suojabetonikerroksen etäisyydelle. Pultin tartuntoja voidaan taivuttaa ankkuroimaan pultti ahtaisin rakenteisiin. ALP®-P2S pultissa on irrotettava kierreosa, jolloin kierteen vauriosuojaus rakentamisaikana voidaan toteuttaa luotettavasti. Kierreosa asennetaan paikoilleen liittyvää rakennetta asennettaessa. Kierreosa valmistetaan kuumasinkitystä materiaalista vaativiin korroosio-olosuhteisiin.



Kuva 8. ALP®-P2 ja ALP®-P2S pulttien rakenne

Taulukko 3. ALP®-P2 ja ALP®-P2S pulttien mitat

Pultti	Väri koodi	L mm	K mm	K1 mm	A_s mm²	M mm	ϕ mm	D_1 mm	D_2 mm	S mm	T mm	P kg
ALP22P2, -S	Vaal. sininen	1065	130	165	303	M22	2T16	55	70	55	8	3,8
ALP27P2, -S	-	1335	150	190	459	M27	2T20	70	90	65	8	7,2
ALP30P2, -S	Musta	1245	150	195	561	M30	2T25	85	105	65	10	10,2
ALP36P2, -S	Punainen	1585	170	220	817	M36	2T28	95	125	80	10	16,6
ALP39P2, -S	Ruskea	1875	190	240	976	M39	2T28	100	130	90	12	20,3
ALP45P2, -S	Violetti	2165	200	260	1306	M45	2T32	115	150	100	12	30,6
ALP52P2, -S	Valkoinen	2530	235	300	1758	M52	2T40	140	180	110	12	53,2

Merkinnät:
- L = Pultin kokonaispituus
- K = Kierteen nimelliskorkeus raakavalun/kierreholkin pintaan
- K1 = Irrotettavan kierreosan pituus
- A_s = Kierteen jännityspinta-ala
- M = Kierteen koko
- ϕ = Pultin tartuntojen koko ja määrä
- D_1 = Tartuntojen vaatiman tilan halkaisija. Pultti ALP®-P2
- D_2 = Tartuntojen vaatiman tilan halkaisija. Pultti ALP®-P2S
- S, T = Aluslevyn paksuus ja halkaisija
- P = Pultin paino

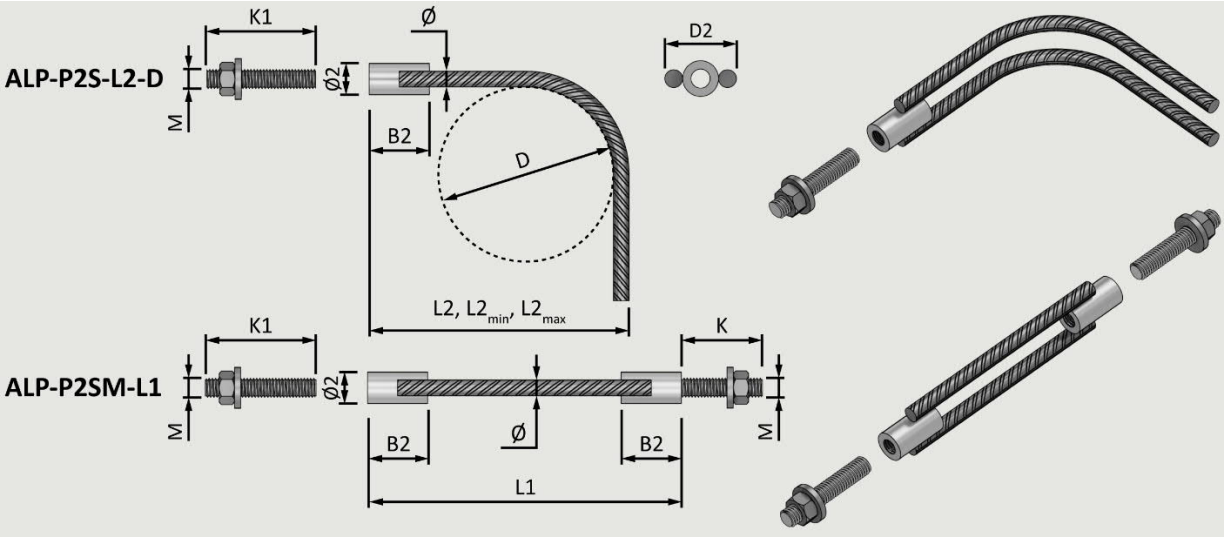
ALP®-P2 ja -P2S pulttien pintakäsittelyvaihtoehdot:

Ei käsittelyä	Kierretanko, mutterit DIN 934-8 ja aluslevyt, ei pintakäsittelyä	vakiotoimitus
Kuumasinkitty	HDG-kierretanko, mutterit DIN 934-8 HDG ja aluslevyt, kuumasinkittyjä	vakiotoimitus

ALP®-P2 pultin tartunnat ja ALP®-P2S pultin runko-osa, toimitus aina ilman pintakäsittelyä.
ALP®-P2 pulttien TS-mallit ja Autocad blokit: *www.anstar.fi*

2.5.4 ALP®-P2S ja ALP®-P2SM palkkikengän ankkurointipultit

Palkkikengän kanssa käytetään ALP®-P2S ankkurointipulttia. Pultissa on kaksi suoraa tartuntaa, jotka taivutetaan 90 asteen kulmaan pilarin takareunaan. Taivutus tehdään projektikohtaisen tilauksen mukaan, jolloin pultti sijoittuu pilariin rakenteen takareunaan vain suojabetonikerroksen etäisyydelle. ALP®-P2SM pultti on tarkoitettu muodostamaan kahden palkin momenttijäykkä liitos pilarin läpi. Pulteissa on irrotettava kierreosa, jolloin kierteen suojaus rakentamisaikana voidaan toteuttaa luotettavasti.



Kuva 9. ALP®-P2S ja ALP®-P2SM pulttien rakenne

Taulukko 4. ALP®-P2S ja ALP®-P2SM pulttien mitat

Pultti	Väri koodi	$L2_{max}$ mm	$L2_{min}$ mm	K1 mm	K mm	M mm	A_s mm²	Ø mm	Ø2 mm	B2 mm	D mm	D_2 m	T/S mm
ALP22P2S, -P2SM	Vaal. sininen	800	285	165	130	M22	303	2T16	35	85	200	70	8/55
ALP30P2S, -P2SM	Musta	900	385	195	150	M30	561	2T25	50	95	300	105	10/65
ALP36P2S, -P2SM	Punainen	1180	400	220	170	M36	817	2T28	60	105	300	125	10/80
ALP39P2S, -P2SM	Ruskea	1450	410	240	190	M39	976	2T28	65	115	300	130	12/90
ALP45P2S, -P2SM	Violetti	1680	455	260	200	M45	1306	2T32	75	125	400	150	12/100
ALP52P2S, -P2SM	Valkoinen	1935	595	300	235	M52	1758	2T40	90	135	500	180	12/110

Merkinnät:
- L1 = Pilarin läpi menevän pultin tilauspituus (mitta mainittava tilauksessa)
- $L2_{max}$ = Maksimi pituus, joka voidaan taivuttaa vakiopultista ALP®-P2S halkaisijalla D
- $L2_{min}$ = Minimi pituus, joka voidaan taivuttaa vakiopultista ALP®-P2S halkaisijalla D
- K1 = Irrotettavan kierreosan kokonaispituus
- K = Kierteen näkyvissä oleva pituus muhvin pinnasta
- M, A_s = Kierteen koko ja jännityspinta-ala
- Ø = Pultin tartuntojen koko ja määrä
- Ø2 = Kierremuhvin ulkohalkaisija
- B2 = Kierremuhvin pituus
- D = Tartuntojen taivutustelan halkaisija vakiotoimituksessa
- D_2 = Tartuntojen ulkoleveys muhvin pinnassa.
- T, S = Aluslevyn paksuus ja halkaisija. Sama aluslevy kuin APL®-C pulteilla.

Värikoodi maalataan muhvin päähän. Tunnistus myös valun jälkeen.

Pulttien tilaustunnukset:

APL-P2S-L2-D	Tilauksessa on mainittava pultin mitat: L2 = vaakataivutuspituus, D = taivutustelan halkaisija. Tilaustunnus esimerkiksi *ALP30P2S-540-D300*.
ALP-P2SM-L1	Tilauksessa on mainittava pultin pituus: L1 = Pultin pituus = pilarin leveys. Tilaustunnus esimerkiksi *ALP36P2SM-580.*

ALP®-P2S pulttien pintakäsittelyvaihtoehdot:

Ei käsittelyä	Pultti, kierretanko, mutterit DIN 934 ja aluslevyt, ei pintakäsittelyä	vakiotoimitus
Kuumasinkitty	HDG-kierretanko ja mutteri + aluslevy. Pultin runko-osa, ei käsittelyä.	Erikoistilaus

ALP®-P2S pulttien TS-mallit ja Autocad blokit: *www.anstar.fi*

3 VALMISTUSTIEDOT

ANSTAR Oy on tehnyt peruspulttien valmistuksesta laadunvalvontasopimuksen Kiwa Oy:n kanssa. Pulttien valmistustiedot:

1. Valmistus-merkinnät	Pultin valmistusmerkinnät: - ANSTAR Oy:n tunnus. - Valmistus SFS-EN 1090-2:2018 mukaan teräsosille. [2] - Pultin tunnus maalataan värikoodilla pultin päähän. - Pakkaus: kuormalava
2. Materiaalit	Valmistuksessa käytettävät materiaalit: - Harjatangot SFS-EN 10080,SFS 1300, B500B - Kierretanko, hitsattu -C ImacroM f_y = 700, f_u = 800-1100 MPa - Kierretanko, irrotettava -S m8.8 f_y = 640 MPa, f_u = 800 MPa Kierteen laskentalujuuden mitoitusarvot f_{yb}=640 MPa ja f_{ub} =800 MPa - Mutteri DIN 934, lujuus 8 - Aluslevy SFS-EN 10025 musta/sinkitty, S355J2+N - Materiaalien iskusitkeys testauslämpötila: -20 ºC
3. Valmistus-menetelmä	Pultin valmistus: - Pultit valmistetaan standardin SFS-EN 1090-2:2018 luokassa EXC2 Erikoistilauksesta valmistus tehdään toteutusluokassa EXC3. [2] - Hitsausluokka C ja erikoistilauksesta B, SFS-EN ISO 5817. [11] - Harjatangon hitsaus SFS-EN 17660-1 [16] - Kierre SFS-EN ISO 898-2, rullavalssaus - Vaarna-ankkuri, kuumamuokkaus - Valmistustoleranssit SFS-EN 1090-2:2018 [2]
4. Pintakäsittelyt	**Vakiotoimitus 1:** Ei käsittelyä - Kierre ja tartunnat ilman pintakäsittelyä, kierre öljytään. - Mutterit DIN 934 -8, ei käsittelyä - Aluslevyt S355J2+N, ei käsittelyä **Vakiotoimitus 2:** Kuumasinkitys, tilaustunnus HDG - C sarja: Kierre kuumasinkitty SFS-EN 10684 ja tartunnat ilman käsittelyä - S sarja: Kierretanko kuumasinkitty SFS-EN 10684 ja tartuntaosa ilman käsittelyä. - Mutterit DIN 934 -8, kuumasinkitty - Aluslevyt S355J2+N, kuumasinkitty
5. Tuotehyväksyntä laadunvalvonta	Tuotannon laadunvalvonta: Sertifikaatti 0875-CPR-FIN542. Tuotehyväksyntä Suomessa: BY -käyttöseloste. Lisätiedot: www.anstar.fi.

Taulukko 5. Anstar Oy:n peruspultti- ja kiinnityslevytuotteiden valmistusohjelma

	Tuoteryhmä	Käyttöohje	Tuotteen tyypillinen käyttökohde
1	*ATP®* *AHP®*	*Harjateräspultit*	*- Toimisto-, liike- ja julkisten rakennusten perustusten pulttiliitokset. Betoni- ja teräs- ja liittorungot.* *- Kevyiden teollisuusrakennusten perustusten pulttiliitokset betoni- ja teräsrungoissa* *- Kone- ja laiteperustusten kevyet liitokset betoniin*
2	*ALP®-LC* *ALP®-PC* *ALP®-P2* *sekä S sarjat irrotettavalla kierteellä*	*Peruspultit*	*- Teollisuuden järeät perustusliitokset* *- Elementtirungon momenttijäykät palkki-pilariliitokset* *- Jäykistysseinien perustusliitokset* *- Teräsrungon järeät pilari-perustusliitokset* *- Muut järeät pulttiliitokset betoniin* *- Kone- ja laiteperustusten järeät liitokset betoniin*
3	*ARJ®*	*Raudoitusjatkos*	*- Harjateräksen jatkosliitos* *- Raudoitusjatkokseen tehdyt pulttisovellukset* *- Momenttijäykkä palkki-pilariliitos*
4	*KL, AKL®, JAL®* *AKLP, -J* *AKLC-Custom*	*Kiinnityslevyt*	*- Betonirakenteisin sijoitettavat kiinnityslevyt.* *- Projektikohtaiset erikoiskiinnityslevyt.*

4 MITOITUSPERUSTEET

4.1 Suunnittelu- ja valmistusnormit

1. Suomen normit

SFS-EN 1991-1+NA	Rakenteiden kuormat. Osa 1-1. Yleiset kuormat. [5]
SFS-EN 1992-1-1+NA	Betonirakenteiden suunnittelu. Osa 1-1. Yleiset säännöt ja rakennuksia koskevat säännöt. [6]
SFS-EN 1993-1-1+NA	Teräsrakenteiden suunnittelu. Osa 1-1. Yleiset säännöt ja rakennuksia koskevat säännöt. [7]
SFS-EN 1992-4:2018	Eurocode 2. Design of concrete structures. Part 4 Design of fastenings for use in concrete. [24]
SFS-EN 13670	Betonirakenteiden toteuttaminen, toteutusluokka 2 tai 3, [17]

2. Muut euronormialueen maat

Perus Eurokoodi	EN-1992-1-1:2004/AC:2010
Ruotsi	SS-EN 1992-1:2005/AC:2010+A1/2014 + EKS 11
Saksa	DIN-EN 1992-1 + NA/2013-04

3. Pulttien valmistus

SFS-EN 1090-1	Teräsrakenteiden toteutus. Osa 1. Vaatimukset rakenteellisten kokoonpanojenvaatimustenmukaisuuden arviointiin. [1]
SFS-EN 1090-2:2018	Teräsrakenteiden toteuttaminen. Osa 2. Teräsrakenteita koskevat tekniset vaatimukset. Toteutusluokat EXC2 ja EXC3. [2]
SFS-EN 13670	Betonirakenteiden toteuttaminen. Toteutusluokka 2 tai 3. [17]
SFS-EN-ISO 5817	Hitsaus. Teräksen, nikkelin, titaanin ja niiden seosten sulahitsaus. Hitsiluokat. [11]
SFS-EN 17760-1	Hitsaus. Betoniterästen hitsaus. Osa 1. Voimaliitokset. [16]

4.2 Peruspultin kestävyys

4.2.1 Normaalivoimakestävyys

1. Laskentamenetelmä

Pultin normaalivoimakestävyyden mitoitusarvo määräytyy pultin kierteen kestävyyden mukaan. Pultin kierteen mitoitusarvo lasketaan EN 1992-4:2018 taulukon 4.1 osavarmuuskertoimilla. Kestävyyden mitoitusarvot on esitetty taulukossa 6.

Pultin leikkauskestävyys perustusbetonissa lasketaan EN 1992-4:2018 taulukon 4.1 mukaan. Liitoksen leikkausvoimien siirtotapa valitaan ACOLUMN® tai ASTEEL ohjelmasta soveltumaan kulloinkin tarvittavaan tilanteeseen, katso kappale 4.3.

Pulttiliitoksen normaalivoima- ja leikkauskestävyys asennustilanteessa ennen liitoksen jälkivaluja lasketaan myös ohjelmalla. Laskentaperiaate on kappaleessa 4.2.4.

Pultin normaali- ja leikkausvoimat siirretään perustuksen raudoitukselle. Pultin kullekin murtokriteerille määritetään lisäraudoitus. Lisähaat ja pultin tartuntojen yhteistoiminta perustuksen betonin ja pääraudoituksen kanssa lasketaan ohjelmalla. Pulteille suoritetaan myös onnettomuustilanteen kestävyystarkastelu.

Kestävyysarvot: Taulukoiden 6 ja 8 kestävyysarvot ovat määritetty vain annetuilla materiaaleilla ja reunaehdoilla. Näistä poikkeava tilanne on laskettava aina ohjelmilla.

2. Normaalivoimakestävyys. Mitoitusarvot

Taulukko 6. Peruspulttien normaalivoimakestävyys. Murto- ja onnettomuustilanne.

Pultti ALP®-PC, ALP®-LC ALP®-P2, S-tyypit	Normaalivoimakestävyys		ALP®-LC minimi reunaetäisyys	
	$N_{Rd,s}$ [kN]	$N_{Rd,sa}$ [kN]	Lisäraudoitus C2 [mm]	Ei lisäraudoitusta C3 [mm]
ALP22PC, -LC, -P2, -S	161,0	184,7	160	300
ALP27PC, -LC, -P2, -S	244,5	279,8	195	400
ALP30PC, -LC, -P2, -S	299,2	341,9	160	400
ALP36PC, -LC, -P2, -S	435,7	498,0	235	555
ALP39PC, -LC, -P2, -S	520,5	594,9	290	640
ALP45PC, -LC, -P2, -S	696,5	796,0	340	775
ALP52PC, -LC, -P2, -S	937,6	1071,5	335	950
ALP60PC, -LC, -S	1259,7	1439,7	240	800

Peruspultin normaalivoimakestävyys. Laskentaperiaate.

$N_{Rd,s}$	- Normaalivoimakestävyyden mitoitusarvo. - Murtotilanne. Mitoitusehto: Kierre, steel failure.
$N_{Rd,sa}$	- Normaalivoimakestävyyden mitoitusarvo. - Onnettomuustilanne: Mitoitusehto: Kierre, steel failure.
C2	- ALP®-LC pultin minimi reunaetäisyys lisäraudoitettuna vetovoimalle. - Blow-out kestävyys mitoittaa. Mitoitusehto: $N_{Rd,cb} \geq N_{Rd,s}$
C3	- ALP®-LC pultin minimi reunaetäisyys ilman vetovoiman lisäraudoitusta. - Concrete Cone kestävyys mitoittaa. Mitoitusehto: $N_{Rd,c} \geq N_{Rd,s}$
- Kun reunaetäisyys on ≤ C2 tai ≤ C3 pitää ALP-LC pultin kestävyys laskea ohjelmilla. - Osavarmuuskertoimet standardin SFS-EN 1992-4:2018 taulukon 4.1 mukaan. - Betoni C25/30-2. Hyvä tartuntaolosuhde ja halkeillut betoni.	

3. Normaalivoimakestävyys. Murtokriteerit betonissa

Pultin mitoitus betonissa perustuu normiin SFS-EN 1992-4:2018 [24], jonka mukaan pultille suoritetaan seuraavat normaalivoimakestävyyden murtokriteeri tarkastelut.

ALP®-LC pultille suoritetaan normin [24] mukaiset normaalivoiman murtokriteeri-tarkastelut. ALP®-PC pultille suoritetaan samat tarkastelut paitsi kohdat 3 ja 4. Murtokriteereissä huomioidaan pulttien sijainti rakenteen reunasta ja toisista pulteista ja betonilujuus. Tarkastelu tehdään kaikille pulteille, joista määräävin mitoittaa liitoksen.

Murtokriteeri	**Suure**	**Laskentamenetelmä ja soveltuva normi**
1. Steel failure	$N_{Rd,s}$	Pultin teräsvetokestävyys lasketaan SFS-EN 1992-4:2018 taulukon 4.1 materiaaliosavarmuuskertoimilla.
2. Concrete Cone	$N_{Rd,c}$	ALP®-LC pultille lasketaan Concrete Cone murtokriteeri. - SFS-EN 1992-4, (7.1). ALP®-PC pultin kestävyys perustuu harjateräksen tartunnan ankkurointikestävyyteen: - SFS-EN 1992-1-1. Kappale 8.4.4 - Limijatkoskerroin α_6 = 1.5, hyvä tartuntaolosuhde.
3. Pull-out	$N_{Rd,p}$	ALP®-LC -pultille lasketaan Pull-out murtokriteeri. - SFS-EN 1992-4, (7.11).
4. Blow-out	$N_{Rd,cb}$	Rakenteen reunassa oleville ALP®-LC pultille lasketaan Blow-out murtokriteeri. - SFS-EN 1992-4, (7.25).
5. Lisäraudoituksen vetokestävyys.	$N_{Rd,re}$	Pultin lisäraudoituksen kestävyys määritetään ehdosta: - $N_{Rd,re} > N_{Rd,c}$
6. Pultin mitoittava vetokestävyys.	N_{Rd}	Pultin mitoittava vetokestävyys määräytyy seuraavasti: Raudoittamaton rakenne: - $N_{Rd} = \min(N_{Rd,s}; N_{Rd,c}; N_{Rd,p}; N_{Rd,cb})$ Raudoitettu rakenne: - $N_{Rd} = \min(N_{Rd,s}; N_{Rd,re}; N_{Rd,p}; N_{Rd,cb})$, kun $N_{Rd,re} > N_{Rd,c}$.

7. Pohjalevyn jännitystila. Vain ASTEEL	δ_{vert}	Pohjalevylle suoritetaan FEM analyysi ja lasketaan von Mises jännitystila liitettävän profiilin kautta tuleville voimille. Levyn jännitystilan varmuustaso ja käyttöaste lasketaan normilla: - SFS-EN 1993-1-1 kaava 6.1. - Kimmoplastinen, joustava liitos $\delta_{vert} = f_u/\gamma_{M2}$, $\gamma_{M2} = 1,25$ $\gamma_{M2} = 1,25$ - Kimmoinen, jäykkä liitos $\delta_{vert} = f_y/\gamma_M$, $\gamma_M = 1,0$ Levylle lasketaan muodonmuutoksista tuleva siirtymätila.
8. Liitettävän profiilin ja sen hitsin mitoitus. Vain ASTEEL	$F_{w,Rd}$	Pohjalevyyn hitsattavalle profiilille lasketaan jännitys- ja käyttöaste. Tarkastelu suoritetaan levyn pinnassa. - SFS-EN 1993-1-1, kappale 6.2 kaava 6.1. Tämä menetelmä ei suorita profiilille levyosien hoikkuusanalyysia. Profiilin pienahitsi pintalevyyn mitoitetaan normilla: - SFS-EN 1993-1-8, kappale 4.5 kaava 4. - V- ja K-hitsille sovelletaan SFS-EN 1993-1-1 kaavaa 6.1.
9. Alustabetonin jännitystila.	δ_c	Pohjalevyn alustabetonille suoritetaan FEM laskennassa jännitysanalyysi levystä tulevalle normaalivoimalle. - Betonin puristusjännityksen mitoitusehto on rajoitettu SFS-EN 1992-1-1 mukaiseen arvoon: $\delta_c \leq f_{cd}$ - Voimakkaasti puristuskuormitetuille pohjalevyille voidaan tehdä betonin jännitysanalyysi, vaikka levyn muut kestävyydet eivät olisi määrääviä.
10. Lisäraudoituksen jännitystila ominaiskuormille	δ_t	Pulttien raudoitukselle lasketaan ominaiskuormien aiheuttama jännitystila, jonka avulla voidaan suorittaa betonin halkeamatarkastelu rakenteen reunassa.

