



ATP JA AHP HARJATERÄSPULTIT



KÄYTTÖOHJE



ATP JA AHP HARJATERÄSPULTIT

Harjateräspultteja käytetään teollisuuden ja toimistorakennusten betonielementti- ja teräsrunkojen liitoksissa perustukseen ja pilarijatkoksiin. Pulteille on tehty liitosratkaisut AHK sarjan pilarikenkien sekä ASL sarjan seinäkenkien liitoksista paikallavaluperustukseen. Pultti sopii myös teräs- ja liittopilareiden kiinnittämiseen perustukseen. Betonipilarin liitoksen suunnittelua varten on kehitetty laskentaohjelma AColumn, jolla pultin suunnittelu suoritetaan. Teräspilarin perustusliitoksen suunnitteluun on kehitetty ASteel ohjelma.

- Tuote on testattu ja mitoitettu kestävämmän vaativia rakennusolosuhteita
- Helppo ja nopea mitoitus AColumn tai ASteel ohjelmistossa
- Ensimmäisenä markkinolla myös onnettomuustilanteen laskenta AColumn ohjelmalla
- Pultit valmistetaan standardin SFS-EN 1090-2 mukaan
- Komponentit ja blogit niin Tekla kuin Autocad ohjelmistoihin
- Laaja säädettävyyden työmaaolosuhteissa
- Kierre valmistettu EN 899-1 mukaisesti
- Nopea kohdistus ja asennus työmaalla käytettäessä AAK kehikkoa
- Suunniteltu Euronormien vaatimusten mukaan

SISÄLLYSLUETTELO

1	ATP ja AHP HARJATERÄSPULTIT	4
2	PULTTIEN KÄYTTÖKOHTEET	4
2.1	Teollisuusrakennusten kevyet betonielementtirungot	4
2.2	Liike-, toimisto ja julkisten rakennusten liittopilari- ja teräsrungot	4
2.3	Rakennuksen rungon jäykistysseinät	5
2.4	Teräsrakenteiden ja laitteiden liitokset betoniin	5
2.5	ATP Pultit	6
2.6	AHP Harjateräspultit	7
3	VALMISTUSTIEDOT	8
4	PULTIN MITOITUSPERUSTEET	9
4.1	Suunnittelu- ja valmistusnormit	9
4.2	Pultin kestävyysarvot	9
4.2.1	Pultin normaalivoimakestävyys	9
4.2.2	Pultin leikkauskestävyyden mitoitusarvo	11
4.2.3	Pultin normaalivoima- ja leikkauskestävyyden yhdistely betonissa	12
4.2.4	Pultin normaalivoima- ja leikkauskestävyyden yhdistely jälkivaluleikkauksessa	13
4.2.5	Pulttiliitoksen betonilujuudet	13
4.3	Pilarin leikkausvoiman siirto jälkivalulle ja perustukseen	13
4.4	Pulttiliitoksen suunnitteluohje päärakennesuunnittelijalle	14
5	PULTTILIITOKSEN DETALJISUUNNITTELU	16
5.1	Suunnittelun vaiheet ja osapuolet	16
5.2	Pilariliitoksen mitoitusohjelma AColumn	16
5.3	Pilariliitoksen suunnittelu	18
5.3.1	Projektikansio ja laskentanormi	18
5.3.2	Liitostyyppin valinta ja materiaalit	18
5.4	Asennustilanteen laskentatulokset. Pultit	21
5.4.1	Tulosten esitystapa	21
5.4.2	Asennustilanteen kestävyys	21
5.5	Käyttötilanteen laskentatulokset. Pultit	22
5.5.1	Pilariliitoksen kestävyys normaalivoimalle	22
5.5.2	Jälkivaluleikkauksen kestävyys normaali- ja leikkausvoiman yhdistelylle	23
5.5.3	Pultin normaalivoimakestävyys betonissa	23
5.5.4	Pultin leikkauskestävyys betonissa	25
5.5.5	Pultin normaalivoima- ja leikkauskestävyyden yhdistely	26
5.6	Pultin raudoitus	27
5.6.1	Pultin raudoitus normaalivoimalle	27
5.6.2	Pultin raudoitus leikkausvoimalle	29
5.7	Pulttiliitoksen käyttöikämitoitus	30
6	PULTTIEN ASENNUS TYÖMAALLA	31
6.1	Asennustyössä noudatettavat normit ja suunnitelmat	31
6.2	Pulttien toimitus, varastointi ja tunnistaminen	31
6.3	Pulttien asennus perustusmuottiin	31
6.4	Peruspulttiliitoksen asennus	32
6.5	Pulteille sallitut korjaustoimenpiteet työmaalla	33
7	TURVALLISUUSTOIMENPITEET	34
7.1	Tiedot työmaan työturvallisuusohjeen laatimista varten	34
7.2	Pulttiliitoksen käyttöönotto rakentamisaikana	34
8	ASENNUKSEN LAADUNVALVONTA	35
8.1	Pilarin asennuksen valvontaohje	35
8.2	Asennuksen laadunvalvonnan loppudokumentointi	35

Revisio M -15.4.2018

Tekstikorjauksia

Revisio L - 31.12.2017

ATP peruspulttien käyttöohje on kirjoitettu kokonaan uudelleen.

ATP ja AHP pulttivalikoimaa on laajennettu

ALP pultit on eriytetty omaan käyttöohjeeseensa

AMP sarjan pulttien valmistus lopetetaan.

Pulttien kestävyysarvot on laskettu standardin CEN/TS 1992-4-2 mukaan.

Uuden ATP ja AHP sarjan pulttien vetokestävyysarvot laskevat hieman (1-2 %) vanhoihin ATP ja AHP sarjan pultteihin verrattuna.

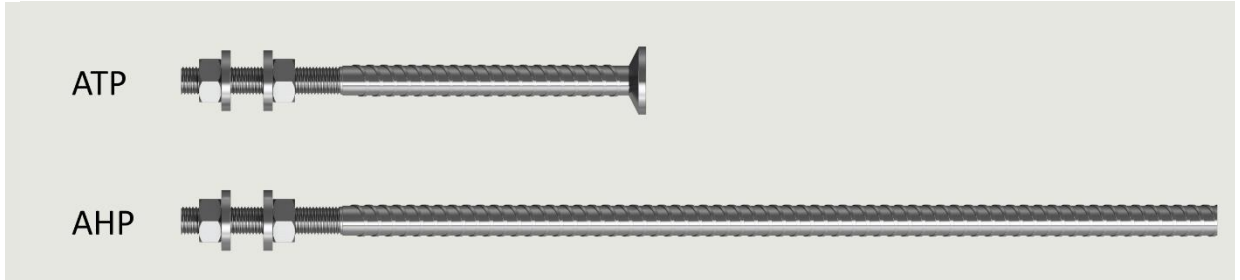
Pulttiliitoksen vanha mitoitusohjelma COLJOINT on tehty kokonaan uudestaan ja vanha ohjelma poistuu käytöstä.

Uusi mitoitusohjelma on AColumn betonipilarin liitokseen ja ASteel teräspilarin liitokseen.

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 ja betonielementtien valmistukseen ja käyttöön peruspulttiliitoksissa.

1 ATP JA AHP HARJATERÄSPULTIT

Harjateräspultteja käytetään teollisuuden ja toimistorakennusten betonielementti- ja teräsrunkojen liitoksissa perustuksiin ja elementtijatkoksiin AHK pilarikengien ja ASL-H seinäkengien kanssa. Pultti sopii myös teräs- ja liittopilareiden, sekä erilaisten teräsrakenteiden ja laitteiden kiinnittämiseen perustukseen. Betonipilarin liitoksen suunnittelua varten on kehitetty laskentaohjelma *AColumn*, jolla pulttiliitoksen suunnittelu suoritetaan. Teräspilarin liitoksen suunnitteluun on kehitetty laskentaohjelma *ASteel*.

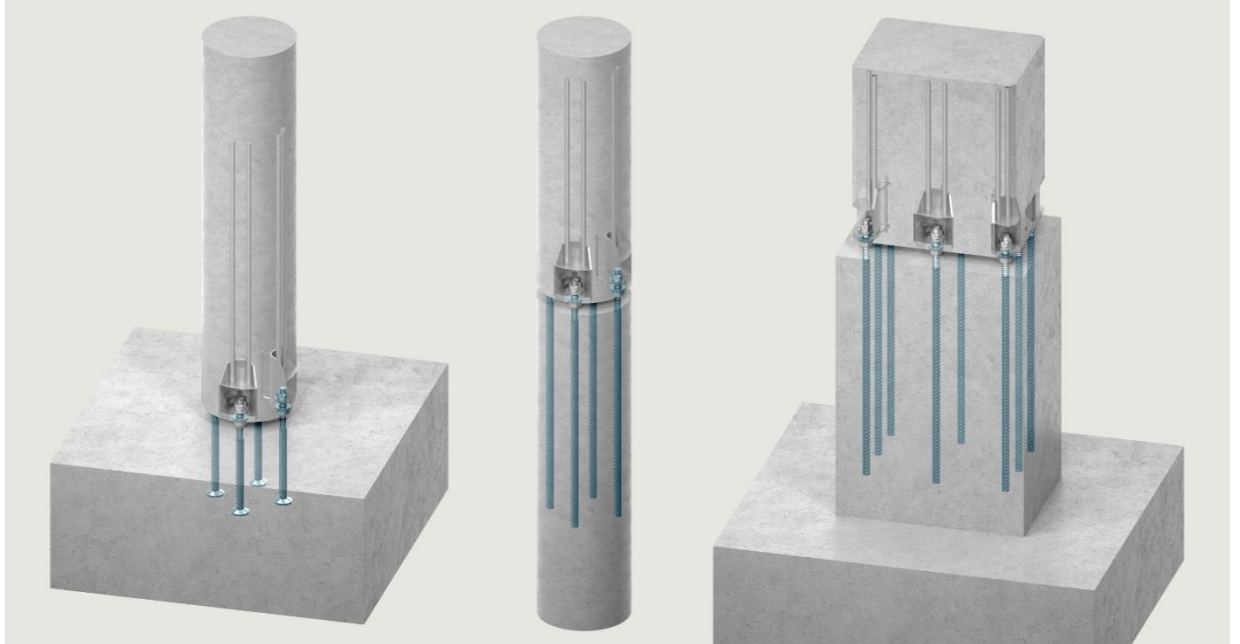


Kuva 1. ATP pultti vaarna-ankkurilla ja AHP pultti harjaterästartunnalla

2 PULTTIEN KÄYTTÖKOHTEET

2.1 Teollisuusrakennusten kevyet betonielementtirungot

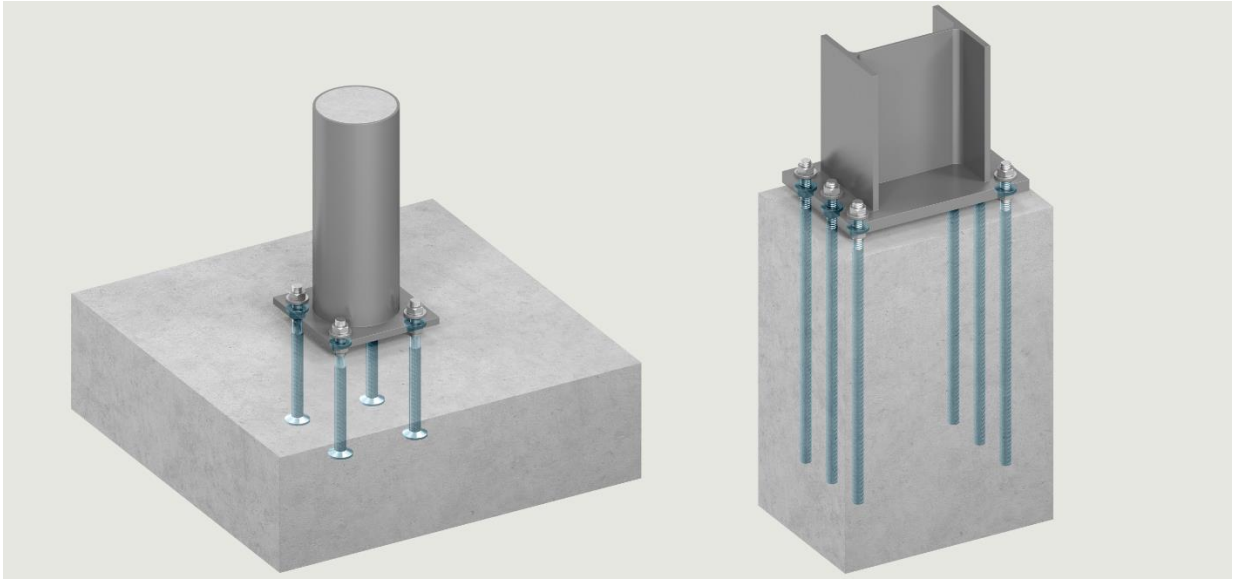
ATP ja AHP harjateräspultteja käytetään keveiden ja keskiraskaiden betonipilareiden jatkoksissa ja liitoksissa paikalla valettuun perustukseen. Pulttiliitoksella voidaan siirtää normaali- ja leikkausvoimaa sekä taivutusmomenttia. Lisätietoja on AHK kengän käyttöohjeessa [AHK Pilarikengät](#).