4. Pultin minimi reunaetäisyys. Normaalivoima

Pultin minimi reunaetäisyys normaalivoimalle määräytyy joko betonipeitteen nimellisarvon tai pultin vaarnan betonimurtokriteerien perusteella. Taulukossa 7 on pultin minimi etäisyysvaatimukset. Mitta on pultin keskeltä rakenteen reunaan tai toisen pultin keskelle. Reunaetäisyyksien C1 ja E1 ensimmäinen arvo koskee vakiopultteja ja toinen S sarjan irrotettavia kierrepultteja.

Taulukko 7. Peruspulttien minimi reuna- ja keskiöetäisyydet normaalivoimalle.

Pultti	C1 [mm]	E1 [mm]
ALP22PC, -PS	70/80	70/85
ALP27PC, -PS	75/85	80/94
ALP30PC, -PS	80/90	88/105
ALP36PC, -PS	85/95	95/115
ALP39PC, -PS	85/95	100/125
ALP45PC, -PS	95/110	120/150
ALP52PC, -PS	100/115	135/165
ALP60PC, -PS	110/125	160/190

Pultti	C1 [mm]	E1 [mm]
ALP22P2, -S, -SM	75/80	75/90
ALP27P2, -S, -SM	80/90	90/105
ALP30P2, -S, -SM	85/95	105/120
ALP36P2, -S, -SM	90/105	120/140
ALP39P2, -S, -SM	95/105	120/145
ALP45P2, -S, -SM	100/115	140/165
ALP52P2, -S, -SM	110/130	170/200

Pultti	C1 [mm]	E1 [mm]	C2 [mm]	C3 [mm]
ALP22LC, -LS	85/90	70/85	160	300
ALP27LC, -LS	90/95	80/94	195	400
ALP30LC, -LS	100/105	88/105	160	400
ALP36LC, -LS	110/115	95/115	235	555
ALP39LC, -LS	110/115	100/125	290	640
ALP45LC, -LS	120/130	120/150	340	775
ALP52LC, -LS	140/150	135/165	335	950
ALP60LC, -LS	130/140	160/190	240	800

Pultin minimi reuna- ja keskiöetäisyydet on määritetty seuraaville reunaehdoille:

C1	ALP®-PC- ja ALP®-LC pultin minimi reunaetäisyys. Betonipeite.	- Pultin keskiön minimi etäisyys reunasta. C1 on määritetty rasitusluokissa XC3 - XC4 betonin nimellisarvolla C_{nom} = 35 mm ja 50 v käyttöiän ja hakakoon T10 mitoilla (C_{nom} = 45 mm). - Mittaa voi redusoida käyttöiän ja betonipeitteen sekä rasitusluokan muuttuessa.	Minimiarvoa ei saa alittaa.
E1	ALP®-PC pultin minimi keskiö-etäisyys.	- Pultin minimi keskiöetäisyys on määritetty viereisten pulttien tartuntojen etäisyyden ja pultin vaatiman tilan mukaan siten, että pultin tartunnat toimivat erillistankoina, ei tankonippuina.	Minimiarvoa ei saa alittaa.
C2	ALP®-LC pultin minimi reuna-etäisyys. Lisäraudoitettu alusta.	- Minimi reunaetäisyys C2 on määritetty ALP-LC pultin Blow-Out murtokriteerille. - Pultti raudoitetaan vetovoimalle ja Blow-Out murtokartiolle. Betoni C25/30-2. - Pulttien keskiöetäisyys pitää olla E2 ≥ 2*C2 - Reunasijoitusalueella C1 ⇔ C2 on pultin kestävyys laskettava aina mitoitusohjelmilla.	Minimiarvon alitus redusoi pultin Blow-out kestävyyttä.
C3	ALP®-LC pultin minimi reuna-etäisyys. Raudoittamaton alusta.	- Minimi reunaetäisyys C3 on määritetty ALP-LC pultin Concrete Cone murtokriteerille. - Pultti on raudoittamattomassa betonissa C25/30. - Pulttien keskiöetäisyys pitää olla E3 ≥ 2*C3. - Mitta C3 on myös minimi raudoittamattomassa rakenteessa vetokestävyydellä.	Minimiarvon alitusta ei suositella. Haurasmurtuma-vaara.

4.2.2 Leikkauskestävyys

1. Laskentamenetelmä

Pultin leikkauskestävyyden mitoitusarvo määritetään seuraavissa mitoitustilanteissa:

1. Asennustilanne Jälkivaluleikkaus	- Pultin kierteen teräsleikkauskestävyys $V_{Rd,se}$. - Leikkauskestävyys määräytyy EN 1992-4 kaavan 7.34 ja 7.36 mukaan asennustilanteen voimilla, kun liitoksen jälkivalupaksuus on t_{grout} ≤ 0,5*D, jossa D=pultin kierteen nimellishalkaisija. (Steel failure without lever arm). - Leikkauskestävyys määräytyy EN 1992-4 kaavan 7.37 mukaan asennustilanteen voimilla, kun liitoksen jälkivalupaksuus on t_{grout} ≥ 0,5*D, jossa D=pultin kierteen nimellishalkaisija. (Steel failure with lever arm). - Kun t_{grout} ≥ 0,5*D. Asennustilanne lasketaan aina ohjelmilla.
2. Murtotilanne Jälkivaluleikkaus (ULS)	- Pultin kierteen teräsleikkauskestävyys on $V_{Rd,se}$. - Leikkauskestävyyden mitoitus tapahtuu kuten edellä kohdassa 1, mutta murtotilanteen voimilla. - Tätä murtotilaa ei tarkastella, jos liitoksen leikkausvoima siirretään kitkalla tai vaarnalla perustukseen.
3. Murtotilanne Perustus. (ULS)	Pulteille on määritetty kolme leikkauskestävyyttä: - Mitoitustilanne on halkeillut betoni ja lujuus C25/30 -2. - Reunaetäisyys on C4 tai C5 voiman suunnassa ja sivusuunnassa. A. Teräsleikkauskestävyys on $V_{Rd,s}$, kun reunaetäisyys on ≥ C5. Ei pulttikohtaista lisäraudoitusta. Pintaraudoitus vaaditaan. B. Betonileikkauskestävyys $V_{Rd,c1}$ on laskettu ilman pultin leikkausraudoitusta taulukon 7 reunaetäisyydelle C5. C Betonileikkauskestävyys $V_{Rd,c3}$ on laskettu pulttikohtaisella U-leikkaushakaraudoituksella taulukon 7 reunaetäisyydelle C4. - Reunaetäisyyksillä C1 ⇔ C5 betonileikkauskestävyydet lasketaan aina ASTEEL ja ACOLUMN ohjelmilla.
4. Onnettomuus-tilanne. Perustus. (ALS)	- Pultille määritetään onnettomuustilanteen leikkauskestävyydet kohdan 3 periaatteiden mukaan. - Osavarmuuskertoimet SFS-EN 1992-4 taulukko 4.1 onnettomuustilanne. - Mitoitus tehdään aina ohjelmilla.

5. Betonilujuus, reunaetäisyydet	- Kun perustuksen betonilujuus muuttuu ja reunaetäisyydet pienenevät, lasketaan kestävyydet aina ohjelmilla.

Taulukko 8. Peruspultin leikkauskestävyyden mitoitusarvo. Betoni C25/30-2.

Pultti ALP®-LC ALP®-PC	Murtotilanne						Asennustilanne	
	Teräskestävyys		Betonikestävyys		Kestävyys, laskenta-reunaetäisyys [mm]		Kierre	Jälkivalu
	$V_{Rd,s}$ [kN]	$V_{Rd,sa}$ [kN]	$V_{Rd,c1}$ [kN]	$V_{Rd,c3}$ [kN]	C4	C5	$V_{Rd,se}$ [kN]	$G \leq t_{grout}$ mm
ALP22PC, -LC	80,8	93,2	57,7	80,8	485	485	80,8	11
ALP27PC, -LC	122,4	141,2	87,4	122,4	630	630	122,4	14
ALP30PC, -LC	149,6	172,6	106,8	149,6	720	720	149,6	15
ALP36PC, -LC	217,9	251,4	155,6	217,9	925	925	217,9	18
ALP39PC, -LC	260,3	300,3	185,9	260,3	1030	1030	260,3	20
ALP45PC, -LC	348,3	401,8	248,7	348,3	1250	1250	348,3	22
ALP52PC, -LC	468,8	540,9	334,8	468,8	1450	1450	468,8	26
ALP60PC, -LC	629,9	726,8	450,0	629,9	1350	1350	629,9	30

2. Peruspultin leikkauskestävyys. Laskentaperiaate ja mitoitusehdot.

$V_{Rd,s}$	- Leikkauskestävyys perustuksessa. Kierre: Steel failure. - Murtotilanne. Laskettu reunaetäisyydellä ≥C5.
$V_{Rd,sa}$	- Leikkauskestävyys perustuksessa. Kierre: Steel failure. - Onnettomuustilanne. Laskettu reunaetäisyydellä ≥C5.
$V_{Rd,c1}$	- Leikkauskestävyys perustuksessa. Concrete Edge. - Murtotilanne: Ei leikkausraudoitusta. Reunaetäisyys ≥C4.
$V_{Rd,c3}$	- Leikkauskestävyys perustuksessa. Concrete Edge. - Murtotilanne. Pultissa on leikkausraudoitus. Reunaetäisyys ≥C5.
$V_{Rd,se}$	- Leikkauskestävyys jälkivalussa. Kierre: Steel failure. - Murtotilanne. Laskettu reunaetäisyydellä ≥C5. - Liitoksen jälkivalupaksuuden pitää olla $t_{grout} \leq 0,5 * D$, jossa D= pultin kierteen nimellishalkaisija. (Steel failure without lever arm).
C4	- Peruspultin minimi reunaetäisyys ilman leikkausvoiman lisäraudoitusta. Concrete Edge, ei leikkausraudoitusta. Mitoitusehto $V_{Rd} = V_{Rd,c1} = V_{Rd,c3} /1.4$.
C5	- Peruspultin minimi reunaetäisyys lisäraudoitettuna leikkausvoimalle. Concrete Edge + leikkausraudoitus. Mitoitusehto $V_{Rd} = V_{Rd,c3} \geq V_{Rd,s}$.
t_{grout}	- Liitoksen jälkivalun maksimi paksuus teräsleikkauskestävyydelle $V_{Rd,se}$.
- Kun reunaetäisyys on ≤ C4 tai ≤ C5, pultin betonileikkauskestävyys on laskettava ohjelmilla. - Kun jälkivalun paksuus $t_{grout} > 0,5 * D$, pultin kestävyys on aina laskettava ohjelmilla. - Osavarmuuskertoimet standardin SFS-EN 1992-4:2018 taulukon 4.1 mukaan. - Betoni C25/30-2. Hyvä tartuntaolosuhde ja halkeillut betoni.	

3. Leikkauskestävyys. Murtokriteerit betonissa

Pulteille suoritetaan seuraavat leikkausvoiman murtokriteeri tarkastelut. Murtokriteereissä huomioidaan pulttien sijainti rakenteen reunasta ja sivusuunnasta ja toisista pulteista. Laskenta tehdään kaikille pulteille, joista määräävin mitoittaa liitoksen.

1. Steel failure without lever arm.	$V_{Rd,s}$	Pultin varren teräsleikkauskestävyys lasketaan SFS-EN 1992-4:2018 taulukon 4.1 osavarmuuskertoimilla ja kaavalla (7.34) ja (7.35), kun jälkivalupaksuus $t_{grout} \leq D/2$. (D=pultin kierteen nimellishalkaisija).
2. Steel failure with lever arm. Asennustilanne.	$V_{Rd,se}$	Pultin varren teräsleikkauskestävyys asennustilanteessa lasketaan SFS-EN 1992-4:2018 kaavalla (7.37), kun jälkivalupaksuus t_{grout} on ≥D/2. Asennustilanteen kuormat ja jälkivalua ei ole tehty.
3. Steel failure with lever arm. Murtotilanne	$V_{Rd,s}$	Pultin varren teräskestävyys murtotilanteessa lasketaan SFS-EN 1992-4:2018 kaavoilla (7,34)(7.37) jälkivalupaksuuden mukaan. Murtotilanteen kuormat ja jälkivalu siirtää normaalivoimaa.
4. Pry-out.	$V_{Rd,cp}$	ALP®-LC pultille lasketaan Pry-out murtokriteeri. - SFS-EN 1992-4 kaava 7.39.

5. Concrete Edge. *Reunapuristus-kestävyys. Ilman leikkaus-raudoitusta.*	$V_{Rd,c}$	Pultin reunapuristuskestävyys $V_{Rd,c}$ määritetään SFS-EN 1992-4 kaavalla 7.40. Raudoituskerroin $\psi_{re,V}$ = 1.0. Arvo lasketaan pultille lähintä reunaa kohti tai leikkausvoiman suunnassa. <u>Pultin minimi leikkauskestävyys:</u> $V_{Rd,c,\ min} = min(V_{Rd,s}\ ;\ V_{Rd,cp}\ ;\ V_{Rd,c})$ <u>Liitoksen leikkauskestävyys:</u> $V_{Rd,c,\ levy} = n * V_{Rd,c,\ min}$, jossa n = pulttien määrä levyssä ja $V_{Rd,c,\ min}$ = pulttien pienin leikkauskestävyys.
6. Concrete Edge. *Reunapuristus-kestävyys. Leikkaus-raudoituksella.*	$V_{Rd,c}$	Pultin reunapuristuskestävyys $V_{Rd,c}$ määritetään SFS-EN 1992-4 kaavalla (7.40). Raudoituskerroin $\psi_{re,V}$ = 1.4. Arvo lasketaan lähimpänä reunaa olevalle pultille ja leikkausvoiman suunnassa. <u>Pultin minimi leikkauskestävyys raudoitettu:</u> $V_{Rd,c,\ min} = min(V_{Rd,s}\ ;\ V_{Rd,cp}\ ;\ V_{Rd,re})$, kun $min(V_{Rd,c})_n$ <u>Liitoksen leikkauskestävyys määräytyy</u> $V_{Rd,c,\ levy} = n * V_{Rd,c,\ min}$, jossa n = pulttien määrä liitoksessa $V_{Rd,c,\ min}$ = Pulttien pienin leikkauskestävyys. Leikkausvoima siirretään lisäraudoituksella.
7. Raudoituksen kestävyys.	$V_{Rd,re}$	Pulttien raudoitus leikkausvoimalle määritetään ehdosta: - $V_{Rd,re} \geq V_{Rd,c}$

4.2.3 Yhdistetty veto- ja leikkauskestävyys

Pulteille suoritetaan veto- ja leikkausvoiman murtokriteerien yhdistely seuraavilla periaatteilla. Mitoitus suoritetaan jokaiselle yksittäiselle pultille, joista suurin käyttöaste määrää liitoksen kestävyydelle.

1. Pultin teräskestävyys	Pultille lasketaan yhdistetty teräsveto- ja leikkauskestävyys - SFS-EN 1992-4:2018 kaava 7.54. - $(N_{Ed}/N_{Rd,s})^2 + (V_{Ed}/V_{Rd,s})^2 \leq 1$ (7.54)
2. Pultin betonikestävyys	Pultille lasketaan yhdistetty betonin veto- ja leikkauskestävyys kaavoilla 7.55 ja 7.56 tilanteessa, jossa ei käytetä raudoitusta tai molemmat voimakomponentit siirretään lisäraudoituksella. Kaava huomioi teräskestävyyden, mikäli se mitoittaa. $(N_{Ed}/N_{Rd,i})^{1.5} + (V_{Ed}/V_{Rd,i})^{1.5} \leq 1$ (7.55) tai $(N_{Ed}/N_{Rd,i}) + (V_{Ed}/V_{Rd,i}) \leq 1.2$ (7.56)
3. Pultin betonikestävyys	Pulteille lasketaan yhdistetty betonin veto- ja leikkauskestävyys kaavalla 7.57 tilanteessa, jossa raudoituksella siirretään vain toinen (veto tai leikkaus) voimakomponentti ja toinen siirretään vain pultilla. Exponentti k_{11} = 0,67. Kaava huomioi teräskestävyyden, mikäli se mitoittaa. $(N_{Ed}/N_{Rd,i})^{k11} + (V_{Ed}/V_{Rd,i})^{k11} \leq 1$ (7.57)
4. Pultin kestävyys	Pultin kestävyyden määrää suurin käyttöaste murtokriteerien yhdistelyssä. Kun leikkausvoima siirretään kenkäliitoksessa kitkan avulla ja teräspilarissa leikkausvaarnan avulla, pultille ei lasketa leikkausvoimaa ja suure β_V = 0.

4.3 Pilarin leikkausvoiman siirto jälkivalulle ja perustukseen

Pilarin leikkausvoima siirretään pilarilta jälkivalun kautta perustukselle kolmella eri menetelmällä, joiden käytön suunnittelija valitsee ohjelman kuormitusyhdistelyssä.

1. Kitkavoima	Leikkausvoima siirretään kitkavoiman avulla pilarilta jälkivalulle. - Leikkausvoima siirtyy pilaribetonin ja kengän pohjalevyn alapinnan kitkan kautta jälkivalulle ja siitä perustuksen betonille. - Pultit eivät osallistu laskennallisesti leikkausvoiman siirtoon. - <u>Jäykistysseinäliitos</u>: Kitkavoima laskentaan SFS-EN 1992-1-1 kappaleen 6.2.5 työsauman rajapinnan kestävyyden mukaan. - <u>Pilarikenkä ja teräspilariliitos</u>: Kitkavoima lasketaan SFS-EN 1993-1-8

	kappaleen 6.2.2 kitkakertoimella μ = 0,2. Loput leikkausvoimasta siirtyy pulttien kautta. - Menetelmiä sovelletaan käyttöön, kun pilarin normaalivoima pysyy puristettuna ja normaalivoimasta tuleva kitkavoima riittää leikkausvoiman siirtoon. - Jos kitkaa ei käytetä, siirretään leikkausvoima pulttien kautta.
2. Peruspultit kiinnityslevyt	Leikkausvoima siirretään kaikilla peruspulteilla. Lähimpänä reunaa oleva pultti määrää muiden pulttien leikkauskestävyyden liitoksessa.
3. Leikkaus-vaarna	Leikkausvoima siirretään teräsvaarnalla: - Menetelmää käytetään teräspilariliitoksissa, joissa pohjalevyn alapintaan on hitsattu teräsprofiili, jonka vaarnavaikutuksella leikkausvoima siirtyy jälkivalun läpi suoraan perustuksen betonille. - Peruspultit eivät osallistu leikkausvoiman siirtoon.

4.4 Pulttiliitoksen suunnitteluohje päärakennesuunnittelijalle

Pulttiliitoksen suunnittelu tämän käyttöohjeen mukaan tehdään ACOLUMN® 5.0 ja ASTEEL 2.0 mitoitusohjelmilla. Laskentamenetelmän vuoksi käsin laskentaan ei anneta ohjeita, eikä pultteja suositella käytettäväksi detaljisuunnittelussa likimääräisillä laskentamenetelmillä. Ohjelmalla suunnitellaan pultit seuraavissa liitostyypeissä:

1. Pilarikenkä-liitokset	Runkopilareiden liitokset. - Kenkäliitokset elementtipilareiden jatkoksissa. - Kenkäliitokset peruspilariin ja paikallavaluanturaan. - Suorakaide- ja pyöreät pilarit. - APK®-C, APKK-C ja AHK®, AHK-K kengät.
2. Seinäkenkä-liitokset	Jäykistävä seinä. - Jäykistävän elementtiseinän jatkos- ja perustusliitos. - ASL®-H ja ASL®-P seinäkengät.
3. Momenttijäykkä palkkipilari-liitos	Momenttijäykkä palkki-pilariliitos. - Betonielementtirungon momenttijäykät palkkipilari liitokset. - APK®-MC palkkikengät ja ALP®-P2 sarjan peruspultit.
4. Teräspilarin liitos perustukseen	Teräspilarin perustusliitos. - Teräspilareiden peruspulttiliitokset paikallavaluperustukseen. - Pohjalevy- ja leikkausvaarnaliitokset.
5. Kiinnityslevyt	Anstarin kiinnityslevyjen projektikohtainen mitoitus.
6. Ristikkoliitos	Anstarin ADE® ja ADK® ristikkoliitos tuotteiden projektikohtainen mitoitus.

Pulttiliitosten suunnittelussa huomioidaan seuraavat mitoitusehdot ja normit:

1. Mitoitusnormit ja kuormitus- yhdistely	- Pulttiliitoksen suunnittelu tehdään standardilla EN 1992-4:2018 ja SFS-EN euronormeja sovelletaan. - Ennen ohjelman käyttöä lasketaan erillisillä mitoitusohjelmilla pulttiliitoksessa vaikuttavat voimayhdistelmät. - Ohjelmassa on mahdollista mitoittaa liitos myös perus eurokoodilla sekä Ruotsin ja Saksan kansallisen liitteen mukaan.
2. Asennustilanteen mitoitus	- Pulttiliitos toimii asennustilanteessa ilman jälkivaluja. - Pulttien kestävyydet lasketaan asennustilanteelle annetuille voimille ACOLUMN® ja ASTEEL ohjelmilla. - Liitoksen normaalivoima siirretään pulttien kautta ja leikkausvoima siirtyy pulttien taivutuksen ja leikkauksen kautta. - Pulttien hoikkuus ja taivutuskestävyys huomioidaan liitoksen jälkivalupaksuuden mukaan.
3. Murtotilanteen mitoitus (ULS)	- Seuraamusluokan CC1–CC3 kertoimet huomioidaan kuormitusyhdistelyssä. - Pulttiliitos toimii murtotilanteessa, kun perustuksen betoni ja liitoksen jälkivalut ovat kovettuneet. - Ohjelma laskee liitoksen taivutettuna ja puristettuna rakenteena, jossa vetovoima siirtyy pultin/kengän kautta ja puristusvoima siirtyy pilaribetonin sekä kenkä/peruspulttien kautta. - Liitoksen leikkausvoima siirtyy kohdassa 4.2.2 esitetyillä periaatteilla. - Ohjelma suorittaa pulttien tarvitseman lisäraudoituksen mitoituksen.
4. Palotilanteen	- Pulttiliitos suunnitellaan samaan paloluokkaa rungon kanssa.

mitoitus	- Pultti on sijoitettava riittävän betonikerroksen etäisyydelle rakenteen reunasta jälkivalussa ja perustuksessa.
5. Dynaamiset kuormat	- Dynaamista vaikutusta sisältävät kuormat huomioidaan SFS-EN 1990-1 kohdan 4.1.5 mukaan kertomalla staattiset ominaiskuormat vastaavilla dynaamisilla suurennuskertoimilla. - Mitoitus suoritetaan näin lasketuilla voimilla staattisena tilanteena.
6. Maanjäristys-tilanteen kuormat	- Maanjäristysmitoitus huomioidaan murtotilanteen laskennassa SFS-EN 1991-1 mukaisesti kuormitusyhdistelykaavoissa. [5] - Mitoitus suoritetaan näin lasketuilla voimilla staattisena tilanteena. - Erillisellä ohjelmalla lasketaan maanjäristyksen kuormitusyhdistelystä tulevat liitosvoimat. - Kuormaosavarmuustaso valitaan euronormien mukaan.
7. Väsyttävät voimat	- Pultin kestävyysarvoja ei ole määritetty väsyttäville voimille. - Väsymismitoitus tehdään tapauskohtaisesti SFS-EN 1990-1 kohdan 4.1.4 periaatteiden mukaan. [4]
8. Onnettomuus-tilanteen mitoitus (ALS)	- Peruspultit lasketaan onnettomuustilanteessa SFS-EN 1992-4:2018 mukaan, käyttämällä taulukon 4.1 onnettomuustilanteen materiaaliosavarmuuskertoimia määrittämään liitoksen kestävyys. - Mitoitusta tarvitaan myös selvitettäessä ohjeen RIL 201-4-2017 [23] mukaan kenkä/pulttiliitoksen vaurionsietokykyä onnettomuustilanteessa CC3 luokan rakenteilla. - Tarkastelu suoritetaan ohjelmilla. Lasketaan erillisellä ohjelmalla onnettomuustilanteen voimayhdistely ja annetaan liitoksen voimat ”Onnettomuustilanteen kuormina”. - Ohjelma laskee onnettomuustilanteen kestävyysarvot ja käyttöasteet liitoksen eri osille. Onnettomuustilanteessa liittyvän profiilin materiaalien osavarmuustaso on rakenne- ja harjateräs γ_s = 1,0. Pultin materiaalien ja murtokriteerien osavarmuustaso on määritetty normilla SFS-EN 1992-4:2018 (taulukko 4.1)
9. Pultti matalissa lämpötiloissa	- Pulteille ei tarvitse tehdä erillistä käyttölämpötilatarkastelua. Noudatetaan harjateräkselle määritettyjä matalan lämpötilan mitoitusmenetelmiä.
10. Pultin toiminnan vaatima lisäraudoitus.	- Ohjelma laskee pultin lisäraudoituksen liitoksen voimien mukaan ja tulostaa minimi raudoitusmäärät. - Pulteilta tulevat voimat siirretään perustuksen raudoituksen kautta. - Ohjelma suorittaa perustuksen päätankojen normaalivoimakestävyyden ja limityspituuden tarkistuksen pultin alueella, jotta pultin laskentavoimat siirtyvät perustuksen päätangoille.
11. Pultin toiminnan vaatimat minimi reunaetäisyydet	- Ohjelma laskee standardin EN 1992-4:2018 mukaan normaalivoimalle kappaleessa 7.2.1 ja leikkausvoimalle kappaleessa 7.2.2 määritellyt murtokriteerien reunaetäisyydet. - Reunaetäisyyden tullessa määrääväksi redusoidaan pultin normaali- ja leikkausvoimakestävyyttä pultin todellisen reunaetäisyyden mukaan. - Reunaetäisyys ei määrää pultin sijoitusta. vaan pultin kestävyyttä redusoidaan laskettavan murtokriteerin mukaan. - Taulukossa 6 Annetut minimi etäisyydet perustuvat pultin rakenteellisiin mittoihin ja suojabetonikerrokseen C_{min} = 35 mm + 10 mm haka.
12. Pultin käyttöikä	- Liitoksen käyttöikämitoitus tehdään SFS-EN 1992-1-1 kappaleen 4 ohjeilla. Periaatteet on esitetty tämän ohjeen kappaleessa 5.7.

5 DETALJISUUNNITTELU

5.1 Suunnittelun vaiheet ja osapuolet

Peruspultit ovat Anstarin valmistama tuote, jonka lopullisen käytön suunnittelu kuuluu pilari-perustusliitoksen rakennesuunnittelijalle. Liitoksen detaljisuunnittelua varten on laadittu tämä käyttöohje sekä kenkä/pulttiliitoksen mitoitusohjelman ACOLUMN® betonipilarin liitoksiin ja ASTEEL teräspilarin liitoksiin.

Pulttiliitoksen lopullinen detaljisuunnittelu on suoritettava Anstarin mitoitusohjelmalla. Liitoksen eri komponenttien yhteistoiminta on määritetty standardin EN 1992-4:2018 mukaan. [10] Ohjelma laskee pultin kestävyydet liitoksen materiaaleilla ja mitoilla liitokseen annetuilla laskentavoimilla. Ohjelma tarkistaa, että pultin laskentavoimat siirtyvät euronormien mukaisesti perustuksen betonille ja raudoitukselle.

Laskentamenetelmän laajuuden vuoksi käsin laskentaan ei anneta ohjeita, eikä pultteja suositella käytettäväksi likimääräisillä käsin laskentamenetelmillä. Ohjelma mitoittaa pultit kuudessa erityyppisessä pulttiliitoksessa ja tuottaa laskelma-aineiston rakennusvalvontaa varten. Anstarin tekninen suunnittelu antaa lisäohjeita pulttituotteiden käytöstä. *Anstar@anstar.fi.*

Kotisivuiltamme *www.anstar.fi* voi ladata mitoitusohjelman. Ohjelma toimii Windows 10 käyttöjärjestelmässä. Pääikkunassa näytetään pilarin poikkileikkaus liitoksen pohjalevyn yläpinnan kohdalta sekä alapuolisen perustuksen mitat ja pultit. Pääikkunan valikkorakenne muodostuu toiminnoista:

5.2 ACOLUMN mitoitusohjelma

1. Käyttöliittymän valikot

1. Tiedosto	- Valikossa suoritetaan projektikansion ja tiedostohallinnan ja tulostuksen valinnat.
2. Lähtötiedot...	- Ensiksi valitaan laskettava liitostyyppi. - Seuraavaksi annetaan poikkileikkauksen geometria ja materiaalitiedot.
3. Kuormat	- Toiminnolla annetaan rungon kuormitusyhdistelystä lasketut voimat asennus- ja murtotilanteelle sekä palomitoitukselle.
4. Raudoitteet...	- Toiminnolla sijoitetaan liitokseen kengät ja peruspultit sekä pilarin pääraudoitus kenkien alueelle.
5. Mitoita...	- Valinta suorittaa liitoksen laskennan. - Tässä toiminnossa valitaan myös käyttö- ja onnettomuustilanteen laskenta.
6. Laskentatulokset	- Laskentatulokset tarkastellaan kengille ja pulteille sekä eri tilanteiden mitoitussuureille.
7. Ohjelman asetukset	- Valikossa annetaan ohjelman käyttöä ja laskentaa ohjaavia parametreja.

2. Laskentaa ohjaavat tiedot

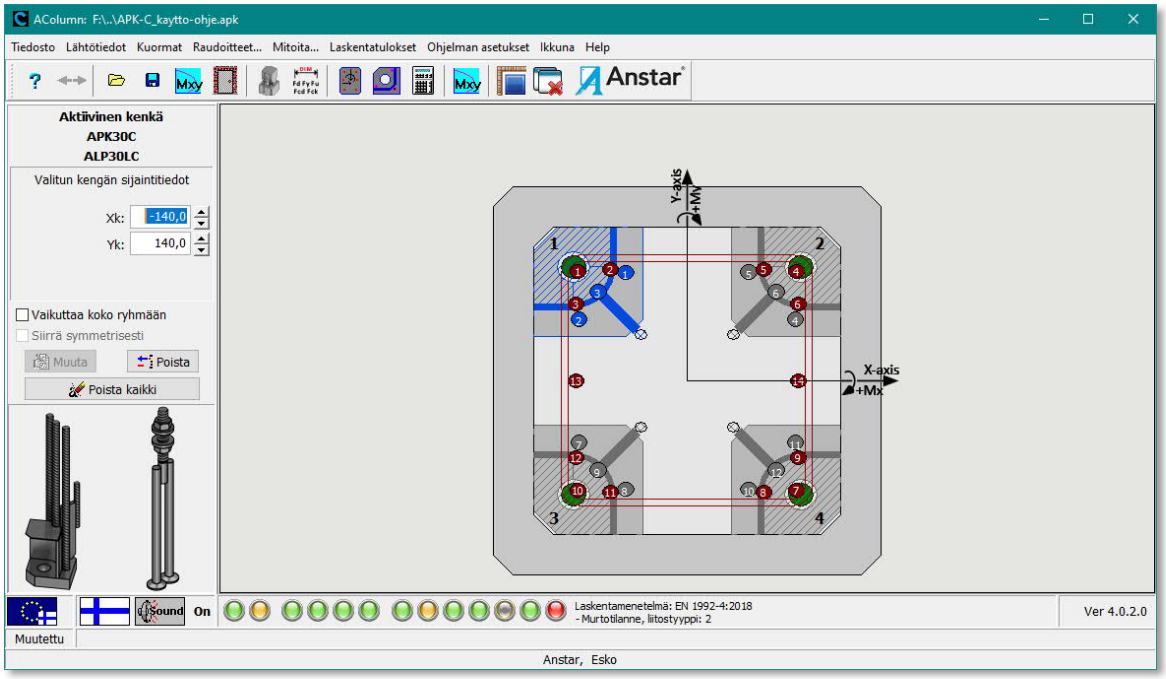
1. Laskentanormi	- Pääikkunassa on laskentaa ohjaavaa informatiivista tietoa: - Ikkunan vasemmassa alakulmassa on projektikansiossa käytössä olevan laskentanormin lipputunnus.
2. Käyttökieli	- Normilipun vieressä on käyttökielen lipputunnus. Valittavina on suomi, ruotsi, englanti ja saksa sekä sama myös tulostuskieleksi. Käyttö- ja tulostuskieli voidaan valita erikseen.

3. Pulttien soveltuvuus eri liitostyyppeihin perustusrakenteissa

Taulukossa 9 on ALP®-C pulttien soveltuvuus eri perustusrakenteisiin. Käyttökohteen valintaan vaikuttaa pultin pituus, suojabetonikerrosvaatimukset sekä lyhyen vaarnapultin murtokartiomitoituksen vaatima reunaetäisyys.

Taulukko 9. ALP®-C peruspulttien soveltuvuus eri perustusrakenteisiin

Peruspultti	Pilari-pilari liitos	Pilari-peruspilari liitos	Pilari-antura liitos
ALP®-PC ALP®-PS	Pultti ei sovellu, jos pilarin koko on sama. Suojabetoni-kerros jää vajaaksi. Pultti sopii, mikäli alapuolen pilarin poikkileikkauksen kokoa suurennetaan tai pultit sijoitetaan sisemmäksi.	Pultti sopii, jos peruspilari on riittävän korkea ja peruspilarin koko on hieman suurempi tai kengät sisennetään. Suojabetonikerros jää muuten vajaaksi.	Pultti ei sovi matalaan anturaan. Pultin korkeus on liian suuri. Tartuntoja ei voi taivuttaa. Mikäli anturassa on riittävästi korkeutta, pultti sopii hyvin.
ALP®-LC ALP®-LS	Pultti ei sovellu liitoksen vaarnan suuren reunaetäisyys-vaatimuksen takia.	Pultti ei sovellu vaarnan suuren reunaetäisyys-vaatimuksen takia.	Pultti sopii hyvin matalaan anturaan ja vaarnapultin reunaetäisyys riittää.
ALP®-P2 ALP®-P2S	Pultti ei sovellu, jos pilarin koko on sama. Suojabetoni-kerros jää vajaaksi. Pultti sopii, mikäli alapuolen pilarin poikkileikkausta vähän suurennetaan tai pultit sijoitetaan sisemmäksi.	Pultti sopii, jos peruspilari on riittävän korkea ja peruspilarin koko on hieman suurempi tai kengät sisennetään. Suojabetonikerros jää muuten vajaaksi.	Pultti sopii, jos pultin tartunnat taivutetaan anturan alapintaan.



Kuva 10. Pääikkuna APK®-C pilarikenkäliitoksella ja ALP®-PC pulteilla

4. Laskentatulosten nopea tarkastelu

Pääikkunassa on laskentatulosten nopeaa tarkastelua ohjaavaa informatiivista tietoa:

Käyttöastevalot

Ikkunan alapalkissa on näytetty eri laskentasuureiden käyttöasteet pyöreillä valoindikaatioilla. Värin merkitys laskentasuureeseen on:	
1. Vihreä	Käyttöaste on hyväksytty alueella 0 - 0,95
2. Keltainen	Käyttöaste on hyväksytty alueella 0,951 – 1.0

3. Punainen	Käyttöaste ylittyy alueella >1,01
4. Harmaa	Jos väri on harmaa, ei suuretta ole laskettu tai se ei kuulu liitostyypin mitoitusarvoihin. Jos asennuskuormia ei anneta, asennusta ei lasketa.
5. Väripalkki	 Käyttöastevalot aktivoituvat sitten, kun liitoksen voimat on annettu ja liitos on laskettu.

Käyttöasteen hyväksyntä

Ikkunan alapalkissa on esitetty laskentasuureiden käyttöasteet valoindikaatioilla. Värin merkitys laskentasuureeseen:	
1. Merkitys	- Valopalkin mitoitussuureen saa selville osoittamalla hiirellä valoa, jolloin valopalkin alle tulostuu käyttöastevalon merkitys.
2. Käyttöaste	- Klikkaamalla hiirellä valoa, avautuu kyseisen suureen tulostusikkuna siihen kuormitustapaukseen ja laskentasuureeseen, joka oli määräävin. - Valopalkki näyttää myös liitoksen laskentasuureiden merkittävimmät käyttöasteet, vaikka valo olisi vihreä.
3. Hyväksyntä	- Kun kaikki valot ovat vihreitä, keltaisia tai harmaita, on liitos hyväksytty. - Punainen merkitsee käyttöasteylitystä kyseisessä laskentasuureessa. - Laskijan velvollisuus on suorittaa lopullinen hyväksyntä.

5.3 Pilariliitoksen suunnittelu

5.3.1 Projektikansio ja ohjelman laskentanormi

1. Projektikansio

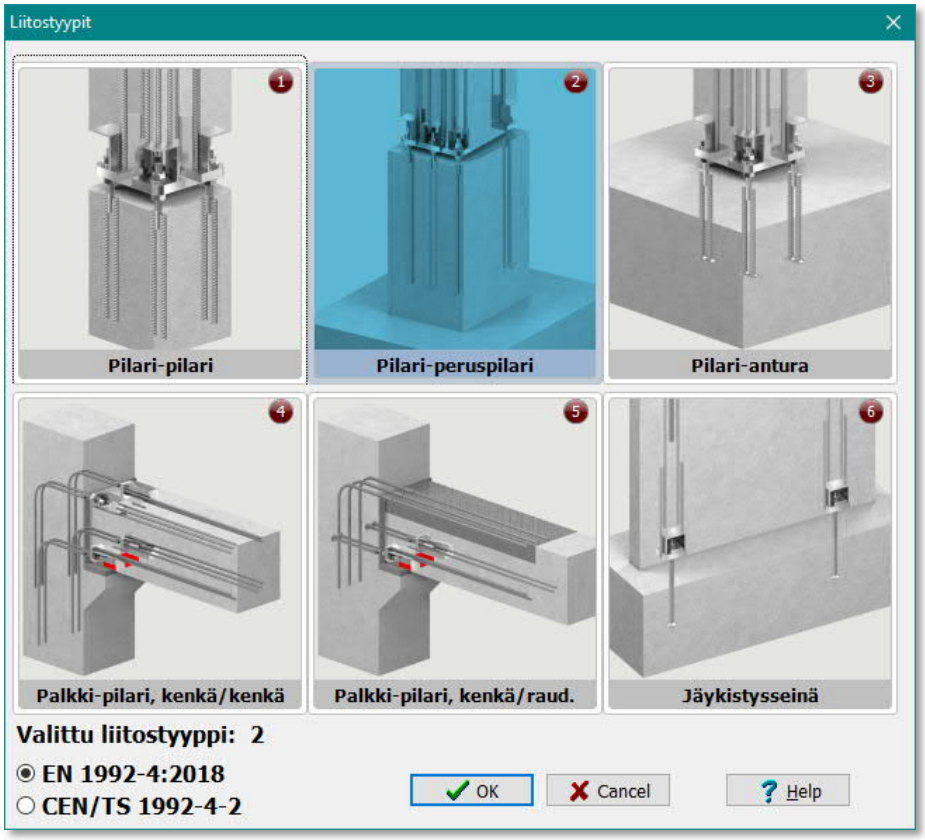
1. Yleistä	- Ohjelma aloitetaan luomalla projektikansio, jonne tallentuu laskentanormi ja laskentatiedostot. - Käyttöohjeissa on esitetty tarkemmin ohjelman laskennan lähtötiedot ja laskentamenetelmät ja -teoria sekä laskentatulokset. - Tässä ohjeessa annetaan vain harjateräspulttikohtaiset tiedot.
2. Laskenta-normin valinta	- Aluksi luodaan projektikansio, jonne lähtötiedot ja tulokset tallentuvat. - Tämä tehdään valikolla *Tiedosto/Projektikansio.* - Ohjelma kysyy kansioon kopioitava laskentanormi, jolla kansion tiedosto lasketaan. - Normivalinta tehdään kerran jokaiseen uuteen kansioon. - Laskenta käyttää kansioon valittua normia. - Normi vaihdetaan tekemällä uusi kansio ja valitsemalla sinne toinen normi.
3. Projekti-tiedot	- Kenttiin annetaan kansion projektia koskevat yleistiedot. - Tiedot tulostuvat laskelmatiedoston alkuun.

2. Ohjelman laskentanormit

EN 1992-1:2004 ja EN 1992-4:2018	Perus Eurokoodi ja uusin osa no. 4
SFS-EN 1992-1:2005+NA	Suomen Eurokoodi + NA
SS-EN 1992-1:2005/AC:2010+A1/2014 + EKS 11	Ruotsin Eurokoodi + EKS 11
DIN-EN 1992-1:2011-01+A1/2014	Saksan Eurokoodi + NA

5.3.2 Liitostyyppi

1. Liitostyyppi	- Liitostyyppi valitaan Lähtötiedot valikon kohdasta Liitosvalinta. - Ikkunaan avautuu kuvan 9 liitosvalikko, joka sisältää ohjelman käyttämät kaikki liitostyypit. - Liitostyyppi on valittava aina ensimmäisenä. - Valinta muokkaa ohjelman pääikkunan ja muut ikkunat valitun liitoksen mukaiseksi.
2. Liitoksen laskenta-normi	- Ikkunasta valitaan myös peruspultin laskentanormi. - Oletusnormi on EN 1992-4:2018 ja laskennan voi tehdä myös vanhemmalla kumotulla CEN/TS 1992-4 standardilla, joka antaa jonkin verran konservatiivisemman laskentatuloksen.



Kuva 11. ACOLUMN® ohjelman liitosvalikko

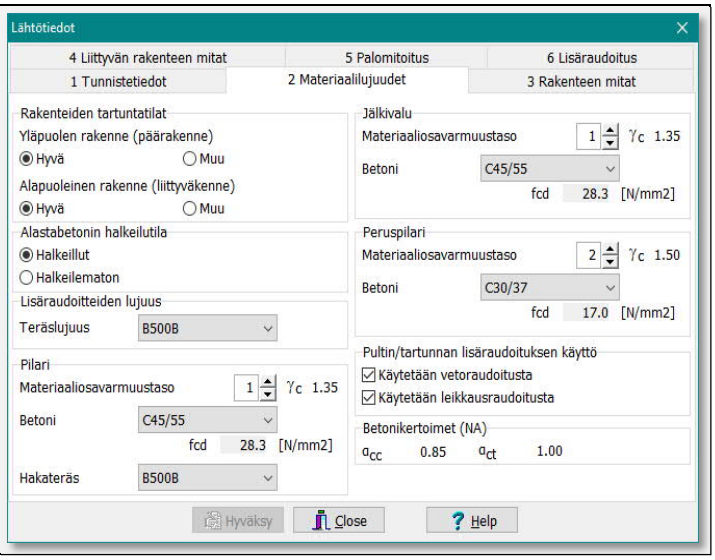
5.3.3 Mitta- ja materiaalitiedot

Liitoksen mitat annetaan *Mitta- ja materiaalitiedot* valikossa, jossa on kuusi välilehteä. Lähtötiedot annetaan välilehtien numerojärjestyksessä joko muuttamalla arvoja tai hyväksymällä annetut oletusarvot. Osa vakioarvoista on näkyvissä, mutta kenttä on harmaa, jolloin niitä ei pääse muuttamaan. *Hyväksy* valinta päivittää pääikkunan valitun liitostyypin mittojen mukaiseksi.

1. **Tunnistetiedot**
   Kenttiin annetaan laskelmiin tulostuvat tunnistetiedot.

2. **Materiaalilujuudet, välilehti 2**

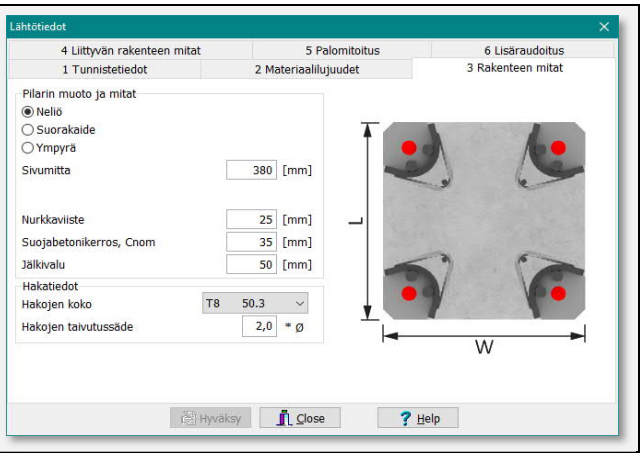
1. *Pilari- ja perustusbetonin halkeilu ja tartuntatila.*
   - Käytä halkeillutta betonia.
   - Tartuntaolosuhde valitaan pilarin ja perustuksen valutilanteen mukaan SFS-EN 1992-1-1 ohjeilla.
2. *Pultin/tartunnan lisäraudoitus*
   - Lisäraudoituksen käyttö valitaan tapauskohtaisesti vedolle ja/tai leikkaukselle.
   - Oletuksena raudoitusta käytetään.
3. *Betonin materiaalilujuudet*
   - Annetaan pilarin jälkivalun ja perustuksen betonilujuus
   - Minimilujuus on C25/30 -2.