Kuva 2. ATP ja AHP pulttiliitoksia betonipilareissa AHK kengillä

2.2 Liike-, toimisto ja julkisten rakennusten liittopilari- ja teräsrungot

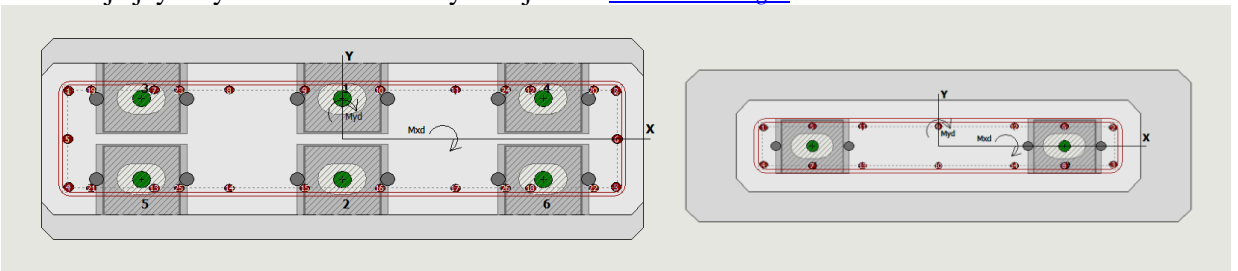
ATP ja AHP sarjan pultteja käytetään teräs- ja liittopilareiden liitoksiin, jotka siirtävät normaali- ja leikkausvoimaa sekä taivutusmomenttia. Pitkä AHP pultti sopii pilarijatkoksiin ja peruspilariliitoksiin. Lyhyt ATP pultti sopii pilarianturaan.



Kuva 3. ATP ja AHP pulttiliitoksia liitto- ja teräspilareissa.

2.3 Rakennuksen rungon jäykistysseinät

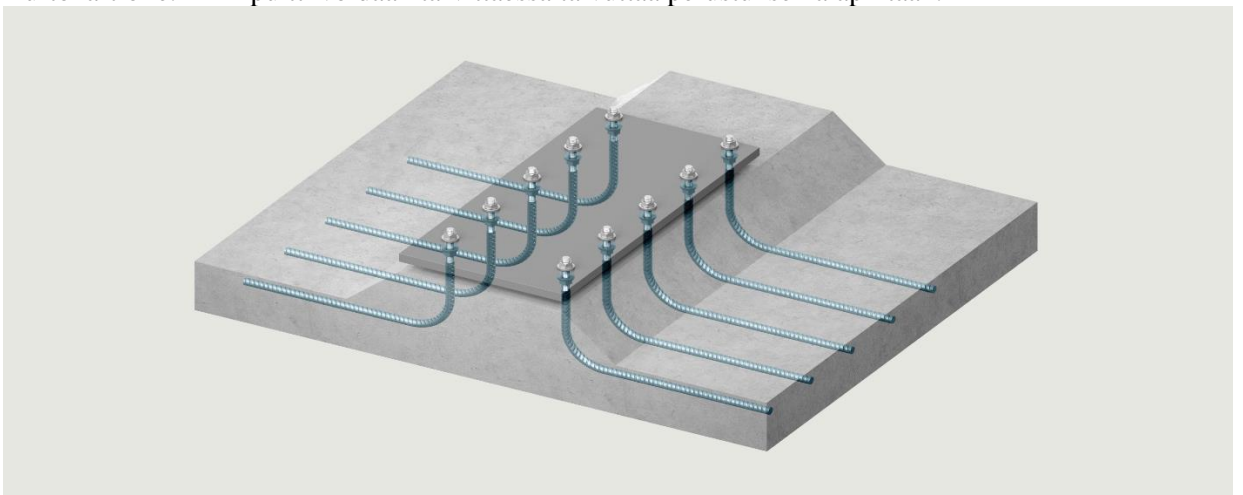
ATP ja AHP sarjan pultit sopivat rakennuksen runkoa jäykistävän betonielementtiseinän jatkos- ja perustusliitoksiin yhdessä ASL-H seinäkengän kanssa. Liitos siirtää vain pultin vetovoimaa. Lisätietoja jäykistysseinän kenkien käyttöohjeessa. [ASL Seinäkengät](#)



Kuva 4. ATP ja AHP pultit jäykistysseinäkengän liitoksessa

2.4 Teräsrakenteiden ja laitteiden liitokset betoniin.

ATP ja AHP sarjan pultteja voidaan käyttää myös koneiden ja laitteiden kiinnityksiin paikallavalettuun laiteperustukseen tai betonielementtirakenteeseen. ATP pultin vaarna vaatii riittävästi tilaa betonin murtokartiolle. AHP pultti voidaan tarvittaessa taivuttaa perustuksen alapintaan.

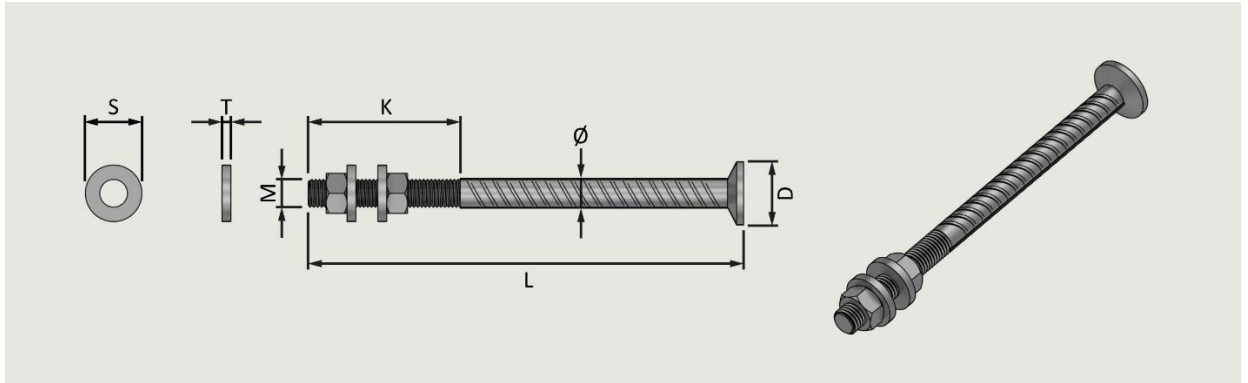


Kuva 5. ATP ja AHP pultit laiteperustuksessa, periaatekuva

2.5 ATP Pultit

ATP pultteja käytetään betoni-, liitto- ja teräspilarin kiinnittämiseen perustukseen normaali- ja leikkausvoimaa sekä taivutusmomenttia siirtävissä liitoksissa. ATP pultti sopii matalaan pilarianturaan, jossa on riittävästi leveyttä pultin vaarnalle.

ATP pultti sopii myös muihin betonielementtien liitoksiin ja kone- sekä laiteperustuksiin, joissa tarvitaan hyvin lyhyttä ankkurointipituutta. Pultin vaarna vaatii kuitenkin tilaa leveys suunnassa betonin murtokartiolle.



Kuva 6. ATP pultin rakenne

Taulukko 1. ATP pultin mitat

Pultti	Väri koodi	L mm	K mm	A_s mm ²	M mm	ϕ mm	D mm	S mm	T mm	P kg
ATP16	keltainen	280	100	157	M16	T16	36	40	6	0,62
ATP20	sininen	350	120	245	M20	T20	46	46	6	1,15
ATP24	vaalea harmaa	430	140	353	M24	T25	58	55	8	2,16
ATP30	vihreä	500	170	561	M30	T32	73	65	10	4,08
ATP36	tumma harmaa	600	170	817	M36	T32	73	80	10	5,64
ATP39	oranssi	700	190	976	M39	T40	100	90	12	9,42
ATP45	vaalea vihreä	760	190	1306	M45	T40	100	100	12	11,35

Merkinnät:

L	=	Pultin pituus
K	=	Kierteen pituus
A_s	=	Kierteen jännityspinta-ala
M	=	Kierteen koko
ϕ	=	Pultin tartunnan koko
S	=	Aluslevyn halkaisija
T	=	Aluslevyn paksuus
D	=	Pohjakartion vaatiman tilan halkaisija
P	=	Pultin paino

ATP ja AHP pulttien pintakäsittelyvaihtoehdot.

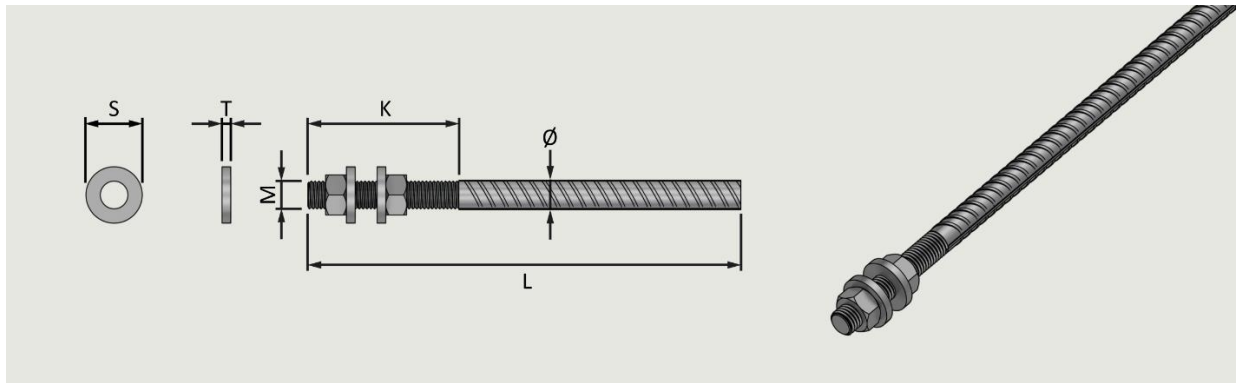
Ei käsittelyä	Kierre, tartunta ja mutteri DIN 934 -8 ja aluslevyt, ei pintakäsittelyä	vakiotoimitus
Kuumasinkitty	Kierre, tartunta ja mutteri DIN 934 -8 HDG ja aluslevyt, kuumasinkittyjä	vakiotoimitus

ATP ja AHP pulttien TS-mallit ja Autocad blokit: www.anstar.fi

2.6 AHP Harjateräspultit

AHP pultteja käytetään betoni- ja teräspilarin liittämiseen perustukseen normaali- ja leikkausvoimaa sekä taivutusmomenttia siirtävissä liitoksissa. AHP pultti sopii pilariin ja peruspilariin, jossa rakenteen reunaan on etäisyyttä vain suojabetonikerroksen verran.

AHP pultti sopii myös betonielementtien liitoksiin, joissa pultti pitää taivuttaa 90 asteen koukuksi. Pultin taivutus tehdään erikoistilauksesta. Taivutus tehdään SFS-EN 1992-1-1 ohjeiden mukaan. Pulttia toimitetaan myös varastopituuksina, joista tarvittaessa voidaan katkaista työmaalla taulukon 3 mukaisilla mitoilla riittävän ankkurointikestävyyden mukainen pultti.



Kuva 7. AHP pultin rakenne

Taulukko 2. AHP pultin mitat

Pultti	Väri koodi	Varastomitta L mm	L mm	K mm	A_s mm ²	M mm	ϕ mm	P kg
AHP16	keltainen	1500	800	100	157	M16	T16	1,42
AHP20	sininen	1500	1000	120	245	M20	T20	2,70
AHP24	vaalea harmaa	1500, 2000	1150	140	353	M24	T25	4,83
AHP30	vihreä	2000, 2500, 3000	1400	170	561	M30	T32	9,61
AHP36	tumma harmaa	-	2000	170	817	M36	T32	13,40
AHP39	oranssi	-	2000	190	976	M39	T40	21,52
AHP45	vaalea vihreä	-	2700	190	1306	M45	T40	28,42

Taulukkoon 3 on laskettu AHP pulttien minimi limityspituus betonissa pultin kierteen normaalivoiman mitoitusarvolla $N_{Rd,s}$. Tartuntaolosuhde on hyvä, $\eta=1,0$ Mikäli on muu tartuntaolosuhde, $\eta=0,7$, pitää taulukon arvot jakaa luvulla 0,7. Korkeammilla betonilujuuksilla arvoja voi korjata kertomalla luvut betonin vetolujuuden f_{ctd} mitoitusarvon suhteella $n_2 = f_{ctd, Clask} / f_{ctd, C25/30}$.

Pultin kokonaispituuteen on lisättävä vielä tarvittava kierrepituus.

Taulukko 3. AHP pultin minimi limityspituus $l_{0,min}$ SFS-EN 1992-1-1 mukaan

Pultin upotussyvyys betonissa $l_{0,min}$	SFS-EN 1992-1-1 C25/30 grade 2		SFS-EN 1992-1-1 C35/45 grade 1	
	Tulo ($\alpha_2 \alpha_3 \alpha_5$)	0,7	1,0	0,7
Limijatkos kerroin α_6	1,5	1,5	1,5	1,5
AHP16	482	689	385	551
AHP20	602	860	481	687
AHP24	694	991	555	792
AHP30	862	1231	689	984
AHP36	1255	1793	1003	1433
AHP39	1304	1862	1042	1488
AHP45	1744	2492	1394	1991

3 VALMISTUSTIEDOT

ANSTAR Oy on tehnyt ATP ja AHP pulttien valmistuksesta laadunvalvontasopimuksen Inspecta Sertifiointi Oy:n kanssa. Pulttien valmistustiedot ovat seuraavat:

<i>Valmistusmerkinnät</i>	Pultin valmistusmerkinnät: <ul style="list-style-type: none"> - ANSTAR Oy:n tunnus - Valmistus SFS-EN 1090-2 mukaan teräsosille. [2] - Pultin tunnus maalataan värikoodilla pultin päähän. - Pakkaus: kuormalava
<i>Materiaalit</i>	Valmistuksessa käytettävät materiaalit: <ul style="list-style-type: none"> - Harjatangot SFS-EN 10080, B500B - Mutteri DIN 934, lujuus 8 - Aluslevy SFS-EN 10025 musta/sinkitty, S355J2+N - Materiaalien iskutitkeystestauslämpötila: -20 °C
<i>Valmistusmenetelmä</i>	Pultin valmistus: <ul style="list-style-type: none"> - Pultit valmistetaan standardin SFS-EN 1090-2 mukaan toteutusluokassa EXC2 Erikoistilauksesta valmistus tehdään toteutusluokassa EXC3. [2] - Kierre, rullavalssaus - Vaarna-ankkuri, kuumamuokkaus - Valmistustoleranssit SFS-EN 1090-2 [2]
<i>Pintakäsittelymenetelmät</i>	<p>Vakiotoimitus 1: Ei käsittelyä</p> <ul style="list-style-type: none"> - Kierre ja tartunta ilman pintakäsittelyä, kierre öljytään. - Mutterit DIN 934, lujuus 8, ei käsittelyä - Aluslevyt S355J2+N, ei käsittelyä <p>Vakiotoimitus 2: Kuumasinkitty, tilaustunnus HDG</p> <ul style="list-style-type: none"> - Kierre ja tartunta kuumasinkitty, SFS-EN ISO 10684 - Mutterit DIN 934, lujuus 8, ylikoko kuumasinkitty - Aluslevyt S355J2+N, kuumasinkitty

Anstar Oy:n tuotantoon kuuluvat pultit ryhmiteltynä käyttökohteidensa mukaan:

Taulukko 4. Pulttien valmistusohjelma ja käyttöohjeet

	Pultit	Käyttöohje	Pultin tyypillinen käyttökohde
1	ATP AHP	ATP ja AHP Harjateräspultit	<ul style="list-style-type: none"> - Toimisto-, liike- ja julkisten rakennusten perustusten pulttiliitokset. Betoni- ja teräsrungot sekä liittopilarirungot. - Kevyiden teollisuusrakennusten perustusten pulttiliitokset betoni- ja teräsrungoissa - Kone- ja laiteperustusten kevyet liitokset betoniin
2	ALP-LC ALP-PC ALP-P2 sekä S sarja irrotettavalla kierteellä	ALP-C Peruspultit	<ul style="list-style-type: none"> - Teollisuuden betonielementtirunkojen järeät perustusliitokset - Betonielementtirungon momenttijäykät palkki-pilariliitokset - Jäykistysseinien perustusliitokset - Teräsrungon järeät pilari-perustusliitokset - Muut järeät pulttiliitokset betoniin - Kone- ja laiteperustusten järeät liitokset betoniin
3	ARJ	Raudoitusjatkos	<ul style="list-style-type: none"> - Harjateräksen jatkosliitos - Raudoitusjatkokseen tehdyt pulttisovellukset - Momenttijäykkä palkki-pilariliitos - Vetotankorakenteet

4 PULTIN MITOITUSPERUSTEET

4.1 Suunnittelu- ja valmistusnormit

ATP ja AHP sarjan harjapulttien suunnittelu- ja valmistusnormit ovat:

1. Suomen normit

Suomessa pultteja käytetään seuraavien normien mukaan suunniteltaviin kohteisiin:

<i>SFS-EN 1991-1+NA</i>	Rakenteiden kuormat. Osa 1-1. Yleiset kuormat. [5]
<i>SFS-EN 1992-1+NA</i>	Betonirakenteiden suunnittelu. Osa 1-1. Yleiset säännöt ja rakennuksia koskevat säännöt. [6]
<i>SFS-EN 1993-1-1+NA</i>	Teräsrakenteiden suunnittelu. Osa 1-1. Yleiset säännöt ja rakennuksia koskevat säännöt. [7]
<i>SFS-EN 13670</i>	Betonirakenteiden toteuttaminen, toteutusluokka 2 tai 3, [17]
<i>CEN/TS 1992-4-1</i>	Design of fasteners in concrete - Part 4-1: General.[9]
<i>CEN/TS 1992-4-2</i>	Design of fasteners use in concrete - Part 4-2: Headed Fasteners[10].

2. Muut euronormialueen maat

Pulttien kestävyys on tarkistettu EN normien mukaan

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

3. Pulttien valmistus

Pultit valmistetaan standardin SFS-EN 1090-2 mukaan toteutusluokissa EXC2 tai EXC3.

Pultit täyttävät seuraavien normien mukaiset vaatimukset:

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

4.2 Pultin kestävyysarvot

4.2.1 Pultin normaalivoimakestävyys

Pultin normaalivoimakestävyys mitoitusarvo määräytyy pultin kierteen kestävyys mukaan. Pultin kierteen mitoitusarvo lasketaan standardin CEN/TS 1992-4-2 kohdan 6.2 mukaan[10]. Pultin normaalivoimakestävyys mitoitusarvot on esitetty taulukossa 5.

Pultin leikkauskestävyys perustusbetonissa lasketaan standardin CEN/TS 1992-4-2 kohdan 6.3 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.

Taulukko 5. ATP ja AHP pulttien normaalivoimakestävyys käyttö- ja onnettomuustilanteessa

Pultti	Normaalivoimakestävyys		Mitoitusehto
	$N_{Rd,s}$ [kN]	$N_{Rd,sa}$ [kN]	
ATP16, AHP16	61,7	78,5	ATP pultin lopullinen normaalivoimakestävyys betonissa määräytyy pultin sijainnin ja betonin mitoitettavan perusteella.
ATP20, AHP20	96,3	122,5	
ATP24, AHP24	138,7	176,5	
ATP30, AHP30	220,4	280,5	
ATP36, AHP36	315,9	402,0	
ATP39, AHP39	383,4	488,0	
ATP45, AHP45	493,4	628,0	

$N_{Rd,s}$ = Normaalivoimakestävyuden mitoitusarvo, (=kierteen teräskestävyys)

$N_{Rd,sa}$ = Normaalivoimakestävyuden mitoitusarvo onnettomuustilanteessa CC3 rakenteilla.

Mitoitusehto: betoni $\gamma_c = 1,2$ ja teräs $\gamma_s = 1,0$. Laskenta onnettomuustilan ominaiskuormilla.

Pultin normaalivoimakestävyuden murtokriteerit betonissa

Pultin mitoitus betonissa perustuu standardiin CEN/TS 1992-4-2 [10], jonka mukaan pultille suoritetaan seuraavat normaalivoimakestävyuden murtokriteerien tarkastelut betonissa.

Taulukko 6. ATP ja AHP pulttien normaalivoimakestävyuden murtokriteerit

NO	Pultin normaalivoiman murtokriteerit CEN/TS 1992-4-2	Mitoitus ehto	Pulteille laskettavat kestävyudet	
			AHP	ATP
1	Kierteen normaali-voimakestävyys	Kierteen teräskestävyys	$N_{Rd,s}$	$N_{Rd,s}$
2	Pull-Out failure	$N_{Ed} \leq N_{Rd,p}$	-	$N_{Rd,p}$
3	Concrete Cone failure	$N_{Ed} \leq N_{Rd,c}$	-	$N_{Rd,c}$
4	Splitting failure	$N_{Ed} \leq N_{Rd,sp}$	-	Murtokartio-raudoitus
5	Blow-Out failure	$N_{Ed} \leq N_{Rd,cp}$	-	$N_{Rd,cp}$
6	Pultin lisäraudoituksen kestävyys	$N_{Ed,re} \leq N_{Rd,re}$	Lisäraudoitus lasketaan	Lisäraudoitus lasketaan
7	Perustuksen pääraudoituksen kestävyys pultin kohdalla	$N_{Ed,ra} \leq N_{Rd,a}$	Perustuksen pääraudoitus lasketaan pultin kohdalla.	Murtokartion lisäraudoitus lasketaan.
8	Punching failure	$N_{Ed,c1} \leq N_{Rd,c1}$	-	$N_{Rd,c1}$

Mitoitusehto: $N_{Ed} \leq \min(N_{Rd,s}; N_{Rd,p}; N_{Rd,c}; N_{Rd,sp}; N_{Rd,cp}; N_{Rd,a}; N_{Rd,c1})$

Pultin minimi reunaetäisyydet normaalivoimalle

Pultin minimi reunaetäisyys normaalivoimalle määräytyy joko betonipeitteen nimellisarvon tai pultin vaarnan betonin murtokriteerien perusteella. Taulukossa 7 on pultin minimi etäisyysvaatimukset. Mitta on pultin keskeltä rakenteen reunaan tai toisen pultin keskelle.