Kuva 12. Välilehti 2. Materiaalilujuudet ja betonin halkeilutila sekä lisäraudoitus.

3. Rakenteen mitat, välilehti 3

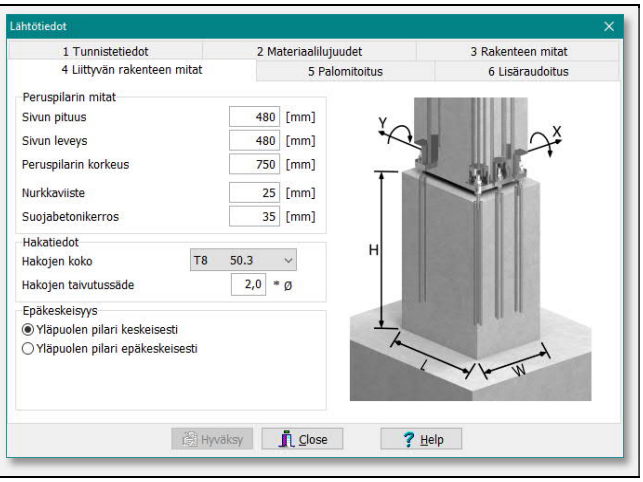
1. *Pilarin muoto ja mitat*
   - Pilari muoto voidaan valita:
   - Neliö, suorakaide ja ympyrä.
2. *Jälkivalu ja suojabetonikerros*
   - Jälkivalun oletuspaksuus tulee pultin vakiotiedoista.
   - Suojabetonikerrosta ja nurkkaviistettä käytetään pääikkunan piirrossa.



Kuva 13. Välilehti 3. Pilarin mittatiedot

4. Liittyvän rakenteen mitat, välilehti 4

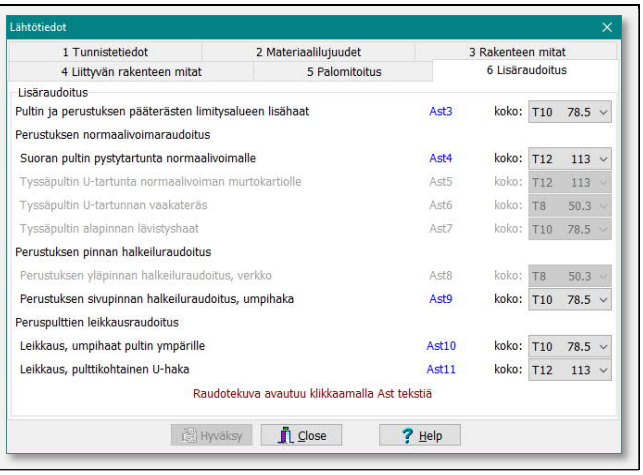
3. *Kiinnitysalustan mitat*
   - Perustuksen mitat annetaan kuvissa olevien mittojen mukaan.
   - Pilarin epäkeskisyys perustuksen suhteen valitaan.
   - Pilarin voi sijoittaa kiinni perustuksen reunaan. Kestävyydet lasketaan aina annetulla sijoituksella.
4. *Alustan syvyys.*
   - Kiinnitysalustan syvyys vaikuttaa tartuntojen laskentaan. Anna todellinen syvyys
5. *Nurkkaviiste ja hakatiedot*
   - Mitta vaikuttaa pääikkunan piirtoon.



Kuva 14. Välilehti 5. Kiinnitysalustan mittojen valinta

5. Lisäraudoitus, välilehti 6

1. *Lisäraudoitus*
   - Pilarin ja peruspultin raudoitteen laskentakoko voidaan valita välilehdeltä 6 liitoskohtaisesti.
   - Ikkunassa näkyy liitostyypeittäin käytössä olevat raudoitteet.
   - Raudoituksen periaatekuva avautuu klikkaamalla Ast tunnusta.
   - Ohjelma laskee valitulla tankokoolla lisäraudoitteen määrän.
   - Valittu oletusraudoituskoko tulostuu laskentatiedostoon.



Kuva 15. Välilehti 6. Lisäraudoituksen oletuskoko

6. Lähtötietojen hyväksyminen

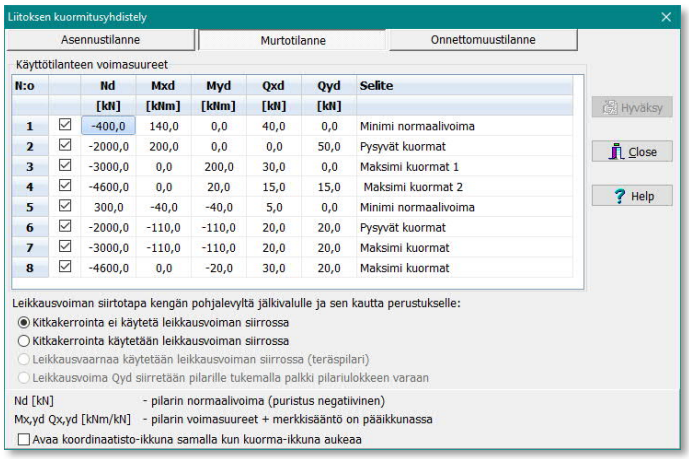
1. *Hyväksyntä*	- Kaikki valitut/muutetut tiedot on hyväksyttävä *Hyväksy* valinnalla. - Valinta hyväksyy *Lähtötiedot* ikkunan kaikki välilehdet yhdellä kertaa.
2. *Muutokset*	- Mittoja ja materiaaleja voi muuttaa ja kokeilla nopeasti laskentojen välillä.

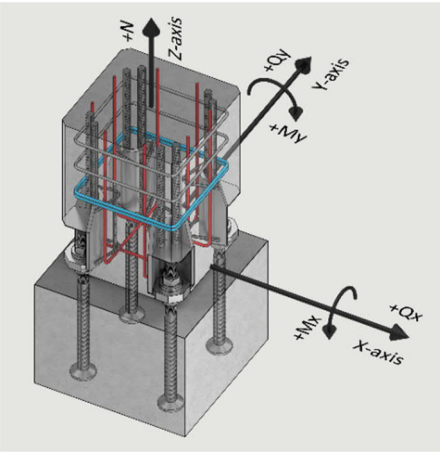
5.3.4 Liitoksen voimat

1. Liitoksen laskentavoimat ja yhdistely

1. Laskenta-voimien määritys	- Liitoksen voimat lasketaan erillisellä statiikkaohjelmalla. - Näistä muodostetaan voimayhdistelyt, joista määräävin annetaan. - Voimat sisältävät jo laskentanormin mukaiset kuormaosavarmuuskertoimet sekä seuraamusluokan kertoimen. - Voimat annetaan kuormitusyhdistelyittäin, joissa vetovoima ja/tai taivutusmomentti muodostaa yleensä määräävimmän yhdistelyn. - Kaikki yhtä aikaa vaikuttavat voimat on annettava samaan tapaukseen. Vaihtuvat momentti- ja leikkaussuunnat on analysoitava.
2. Onnettomuus-tilanne (ALS)	- Onnettomuustilanne (ALS) annetaan ominaiskuormina tai mitä halutaan laskea. - Ohjelma ei lisää laskentaan kuormaosavarmuuskertoimia.
3. Hyväksyntä	- Kaikki annetut tai **muutetut** voimat on hyväksyttävä *Hyväksy* valinnalla.

4. Normaali-voima N_d	- Liitokselle annetaan pilarin normaalivoima. - Pilarin puristusvoiman määräävin tapaus on myös laskettava. Voima siirtyy jälkivalun ja pulttien kautta betonille, jolloin betonin puristusjännitys pilarin alla voi tulla määrääväksi. Puristusvoima jakaantuu pulteille betonin jäykkyyden mukaan. Pultit siirtävät siten osan puristuksesta. Vetovoima voidaan myös laskea. - Ohjelma ei laske rakenteen lävistyskestävyyttä.
5. Taivutus-momentit M_{xd}, M_{yd}	- Liitokselle annetaan pilarin taivutusmomentit. - Samanarvoisista momenteista on syytä laskea (+, –) suunnat. - Liitos mitoitetaan myös vinoon taivutussuuntaan.
6. Leikkausvoima Q_{xd}, Q_{yd}	- Leikkausvoimat annetaan pääakseleiden suuntiin. - Määräävin leikkausvoima tulee kohti rakenteen lähintä reunaa. - Suurin leikkausvoima lasketaan myös, vaikka sen suunta on pois reunasta. - Tartunnan teräsleikkauskestävyys analysoidaan leikkausresultantin suuntaan.
7. Vääntö-momentti T_d	- Liitokselle ei voi vielä antaa vääntömomenttia.
8. Pysyvien kuormien osuus G_k	- Pysyvien kuormien suhteellinen osuus G_k kokonaiskuormasta. - Arvoa käytetään raudoituksen jännitystilan laskentaan ominaiskuormilla. Käytä oletusarvoa, jos et hyödynnä ominaisuutta. - Katso kohta 5.7 käyttöikämitoitus. Oletusarvoa voi muuttaa.
9. Leikkausvoiman siirtotapa	- Kitkakerrointa ei käytetä. Leikkausvoima siirretään kaikkien pulttien kautta. - Kitkakerrointa käytetään. Leikkausvoima siirtyy pilarin pään ja jälkivalun kitkan avulla.





Kuva 16. Liitoksen laskentavoimat ja koordinaatisto

5.3.5 Pilariliitoksen laskenta

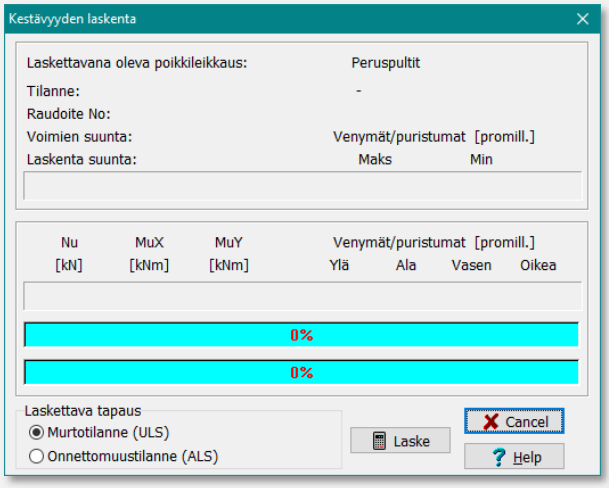
1. Liitoksen laskentamenetelmän valinta

Liitos lasketaan kohdasta *Mitoita*, joka avaa *Kestävyyden laskenta* ikkunan.
Laskenta suoritetaan seuraaville liitoksen rakenteille:

- Pilarin poikkileikkauksen kestävyyskäyrien mitoitus.
- Betonin jännitys-muodonmuutostilan laskenta pilarin alla.
- Pilarikenkien mitoitus.
- Peruspulttien laskenta SFS-EN 1992-4:2018 normaalivoiman ja leikkauksen kriteereille
- Kenkien ja peruspulttien lisäraudoituksen laskenta veto- ja leikkausvoimalle.

1. *Laskettava tapaus*
   Valinta suorittaa laskennan tilanteissa.
   - *Murtotilanne (ULS)*
   - *Onnettomuustilanne (ALS)*
   - Kun haluaa tulostaa molemmat laskennat, pitää suorittaa ensiksi murtotilanteen välitulostus.
   - Mikäli onnettomuustilanteen kuormia ei ole annettu, ei tilanteen laskenta avaudu.
2. *Laskentamenetelmä: Jäykkä liitos*
   - Poikkileikkaus toimii jäykkänä rakenteena, jolle ei sallita muodonmuutoksia tasosta poispäin.
   - Liitos vain kiertyy tasona.

   Laskenta-aika on suhteellisen nopea.



5.4 Asennustilanne. Pultit

5.4.1 Tulosten esitystapa

1. Valikkorakenne

Pulttien laskennan tulokset ovat valikossa: *Laskentatulokset.*	
1. *Asennustilanne.*	- Pulttien kestävyys asennustilanteessa jälkivaluleikkauksessa.
2. *Murtotilanne. Kengät.*	- Pilarikenkien kestävyys murtotilanteessa sekä pilarin pääraudoituksen kestävyys kenkäliitoksen kohdalla. - Kenkien vaatima lisäraudoitus. - Nämä tulokset ovat vastaavissa kenkien käyttöohjeissa.
3. *Murtotilanne. Pultit*	- Pulttien kestävyys murtotilanteessa perustuksessa sekä jälkivalupoikkileikkauksessa. Pulttien vaatima lisäraudoitus.
4. *Onnettomuus-tilanne*	- Kun onnettomuustilanne lasketaan, tiedot tulostuvat vastaaviin ikkunoihin.

2. Laskentatulokset

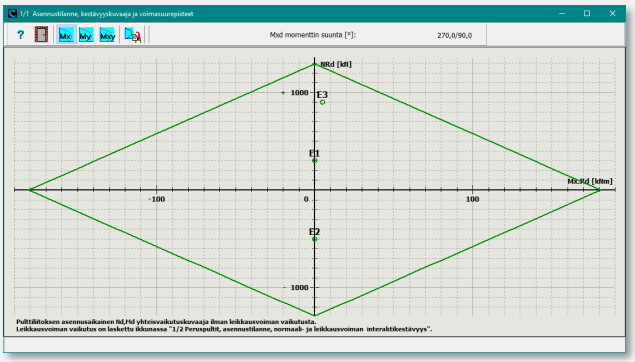
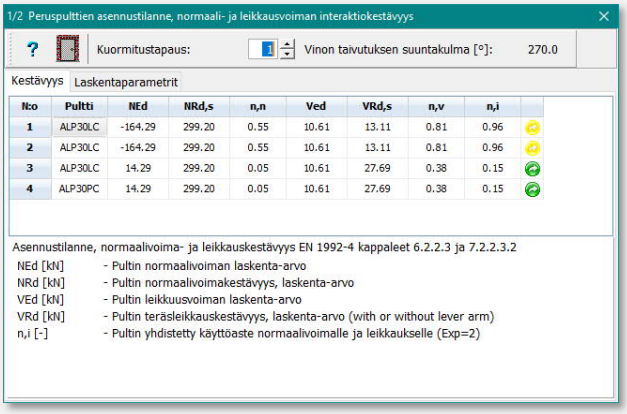
1. *Tulokset*	- Ikkunoissa on näytetty yhdistelytapauksittain kunkin laskentasuureen voimat ja käyttöasteet sekä laskentaparametrit. - Tulokset näytetään pääakseleiden suuntiin sekä vinon taivutuksen XY-suuntaan.
2. *Taivutussuunta*	- Vino taivutus lasketaan kombinaationa pääakseleiden suunnan voimista kyseisessä yhdistelyssä.
3. *Rakenteiden numerointi*	- Pääikkunaan tulostuu numerot pulttien ja kenkien tartuntojen sekä pilarin päätankojen kohdalle. - Nämä numerot ovat tulosteikkunoissa vastaavan osan/rivin kohdalla. - Tulosterivin tiedot voi paikallistaa pääikkunassa olevaan rakenteeseen. Numerot tulevat näkyviin laskennan jälkeen

3. Käyttöasteet

Käyttöasteita sisältävällä tulosterivillä on hyväksyntämerkintä värikoodilla seuraavasti:	
Vihreä	- Suureen käyttöaste on välillä 0 – 0,95
Keltainen	- Suureen käyttöaste on välillä 0,95 – 1,00
Punainen	- Suureen käyttöaste on > 1,00
Harmaa	- Suuretta ei ole laskettu tai se ei kuulu pultin mitoitusarvoihin
Suureen maksimi käyttöaste	- Pääikkunan valoa klikkaamalla avautuu ikkuna maksimi käyttöasteen yhdistelytapaukseen. - Ylitykset ovat helposti löydettävissä ja samoin kunkin suureen maksimi hyväksytty käyttöaste ja missä yhdistelyssä ja se esiintyy.

5.4.2 Asennustilanteen kestävyys

1. Kestävyysarvot ja hyväksyntä

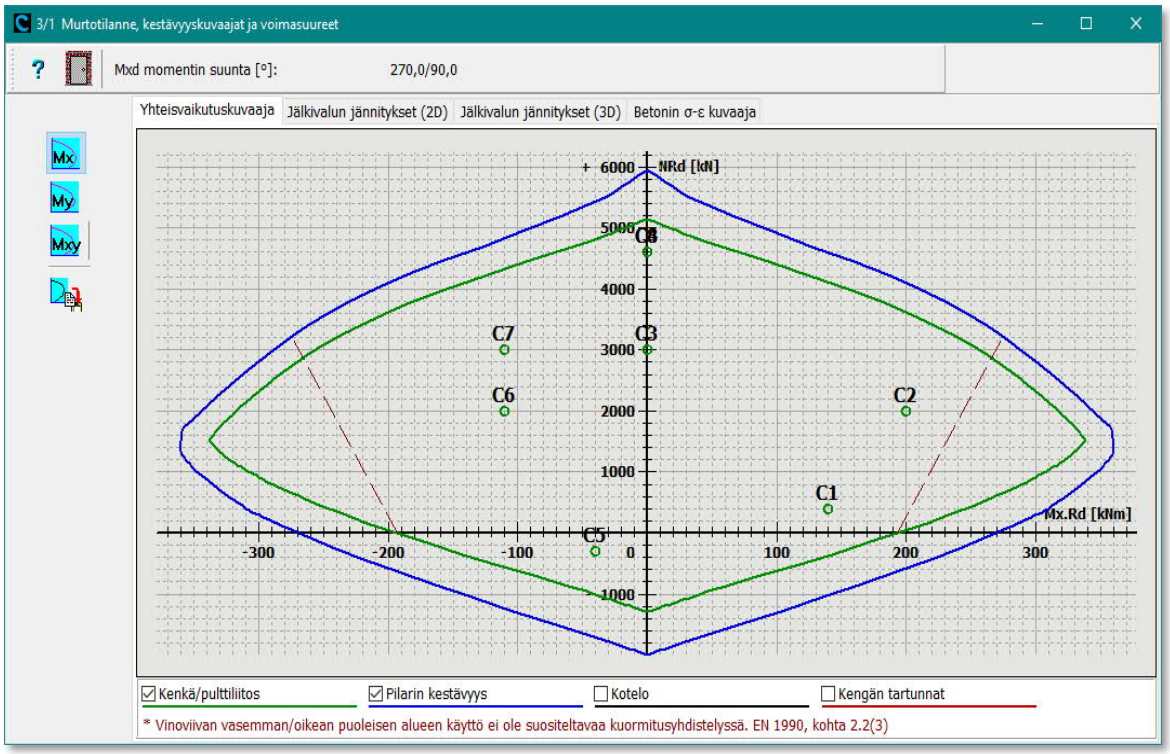
1. Laskenta-kuormat	- Mitoitus tehdään SFS-EN 1992-4:2018 kohdan 6.2.2.3 Shear loads with lever arm mukaan. Liitosta ei ole valettu. - Liitos lasketaan asennustilanteen kuormille. - Kaikki voimat siirtyvät pulttien kautta. - Jos asennustilanteen kuormia ei anneta, laskentaa ei suoriteta.
2. Liitoksen kestävyyskäyrä. Ikkuna 1/1.	- Ikkunassa 1/1 on pulttien asennustilanteen mitoituskäyrät. - Pulttien kestävyyskäyrä lasketaan taivutettuna ja puristettuna rakenteena jälkivalupaksuuden mukaan. - Laskenta pääakseleiden ja vinoon suuntaan. - Kuvaaja on normaalivoima/momentti kestävyys ja siinä ei ole mukana pulttien leikkausvoiman osuutta. 
3. Hyväksyntä.	- Asennustilanteen voimapisteiden pitää sijaita kuvaajan sisällä.
4. Pulttien kestävyys. Ikkuna 1/2.	- Ikkunassa 1/2 on liitoksen pulttien asennustilanteen kestävyys. - Pultti mitoitetaan normaalivoiman, momentin ja leikkauksen yh teisvaikutukselle. 
5. Hyväksyntä.	- Pulttien kestävyys on riittävä, kun normaali- ja leikkausvoiman käyttöaste on hyväksyttävällä tasolla. - Ikkunan 1/2 toisella välilehdellä on leikkauskestävyyden laskennassa käytetyt parametrit.

5.5 Murtotilanne. Peruspultit

5.5.1 Pilariliitoksen kestävyys normaalivoimalle

1. Yhteisvaikutuskuvaajat

1. Kestävyys-kuvaajat.	- Tulostusikkunassa 3/1 esitetään liitoksen eri rakenteiden kestävyyskuvaajat ja voimapisteet. Kuva 15. - Normaalivoiman kestävyyskuvaajat tulostetaan X- ja Y-akseleiden taivutussuuntaan, sekä vinoon taivutussuuntaan.
2. Hyväksyntä	- Murto- ja onnettomuustilanteen voimapisteiden C1-C8 (**vihreä**), pitää sijaita kuvaajien sininen ja vihreä sekä punaisen katkoviivan sisäpuolella. - Punainen, vihreä ja sininen käyrä voivat leikata toisensa. - Tämän lisäksi pitää tarkistaa betonin jännitys ja pultin betonikestävyys.