Taulukko 7. AHP ja ATP pulttien minimi reuna- ja keskiötäisyydet normaalivoimalle. C25/30

Pultti	c_1	e_1	Pultti	c_1	c_2	c_3	e_2
	[mm]	[mm]		[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
AHP16	53	40	ATP16	63	173	65	346
AHP20	55	50	ATP20	68	230	75	460
AHP24	58	60	ATP24	74	282	80	564
AHP30	61	70	ATP30	82	400	110	800
AHP36	61	90	ATP36	82	526	165	1052
AHP39	65	100	ATP39	95	572	135	1144
AHP45	65	110	ATP45	95	702	200	1404

Pultin minimi reuna- ja keskiötäisyydet on määritetty seuraaville reunaehdoille:

c_1 = minimi reunaetäisyys pultin betonipeitteelle.	<ul style="list-style-type: none"> Pultin keskiön minimi etäisyys reunasta. c_1 on määritetty rasisluokissa XC3 - XC4 betonin nimellisarvolla $C_{nom} = 35$ mm ja 50 v käyttöön ja hakakoon T10 mitoilla ($C_{nom} = 45$ mm). Arvoa voi redusoida suunnittelukäyttöön ja betonipeitteen sekä rasisluokan muuttuessa. Käyttöikämitoitus on taulukossa 12. 	Minimiarvoa ei saa alittaa.
e_1 = minimi keskiötäisyys.	<ul style="list-style-type: none"> Pultin minimi keskiötäisyys on määritetty viereisten pulttien tartuntojen etäisyyden ja pultin vaatiman tilan mukaan siten, että pultin tartunnat toimivat erillistankoina, ei tankonippuina. 	Minimiarvoa ei saa alittaa.

C_2 = minimi reuna-etäisyys vaarnapulteille.	- Pultin keskiön minimi etäisyys reunasta. C_2 on määritetty ATP pultin vaarnan murtokartion jakaantumisalueen mukaan Concrete Cone murtokriteerille. Betoni C25/30.	Minimiarvon alitus redusoi Concrete Cone kestävyyttä.
e_2 = minimi keskiö-etäisyys vaarnapulteille.	- Pultin minimi keskiöetäisyys e_2 on määritetty ATP pultin vaarnan murtokartion jakaantumisalueen mukaan Concrete Cone murtokriteerille ja pultin vetokestävyydelle. Betoni C25/30.	Minimiarvon alitus redusoi Concrete Cone kestävyyttä.
C_3 = minimi reuna-etäisyys vaarnapulteille.	- Minimireunaetäisyys C_3 on määritetty ATP pultin vaarnan murtokartion kohdalla Blow-Out murtokriteerille. - Pultti raudoitetaan Blow-Out murtokartiolle. Betoni C25/30.	Minimiarvon alitus redusoi Blow-Out kestävyyttä.

4.2.2 Pultin leikkauskestävyyden mitoitusarvo

Pultin leikkauskestävyyden mitoitusarvo määritetään seuraavissa mitoitusilanteissa:

1. <i>Asennustilanne</i> <i>Jälkivaluleikkaus</i>	- Pultin kierteen teräsleikkauskestävyys $V_{Rd,se}$. - Leikkauskestävyys määräytyy CEN/TS 1992-4-2 kohdan 6.3.3.2 mukaan asennustilanteen voimilla liitoksen jälkivalupaksuuden mukaan. (Steel failure with level arm). Liitosta ei ole jälkivalettu. - Laskentaperiaate on kappaleessa 4.2.4.
2. <i>Käyttötilanne</i> <i>Jälkivaluleikkaus</i>	- Pultin kierteen teräsleikkauskestävyys on $V_{Rd,se}$. - Leikkauskestävyyden mitoitus tapahtuu kuten edellä, mutta käyttötilanteen voimilla liitoksen jälkivalupaksuuden mukaan. (Steel failure with level arm). - Liitos on jälkivalettu. Laskentaperiaate on kappaleessa 4.2.4
3. <i>Käyttötilanne</i> <i>Perustuksen</i> <i>primääribetoni</i>	- Pultille on määritetty leikkauskestävyys (Concrete Edge failure) $V_{Rd,c1}$ betonin reunapuristukselle. - Mitoitusilanne on halkeillut betoni ja lujuus C25/30 rakenneluokka 2. - $V_{Rd,c1}$ on laskettu ilman leikkausraudoitusta taulukon 8 mukaiselle minimi reunaetäisyydelle C_4 , joka vastaa taulukon 7 mukaista pultin minimi betonipeitteen etäisyysvaatimusta. - $V_{Rd,c2}$ on laskettu käyttämällä pulttiryhmälle leikkaushakaraudoitusta. - $V_{Rd,c3}$ on laskettu käyttämällä pulttikohtaista U-hakaraudoitusta. - Teräsleikkauskestävyys $V_{Rd,s}$ tulee määrääväksi vain hyvin suurilla reunaetäisyyksillä. (kun $c_1 > 60$ d, d=pultin halkaisija), [10] kohta 6.3.5.1
4. <i>Onnettomuus-</i> <i>tilanteen mitoitus</i>	- Pultille määritetään RIL 201-4-2017 [23] mukaan onnettomuusilanteen leikkauskestävyys CC3 rakenteiden vaurionsietokyvyn määrittämistä varten. - Mitoitusehto: betoni $\gamma_c = 1,2$ ja teräs $\gamma_s = 1.0$. Laskenta ominaiskuormilla.

Taulukko 8. ATP ja AHP pulttien leikkauskestävyyden mitoitusarvot, käyttötilanne, betoni C25/30

Pultti	Kierre $V_{Rd,s}$ [kN]	Kierre $V_{Rd,se}$ [kN]	Jälki- valu D mm	Betoni- kestävyys $V_{Rd,c1}$ [kN]	Betoni- kestävyys $V_{Rd,c2}$ [kN]	Betoni- kestävyys $V_{Rd,c3}$ [kN]	Betonikestävyyden laskenta- reunaetäisyys C_4
ATP16, AHP16	25,9	5,5	50	9,2	11,0	12,8	85
ATP20, AHP20	40,4	10,6	50	13,4	16,0	18,7	105
ATP24, AHP24	58,2	19,1	50	19,3	23,2	27,1	135
ATP30, AHP30	92,6	39,9	50	29,2	35,1	40,9	170
ATP36, AHP36	132,7	56,2	60	30,3	36,4	42,5	170
ATP39, AHP39	161,0	75,2	60	43,0	51,6	60,2	215
ATP45, AHP45	207,3	98,6	70	44,3	53,1	62,0	215

$V_{Rd,s}$ = Leikkauskestävyyden maksimi mitoitusarvo, kierteen teräsleikkauskestävyys (ei betonissa).

$V_{Rd,se}$ = Leikkauskestävyyden mitoitusarvo asennustilanteessa, laskettu jälkivalupaksuudella D.

$V_{Rd,c1}$ = Concrete Edge leikkauskestävyys ilman leikkausraudoitusta.

$V_{Rd,c2}$ = Concrete Edge leikkauskestävyys umpihaka leikkausraudoituksella.

$V_{Rd,c3}$ = Concrete Edge leikkauskestävyys U-haka leikkausraudoituksella.

C_4 = Kestävyyksien laskennallinen reunaetäisyys leikkausvoiman suunnassa rakenteen reunaan.

e_4 = Kestävyyksien laskennallinen pulttien keskiöetäisyys kohtisuoraan leikkausvoimaa vastaa.

Ehto $e_4 \geq 3 \cdot C_4$ pitää täyttyä viereisten pulttien välillä taulukon 8 arvoilla.

Onnettomuusilanteen kestävyudet lasketaan *AColumn* ohjelmalla. Kestävyyksiä ei ole taulukoitu.

Leikkauskestävyyden laskenta

Pultin leikkauskestävyys betonissa lasketaan ohjelmassa pultin todellisen sijainnin ja leikkausvoiman vaikutussuunnan ja betonilujuuden mukaan. Kun pultin reunaetäisyys c_4 leikkausvoiman suunnassa on suurempi tai pienempi kuin taulukon 8 laskenta-arvo, lasketaan leikkauskestävyydet $V_{Rd,c1}$, $V_{Rd,c2}$ ja $V_{Rd,c3}$ huomioimalla todellinen etäisyys reunaan ja viereisiin pultteihin. Pulttikohtainen mitoitusehto:

$$V_{Ed} \leq \min(V_{Rd,s}; V_{Rd,c1}; V_{Rd,c2}; V_{Rd,c3})$$

pitää kuitenkin aina täyttyä. Betonileikkauskestävyys nousee reunaetäisyyden kasvaessa ja käytettäessä korkeampaa betonilujuutta ja leikkausraudoitusta. Pultti voi olla lähempänä rakenteen reunaan ja toista pulttia kuin arvo c_4 tai keskiöetäisyys e_4 edellyttävät. Pultin kestävyksiä redusoidaan tällöin vastaavasti taulukon 8 arvoista. Laskenta suoritetaan ohjelmalla.

Pultin leikkauskestävyyden murtokriteerit betonissa

Pultin mitoitus betonissa perustuu standardiin CEN/TS 1992-4-2 [10] kohtaa 6.3, jonka mukaan pultille suoritetaan seuraavat leikkauskestävyyden murtokriteerien tarkastelut.

Taulukko 9. ATP ja AHP pulttien leikkauskestävyyden murtokriteerit perustuksessa.

NO	Pultin leikkauskestävyyden murtokriteerit CEN/TS 1992-4-2	Mitoitus ehto	Pulteille laskettavat kestävyudet	
			ATP	AHP
1	Steel failure without level arm.	$V_{Ed} \leq V_{Rd,s}$	$V_{Rd,s}$	$V_{Rd,s}$
2a	Steel failure with level arm. Asennustilanne	$V_{Ed} \leq V_{Rd,se}$	$V_{Rd,se}$	$V_{Rd,se}$
2b ^{x)}	Steel failure with level arm. Käyttötilanne	$V_{Ed} \leq V_{Rd,se}$	$V_{Rd,se}$	$V_{Rd,se}$
3	Concrete Edge failure Perustusbetonissa	$V_{Ed} \leq V_{Rd,c1}$ $V_{Ed} \leq V_{Rd,c2}$ $V_{Ed} \leq V_{Rd,c3}$	$V_{Rd,c1}$ $V_{Rd,c2}$ $V_{Rd,c3}$	$V_{Rd,c1}$ $V_{Rd,c2}$ $V_{Rd,c3}$
4	Concrete pry-out failure	$V_{Ed} \leq V_{Rd,cp}$	$V_{Rd,cp}$	-
5	Pultin lisäraudoituksen kestävyys	$N_{Ed,re} \leq V_{Rd,re}$	Lisäraudoitus lasketaan	Lisäraudoitus lasketaan
6	Perustuksen pääraudoituksen kestävyys	$V_{Ed,ra} \leq V_{Rd,a}$	Pääraudoitus lasketaan	Pääraudoitus lasketaan

^{x)}Jälkivalubetoni siirtää myös normaalivoimaa materiaalien muodonmuutosten suhteessa.

Onnettomuustilanteen leikkauskestävyydet lasketaan *AColumn* ohjelmalla.

Murtokriteerien mitoitusehto: $V_{Ed} \leq \min(V_{Rd,s}; V_{Rd,se}; V_{Rd,c1}; V_{Rd,c2}; V_{Rd,c3}; V_{Rd,cp}; V_{Rd,re}; V_{Rd,a})$

4.2.3 Pultin normaalivoima- ja leikkauskestävyyden yhdistely betonissa

Pultin normaalivoima- ja leikkauskestävyyden yhdistely perustusbetonissa lasketaan standardin CEN/TS 1992-4-2 kohdan 6.4.1.2 mukaan.

<i>Normaalivoima</i>	- Normaalivoiman määrävimmän murtokriteerin käyttöaste on: $\beta_N = N_{Ed} / \min(N_{Rd,s}; N_{Rd,c}) \leq 1,0$
<i>Leikkausvoima</i>	- Leikkausvoiman määrävimmän murtokriteerin käyttöaste on: - $\beta_V = V_{Ed} / \min(V_{Rd,s}; V_{Rd,c}) \leq 1,0$. (X- ja Y-suunnat)
<i>Voimien yhdistely</i>	- Käyttöasteiden yhdistelylle on voimassa ehto: $\beta_N^{1,5} + \beta_V^{1,5} \leq 1,0$. (X- ja Y-suunnat)

Voimien yhdistelyn laskentasuunta valitaan leikkausvoiman suunnan mukaan ja suureiden käyttöasteet lasketaan huomioimalla rakenteen laskentasuunnan reunaetäisyydet ja etäisyydet viereisiin pultteihin. Leikkauskestävyyteen lasketaan mukaan lisäraudoitteet.

Kun leikkausvoima siirretään kenkäliitoksessa kitkan avulla ja teräspilarissa leikkausvaarnan avulla, pultille ei lasketa leikkausvoimaa ja suure $\beta_V = 0$.

4.2.4 Pultin normaalivoima- ja leikkauskestävyyden yhdistely jälkivaluleikkauksessa

Pultin kierreosan kestävyys jälkivalupoikkileikkauksen kohdalla tarkastellaan sekä asennus-, että käyttötilanteissa pulteille lasketuilla voimilla. Liitoksen mitoitusperiaatteet ovat:

<i>Asennustilanne</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Liitoksen normaali- ja leikkausvoimat siirtyvät kaikkien pulttien kautta. - Laskentasuunta on leikkausvoiman resultantin suuntaan. - Jälkivaluja ei ole vielä suoritettu.
<i>Käyttötilanne</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Liitoksen vetovoimat siirtyvät pulttien kautta - Liitoksen puristusvoimat siirtyvät jälkivalubetonin ja puristettujen pulttien kautta materiaalien muodonmuutosten suhteessa. - Leikkausvoima siirretään puristettujen pulttien kautta. - Laskentasuunta on pääakseleiden suuntiin.

Jälkivalupoikkileikkauksen pultin kierteen kestävyys on CEN/TS 1992-4-2 kohdan 6.3.3.2 mukaan. Pultin normaali- ja leikkausvoimakestävyyden yhdistely on CEN/TS 1992-4-2 kohdan 6.4.1.2 mukaan.

<i>Normaalivoima</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Pultin normaalivoimakestävyys jälkivalupoikkileikkauksessa: $\beta_N = N_{Ed}/N_{Rd,s} \leq 1,0$
<i>Leikkausvoima</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Pultin leikkauskestävyys jälkivalupoikkileikkauksessa $V_{Rk,s} = \alpha_M * M_{Rk,s} / l$, $l = \text{level arm}$, $\alpha_M = 2$ $M_{Rk,s} = M^o_{Rk,s} (1 - N_{Ed}/N_{Rd,s})$, N_{Ed} = pultin normaalivoiman laskenta-arvo $N_{Rd,s}$ = kierteen vetokestävyys $M^o_{Rk,s} = 1,2 * W_{el} * f_{uk}$ $\beta_V = V_{Ed}/(V_{Rk,s} / \gamma_{Ms}) \leq 1,0$, $\gamma_{Ms} = 1,25$
<i>Yhdistely</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Normaalivoima- ja leikkauskestävyyden yhdistely $\beta_N^2 + \beta_V^2 \leq 1,0$

4.2.5 Pulttiliitoksen betonilujuudet

Pultin mitoittava betonilujuus on C25/30 sekä normaali- että leikkausvoimalle. Pultteja ei voi käyttää alemmissa betonilujuuksissa. Mitoitus tehdään halkeilleessa betonissa ja tartuntaolosuhde on hyvä. Pultin normaalivoimakestävyys on ylemmissä lujuus- ja rakenneluokissa taulukon 5 mukainen. Murtokartiokestävyydet ja minimi etäisyydet lasketaan käytetyn korkeamman betonilujuuden mukaan.

Pultin leikkauskestävyys betonissa lasketaan aina perustuksen todellisen betonilujuuden ja pultin reuna- ja keskiöetäisyyden mukaan. Betonileikkauskestävyys nousee reuna- ja keskiöetäisyyden sekä betonilujuuden kasvaessa. Taulukon 8 arvot ovat pultin minimi mitoitusilanteen arvoja taulukossa annetulla reunaetäisyydellä c_4 .

4.3 Pilarin leikkausvoiman siirto jälkivalulle ja perustukseen

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

<i>1. Kitkavoima</i>	<p>Leikkausvoima siirretään kitkavoiman avulla pilarilta jälkivalulle ja perustukseen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Leikkausvoima siirtyy pilaribetonin ja kengän pohjalevyn alapinnan kitkan kautta jälkivalulle ja siitä perustuksen betonille. - Pultit eivät osallistu laskennallisesti leikkausvoiman siirtoon. - <u>Jäykistysseinäliitos</u>: Kitkavoima lasketaan SFS-EN 1992-1-1 kappaleen 6.2.5 työsauman rajapinnan kestävyden mukaan. - <u>Pilarikenkäliitos</u>: Kitkavoima lasketaan SFS-EN 1993-1-8 kappaleen 6.2.2 kitkakertoimella $\mu = 0,2$. Loput leikkausvoimasta siirtyy pulttien kautta. - Menetelmiä sovelletaan käyttöön, kun pilarin normaalivoima pysyy puristettuna ja normaalivoimasta tuleva kitkavoima riittää leikkausvoiman siirtoon.
<i>2. Pultin reunapuristus</i>	<p>Leikkausvoima siirretään pultin reunapuristuksen kautta:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Leikkausvoima siirtyy pilarikengän tai teräspilarin pohjalevyn reiän reunapuristuksen kautta pultille, josta voima siirtyy pultin kautta perustusbetonille. - Mitoitus tehdään SFS-EN 1993-1-8 kohdan 6.2.2 mukaan [8]. - Kengän pohjalevyssä on 9-15 mm suurempi reikä, jolloin pilari siirtyy reikävälyksen

	verran, ennen kuin se alkaa toimia leikkauksen reunapuristukselle. <ul style="list-style-type: none"> - Vaihtoehto lisää oleellisesti pultin rasitusta ja vähentää pultin yhdistettyä normaali- ja leikkausvoimakestävyyttä jälkivaluliitoksessa. - Pilarin siirtymä reikävälyksen verran pitää huomioida. - Leikkausvoima siirretään betonipilarilla vain puristetun kengän kautta.
3. Leikkausvaarna	Leikkausvoima siirretään teräsvaarnalla: <ul style="list-style-type: none"> - Menetelmää käytetään teräspilariliitoksissa, joissa pohjalevyn alapintaan on hitsattu teräsprofiili, jonka vaarnavaikutuksella leikkausvoima siirtyy jälkivalun läpi suoraan perustuksen betonille. - Peruspultit eivät osallistu laskennallisesti leikkausvoiman siirtoon.

4.4 Pulttiliitoksen suunnitteluohje päärakennesuunnittelijalle

Pulttiliitoksen suunnittelu tehdään *AColumn* mitoitusohjelmalla. Laskentamenetelmän vuoksi käsin laskentaan ei anneta ohjeita, eikä pultteja suositella käytettäväksi detaljisuunnittelussa likimääräisillä laskentamenetelmillä. Ohjelmalla suunnitellaan pultit seuraavissa liitostyypeissä:

1. Pilarikenkäliitokset	Runkopilareiden liitokset: <ul style="list-style-type: none"> - Kenkäliitokset elementtipilareiden jatkoksissa. - Kenkäliitokset peruspilariin ja paikallavaluunturaan. - Suorakaide- ja pyöreät pilarit - APK-C, APKK-C ja AHK, AHK-K kengät
2. Seinäkenkäliitokset	Jäykistävä seinä <ul style="list-style-type: none"> - Jäykistävän elementtiseinän jatkos- ja perustusliitos. - ASL-H ja ASL-P seinäkengät
3. Momenttijäykät palkkipilari-liitokset	Momenttijäykkä palkki-pilariliitos <ul style="list-style-type: none"> - Betonielementtirungon momenttijäykät palkkipilari liitokset. - APK-MC palkkikengät ja ALP-P2 sarjan peruspultit.
4. Teräspilarin liitos perustukseen	Teräspilarin perustusliitos <ul style="list-style-type: none"> - Teräspilareiden peruspulttiliitokset paikallavaluperustukseen. - Pohjalevy- ja leikkausvaarnaliitokset

Pulttiliitosten suunnittelussa huomioidaan seuraavat mitoitus ehdot ja normit:

1. Mitoitusnormit ja kuormitusyhdistely

Pulttiliitoksen suunnittelu tehdään standardilla CEN/TS 1992-4-2 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. Kengän ja pulttien kestävyys lasketaan asennustilanteelle annetuille voimille *AColumn* ohjelmalla. Liitoksen normaalivoima siirretään pulttien kautta ja leikkausvoima siirtyy pulttien taivutuksen ja leikkauksen kautta. Pulttien hoikkuus ja taivutuskestävyys huomioidaan liitoksen jälkivalupaksuuden mukaan.

3. Käyttötilanteen mitoitus

Seuraamusluokan CC1–CC3 kertoimet huomioidaan kuormitusyhdistelyssä. Pulttiliitos toimii käyttötilanteessa, kun perustuksen betoni ja liitoksen jälkivalut ovat kovettuneet. Ohjelma laskee pultin kestävyysdeturmit normaali- ja leikkausvoimalle.

Seuraamusluokan CC1–CC3 kertoimet huomioidaan jo kuormitusyhdistelyssä. Pulttiliitos toimii käyttötilanteessa, kun 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 laskee tarvittavat lisähaat pultin alueella ja suorittaa pulttien ja niiden tarvitseman lisäraudoituksen mitoituksen perustuksessa.

- 4. Palotilanteen mitoitus**

Pulttiliitos suunnitellaan samaan paloluokkaa rungon kanssa. Pultti on sijoitettava riittävän betonikerroksen etäisyydelle rakenteen reunasta jälkivalussa ja perustuksessa.
- 5. Dynaamista vaikutusta sisältävät 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. Maanjäristystilanteen kuormat**

Maanjäristysmitoitus huomioidaan käyttötilanteen 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 väsyttävillä voimilla. Väsymysmitoitus tehdään tapauskohtaisesti SFS-EN 1990-1 kohdan 4.1.4 periaatteiden mukaan. [4]
- 8. Onnettomuustilanteen mitoitus**

Pulttiliitokselle voidaan tehdä onnettomuustilanteen mitoitustarkastelu SFS-EN 1992-1-1 kohdan 2.4.2.4. mukaan käyttämällä normin taulukon 2.1N onnettomuustilanteen materiaaliosavarmuuskertoimia määrittämään liitoksen kestävyys poikkeuksellisissa tilanteissa. Mitoitusta tarvitaan myös selvitettäessä ohjeen RIL 201-4-2017 [23] mukaan kenkä/pulttiliitoksen vaurionsietokykyä onnettomuustilanteessa CC3 luokan rakenteilla. Onnettomuustilanteessa pulttien materiaalien osavarmuustaso on: betoni $\gamma_c = 1,2$ ja rakenne- ja harjateräs $\gamma_s = 1,0$. Laskenta suoritetaan onnettomuustilanteen kuormilla. Materiaaliosavarmuustasoa sovelletaan standardien EN 1992-1-1, EN 1993-1-1 ja CEN/TS 1992-4-2 laskentamenetelmiin.

Tarkastelu suoritetaan *AColumn* ohjelmalla. Lasketaan erillisellä ohjelmalla onnettomuustilanteen voimayhdistely ja annetaan liitoksen voimat ”*Onnettomuustilanteen kuormina*”. Ohjelma laskee onnettomuustilanteen kestävyysarvot ja käyttöasteet liitoksen eri osille käyttämällä karakteristisia materiaaliarvoja teräkselle, jolloin harjateräs ja peruspulttiteräs voivat lähteä myötöön. Betonilla on pieni $\gamma_c = 1,2$ varmuus jäljellä haurasmurtumaa vastaan.
- 9. Pultin käyttö matalissa lämpötiloissa**

Pulteille ei tarvitse tehdä erillistä käyttölämpötilatarkastelua. Noudatetaan harjateräkselle määritettyjä matalan lämpötilan mitoitusten menetelmiä.
- 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 normaalivoimakestävyuden ja limityspituuden tarkistuksen pultin alueella, jotta pultin laskentavoimat siirtyvät perustuksen päätangoille.
- 11. Pultin toiminnan vaatimat minimi reunaetäisyydet**

Ohjelma laskee standardin CEN/TS 1992-4-2 mukaan normaalivoimalle kappaleessa 6.2 ja leikkausvoimalle kappaleessa 6.3 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 7 Annetut minimi etäisyydet perustuvat pultin rakenteellisiin mittoihin ja suojabetonikerrokseen $C_{\min} = 35 \text{ mm} + 10 \text{ mm}$ haka.
- 12. Pultin käyttöikä ja säilyvyysmitoitus**

Kenkien käyttöikä ja säilyvyysmitoitus tehdään BY 65 kappaleen 2 ohjeiden mukaan. Periaatteet ja suositellut toteutusmenetelmät on esitetty tämän ohjeen kappaleessa 5.7.