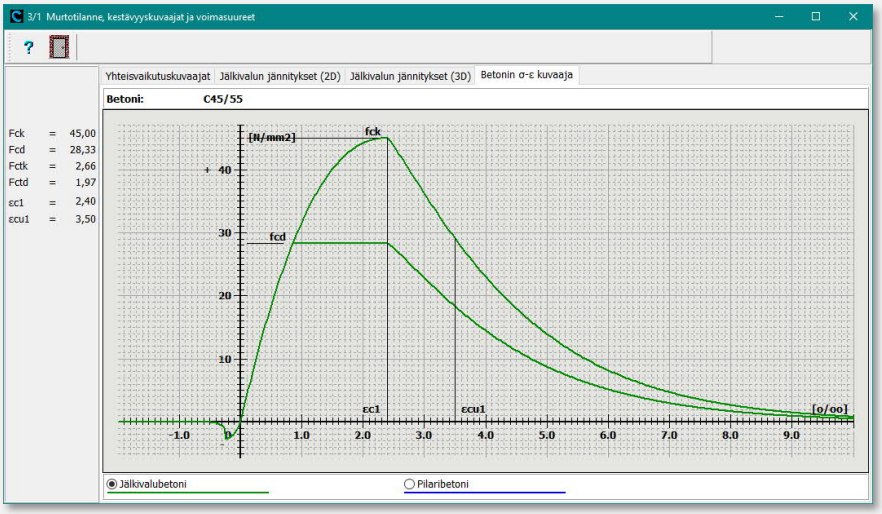


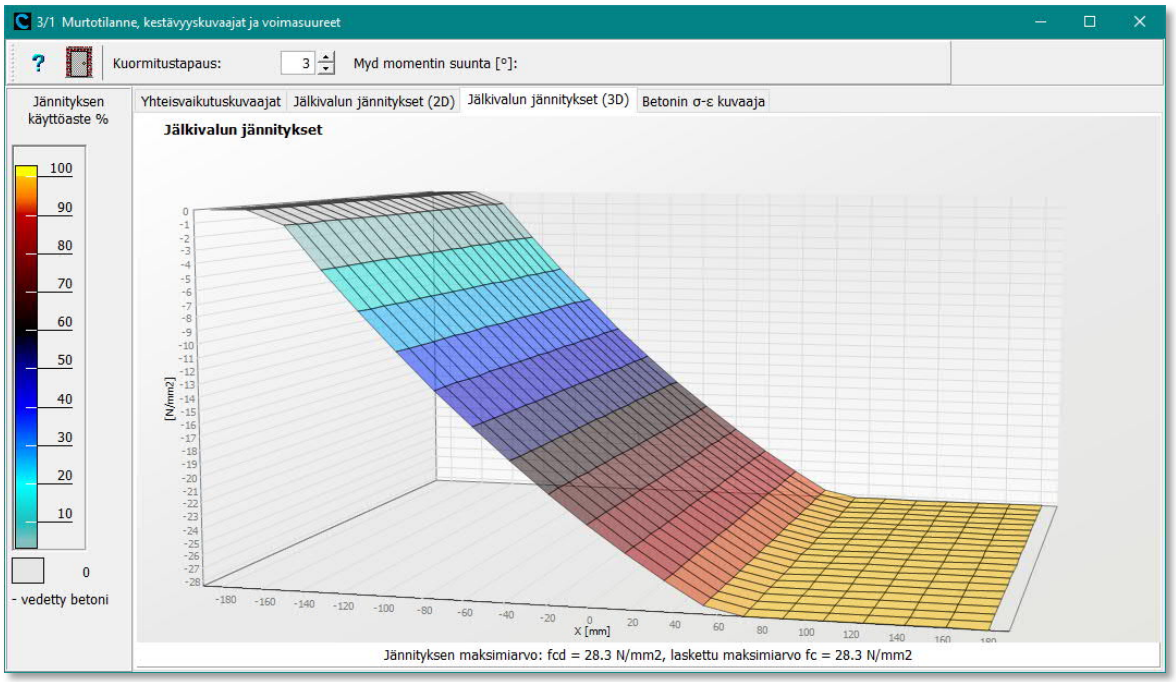
Kuva 17. Murtotilanne. Liitoksen kestävyyskuvaajat ja voimapisteet. X-akselin suunta

2. Peruspulttiliitoksen kestävyyskuvaajat.

1. Vihreä kuvaaja	*Kenkä/pultti liitos kestävyys.* - Kuvaaja lasketaan pilarin kokoiselle betonialueelle pulttien teräsvetokestävyydellä ja jälkivalun laskentalujuudella. - Leikkausvoiman vaikutusta ei ole tässä mukana. - Kuvaaja ei huomioi alustan reunaetäisyyksiä.
2. Sininen kuvaaja	*Pilarin kestävyys.* - Kuvaaja on pilarin normaalivoima- ja taivutusmomenttikestävyys. - Kuvaaja lasketaan liitoksen yläpuolelta pilarin raudoituksella. - Sininen voi leikata vihreää kuvaajaa tai olla sen sisäpuolella.
3. Voima pisteet	*Voimapisteet kuormitustapauksittain.* - Voimapisteiden pitää olla kuvaajien ja punaisen viivan sisällä. - Voimapisteiden etäisyys lähimmästä kuvaajasta edustaa liitoksen käyttöasteen tasoa. - Kuvaajalla voimapisteen C1-C8 käyttöaste on 1,0.
4. Punainen katkoviiva	*Katkoviivojen välinen tila on hyväksytty alue.* - Voimapisteet eivät saa sijoittua punaisen katkoviivan ulkopuolelle jäävien käyrien alueelle. Suunnittelija voi määrittää myös käytettävän alueen. - SFS-EN 1990 kohta 2.2(3) (=kuormitushistorian kehitys)

3. Jälkivalubetonin jännitys

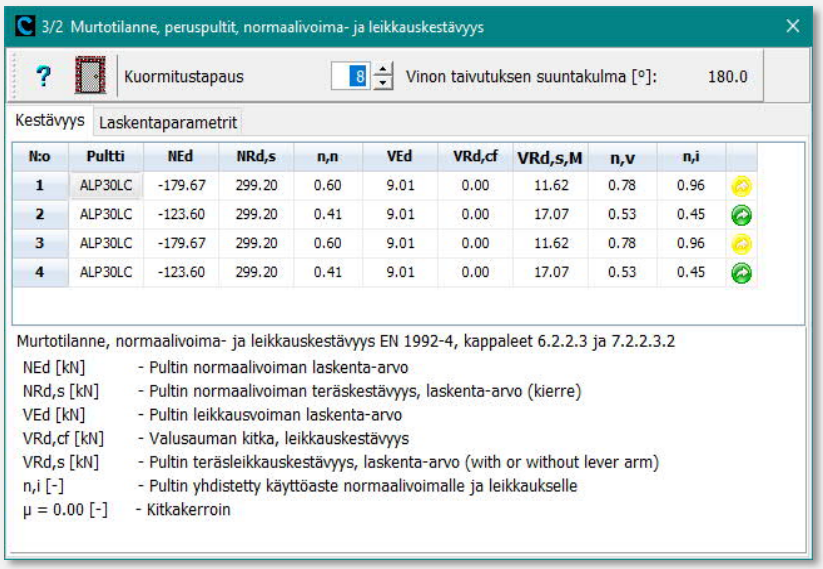
1. *Tulosten esitys*	Liitoksen jälkivalubetonin jännitystila on valikoissa 3/1 toinen ja kolmas välilehti.
2. *Elementin tiedot.* 3. *Betonin jännitys-muodon-muutos-käyrä*	- 2D ikkunassa voi hiirellä tarkistaa yksittäisen betonin laskentaelementin jännitystilan ja käyttöasteet. - Ikkunasta saa pulttien voiman ja jännitystilan liitoksessa. - Betonin 3D kuvio esittää jännitysten jakaantumisen pilarin alla, maksimi lasketun arvon ja laskentalujuuden ja käyttöasteen. - Harmaan värin betonin jännitys on nolla, tai pilarin alapää on irronnut betonista. - Väribaletti edustaa puristusjännitysten käyttöastetta. - Pilarin ja jälkivalun betonin lujuus noudattaa oheista jännitys-muodonmuutoskäyrää. 
4. *Tulosten hyväksyntä*	- Betonin puristusjännitys ei saa ylittää laskentalujuutta f_{cd}. - Pilarin pää voi irrota betonista, jos se on korroosion suhteen sallittua.



Kuva 18. Murtotilanne. Liitoksen jälkivalun betonin jännitystilan 3D-kuva.

5.5.2 Jälkivaluleikkaus. Murtotilanteen kestävyys

1. Kestävyysarvot ja hyväksyntä

1. Laskenta-kuormat.	- Mitoitus tehdään SFS-EN 1992-4:2018 kohdan 6.2.2.3 Shear loads with lever arm mukaan. - Liitos lasketaan murtotilanteen kuormille. Kuva 14. - Liitos on jälkivalettu ja betoni on kovettunut. - Liitoksen normaalivoimat siirretään betonin ja pulttien kautta materiaalien muodonmuutosten suhteessa. - Mikäli liitoksen leikkausvoima siirretään kitkalla tai leikkausvaarnalla, pulteille ei lasketa leikkausvoimaa.
2. Liitoksen kestävyys-käyrä. Ikkuna 3/1.	- Ikkunassa 3/1 vihreä käyrä on jälkivaluliitoksen kestävyyskäyrä. - Laskenta tehdään pääakseleiden ja vinoon suuntaan. - Kuvaaja on liitoksen normaalivoima/momentti kestävyys ja siinä ei ole mukana pulttien leikkausvoiman osuutta.
3. Hyväksyntä	- Murtotilanteen voimapisteiden pitää sijaita kuvaajan sisällä. - Ikkunasta 3/2 tarkistetaan vielä pulttien kestävyys.
4. Pulttien kestävyys. Ikkuna 3/2.	- Ikkunassa 3/2 on liitoksen pulttien murtotilanteen kestävyys. - Pultti mitoitetaan normaalivoiman, momentin ja leikkauksen yhteisvaikutukselle. 
5. Hyväksyntä	- Pulttien kestävyys on riittävä, kun yhdistetty normaali- ja leikkausvoiman käyttöaste on hyväksyttävällä tasolla. - Ikkunan 3/2 toisella välilehdellä on leikkauskestävyyden laskennassa käytetyt parametrit. - Mikäli kestävyys ylittyy, käytä kitkaa tai leikkausvaarnaa.

Kuva 19. Murtotilanne jälkivaluleikkaus. Pultin kestävyydet ja yhdistely

5.5.3 Perustus. Pultin normaalivoimakestävyys betonissa

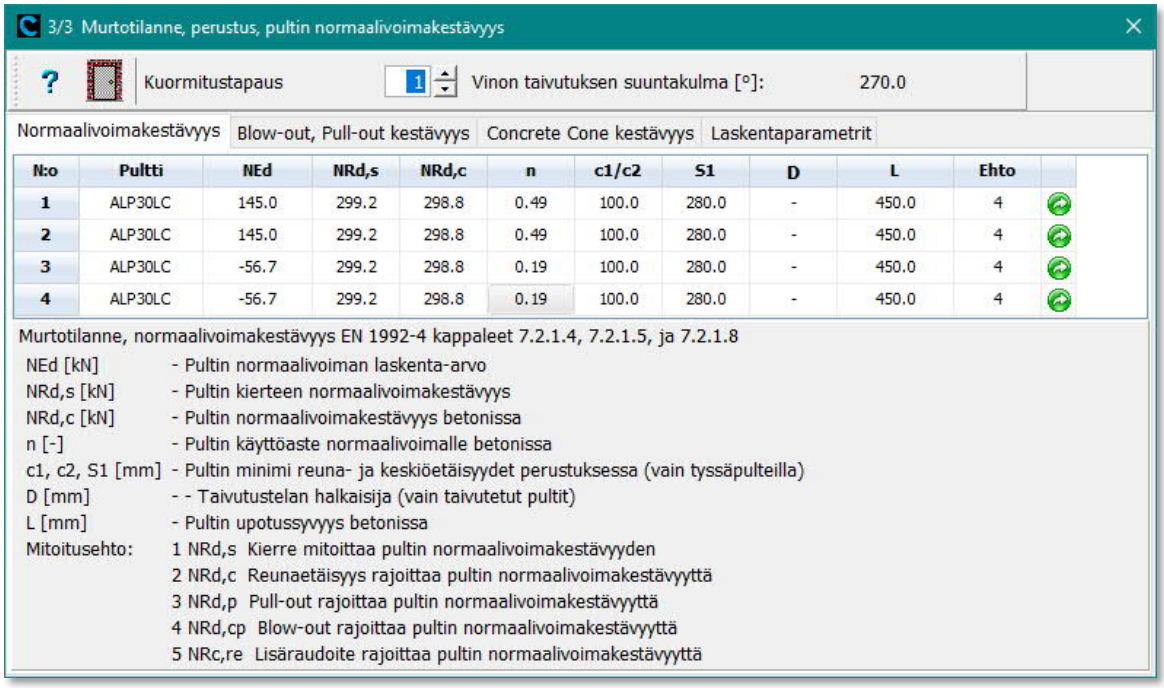
1. Kestävyyksien laskentaperiaate

Peruspultin mitoitus betonissa.	Pulteille lasketaan seuraavat murtokriteerit ja kestävyydet.
1. Kestävyydet esitystapa.	Kestävyydet on esitetty tulostusikkunoissa 3/3, 3/4 ja 3/5 seuraavasti: - Taulukon riveillä 1-n näytetään kunkin pultin voimasuureet kestävyydet ja käyttöasteet. - Pulttien numerointi on pääikkunassa.
2. Mitoitus normaali-voimalle.	Pulttien normaalivoimakestävyys. - Teräskestävyys - Blow-out ja Pull-out kestävyys - Concrete Cone kestävyys - Lisäraudoituksen kestävyys

3. Mitoitus leikkaus-voimalle.	Pulttien leikkauskestävyys. - Teräskestävyys - Pry-out kestävyys - Concrete Edge kestävyys - Lisäraudoituksen kestävyys
4. Normaali- ja leikkausvoiman yhdistely.	- Pulteille lasketaan normaali- ja leikkausvoiman yhdistely pääakseleiden suuntaan. - Leikkausvoiman teräskestävyys lasketaan voimaresultantin suuntaan. - Näistä ohjelma hakee määräävimmät kombinaatiot ja tulosta ne.
5. Tulosten hyväksyntä	*Tulosten hyväksyntä.* - Kestävyys on hyväksytty, kun pääikkunan valot 3/3, 3/4 ja 3/5 ovat vihreä, keltainen tai harmaa. *Hyväksyntäkriteerit:* - Pultti on hyväksytty, kun valo on vihreä tai keltainen. Vihreä käyttöaste on alueella 0-0,95 ja keltainen 0,951-1,0. - Harmaa tarkoittaa, että pultille ei lasketa kyseistä suuretta. - Punainen tarkoittaa käyttöasteen ylitystä jossain laskentasuureessa. - Mitoitussuureen arvo on viiva (-). Murtokriteerillä tai suureella ei ole mitoituksellista merkitystä tai sitä ei voida kyseiseen kuormitustapaukseen laskea. (ei toimenpiteitä) - Mitoitussuureen arvo on nolla (0,0). Murtokriteerille tai suureelle ei voida tässä rakenteessa tai kuormitustapauksessa määritellä laskennallista arvoa tai sen laskenta-arvo on nolla. (ei toimenpiteitä)

2. Normaalivoima kestävyyden mitoitusarvo

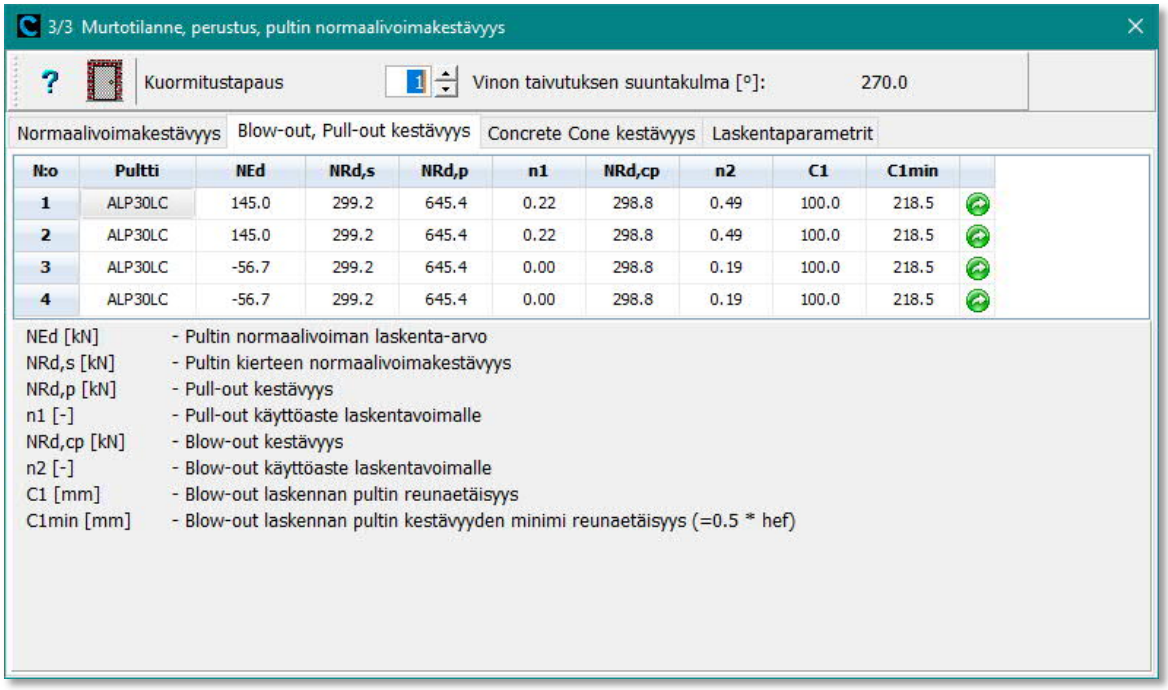
Ikkunaan 3/3 välilehti 1 tulostuu pulttien määräävin normaalivoimakestävyys välilehdiltä 2 ja 3 ja käyttöaste kuormitustapauksittain.	
1. N_{Ed}	Pultin laskentavoima kuormitustapauksittain.
2. $N_{Rd,s}$	Pultin kierteen teräsvetokestävyys.
3. $N_{Rd,c}$	Pultin mitoittava normaalivoiman murtokriteerikestävyys. Mitoitusarvo lasketaan ehdosta: - $N_{Rd,c} = \min(N_{Rd,s}; N_{Rd,c}; N_{Rd,p}; N_{Rd,cb})$ Ei vetoraudoitusta. - $N_{Rd,c} = \min(N_{Rd,s}; N_{Rd,re}; N_{Rd,p}; N_{Rd,cb})$ On vetoraudoitus.
4. Käyttöaste	Pultin mitoittavan normaalivoiman käyttöaste. Lasketaan kohdan 3 määräävimmästä murtokriteeristä.
5. Ehto	Kuvauksella voidaan tarkastella, mikä murtokriteeri tuli määrääväksi kullakin pultilla. Ehto = minimi tapauksista 1-5. Mitoitusehto arvioidaan seuraavasti: 1. $N_{Rd,s}$ Pultin varren teräsvetokestävyys mitoittaa. Pultti on niin kaukana reunasta, että teräskestävyys mitoittaa. Jos ylittyy, vaihda pultti. 2. $N_{Rd,c}$ Reunaetäisyys (betoni) rajoittaa pultin vetokestävyyttä. Pultti on rakenteen reunassa ja joku betonin murtokriteeri mitoittaa. Jos ylittyy, lisää vetoraudoitus tai vaihda pultti. 3. $N_{Rd,p}$ Pull-out rajoittaa pultin vetokestävyyttä. Tämä murtokriteeri mitoittaa pultin. Jos ylittyy, vaihda pultti. 4. $N_{Rd.cp}$ Blow-out rajoittaa pultin vetokestävyyttä. Pultti on niin lähellä rakenteen reunaa, että Blow-out mitoittaa. Jos ylittyy, vaihda pultti, muuta rakennetta. 5. $N_{Rd,re}$ Lisäraudoite määrää pultin vetokestävyyden. Jos ylittyi, niin pultti ei kestä edes raudoitettuna, vaihda pultti.
6. Hyväksyntä	Rivin lopussa oleva valo kuvaa kyseisen pultin hyväksynnän käyttöastetta ja rajaa. Rajat on esitetty edellisen taulukon kohdassa 5.



Kuva 20. Murtotilanne. Pultin vetokestävyys ja käyttöaste.

3. Pull-out, Blow-out kestävyys

Ikkunaan 3/3 välilehti 2 tulostuu pultin Pull-out ja Blow-out kestävyys.		
1. N_{Ed}	-	Pultin laskentavetovoima kuormitustapauksittain.
2. $N_{Rd,s}$	-	Pultin varren teräsvetokestävyys.
3. $N_{Rd,p}$, $N_{Rd,cp}$	-	Pultin Pull-out ja Blow-out kestävyys.
4. Käyttöaste n_1, n_2	-	Pultin käyttöaste näille murtokriteereille.
5. Hyväksyntä	-	Rivin lopussa on Pull-out ja Blow-out murtokriteerien hyväksyntä.

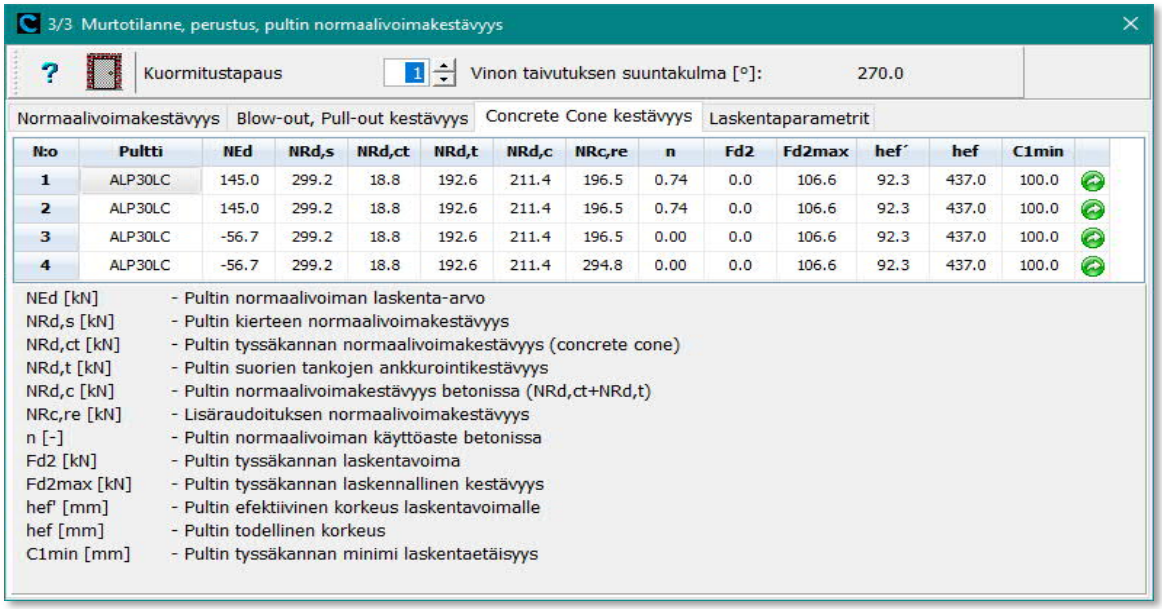


Kuva 21. Murtotilanne. Pultin Pull-out ja Blow-out kestävyys

4. Concrete Cone kestävyys ja lisäraudoitus

Ikkunaan 3/3 välilehti 3 tulostuu pultin teräskestävyys, Concrete Cone ja lisäraudoitus		
1. N_{Ed}	-	Pultin laskentavetovoima kuormitustapauksittain.
2. $N_{Rd,s}$	-	Pultin varren teräsvetokestävyys.