5 PULTTILIITOKSEN DETALJISUUNNITTELU

5.1 Suunnittelun vaiheet ja osapuolet

ATP ja AHP harjapultit 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 CEN/TS 1992-4-2 mukaan. [10] Ohjelma laskee pultin kestävyudet 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.

5.2 Pilariliitoksen mitoitusohjelma *AColumn*

Kotisivuiltamme www.anstar.fi/ohjelmat voi ladata mitoitusohjelman. Ohjelma toimii Windows 7, 8 ja 10 käyttöjärjestelmissä.

1. Käyttöliittymän valikot

Pääikkunassa näytetään pilarin poikkileikkaus liitoksen pohjalevyn yläpinnan kohdalta sekä alapuolisen perustuksen mitat ja pultit. Pääikkunan valikkorakenne muodostuu toiminnoista:

<i>Tiedosto</i>	Valikossa suoritetaan projektikansion ja tiedostohallinnan ja tulostuksen valinnat.
<i>Lähtötiedot...</i>	Ensiksi valitaan laskettava poikkileikkaustyyppi ja annetaan poikkileikkauksen geometria ja materiaalitiedot.
<i>Kuormat</i>	Toiminnolla annetaan rungon kuormitusyhdistelystä lasketut voimat asennus- ja käyttötilanteelle sekä palomitoitukselle.
<i>Raudoitteet...</i>	Toiminnolla sijoitetaan liitokseen kengät ja peruspultit sekä pilarin pääraudoitus kenkien alueelle.
<i>Mitoita...</i>	Valinta suorittaa liitoksen laskennan. Tässä toiminnossa valitaan myös käyttö- ja onnettomuustilanteen laskenta.
<i>Laskentatulokset</i>	Laskentatulokset tarkastellaan kengille ja pulteille sekä eri tilanteiden mitoitusluokkille.
<i>Ohjelman asetukset</i>	Valikossa annetaan ohjelman käyttöä ja laskentaa ohjaavia parametreja.

2. Laskentaa ohjaavat tiedot

Pääikkunassa on laskentaa ohjaavaa informatiivista tietoa:

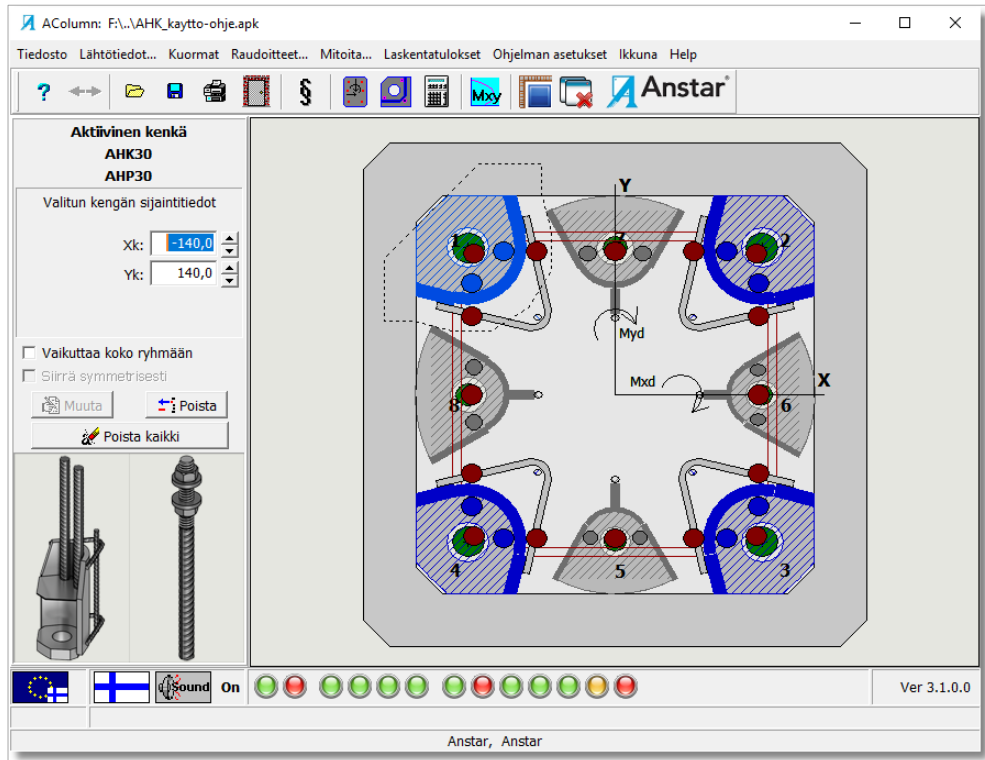
<i>Laskentanormi</i>	Ikkunan vasemmassa alakulmassa on projektikansiossa käytössä olevan laskentanormin lipputunnus.
<i>Käyttökieli</i>	Normilipun on käyttökielen lipputunnus. Valittavina on suomi, ruotsi, englanti ja saksa sekä sama myös tulostuskieleksi. Käyttö- ja tulostuskieli voidaan valita erikseen.

3. Pulttien soveltuvuus eri liitostyyppihin perustusrakenteissa

Taulukossa 10 on ATP ja AHP pulttien soveltuvuus eri perustusrakenteisiin. Käyttökohteen valintaan vaikuttaa pultin pituus, suojabetonikerrosvaatimukset sekä lyhyen vaarnapultin murtokartiomitoituksen vaatima reunaetäisyys.

Taulukko 10. ATP ja AHP pulttien soveltuvuus eri perustusrakenteisiin

Pultti	Pilari-pilari liitos	Pilari-peruspilari liitos	Pilari-antura liitos
ATP	Pultti ei sovellu liitokseen vaarnapultin kannan suuren reunaetäisyyden takia.	Pultti ei sovellu liitokseen vaarnapultin kannan suuren reunaetäisyyden takia.	Pultti sopii hyvin matalaan anturaan ja pultin vaarnan kannalla on riittävä reunaetäisyys.
AHP	Pultti sopii hyvin jopa samankokoisiin pilareihin.	Pultti sopii hyvin, jos peruspilari on riittävän korkea. Reunaetäisyydet on riittävät.	Pultti sopii, jos pultin tartunta taivutetaan anturan alapintaan tai anturassa on riittävästi korkeutta.



Kuva 8. Pääikkuna AHK- ja AHK-K pilarikenkäliitoksella ja AHP ja ATP 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:

- vihreä = käyttöaste on hyväksytty alueella 0 - 0,95
- keltainen = käyttöaste on hyväksytty alueella 0,951 - 1,0
- punainen = käyttöaste on >1,0 ylittyy
- harmaa = Jos väri on harmaa, ei suuretta ole vielä laskettu tai se ei kuulu liitostyyppin mitoitusarvoihin. Jos asennuskuormia ei anneta, asennusta ei lasketa.



Käyttöastevalot aktivoituvat sitten, kun liitoksen voimat on annettu ja liitos on laskettu.

Käyttöasteet

- Valopalkin mitoitussuureen saa selville osoittamalla hiirellä kyseistä valoa, jolloin valopalkin alle tulostuu käyttöastevalon merkitys.
- Klikkaamalla hiirellä valoa, avautuu kyseisen suureen tulostusikkuna siihen kuormitustapaukseen ja laskentasuureeseen, joka oli määräävin.
- Valopalkki näyttää liitoksen laskentasuureiden merkittävimmät käyttöasteet.
- Kun kaikki ovat vihreitä ja keltaisia tai harmaata, on liitos hyväksytty.
- Punainen merkitsee käyttöasteyleitystä kyseisessä suureessa.

5.3 Pilariliitoksen suunnittelu

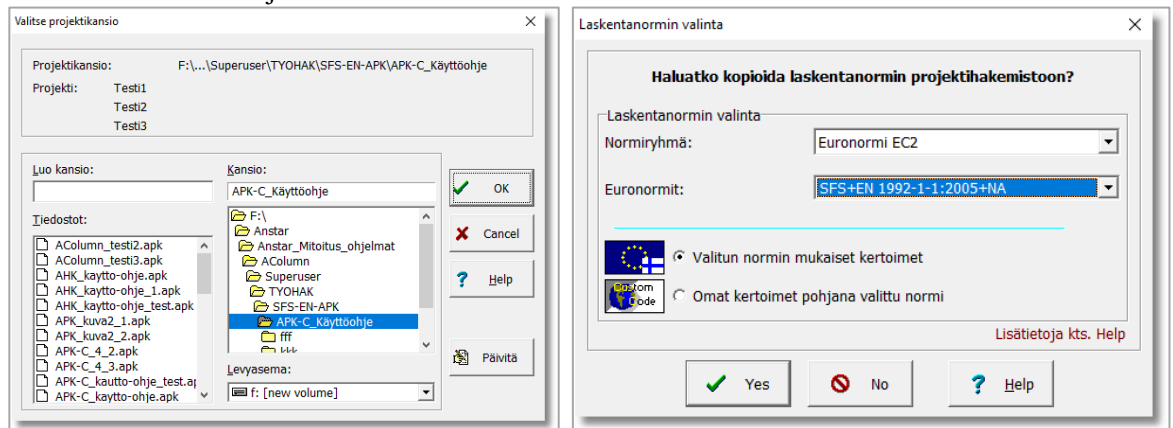
5.3.1 Projektikansio ja laskentanormi

1. Yleistä

Tässä käyttöohjeessa on pultiliitoksen laskennassa tarvittavat lähtötiedot ja pulttien laskentatulokset. Pilarikenkä- tai teräspilariliitoksen laskenta on vastaavissa käyttöohjeissa.

2. Laskentanormin valinta

Laskennan alussa luodaan projektikansio, jonne lähtötiedot ja tulokset tallentuvat. Tämä tehdään valikolla *Tiedosto/Projektikansio*, joka avaa kuvan 9. Ensiksi luodaan kansio, jolloin kysytään kansioon kopioitava laskentanormi. Normivalinta tehdään kerran jokaiseen uuteen projektikansioon. Uusi laskenta käyttää tässä kansiossa valittua normia. Normi vaihdetaan tekemällä uusi kansio ja valitsemalla sinne toinen normi.



Kuva 9. Projektikansion ja laskentanormin valinta

Valittavat laskentanormit ovat:

<i>EN 1992-1-1:2004</i>	Perus Eurokoodi
<i>SFS-EN 1002-1-1:2005+NA</i>	Suomen Eurokoodi + NA
<i>SS-EN 1992-1-1:2005/AC:2010+A1/2014</i>	Ruotsin Eurokoodi + NA
<i>DIN-EN 1992-1-1:2011-01+A1/2014</i>	Saksan Eurokoodi + NA

3. Projektitiedot:

Tässä annetaan kansion projektia koskevat yleistiedot, jotka tulostuvat laskelmien alkuun.

4. Tulostus

Paperitulostukseen valitaan ne tiedot, jotka laskennasta halutaan tulostaa. Tulostus menee valitulle oletusprinterille. Tulostimen voi käydä vaihtamassa *Kirjoittimen asetukset* valikossa. Tulostuskieli valitaan valikosta: *Ohjelman asetukset/Käyttöympäristö/Kieli*.

5.3.2 Liitostyyppin valinta ja materiaalit

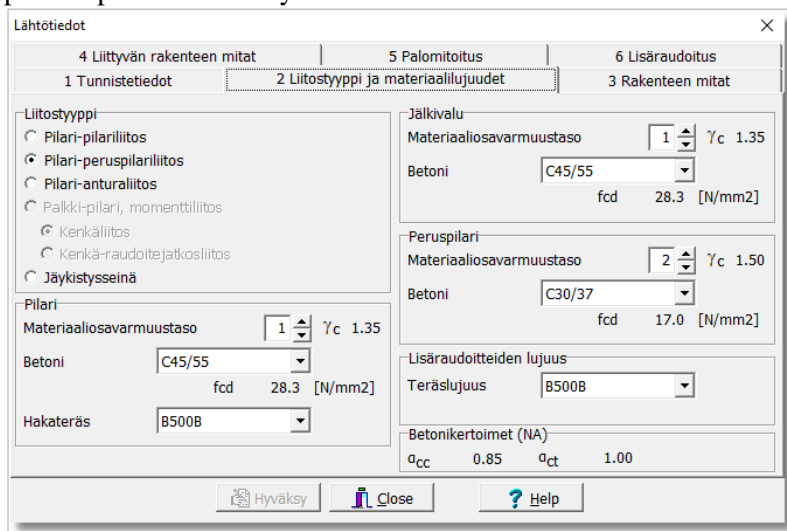
Liitoksen rakenne ja materiaalit annetaan kuvan 10 *Lähtötiedot* ikkunassa, joka sisältää 6 alaikkunaa. Ensiksi valitaan aina laskettava liitostyyppi, joka säätää sitten muut lähtötietoiikkunat ja laskentaparametrit koskemaan valittua liitostyyppiä.

1. Liitostyyppi ja materiaalilujuudet

ATP ja AHP pulttiliitoksen laskentaa varten voidaan valita kuusi erilaista liitosvaihtoehtoa:

1. <i>Pilari-pilariliitos</i>	Liitos kahden pilarin välillä, jolloin alempi pilari voi olla samankokoinen tai suurempi. Pilarin muodoksi valitaan neliö, suorakaide tai pyöreä. Sijainti on joko keskeinen tai valitut reunat sivuavat.
2. <i>Pilari-peruspilariliitos</i>	Liitos pilarin ja peruspilarin välille, jolloin peruspilari voi olla samankokoinen suurempi. Sijainti on joko keskeinen tai reunat sivuavat.
3. <i>Pilari-anturaliitos</i>	Liitos betonipilarin ja paikallavaluunturan välillä. Sijainti on keskeinen.
4. <i>Palkki-pilari momenttiliitos</i>	Liitos muodostuu elementtipalkin ja pilarin välille ja liitoksesta tehdään taivutusmomenttia siirtävä.
5. <i>Jäykistysseinä liitos</i>	Liitos jäykistävän seinäelementin ja/tai perustuksen välillä.
6. <i>Teräspilarin liitos</i>	Liitos teräspilarin ja betoniperustuksen välillä. ASteel ohjelmalla.

Laskentatiedot voidaan ensiksi täyttää kaikilla välilehdillä ja sitten ne on hyväksyttävä *Hyväksy* painonapilla ennen siirtymistä laskentavoimien antoon.



Kuva 10. Liitostyyppin valinta ja materiaalilujuudet

2. Materiaaliosavarmuustaso

Liitostyyppi ja materiaalilujuudet ikkunassa valitaan liitoksen eri osien betoni/teräs lujuudet ja laskennan käyttämä materiaaliosavarmuustaso. Tämä taso vastaa betonirakenteen toteutusluokkaa:

Taso "2"	SFS-EN 1992-1-1 perusmateriaaliosavarmuustaso, joka vastaa standardin SFS-EN 13670 toteutusluokkaa 2. [17]
Taso "1"	SFS-EN 1992-1-1 liitteen A2 alennettu materiaaliosavarmuustaso, joka vastaa standardin SFS-EN 13670 toteutusluokkaa 3. [17] (Vanhan RakMK B4:n 1-luokka)
Taso "0"	SFS-EN 1992-1-1 onnettomuustilanteen materiaaliosavarmuustaso, joka vastaa standardin SFS-EN 1992-1-1 kohtaa 2.4.2.4 onnettomuustilanteen mitoitus. [7]

Tason valinnan jälkeen ohjelma näyttää valitun betonin materiaaliosavarmuuskertoimen ja valitun betonin laskentalujuuden f_{cd} .

3. Jälkivalun materiaalilujuus

Jälkivalun materiaalilujuus valitaan ikkunassa. Mikäli käytetään jälkivalumassaa, jonka lujuus on pilaribetonia korkeampi, annetaan jälkivalun lujuudeksi vain pilaribetonin lujuus ja luokka. Pilaria alemmilla jälkivalun lujuuksilla annetaan valubetonille todellinen lujuus ja luokka.

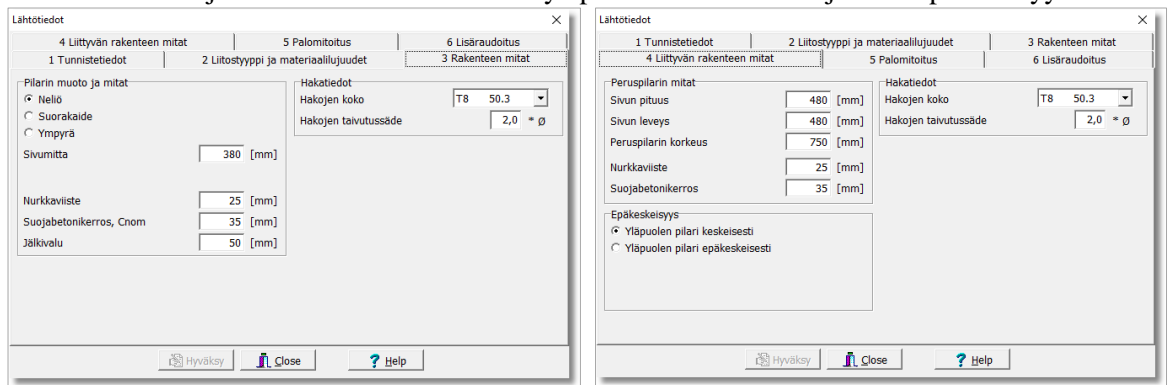
4. Rakenteen mitat

Kuvassa 11 annetaan liitoksen yläpuolen pilarin muoto ja mitat sekä pilarin vakiohakojen koko ja taivutussäde sekä jälkivalun paksuus, joka vaikuttaa oleellisesti asennustilanteen kestävytyteen.

5. Liittyvän rakenteen mitat

Ikkunan 11 rakenne muuttuu valitun liitostyyppin mukaan ja tässä annetaan liitoksen alapuolisen

rakenteen muoto ja mitat. Ikkunassa valitaan yläpuolisen rakenteen sijainnin epäkeskisyyttä.



The image shows two side-by-side windows from a software application. The left window is titled 'Lähtötiedot' and contains sections for '4 Liittyvän rakenteen mitat', '5 Palomitoitus', and '6 Lisäraudoitus'. It includes options for 'Pilarin muoto ja mitat' (Neliö, Suorakaide, Ympyrä) and input fields for dimensions like 'Sivumitta' (380 mm), 'Nurkkaviiste' (25 mm), 'Suojabetonikerros, Cnom' (35 mm), and 'Jälkivalu' (50 mm). The right window also has a 'Lähtötiedot' title and sections for '1 Tunnistetiedot', '2 Liitostyyppi ja materiaallijuudet', and '3 Rakenteen mitat'. It shows 'Peruspilarin mitat' (Sivun pituus: 480 mm, Sivun leveys: 480 mm, Peruspilarin korkeus: 750 mm, Nurkkaviiste: 25 mm, Suojabetonikerros: 35 mm) and 'Epäkeskisyyttä' options (Yläpuolen piliari keskeisestä, Yläpuolen piliari epäkeskeisestä).

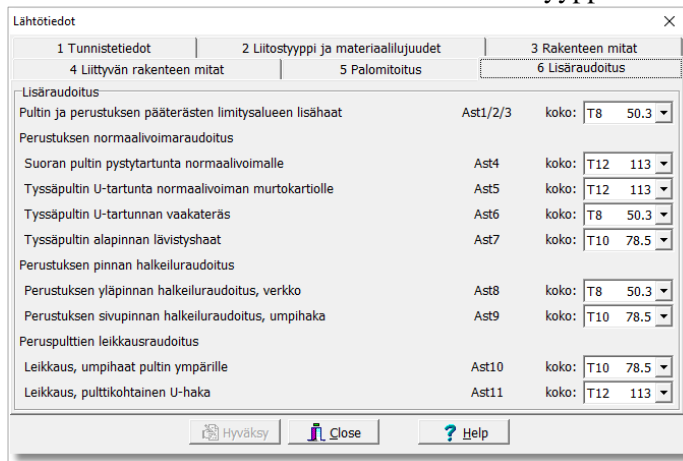
Kuva 11. Liitoksen ylä- ja alapuolisen rakenteen mitat

6. Tunnistetiedot

Kenttiin annetaan kyseistä laskentaa koskevat tunnistetiedot, jotka tulostuvat lujuuslaskelmiin.

7. Lisäraudoitus

Ikkunassa annetaan eri rakenteiden lisäraudoitteiden oletustanko koko, jolla lasketaan lisäraudoitteet. Raudoitteet $A_{st3} - A_{st11}$ vastaavat tyyppiraudoitteita kenkä- ja pulttiohjeissa.



The image shows a 'Lähtötiedot' window with a table of reinforcement details. The table has columns for reinforcement type, steel grade, and size. The data is as follows:

Lisäraudoitus	Stahki	koko:
Pultin ja perustuksen pääterästen limitysalueen lisähaat	Ast1/2/3	T8 50,3
Perustuksen normaaliivoimaraudoitus		
Suoran pultin pystytartunta normaaliivoimalle	Ast4	T12 113
Tyssäpultin U-tartunta normaaliivoiman murtokartioille	Ast5	T12 113
Tyssäpultin U-tartunnan vaakateräs	Ast6	T8 50,3
Tyssäpultin alapinnan lävistyshaat	Ast7	T10 78,5
Perustuksen pinnan halkailurauudit		
Perustuksen yläpinnan halkailuraudit, verkko	Ast8	T8 50,3
Perustuksen sivupinnan halkailuraudit, umpihaka	Ast9	T10 78,5
Peruspulttien leikkausraudit		
Leikkaus, umpihaat pultin ympärille	Ast10	T10 78,5
Leikkaus, pulttikohdainen U-haka	Ast11	T12 113

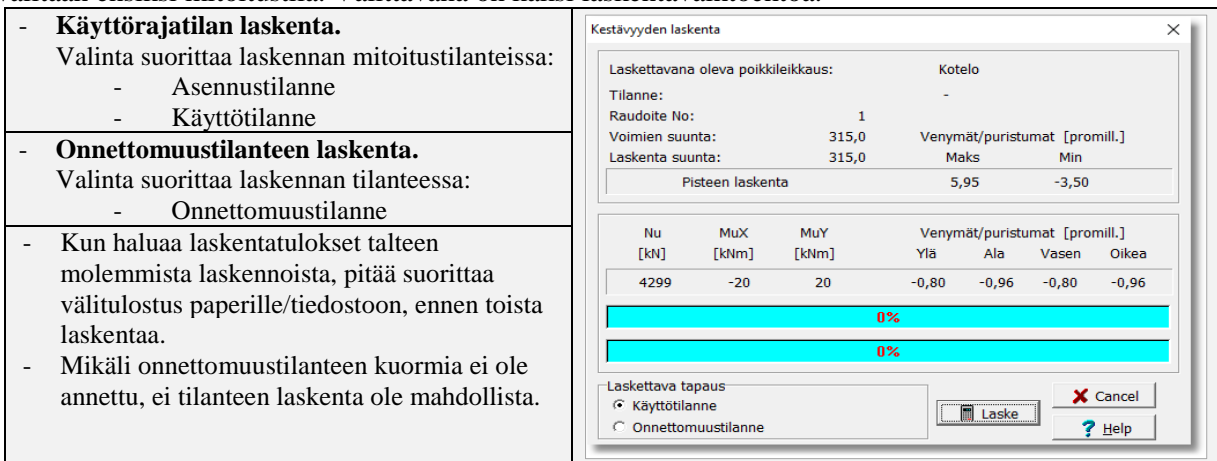
Kuva 12. Pilariliitoksen eri rakenneosien lisäraudoitteiden oletustankokokoko

8. Lähtötietojen hyväksyminen

Kaikki valitut/muutetut laskentatiedot on hyväksyttävä *Hyväksy* painonapilla ennen laskentaa. Valinta hyväksyy kaikki Lähtötiedot ikkunan alisivut yhdellä kertaa.