3. $N_{Rd,c}$	- Pultin betonivetokestävyys. - Minimi arvo Concrete Cone kestävyydestä.
4. $N_{Rd,re}$	- Pultin raudoituksen vetokestävyys. Ehto $N_{Rd,re} > N_{Rd,c}$. - Arvo lasketaan valitulle vetoraudoitukselle ikkunassa 3/6 välilehti 1. - Jos raudoitusta ei ole, tämä arvo on nolla.
5. Käyttöaste.	- Pultin käyttöaste määräävälle vetovoiman murtokriteereille.
6. Hyväksyntä.	- Rivin lopussa normaalivoiman ja taivutusmomenttien mitoittavan minimi murtokriteerien hyväksyntäaste.



N:o	Pultti	NEd	NRd,s	NRd,ct	NRd,t	NRd,c	NRc,re	n	Fd2	Fd2max	hef´	hef	C1min
1	ALP30LC	145.0	299.2	18.8	192.6	211.4	196.5	0.74	0.0	106.6	92.3	437.0	100.0
2	ALP30LC	145.0	299.2	18.8	192.6	211.4	196.5	0.74	0.0	106.6	92.3	437.0	100.0
3	ALP30LC	-56.7	299.2	18.8	192.6	211.4	196.5	0.00	0.0	106.6	92.3	437.0	100.0
4	ALP30LC	-56.7	299.2	18.8	192.6	211.4	294.8	0.00	0.0	106.6	92.3	437.0	100.0

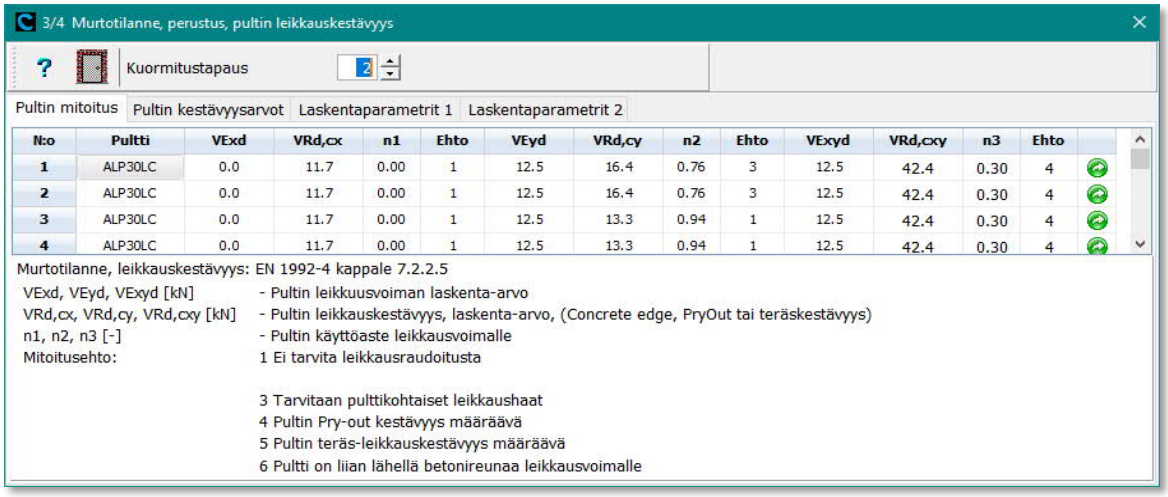
Kuva 22. Murtotilanne. Peruspultin Concrete Cone kestävyys.

5.5.4 Perustus. Pultin leikkauskestävyys betonissa

1. Leikkauskestävyyden mitoitusarvo

Ikkunaan 3/4 välilehti 1 tulostuu peruspultin määräävin leikkauskestävyys välilehdeltä 2 ja käyttöaste kuormitustapauksittain pääakseleiden suuntaan.	
1. V_{Exd}, V_{Eyd}, V_{Exyd},	Pultin leikkausvoiman laskenta-arvo kuormitustapauksittain pääakseleiden ja leikkausresultantin suuntaan. Leikkausvoiman arvoon lasketaan leikkausvoima sekä pulttien sijainnin epäkeskisyyden aiheuttama vääntö.
2. $V_{Rd,cx}$ $V_{Rd,cx}$ $V_{Rd,cxy}$	Pultin leikkauskestävyys. Arvot tulostuvat sen mukaan, onko leikkausraudoitus valittu käyttöön. - Pultin minimi leikkauskestävyys ilman leikkausraudoitusta: $V_{Rd,cx}$, $V_{Rd,cy}$ = min($V_{Rd,s}$; $V_{Rd,cp}$; $V_{Rdx,c1}$; $V_{Rdy,c1}$) - Pultin minimi leikkauskestävyys leikkausraudoitettuna: $V_{Rd,cx}$, $V_{Rd,cy}$ = min($V_{Rd,s}$; $V_{Rd,cp}$; $V_{Rdx,c3}$; $V_{Rdy,c3}$) - Pultin minimi leikkauskestävyys resultantin suuntaan - $V_{Rd,cxy}$ = min($V_{Rd,s\ resultantti}$) Lähinnä reunaa olevan pultin leikkauskestävyys määrää liitoksen leikkauskestävyyden. Muille pulteille annetaan kyseinen minimiarvo liitoksen kestävyyttä määritettäessä.
3. Käyttöaste	Pultin käyttöaste mitoittavalle murtokriteereille
4. Ehto	Kuvauksella voidaan tarkastella, mikä murtokriteeri tuli määrääväksi kullakin pultilla. Ehto = minimi tapauksista 1-6. 1. Ei tarvita leikkausraudoitusta. Pultti kestää betonissa ilman leikkausraudoitusta. 3. Tarvitaan pulttikohtaiset leikkaushaat. Pultti on leikkausraudoitettava leikkausvoimalle. Jos kestävyys ylittyi edelleen, niin pultti ei kestä edes leikkausraudoitettuna. Vaihda pultti. 4. Pry-out kestävyys on määräävä. Jos ylittyi, vaihda pultti. 5. Pultin teräsleikkauskestävyys on määräävä. Pultti on niin kaukana betonireunasta, että pultin teräsleikkauskestävyys

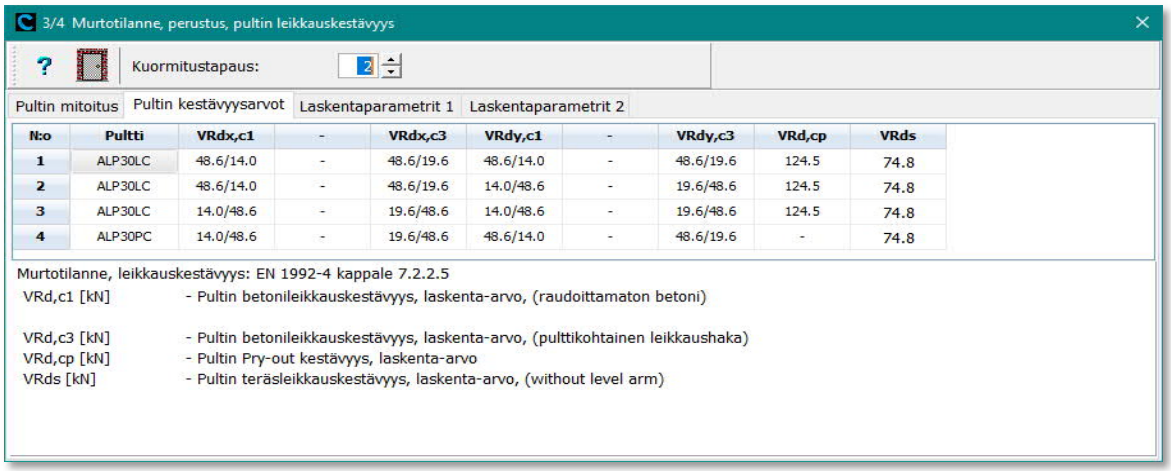
	mitoittaa. Jos se ylittyi, niin vaihda kaikki pultit. 6. Pultti on liian lähellä betonireunaa leikkausvoimalle. Pultin kestävyys ylittyy. Lisää leikkausraudoitus. Mikäli ilmoitus tuli leikkausraudoitettuna, pultti ei kestä ja muuta rakenne.
5. Hyväksyntä	Rivin lopussa on pääakseli- ja resultanttisuunnan leikkausvoiman ja väännön mitoittavan minimi murtokriteerien hyväksyntäaste.



Kuva 23. Murtotilanne. Peruspultin leikkauskestävyys

2. Leikkauskestävyydet, Pry-out, Concrete Edge ja teräsleikkaus

Ikkunaan 3/4 välilehti 2 tulostuu pulttien murtokriteerien leikkauskestävyydet.	
1. $V_{Rdx,c1}$ $V_{Rdy,c1}$	Pultin Concrete Edge leikkauskestävyys ilman raudoitusta. Kestävyydet tulostuvat molempien akseleiden +,- suuntiin. - Ensimmäinen luku on kyseisen pultin +X, ja +Y akselin suuntainen leikkauskestävyys ilman raudoitusta. - Toinen luku on kyseisen pultin -X, ja -Y akselin suuntainen leikkauskestävyys ilman raudoitusta. - Liitoksen leikkauskestävyys on suunnittain min $(V_{Rdx,c1})_i$; min $(V_{Rdy,c1})_i$ Jos tämä ylittyy, liitos on leikkausraudoitettava.
2. $V_{Rdx,c3}$ $V_{Rdy,c3}$	Pultin Concrete Edge leikkauskestävyys lisäraudoituksella - Ensimmäinen luku on kyseisen pultin +X, ja +Y akselin suuntainen leikkauskestävyys lisäraudoituksella - Toinen luku on kyseisen pultin -X, ja -Y akselin suuntainen leikkauskestävyys lisäraudoituksella. - Liitoksen leikkauskestävyys on suunnittain min $(V_{Rdx,c3})_i$; min$(V_{Rdy,c3})_i$ Jos tämä ylittyy, vaihda liitos tai muuta rakennetta.
3. $V_{Rd,cp}$	Pultin Pry-out murtokriteerikestävyys. Jos ylittyy, vaihda pultti.
4. $V_{Rd,s}$	Pultin teräsleikkauskestävyys. Jos ylittyy, vaihda pultti.

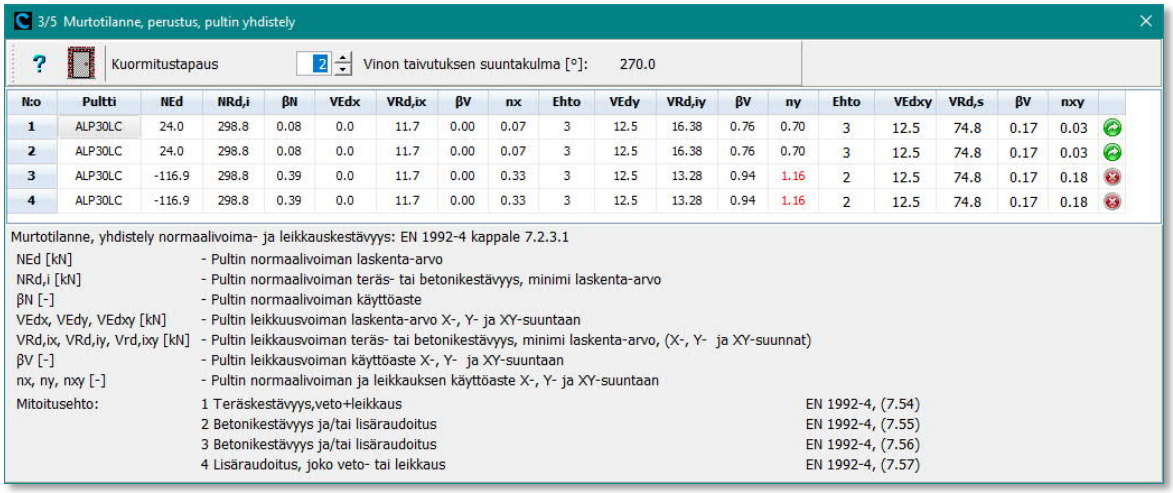


Kuva 24. Murtotilanne. Pultin betonileikkauskestävyys.

5.5.5 Perustus. Pultin normaalivoima- ja leikkauskestävyyden yhdistely

1. Kestävyyksien yhdistely

Ikkunaan 3/5 tulostuu pulttien normaali- ja leikkausvoimien kestävyyksien yhdistely pääakseleiden suuntiin ja vinoon taivutussuuntaan.	
1. N_{Ed}, V_{Exd}, V_{Eyd}, V_{Exyd},	- Pultin normaali- ja leikkausvoiman laskenta-arvo kuormitustapauksittain pääakseleiden ja leikkausresultantin suuntaan.
2. N_{ED}, $N_{Rd,I}$, β_N	- Pultin normaalivoiman laskenta-arvo, kestävyys ja käyttöaste.
3. V_{Exd}, V_{Eyd}, V_{Exyd} $V_{Rd,ix}$, $V_{Rd,iy}$, $V_{Rd,s}$ β_V	- Pultin leikkausvoiman laskenta-arvo, kestävyys ja käyttöaste X- ja Y-akseleiden suuntaan. - Pultin vinon suunnan leikkausresultantti, teräsleikkauskestävyys ja käyttöaste.
4. Käyttöaste n_x, n_y, n_{xy}	- Pultin normaalivoiman ja leikkaukseen yhdistelyn käyttöaste X- ja Y-akseleiden suuntaan ja vinon resultantin suuntaan.
5. Ehto	Kuvauksella voidaan tarkastella, mikä yhdistelykriteeri tuli määrääväksi kullakin pultilla. Yhdistelykaavat SFS-EN 1992-4:2018 kappale 7.2.3.1 Ehto = min (tapauksista 1-4). 1. Pultin kierteen teräskestävyys mitoittaa. Veto + leikkaus. Kaava SFS-EN 1992-4:2018 (7.54) 2. Pultin betonikestävyys mitoittaa. Veto + leikkaus Joko pelkkä betonikestävyys tai molemmat vedon ja leikkauksen lisäraudoitus on käytössä. Kaava SFS-EN 1992-4:2018 (7.55) 3. Pultin betonikestävyys mitoittaa. Veto + leikkaus Joko pelkkä betonikestävyys tai molemmat vedon ja leikkauksen lisäraudoitus on käytössä. Kaava SFS-EN 1992-4:2018 (7.56) 4. Pultin betonikestävyys mitoittaa. Veto + leikkaus Joko betonikestävyys tai vain toinen vedon ja leikkauksen lisäraudoituksista on käytössä. Kaava SFS-EN 1992-4:2018 (7.57)
6. Hyväksyntä	- Mikäli pulttien hyväksyntäaste on tässä ikkunassa vihreä tai keltainen, on myös koko liitos hyväksytty. - Suurin yksittäinen pultin käyttöaste edustaa siten myös liitoksen käyttöastetta ja pultin Ehto sitä, mikä kriteeri tulee määrääväksi liitoksessa.



N:o	Pultti	NEd	NRd,i	βN	VEdx	VRd,ix	βV	nx	Ehto	VEdy	VRd,iy	βV	ny	Ehto	VEdxy	VRd,s	βV	nxy
1	ALP30LC	24.0	298.8	0.08	0.0	11.7	0.00	0.07	3	12.5	16.38	0.76	0.70	3	12.5	74.8	0.17	0.03
2	ALP30LC	24.0	298.8	0.08	0.0	11.7	0.00	0.07	3	12.5	16.38	0.76	0.70	3	12.5	74.8	0.17	0.03
3	ALP30LC	-116.9	298.8	0.39	0.0	11.7	0.00	0.33	3	12.5	13.28	0.94	1.16	2	12.5	74.8	0.17	0.18
4	ALP30LC	-116.9	298.8	0.39	0.0	11.7	0.00	0.33	3	12.5	13.28	0.94	1.16	2	12.5	74.8	0.17	0.18

Kuva 25. Murtotilanne. Pultin normaalivoima- ja leikkauskestävyyden yhdistely

5.6 Peruspultin raudoitus

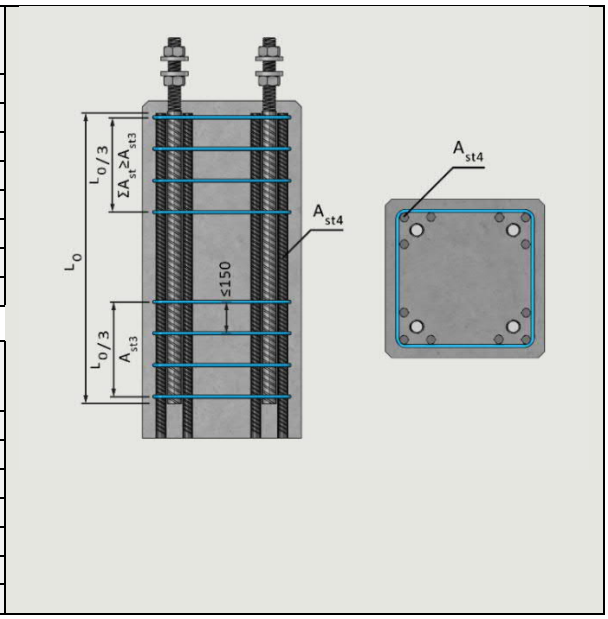
5.6.1 Pultin raudoitus normaalivoimalle

1. ALP®-PC ja ALP®-P2 pultin raudoitus normaalivoimalle peruspilarissa

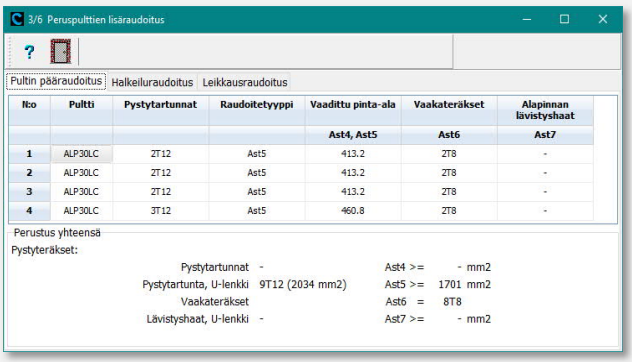
1. Halkeilu-haat A_{st3}	**Pultin halkeiluhaat** - Haat sijoitetaan pultin tartunnan ala- ja yläpäähän SFS-EN 1992-1-1, kohdan 8.7.3.1 mukaan. - Haat tarvitaan, kun pultin tartunta tai pilarin päätanko on ≥T20. - Hakojen keskinäinen etäisyys ≤150 mm. Haat valitaan pilarin/perustuksen hakojen mukaan ja sovitetaan käytettyyn hakakokoon. - Hakamäärä/sijoitusalue = A_{st3}, jonka on laskettu pultin tartunnan mukaan.
2. Pää-raudoitus A_{st4}	**Pultin pääraudoitus peruspilarissa** - A_{st4} on ALP®-PC ja ALP®-P2 pultin raudoitus normaalivoimalle peruspilarissa. - Raudoite muodostaa yleensä myös peruspilarin pääraudoituksen, ellei peruspilarin suuri koko vaadi pulteille erillisiä tartuntoja. - Pääraudoitus sijoitetaan pultin normaalivoiman vaikutusalueelle normin mukaisia tankojen minimietäisyyksiä noudattaen. Pääraudoitus on yksittäisinä tankoina, ei tankonippuina. Mitoitusehto on hyvä tartuntaolosuhde, tulo (α_2 α_3 α_5) = 1,0 ja limityskerroin α_6 = 1,5. - Kuvassa 24 on pultin normaalivoimakestävyyden mitoitusarvon mukaan laskettu maksimi pääraudoitus. Raudoituksen voi tehdä myös ohjelman laskeman pultin todellisen voiman mukaan. Kuva 25. - Tankokoon voi valita pilarin muun raudoituksen mukaan.

Pultti	A_{st3} mm²	A_{st3} T	A_{st4} mm²	A_{st4} T
ALP22PC, -PS	0	-	371	4T12
ALP27PC, -PS	0	-	563	3T16
ALP30PC, -PS	157	4T8	688	3T20
ALP36PC, -PS	157	4T8	1002	5T16
ALP39PC, -PS	157	4T8	1197	4T20
ALP45PC, -PS	245	4T10	1602	5T20
ALP52PC, -PS	307	4T10	2156	5T25
ALP60PC, -PS	402	4T12	2895	6T25

Pultti	A_{st3} mm²	A_{st3} T	A_{st4} mm²	A_{st4} T
ALP22P2, -P2S	0	-	371	2T16
ALP27P2, -P2S	157	4T8	563	3T16
ALP30P2, -P2S	245	4T10	688	3T20
ALP36P2, -P2S	307	4T10	1002	5T16
ALP39P2, -P2S	307	4T10	1197	4T20
ALP45P2, -P2S	402	5T10	1602	5T20
ALP52P2, -P2S	628	6T12	2156	5T25



Kuva 26. ALP®-PC ja ALP®-P2 pultin raudoitus normaalivoimalle

1. ALP®-PC pultin pääraudoitus - Ohjelma tulostaa ALP®-PC pulttien pääraudoituksen A_{st4} normaalivoimalle ikkunaan 3/6. - Raudoitteiden koko ja määrä lasketaan lähtötiedoissa annettujen oletustankojen mukaan. - Nämä raudoitteet ovat pulttikohtaisten voimien mukaan lasketut minimimäärät. - Perustus raudoitetaan maksimi pultin mukaan.	

3/6 Peruspulttien lisäraudoitus

Pultin pääraudoitus | Halkeiluraudoitus | Leikkausraudoitus

N:o	Pultti	Pystytartunnat	Raudoitetyyppi	Vaadittu pinta-ala	Vaakateräkset	Alapinnan lävistyshaat
				Ast4, Ast5	Ast6	Ast7
1	ALP30LC	2T12	Ast5	413.2	2T8	-
2	ALP30LC	2T12	Ast5	413.2	2T8	-
3	ALP30LC	2T12	Ast5	413.2	2T8	-
4	ALP30LC	3T12	Ast5	460.8	2T8	-

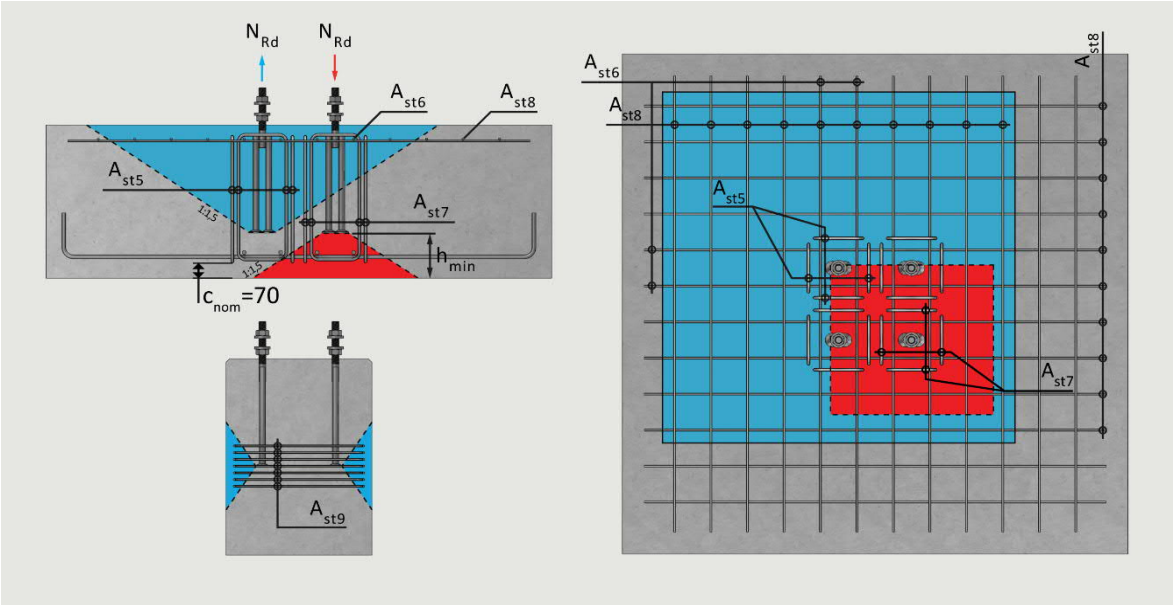
Perustus yhteensä
Pystyteräkset:

Pystytartunnat	-	Ast4 >=	- mm2
Pystytartunta, U-lenkki	9T12 (2034 mm2)	Ast5 >=	1701 mm2
Vaakateräkset		Ast6 =	8T8
Lävistyshaat, U-lenkki	-	Ast7 >=	- mm2

Kuva 27. ALP®-PC ja ALP®-P2 pultin raudoitus normaalivoimalle peruspilarissa

2. ALP®-LC pultin raudoitus normaalivoimalle pilarianturassa ja laatassa

ALP®-LC-pultin raudoituksen periaate anturassa on kuvassa 26, jossa on esitetty yhden vedetyn pultin (sininen) ja yhden puristetun pultin (punainen) murtokartion raudoitus.	
1. Veto-raudoitus A_{st5}	**Pultin Concrete Cone pääraudoitus. Peruspilari ja antura.** - Pultin murtokartion alueelle sijoitetaan pystyhakaraudoitus laskettuna pultin vetovoiman mukaan. Haat sijoitetaan symmetrisesti pultin ympärille. - Pultin voi raudoittaa taulukossa 9 esitetyllä pultin normaalivoimakestävyyden mukaan lasketulla maksimi raudoituksella A_{st5}, tai käyttää ohjelman laskemaa alaa. - Laskettu raudoitusala A_{st5} on U-haan toista leikettä kohti. - U-haat sijoitetaan pultin ympärillä ja ankkuroidaan anturan alapintaan.
2. Nurkka-teräkset A_{st6}	**Nurkkateräkset pystyhakojen kulmiin. Peruspilari ja antura.** - Pystyhakojen A_{st5} ylä- ja alapäähän sijoitettavat nurkkateräkset. - Tangon koon voi valita A_{st8} raudoituksen mukaan. - Tangot voidaan sisällyttää A_{st8} raudoitusmääriin.
3. Alapinnan raudoitus A_{st7}	**Pultin alapinnan murtokartioraudoitus. Pilariantura** - Puristetun pultin alapintaan tulee pystyhakaraudoitus. - Pultin voi raudoittaa taulukossa 9 esitetyllä pultin normaalivoimakestävyyden mukaan lasketulla raudoituksella A_{st7}. - Laskettu ala A_{st7} on U-haan toista leikettä kohti ja haka voidaan yhdistää hakaan A_{st5}. - Raudoitetta ei tarvita, kun pultin alla on betonia ≥ h_{min}, taulukko 9.
4. Halkeilu raudoitus A_{st8}	**Perustuksen yläpinnan halkeiluraudoitus. Peruspilari ja antura** - Perustuksen yläpintaan tarvitaan halkeiluraudoitus, joka muodostuu vedettyjen pulttien murtokartion alueelle sijoitettavasta verkkoraudoitteesta A_{st8}. Raudoitettavan alueen leveys on 3*h_{ef}, jossa h_{ef} on pultin upotussyvyys. - Raudoite tarvitaan symmetrisesti vedettyjen pulttien kohdalle molempiin suuntiin. A_{st8} on verkon kokonaispinta-ala/suunta. - Raudoite A_{st8} on taulukossa 9 laskettu yhden pultin vetokestävyyden mukaan. Verkon kokonaismäärä on vedettyjen pulttien mukaan yhteenlaskettu kokonaismäärä sijoitettuna symmetrisesti pulttien murtokartioiden alueelle. - Raudoitteesta A_{st8} voi käyttää kaksi/neljä tankoa/pulttilinja/suunta raudoitteeseen A_{st6}.
5. Blow-out haat A_{st9}	**Pultin vaarnan halkeiluraudoitus Blow-out murrolle. Peruspilari** - Peruspilarissa sijoitetaan pultin alapäähän vaarnan alueelle halkeiluraudoitus. Haat tarvitaan vain silloin, kun pultin reunaetäisyys ≤ C2 taulukossa 6. Tarvittavat lisähaat ovat taulukossa 10.



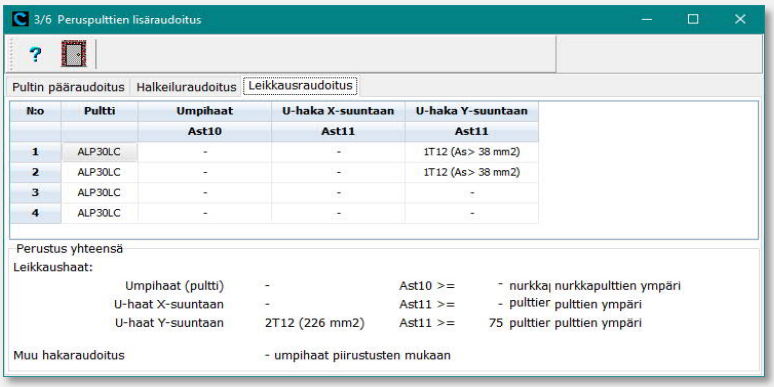
Kuva 28. ALP®-LC pultin normaalivoima- ja halkeiluraudoitus pilarianturassa.

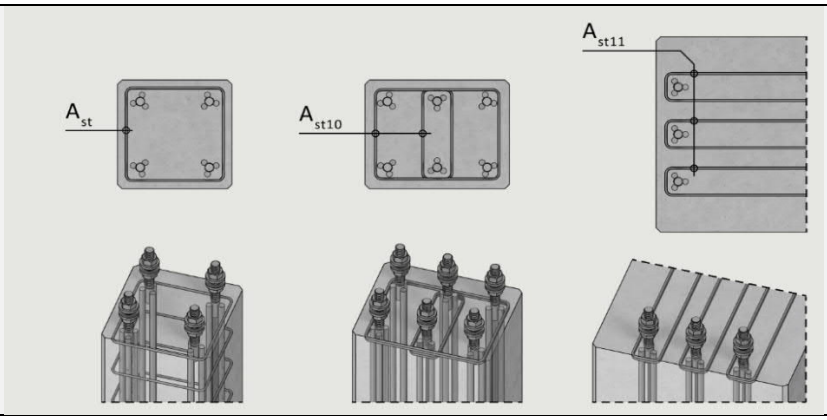
Taulukko 10. ALP®-LC pultin normaalivoima- ja halkeiluraudoitus.

Pultti	A_{st5} mm²	A_{st5} T	A_{st6} T	A_{st7} mm²	A_{st7} T	h_{min} mm	A_{st8}/A_{st9} mm²	A_{st9} T
ALP22LC, -LS	186	2T12	2T8	95	2T12	150	186	4T8
ALP27LC, -LS	281	4T12	2T8	150	2T12	200	281	6T8
ALP30LC, -LS	344	4T12	2T8	155	2T12	200	344	7T8
ALP36LC, -LS	501	6T12	2T10	251	4T12	280	501	7T10
ALP39LC, -LS	599	6T12	2T10	306	4T12	320	599	8T10
ALP45LC, -LS	801	4T16	2T12	406	2T16	385	801	7T12
ALP52LC, -LS	1078	6T16	2T12	555	4T16	450	1078	10T12
ALP60LC, -LS	1449	8T16	2T12	410	2T16	390	1449	13T12

5.6.2 Pultin raudoitus leikkausvoimalle

1. ALP®-PC ja ALP®-LC pultin raudoitus leikkausvoimalle

1. Ei raudoitusta. Ast	**Ohjelma ei tulosta leikkausraudoitusta** - Mikäli pilarin leikkausvoima siirretään kitkalla tai leikkausvaarnalla peruspilarille, riittää perustuksessa EC2:n mukaan laskettu leikkaushakaraudoitus. Ikkunaan 3/6 ei silloin tulostu raudoitteita A_{st10} ja A_{st11}. Suunnittelija määrittää tarvittavat haat erikseen. - Kun pilarin leikkausvoima on niin pieni, että pultteja varten ei tarvita leikkausraudoitusta, riittää normien mukaiset minimihaat $A_{st.}$ - Ohjelma ei tällöin tulosta leikkaushakoja A_{st10} ja A_{st11} ikkunaan 3/6. Suunnittelija määrittää tarvittavat haat erikseen.
2. Leikkaus-haat A_{st10} Vain CEN/TS 1992-4-2	**Leikkausvoima siirretään pulttien ympärille sijoitettavalla umpihaalla. Huom: Näitä hakoja ei käytetä EN 1992-4:2018 mitoituksessa.** - Kaikkien nurkkapulttien ympärille sijoitetaan suurin yksittäiselle pultille laskettu leikkaushakamäärä. - Keskipulteille sijoitetaan ohjelmassa laskettu välihakamäärä. - Haat sijoitetaan perustuksen yläpintaan nippuna ja sovitetaan muiden hakojen kanssa.
3. Pultti-kohtaiset leikkaus-haat A_{st11}	**Leikkausvoima siirretään pulttikohtaisella U-leikkaushaalla.** - Mikäli pultti ei kestä ilman raudoitusta niin ohjelma laskee pulteille pulttikohtaiset U-leikkaushaat. - Haat sijoitetaan perustuksen yläpinnassa pultin ympärille leikkausvoiman suunnassa ja ankkuroidaan perustuksen takareunaan. - Mikäli U-hakoja ei tulostu, ei niitä myöskään tarvita. - Mikäli pultin leikkauskestävyys kuitenkin ylittyy kuvassa 19 ja kuvaan 29 ei tulostu hakoja, on pultin leikkausvoima niin suuri, että sitä ei voi siirtää hakaraudoituksella. - Vaihda pultti tai muuta rakenteen mittoja tai betonilujuutta tai muuta leikkausvoiman siirtotapa kitkavoimaksi tai teräsvaarnaksi. 
4. Raudoitus-periaate	- Kuvassa 29 on esitetty peruspulttien leikkausraudoituksen periaatteet. Kuvassa ei ole esitetty perustuksen muuta raudoitusta. Nämä leikkausraudoitteet sijoitetaan, jos laskenta tulostaa ikkunaan 3/6 pulttikohtaisia leikkausraudoitteita A_{st10} – A_{st11}. - Perustuksen koko raudoitus muodostuu sen jälkeen kuvien 27 tai 28 normaalivoiman raudoituksesta sekä kuvan 29 pulttikohtaisesta leikkausraudoituksesta.



Kuva 29. ALP-C pulttien raudoitusperiaatteet leikkausvoimalle.

5.7 Pulttiliitoksen käyttöikämitoitus

1. Pulttiliitoksen alustabetonin halkeilutarkastelu ominaiskuormilla.

1. Betoni ja lisäraudoitus	Pulttiliitoksen alustabetonin halkeilulle suoritetaan seuraava tarkastelu: - Ikkunaan 3/6 välilehdelle 1 tulostuu pulteille lasketun vetoraudoituksen jännitystila ominaiskuormilla $\delta_{t,nom}$. - Ikkunaan 3/6 välilehdelle 3 tulostuu pulteille lasketun leikkausraudoituksen jännitystila ominaiskuormilla $\delta_{t,nom}$. - Ominaiskuorma on määritetty jakamalla laskentakuorma kertoimella, joka määritetään kuormat ikkunan kuormasuhteen kertoimella G_k.
2. Halkeilu-mitoitus	- Peruspulttien alustabetonille suoritetaan halkeilumitoitus rakenteen reunassa käyttämällä näitä jännitystiloja ja laskennan pohjana rakenteen mittojen ja muiden kuormitusten kanssa. - Halkeilumitoitus tehdään SFS-EN 1992-1-1 [6] kohdan 7.3 mukaan

2. Suositeltavat betonipeitteet ja pintakäsittelyt

1. Kuuma-sinkitys	- Peruspultit voidaan kuumasinkitä. - Kuumasinkitys voidaan toteuttaa siten, että vain kierre sinkitään tai sitten koko pultti sinkitään erikoistilauksesta. Pulttien kierteet voidaan toteuttaa irrotettavalla kierreosalla, jolloin materiaalivaihtoehdot kierteelle voi valita korroosiovaatimusten mukaan.
2. Betonipeite	- Taulukossa 11 on esitetty pultin tartuntojen betonipeitteen vaadittu nimellisarvo C_{nom} rasitusluokan mukaan SFS-EN 1992-1-1 arvoilla. - Pultin tartuntojen ja kierreosan betonipeitteen nimellisarvo on $C_{nom} = C_{min,cur} + \Delta_{cdev}$ (=10 mm) + haka T10. - Taulukossa 10 on esitetty pultin minimi reunaetäisyydet hakakoolla T10. - Taulukossa on myös pultin pintakäsittelymenetelmät eri rasitusluokissa.

Taulukko 11. Vaadittu betonipeitteen nimellisarvo C_{nom} ja pultin pintakäsittelysuositukset

Rasitusluokka EN 1992-1-1	50 vuoden käyttöikä C_{nom} +T10 mm	100 vuoden käyttöikä C_{nom} +T10 mm	Pulteille suositeltava kierremateriaali ja pultin pintakäsittelyvaihtoehdot	
			Kierremateriaali tai kierteen pintakäsittely	Pultin tartuntaosan pintakäsittely
X0	30	30	Ei pintakäsittelyä	Ei pintakäsittelyä
XC1	30	40	Ei pintakäsittelyä	Ei pintakäsittelyä
XC2	40	50	Ei pintakäsittelyä	Ei pintakäsittelyä
XC3 – XC4	45	55	Kuumasinkitty	Kuumasinkitty
XS1 – XD1	50	60	Kuumasinkitty	Kuumasinkitty
XD2	55	65	Kuumasinkitty	Kuumasinkitty
XD3	60	70	Kuumasinkitty	Kuumasinkitty
XS2 – XS3 XA1 – XA3 XF1 – XF4	-	-	Pultteja voi käyttää kohdekohtaisen erityisselvityksen perusteella. Pultin kierremateriaali, tartuntojen pintakäsittely ja betonipeitteen nimellisarvo määritetään kohteen vaatimusten mukaan.	

6 PULTTIEN ASENNUS TYÖMAALLA

6.1 Asennustyössä noudatettavat normit ja suunnitelmat

Pulttien asennustyössä noudatetaan seuraavia standardeja ja projektin rakennesuunnitelmia.

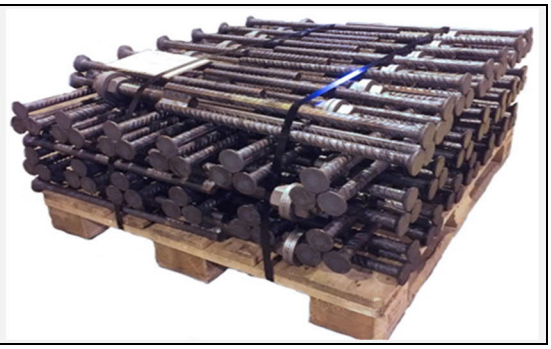
1. Toteutuseritelmä Laatusuunnitelma	- Rungon Asentajan laatima Asennussuunnitelma. - Projektiin laaditut betoni- ja teräsrakenteiden toteutuseritelmät. - Projektiin työmaalle laadittu Laaduntarkastussuunnitelma.
2. Piirustukset	- Rungon suunnittelijan laatimat asennuspiirustukset - Rungon suunnittelijan laatimat rakenneleikkaukset ja asennusdetaljit.
3. Asennusohje	- ALP®-C peruspulttien käyttöohje, jonka kappaleet 6, 7 ja 8 koskevat pulttiliitoksen asennusta työmaalla. [22]

6.2 Pulttien toimitus, varastointi ja tunnistaminen

Pultit toimitetaan kuormalavalla. Pitempiaikainen varastointi tehdään sateelta suojatussa tilassa. Kuumasinkittyjä pultteja säilytetään vähintään yksi kuukausi sinkityksen jälkeen ennen niiden käyttöä. Säilytysaika vaaditaan ennen betoniin valamista tartuntaa heikentävän vetyreaktion välttämiseksi. Pultin tyyppi ja koko voidaan tunnistaa seuraavasti:

Kuormalava varustetaan tunnistetiedoilla sekä jokainen pultti tunnistemaalauksella. Pulteissa on tunniste:

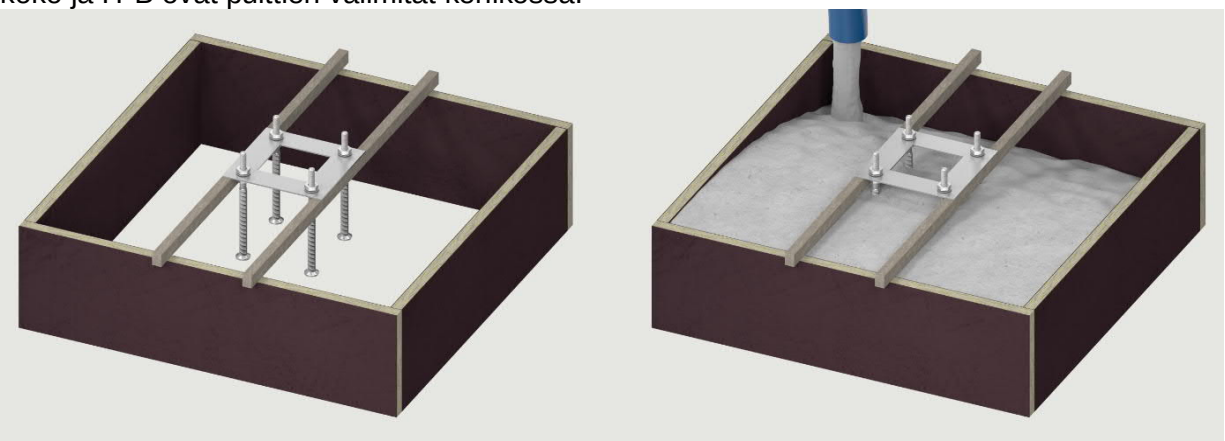
- **Käsittelemättömät pultit:**
  Pultin koon tunnistuksen voi tehdä pultin päähän maalatun värikoodin mukaan
  Värikoodit on esitetty taulukoissa 1, 2 ja 3.
- **Sinkityt pultit:**
  Tunnistus myös pultin pään värikoodista.
  Tunnistuksen voi siten tehdä valun jälkeen



Kuva 30. Pulttien merkintä ja tunnistetiedot ja pakkaus

6.3 Pulttien asennus perustusmuottiin

Pultit kootaan ryhmäksi AAK asennuskehikolla. Kehikolla varmistetaan pultin oikea etäisyys ja suunta rakennuksen linjojen suhteen. Lisäksi kehikolla saadaan pultille oikea korkeusasema ja kierteet suojataan valun ajaksi. Asennuskehikon tilaustunnus on AAK M H*B, jossa M on pultin koko ja H*B ovat pulttien välimitat kehikossa.



Kuva 31. Pulttien asennus kehikon avulla ja perustuksen valu

Rakennuksen rungon Asentaja suorittaa ennen työn aloitusta pulttien sijainnin oikeellisuuden vastaanottotarkastuksen. Tarkastus voidaan tehdä joko betoniurakoitsijan laatimien tarkemittauspöytäkirjojen perusteella tai Asentaja voi suorittaa myös omia tarkemittauksia.

Taulukko 12. Pulttiryhmän asennustoleranssit

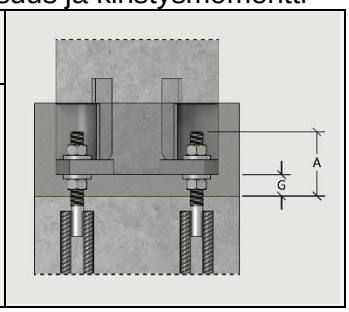
1	Pultin keskinäinen sijainti ja ristimitta valmiissa peruspulttikehikossa	±2 mm
2	Peruspulttikehikon keskilinjan sijainti moduulilinjan suhteen	±5 mm
3	Peruspulttikehikon kiertymä kehikon ulkonurkan kohdalla	±5 mm
4	Kahden viereisen kehikon keskinäinen sijaintipoikkeama	±5 mm
5	Kahden kehikon keskinäinen maksimi poikkeama pilarilinjan suunnassa	±5 mm
6	Kahden kehikon maksimi poikkeama pääkannattajan suunnassa	±5 mm
7	Pultin pään korkeusaseman poikkeama	±10 mm
8	Irrotettavan kierteen korkeuspoikkeama muhvin pinnasta	±10 mm
9	Pultin suoruus (kallistuma) teoreettisesta (L=pultin koko pituus)	±L/150

APK®-C kengissä käytetään taulukon 14 mukaisia pultteja. Taulukossa on pulttien ja jälkivalun korkeus raakavalun pinnasta sekä mutterin kiristysmomentti. Mutterin kiristys on määritetty SFS-EN 1090-2:2018 kohdan 8.5.1 mukaan siten, että pultin esijännitysvoimaksi $F_{c,p}$ tulee 30 % pultin kierteen murtovoimasta. Mutterit kiristetään momentilla $M_{r,1} = 0{,}125*d*F_{p,c}$, jossa $F_{p,c}=0{,}3*f_{ub}*A_s$. Kiristyksen jälkeen pitää pultista olla ruuvikierrettä näkyvissä yhden kierteen nousun verran. Kierremitan alitusta ei sallita ja alituksesta on tehtävä korjaussuunnitelma.

Vääntömomentin arvoa voi tarvittaessa muuttaa erityisesti laite- ja koneperustus liitoksissa antamalla kaavassa $F_{p,c}=0{,}3*f_{ub}*A_{sj}$ uusi prosenttiosuus arvon 0,3 tilalle vaaditusta esijännitysvoimasta. Maksimiarvo voi olla 0,7 (=70 % pultin murtovoimasta).
Pultin murtolujuuden laskenta-arvo f_{ub} on 800 MPa.

Taulukko 13. Pulttien korkeusasema kenkäliitoksessa, jälkivalupaksuus ja kiristysmomentti

Pilarikenkä	**Peruspultti** C ja S sarjat	A mm	G mm	$M_{r,1}$ Nm
APK24C, APKK24C	ALP22C	130	50	200
	ALP27C	150	50	370
APK30C, APKK30C	ALP30C	150	50	500
APK36C, APKK36C	ALP36C	170	60	880
APK39C, APKK39C	ALP39C	190	60	1140
APK45C, APKK45C	ALP45C	200	65	1760
APK52C, APKK52C	ALP52C	235	70	2740
APK60C, APKK60C	ALP60C	260	80	4250



Merkinnät: A = Kierteen korkeus raakavalun tai muhvin pinnasta
G = Pohjalevyn alustavalun paksuus AKP®-C ja APKK-C kengillä
M_v = Mutterin kiristysmomentti Nm, Toleranssi ± 30 %

6.4 Peruspulttiliitoksen asennus

Irrotettavat S sarjan kierrepultit valmistellaan asennuskuntoon kiinnittämällä kierretanko pultin asennusmuhviin. Tanko kierretään muhvin sisään kierteessä olevaan maalausmerkintään asti. Kierteen upotussyvyyttä saa alittaa vain 10 mm. Tangon voi kiertää tarvittaessa muhviin myös syvemmälle. Kierretanko lukitaan muhviin lyömällä kierre rikki tangon ja muhvin juuresta tangon molemmilta puolilta. Peruspulttiliitoksen asennus suoritetaan seuraavasti:

1. Pilarin korkeus-aseman säätö	- Ylämutteri ja aluslevy irrotetaan ja tarkistetaan, että pultin kierre on ehjä. - Pultin alamutterin aluslevyn yläpinta säädetään suunniteltuun tasoon. - Muiden pulttien aluslevyjen yläpinnat vaaitaan samaan tasoon. - Aluslevyinä saa käyttää vain pultintoimittajan aluslevyjä.
2. Pilarin nosto ja muttereiden asennus	- Pilari nostetaan paikoilleen ja ylämutterit ja aluslevyt kiinnitetään. - Pilari säädetään tarvittaessa pystysuoraan pultin alamuttereista. - Kenkien mutterikolot on mitoitettu DIN 7444 iskulenkkiavaimen mukaan. - Pultin ylämutterit kiristetään taulukon 14 momenteilla. - Arvot on määritetty EN 1090-2:2018 mukaan vastaamaan kiristystä, joka on 30 % ALP®-C pulttien kierteen murtovoimasta.
3. Nosturin irrotus	- Varmistetaan, että suunnitelmissa ei ole vaadittu pilarin asennustuentaa. - Nosturi voidaan irrottaa pilarista mahdollisen asennustuennan jälkeen.

	- Tarkistetaan, että mikään alamuttereista ei jää löysälle.
4. Liitoksen tarkistus	- Kun pilari on asennettu ja mutterit kiristetty, pitää pultista olla ruuvikierrettä näkyvissä vähintään kahden kierteen nousun verran. - Tarkistetaan, että kaikki mutterit on asennettu, kiristetty ja lukittu, että mikään alamuttereista ei ole jäänyt löysälle. - Kierremitan alituksesta on tehtävä poikkeamaraportti ja korjaustoimenpiteet.
5. Jälkivalun suoritus	- Varmistetaan suunnitelmista jälkivalun suoritusajankohta ja suoritetaan valut.

Muttereiden (ylämutteri) lukitukseen voidaan käyttää seuraavia menetelmiä: Rakennussuunnitelmissa on valittava projektiin sopiva menetelmä.

1. Lukitaan pultin kierre mutteriin	- Ylämutteri kiristetään taulukon 14 vääntömomentilla ja pultin kierre lyödään rikki mutterin ja kierteen juuresta. - Dynaamisissa laite- ja koneperustuksissa voidaan käyttää tuplamutteria.
2. Esikiristys ja betonivalu	- Ylämutteri kiristetään taulukon 14 vääntömomentilla ja mutterin lukitukseen riittää liitokseen pultin ympärille tehtävät betonivalut.
3. Tuplamutteri	- Dynaamisten kuormien vaikuttaessa käytetään tuplamutteria lukitukseen silloin, kun liitoksessa ei ole betonivaluja tai mutteri pitää olla myöhemmin irrotettavissa.

6.5 Pulteille sallitut korjaustoimenpiteet työmaalla

Pulttiliitoksen rakenteita ei saa muuttaa muuten kuin suunnittelijan ja/tai pultin valmistajan luvalla. Seuraavia toimenpiteitä voidaan tehdä asennustyömaalla. Muutoksesta on tehtävä poikkeamaraportti ja muutokset on dokumentoitava projektin laatuaineistoon.

1. Sallittu korjaus-toimenpide	- ALP®-PC ja ALP®-P2 pultin harjaterästartuntaa voi asennuksen tilantarpeen niin vaatiessa taivuttaa (=10-50 mm) työmaalla. Taivutus ei saa kuitenkaan ulottua pultin tartunnan hitsialueelle.
	- Pultin tartuntaan voi hitsata perustuksen raudoitteita, mikäli käytetään pistehitsiä ja tarkoituksena on raudoitteen tai pultin asennusaikainen kiinnitys muottiin. - Voimaliitoksia pultin tartuntaan ei saa hitsata.
	- Mikäli aluslevy ottaa kiinni kengän koteloon tai teräspilarin profiiliin, voidaan aluslevystä poistaa kyseiltä kohdalta sen verran materiaalia, että aluslevy sopii tiiviisti kiinni pohjalevyn yläpintaa vasten. - Vinoon asentoon aluslevyä ei saa jättää.
	- Vinoon asennetun pultin mutteria ei saa jättää vinoon asentoon niin, että mutteri koskettaa vain yhdeltä reunalta aluslevyä. - Tällaisia tapauksia varten valmistetaan vino aluslevy, jonka voi asentaa vakioaluslevyn ja mutterin väliin tasaamaan mutterin kosketuspinta aluslevylle.
	- Liitokseen voi tarvittaessa lisätä vakiostandardin mukaisia aluslevyjä, mikäli pultinvalmistajan aluslevy jää kuitenkin alimmaiseksi.

Seuraavia korjaustoimenpiteitä ei sallita. Muutokseen tarvitaan erillinen poikkeamasuunnitelma ja hyväksyntä suunnittelijalta tai pultin valmistajalta.

2. Ei sallittu korjaus-toimenpide	- Pultin kierreosaa ei saa taivuttaa tai kuumentaa. - Pulttiin ei saa hitsata muuta voimaa siirtävää rakennetta. - Vaarnapultin tartuntoja ei saa taivuttaa. - Pulttia ja sen tartuntoja ei saa katkaista ja hitsata uuteen paikkaan.
	- Pulttia ei saa hitsata kiinni kengän tai teräspilarin pohjalevyyn. - Pultin aluslevyn pitää olla pultinvalmistajan toimittama. - Aluslevyä ei saa vaihtaa. - Mutteria ei saa koskaan asentaa ilman pultin omaa aluslevyä.
	- Mikäli pilarin pohjalevyn reikää on avarrettu, pitää aluslevy vaihtaa suurempaan. - Yleensä tässä tapauksessa pitää valmistaa erikoisaluslevy.
	- Kuumasinkityn pultin mutteria ei saa vaihtaa toisen standardin mutteriin. - Kuumasinkityssä pultissa on käytettävä standardin DIN 934 m8 mukaista kuumasinkittyä mutteria.

	- Kun mutteri on kiristetty paikoilleen, pitää pultin kierrettä olla näkyvissä vähintään kaksi kierteen nousua. - Kierrepituuden alituksesta pitää tehdä poikkeamaraportti ja korjaustoimenpiteet hyväksytetään rakennesuunnittelijalla.

7 TURVALLISUUSTOIMENPITEET

7.1 Tiedot työmaan työturvallisuusohjeen laatimista varten

Rakennuttajan nimeämä projektin työturvallisuuskoordinaattori vastaa rakennustyön toteutukseen liittyvästä työturvallisuudesta huolehtimisesta. Projektin työturvallisuusohjetta laadittaessa huomioidaan peruspulttiliitoksen asennuksessa seuraavat asiat:

1. Asentaminen	- Pilareiden asennuksessa noudatetaan urakoitsijan Asennus-suunnitelman työjärjestystä ja suunnittelijan määrittämää rungon asennusaikaista stabiliteettivaatimusta.
	- Pilarin kaatuminen ja pulttiliitoksen virheellinen kuormitus asennusvaiheessa on estettävä seuraavilla toimenpiteillä:
	- Pilaria nostetaan nostolenkkejä/laitetta käyttäen. - Pilaria ei saa siirtää tai nostaa kengän pultinreiästä.
	- Nostovaiheessa kengän pohjalevy ei saa osua/tukeutua maahan tai muuhun kiinteään rakenteeseen.
	- Nostolaite irrotetaan pilarista sitten, kun pilari on paikallaan kiinnitettynä kaikkiin pultteihin ja suunnitelmien mukaan asennustuettuna.
	- Pultteja ei saa kuormittaa suunnitelmista poikkeavilla tavoilla ja kuormilla.

2. Stabiliteetti	- Pilaria ei saa koskaan jättää kiinnittämättä sitä kaikilla muttereilla pultteihin.
	- Rungon stabiliteetti pitää varmistaa työvuoron päättyessä poikkeuksellisille luonnonkuormille.
	- Osittain asennetun rungon kokonaisstabiliteetti on varmistettava.

3. Rakenne	- Liitoksen jälkivalujen suoritusajankohta on määritettävä asennussuunnitelmassa. - Yläpuolisen rungon asennusta ei saa jatkaa ennen kuin jälkivalut ovat kovettuneet
	- Jälkivalubetoni on osa liitoksen kantavaa rakennetta, joten materiaalit ja työmenetelmät pitää valita siten, että jälkivalu ei pääse jäätymään.
	- Pilarin mahdolliset asennustuet poistetaan liitoksen jälkivalujen kovettumisen jälkeen

7.2 Pulttiliitoksen käyttöönotto rakentamisaikana

Pulttiliitos suunnitellaan asennustilanteen kuormille ja rungon käyttötilanteen lopullisille kuormille. Liitoksen kuormitettavuus poikkeaa merkittävästi näiden kahden tilanteen välillä. Pulttiliitos saavuttaa tilanteen kuormituskestävyyden vasta, kun liitoksen jälkivalubetoni on saavuttanut suunnittelulujuuden. Siihen asti pilariliitosta ja sen kuormitettavuutta on tarkasteltava asennustilanteen kestävyysarvoilla.
Jälkivalun suorituksen ajankohta määritetään Asennussuunnitelmassa. Ajankohtaa ei saa ylittää ja pilarin käyttöönottolupa yläpuolisten rakenteiden asennukseen jatkamiseen ja pilarin lisäkuormitukseen todetaan katselmuksella.

8 ASENNUKSEN LAADUNVALVONTA

8.1 Pilarin asennuksen valvontaohje

Pilariliitoksen asennuksen laadunvalvonnassa noudatetaan projektiin työmaalle laadittua Laadunvalvontasuunnitelmaa. Rakennuksen rungolle suoritetaan toteutuseritelmässä määritetyt rakenne- ja mittatarkastukset. Betonirakenteiden vaatimusten osalta noudatetaan standardin SFS-EN 13670 ohjeita ja teräsrungon osalta noudatetaan SFS-EN 1090-2 ohjeita.

Rungon laadunvalvonta- ja mittatarkastuksista laaditaan tarkastusraportti, joka talletetaan projektin laatuaineistoon. Pulttiliitosten osalta suoritetaan seuraavat tarkastustoimenpiteet:

1. Ennen pilarin asennusta	- Varmistetaan, että pultit eivät ole vaurioituneet - Asennussuunnitelman noudattaminen elementtien asennus-järjestyksen osalta. - Pilareiden asennusaikaisen tuennan tarve. - Pilareiden alapään ja pulttien korkeusaseman tarkistus.
2. Pilarin asennuksen jälkeen ennen jälkivaluja	- Tarkistetaan, että pilariliitos on asennettu suunnitelmien mukaiseen korkeuteen. - Varmistetaan, että on käytetty suunnitelmien mukaisia aluslevyjä ja mutterit on kiristetty vaadittuun momenttiin. - Varmistetaan, että pultin kierrettä on näkyvissä mutterista 2 kierteen nousua. - Varmistetaan, että jälkivalubetonin lujuus on suunnitelmien mukaista.
3. Liitoksen jälkivalun jälkeen	- Tarkistetaan, että mutterikolot ja saumavalu on tehty asianmukaisesti ja suunnitelmien mukaisella betonilujuudella. - Varmistetaan, että kaikki mutterikolot ja jälkivalusauma ovat täynnä betonia. - Varmistetaan, että liitoksen jälkivalut täyttävät liitoksen palosuojauksen vaatimukset.
4. Poikkeama-tapaukset	Mikäli rungon Asentaja poikkeaa hyväksytyistä suunnitelmista ja dokumenteista asennuksen aikana missä tahansa seuraavista tehtävistä: - laadunvalvonta - asennustyön toteutus, nostot ja siirrot - asennuksessa käytetyt materiaalit - rakenteiden toleranssit ja rungon mittatarkastus - vaadittavat tarkastukset ja niiden dokumentointi niin Asentaja on velvollinen käynnistämään poikkeaman dokumentoinnin havaitessaan suunnitelmapoikkeaman ja hyväksyttämään sen aiheuttamat toimenpiteet Tilaajalla. Poikkeamaraportit talletetaan projektin laatuaineistoon.

8.2 Asennuksen laadunvalvonnan loppudokumentointi

Rungon Asentaja on velvollinen toimittamaan Tilaajalle työn vastaanottamisen jälkeen asennustyön aikana syntyneen tarkastus- ja laadunvalvonta-aineiston.

1. Valmiustarkastus-pöytäkirjat	- Pulttien tarkemittauspöytäkirja. - Pilareiden kuormitettavuus- ja käyttöönottotarkastus jälkivalujen jälkeen.
2. Poikkeamaraportit	- Luovutetaan pulttiliitoksen asennuksen aikana mahdollisesti tehdyt poikkeamaraportit.
3. Tuotehyväksyntä As-built	- Työmaalle hankittujen materiaalien CE-merkintätodistukset tai muut vastaavat tuotehyväksyntätiedot. - As-built aineisto asennettuun rakenteeseen tehdyistä muutoksista.

REFERENCES

[1] SFS-EN 1090-1 Teräs ja alumiinirakenteiden toteutus. Osa 1: Vaatimukset rakenteellisten kokoonpanojen arviointiin.
[2] SFS-EN 1090-2:2018 Teräs ja alumiinirakenteiden toteutus. Osa 2: Teräsrakenteita koskevat tekniset vaatimukset
[3] SFS-EN ISO 3834 Metallien sulahitsauksen laatuvaatimukset. Osa 1: Laatuvaatimusten valintaperusteet ja Osat 2-5
[4] SFS-EN 1990, Eurokoodi. Rakenteiden suunnitteluperusteet
[5] SFS-EN 1991-1, Eurokoodi 1. Rakenteiden kuormat, Osat 1 - 7
[6] SFS-EN 1992-1-1, Eurokoodi 2. Betonirakenteiden suunnittelu. Osa 1-1, Yleiset säännöt ja rakennuksia koskevat säännöt.
[7] SFS-EN 1992-1-2, Eurokoodi 2. Betonirakenteiden suunnittelu. Osa 1-2, Yleiset säännöt. Rakenteiden palomitoitus.
[8] SFS-EN 1993-1, Eurokoodi 3. Teräsrakenteiden suunnittelu. Osa 1-1, Yleiset säännöt ja rakennuksia koskevat säännöt. Osat 1 - 10
[9] CEN/TS 1992-4-1 Design of fasteners in concrete - Part 4-1: General (Kumottu)
[10] CEN/TS 1992-4-2 Design of fasteners use in concrete - Part 4-2: Headed Fasteners (Kumottu)
[11] SFS-EN ISO 5817, Hitsaus. Teräksen, nikkelin ja titaanin ja niiden seosten sulahisaus. Hitsiluokat
[12] SFS-EN ISO 12944, Maalit ja lakat. Teräsrakenteiden korroosionesto suojamaaliyhdistelmillä. Osa 1: Ylestä ja osat 2 – 7.
[13] SFS-EN ISO 1461, Teräs ja valurautatuotteiden kuumasinkkipinnoitteet kappaletavaroille. Erittelyt ja koestusmenetelmät.
[14] SFS-EN 10025, Kuumavalssatut rakenneteräkset Osa 1: yleiset tekniset toimitusehdot.
[15] SFS-EN ISO 1684 Fasteners. Hot dip galvanized coating
[16] SFS-EN 17760-1 Hitsaus. Betoniterästen hitsaus. Osa 1: Voimaliitokset.
[17] SFS-EN 13670 Betonirakenteiden toteuttaminen
[18] SFS-EN 13325 Betonivalmisosat. Pilari- ja palkkielementit
[19] SFS-EN 13369 Betonivalmisosien yleiset säännöt
[20] Poistettu
[21] Anstar Oy. APK®-C Pilarikenkien käyttöohje
[22] Anstar Oy. ALP®-C Peruspulttien käyttöohje
[23] RIL 201-4-2017 Rakenteiden vaurionsietokyvyn varmistaminen onnettomuustilanteessa.
[24] SFS-EN 1992-4:2018, Design of concrete structures. Part 4. Design of fastenings for use in concrete

LIST OF TABLES

Taulukko 1. ALP®-PC ja ALP®-PS pulttien mitat ... 6
Taulukko 2. ALP®-LC ja ALP®-LS pulttien mitat ... 7
Taulukko 3. ALP®-P2 ja ALP®-P2S pulttien mitat ... 8
Taulukko 4. ALP®-P2S ja ALP®-P2SM pulttien mitat ... 9
Taulukko 5. Anstar Oy:n peruspultti- ja kiinnityslevytuotteiden valmistusohjelma ... 10
Taulukko 6. Peruspulttien normaalivoimakestävyys. Murto- ja onnettomuustilanne. ... 12
Taulukko 7. Peruspulttien minimi reuna- ja keskiöetäisyydet normaalivoimalle. ... 13
Taulukko 8. Peruspultin leikkauskestävyyden mitoitusarvo. Betoni C25/30-2. ... 15
Taulukko 9. ALP®-C peruspulttien soveltuvuus eri perustusrakenteisiin ... 20
Taulukko 10. ALP®-LC pultin normaalivoima- ja halkeiluraudoitus. ... 37
Taulukko 11. Vaadittu betonipeitteen nimellisarvo C_{nom} ja pultin pintakäsittelysuositukset ... 38
Taulukko 12. Pulttiryhmän asennustoleranssit ... 40
Taulukko 13. Pulttien korkeusasema kenkäliitoksessa, jälkivalupaksuus ja kiristysmomentti ... 40

PICTURES

Kuva 1. ALP®-LC pultti vaarna-ankkuri ja ALP®-PC ja -P2 pultti suora harjaterästartunta ... 4
Kuva 2. ALP®-LC ja ALP®-PC pultit teollisuusrakennuksen suorakaidepilariliitoksessa ... 4
Kuva 3. ALP®-C pultit toimisto- ja liikerakennusten liitto- ja teräspilariliitoksissa ... 5
Kuva 4. ALP®-C pultit jäykistysseinän ASL®-P kengän liitoksessa ... 5
Kuva 5. ALP®-P2S pultit laiteperustuksessa, periaatekuva asennusjärjestyksestä ... 5
Kuva 6. ALP®-PC ja ALP®-PS pulttien rakenne ... 6
Kuva 7. ALP®-LC ja ALP®-LS pulttien rakenne ... 7
Kuva 8. ALP®-P2 ja ALP®-P2S pulttien rakenne ... 8
Kuva 9. ALP®-P2S ja ALP®-P2SM pulttien rakenne ... 9
Kuva 10. Pääikkuna APK®-C pilarikenkäliitoksella ja ALP®-PC pulteilla ... 20
Kuva 11. ACOLUMN® ohjelman liitosvalikko ... 22
Kuva 12. Välilehti 2. Materiaalilujuudet ja betonin halkeilutila sekä lisäraudoitus. ... 22
Kuva 13. Välilehti 3. Pilarin mittatiedot ... 23
Kuva 14. Välilehti 5. Kiinnitysalustan mittojen valinta ... 23
Kuva 15. Välilehti 6. Lisäraudoituksen oletuskoko ... 23
Kuva 16. Liitoksen laskentavoimat ja koordinaatisto ... 24
Kuva 17. Murtotilanne. Liitoksen kestävyyskuvaajat ja voimapisteet. X-akselin suunta ... 27
Kuva 18. Murtotilanne. Liitoksen jälkivalun betonin jännitystilan 3D-kuva. ... 28
Kuva 19. Murtotilanne jälkivaluleikkaus. Pultin kestävyydet ja yhdistely ... 29
Kuva 20. Murtotilanne. Pultin vetokestävyys ja käyttöaste. ... 31
Kuva 21. Murtotilanne. Pultin Pull-out ja Blow-out kestävyys ... 31
Kuva 22. Murtotilanne. Peruspultin Concrete Cone kestävyys. ... 32
Kuva 23. Murtotilanne. Peruspultin leikkauskestävyys ... 33
Kuva 24. Murtotilanne. Pultin betonileikkauskestävyys. ... 33
Kuva 25. Murtotilanne. Pultin normaalivoima- ja leikkauskestävyyden yhdistely ... 34
Kuva 26. ALP®-PC ja ALP®-P2 pultin raudoitus normaalivoimalle ... 35
Kuva 27. ALP®-PC ja ALP®-P2 pultin raudoitus normaalivoimalle peruspilarissa ... 35
Kuva 28. ALP®-LC pultin normaalivoima- ja halkeiluraudoitus pilarianturassa. ... 36
Kuva 29. ALP-C pulttien raudoitusperiaatteet leikkausvoimalle. ... 38
Kuva 30. Pulttien merkintä ja tunnistetiedot ja pakkaus ... 39
Kuva 31. Pulttien asennus kehikon avulla ja perustuksen valu ... 39

Anstar Oy on suomalainen perheyritys, joka on erikoistunut betonirakenteiden liitososien sekä liittopalkkien myyntiin ja valmistukseen. Olemme kansainvälinen toimija, yksi alan edelläkävijöistä. Anstar auttaa kaikissa betoniin kiinnittämiseen liittyvissä kysymyksissä. Anstarin asiantuntijat voivat kehittää ratkaisun myös asiakkaan erikoistapauksia koskeviin kiinnitysongelmiin.

Anstar®

SMART STEEL.
SINCE 1981.

ANSTAR OY
Erstantie 2
FIN-15540 Villähde

Tel. +358 3 872 200
anstar@anstar.fi
www.anstar.fi