9. Liitoksen laskenta

Liitoksen laskenta suoritetaan kohdasta *Mitoita*, joka avaa *Kestävyyden laskenta* ikkunan, josta valitaan ensiksi mitoitus-tila. Valittavana on kaksi laskentavaihtoehtoa:



The image shows a 'Kestävyyden laskenta' window. On the left, there are two calculation options:

- Käyttörajan laskenta.** Valinta suorittaa laskennan mitoitus-tilanteissa:
 - Asennustilanne
 - Käyttötilanne
- Onnettomuustilanteen laskenta.** Valinta suorittaa laskennan tilanteissa:
 - Onnettomuustilanne
- Kun haluaa laskentatulokset talteen molemmista laskennoista, pitää suorittaa välitulostus paperille/tiedostoon, ennen toista laskentaa.**
- Mikäli onnettomuustilanteen kuormia ei ole annettu, ei tilanteen laskenta ole mahdollista.**

The right side of the window shows calculation results for 'Kestävyyden laskenta':

Laskettavana oleva poikkileikkaus: Kotelo
 Tilanne: -
 Raudite No: 1
 Voimien suunta: 315,0 Venymät/puristumat [promill.]
 Laskenta suunta: 315,0 Maks Min

Pisteen laskenta		5,95	-3,50
Nu [kN]	MuX [kNm]	MuY [kNm]	Venymät/puristumat [promill.] Ylä Ala Vasen Oikea
4299	-20	20	-0,80 -0,96 -0,80 -0,96

Below the table are two progress bars, both showing 0%. At the bottom, there are buttons for 'Lasketa', 'Cancel', and 'Help'.

5.4 Asennustilanteen laskentatulokset. Pultit

5.4.1 Tulosten esitystapa

Valikkorakenne

Pulttiliitoksen laskennan tulokset ovat valikossa *Laskentatulokset*. Valikko jakaantuu kolmeen tarkasteltavaa osa-alueeseen:





1. <i>Asennustilanne</i>	Pulttien kestävyys asennustilanteessa jälkivalupoikkileikkauksessa.
2. <i>Käyttötilanne. Kengät</i>	Pilarikenkien kestävyys käyttötilanteessa sekä pilarin pääraudoituksen kestävyys kenkäliitoksen kohdalla. Kenkien vaatima lisäraudoitus. Nämä tulokset ovat vastaavissa APK-C ja AHK-kenkien käyttöohjeissa.
3. <i>Käyttötilanne. Pultit</i>	Pulttien kestävyys käyttötilanteessa perustuksessa sekä jälkivalupoikkileikkauksessa. Pulttien vaatima lisäraudoitus.

Laskentakoordinaatisto

Ikkunoissa on näytetty yhdistelytapauksittain kunkin laskentasuureen voimat ja käyttöasteet sekä laskentaparametrit. Tulokset näytetään pääakseleiden suuntiin sekä vinon taivutuksen XY-suuntaan. Vinoa taivutus lasketaan kombinaationa pääakseleiden suunnan voimista kyseisessä yhdistelyssä.

Käyttöasteet

Käyttöasteita sisältävällä tulosterivillä on hyväksyntämerkintä värikoodilla seuraavasti:

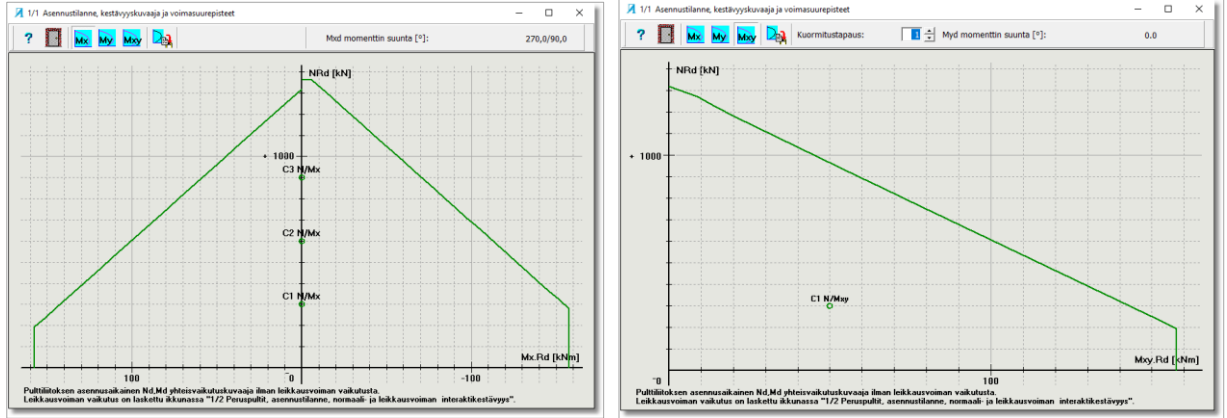
<i>Vihreä</i> 	- Suureen käyttöaste on välillä 0 – 0,95
<i>Keltainen</i> 	- Suureen käyttöaste on välillä 0,95 – 1,00
<i>Punainen</i> 	- Suureen käyttöaste on > 1,00
<i>Harmaa</i> 	- Suuretta ei ole laskettu tai se ei kuulu pultin mitoitusarvoihin
<i>Suureen maksimi käyttöaste</i>	- Valoa klikkaamalla avautuu ikkuna maksimi käyttöasteen yhdistelytapaukseen. - Ylitykset ovat helposti löydettävissä ja samoin kunkin suureen maksimi hyväksytty käyttöaste ja missä yhdistelyssä ja se esiintyy.

Rakenteiden numerointi

Laskennan jälkeen 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 tulee näkyviin laskennan jälkeen.

5.4.2 Asennustilanteen kestävyys

Valikossa *Laskentatulokset/1 Asennustilanne* on pulttien asennustilanteen mitoitus jälkivalupoikkileikkauksessa kuormille, jotka vaikuttavat pilarissa ennen pohjalevyn alustavaluja. Pulttien kestävyudet lasketaan taivutettuna ja puristettuna rakenteena jälkivalupaksuuden mukaan. Pääikkunan alapalkin kaksi ensimmäistä kestävyysvaloa näyttävät asennustilanteen kestävyudet ja käyttöasteet. Ikkunassa 1/1 esitetään pulttiliitoksen normaalivoimakestävyyden kuvaaja ja asennustilanteen voimapistet. Asennustilanteen voimapisteen pitää sijaita kuvaajan sisällä. Normaalivoiman kuvaajassa ei ole mukana pulttien leikkausvoiman osuutta.



Kuva 13. Asennustilanne. Pulttien N/M-voimapistet ja kestävyyskuvaaja normaalivoimalle

Ikkunassa 1/2 on jälkivalupoikkileikkauksen yksittäisten pulttien asennustilanteen kestävyys normaalivoimalle ja leikkaukselle. Leikkausvoiman kestävyteen on laskettu pultin taivutuksen osuus. Kestävydet lasketaan pultin kierreosalle CEN/TS 1992-4-2 kohdan 6.3.3.2 mukaan.

Normaalivoiman käyttöaste	$n, n \leq N_{Ed}/N_{Rd,s} \leq 1,0$.
Leikkausvoiman käyttöaste	$n, v \leq V_{Ed}/V_{Rd,s} \leq 1,0$.
Kestävyksien yhteisvaikutus	$n, i \leq n, n^2 + n, v^2 \leq 1,00$.

Pulttien kestävyys on riittävä, kun koko liitoksen normaali- ja leikkausvoimakestävyys kuvasta 14 ja pulttien yhdistetty normaali- ja leikkausvoimakestävyys n, i on hyväksyttävällä tasolla.

Ikkunan 1/2 toisella välilehdellä on leikkauskestävyyden laskennassa käytetyt parametrit.

Ito	Pultti	NEd	NRd,s	n,n	VED	VRd,s	n,v	n,i
1	AHP30	-48.63	220.39	0.22	6.52	31.07	0.21	0.09
2	AHP30	-140.78	220.39	0.64	6.52	14.40	0.45	0.61
3	AHP30	-148.26	220.39	0.67	6.52	13.05	0.50	0.70
4	AHP30	-56.12	220.39	0.25	6.52	29.72	0.22	0.11
5	ATP20	-44.63	96.25	0.46	2.85	5.69	0.50	0.47
6	ATP20	-63.12	96.25	0.66	2.85	3.66	0.78	1.04

Kuva 14. Asennustilanne. Pulttien normaali- ja leikkausvoimakestävyys

5.5 Käyttötilanteen laskentatulokset. Pultit

Pulttien laskentatulokset käyttötilanteessa saa valikosta *Laskentatulokset/3 Käyttötilanne/Pultit* avautuvista ikkunoista 3/1 – 3/6. Pääikkunan alaosa valopalkista saa näkyviin kunkin ikkunan määrävimmän kuormitustapauksen ja muut laskentasuureet. Värikoodit ovat samat kuin kengillä.

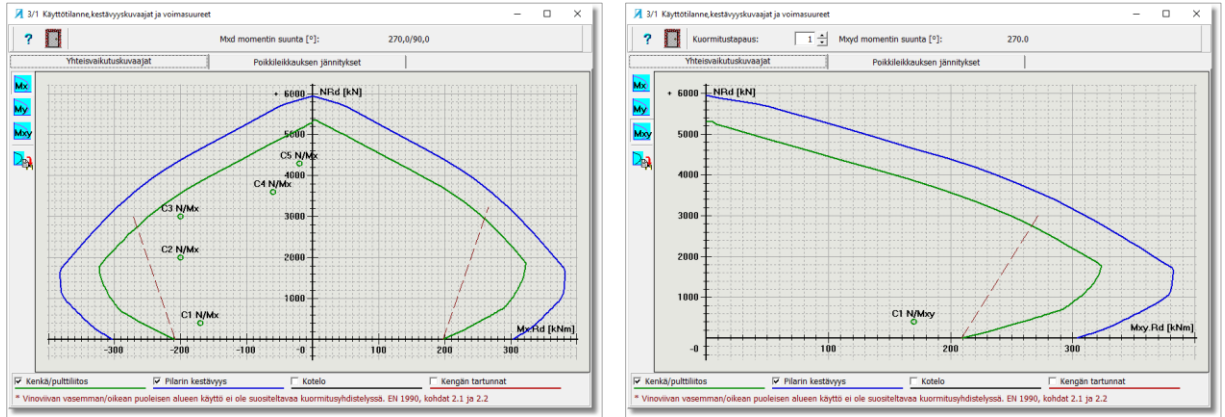
5.5.1 Pilariliitoksen kestävyys normaalivoimalle

Pilarikenkäliitoksen kestävyyskuvaajat ja yhdistelytapauksen voimapistet liitoksen kohdalla esitetään tulostusikkunassa 3/1. Kenkäliitos on hyväksyttävissä, mikäli oheiset ehdot toteutuvat:

<i>Sininen kuvaaja</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Pilarin normaali-voima/taivutusmomentin kestävyyskuvaaja ilman hoikkuden vaikutusta kengän alueen pääraudoituksella ja pilaribetonin laskentalujuudella. Sinisen kuvaajan pitää sijaita vihreän ulkopuolella. - Sininen kuvaaja voi hyvin paikallisesti leikata vihreää pulttikuvaajaa.
<i>Vihreä kuvaaja</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Pulttien kestävyyskäyrä jälkivalupoikkileikkauksen kohdalla laskettuna pultin kierteen vetokestävyydellä ja jälkivalubetonin laskentalujuudella. Leikkausvoiman vaikutusta ei ole mukana.

<i>Voimapistees</i>	- Käyttötilanteen voimapistees C1-C8, pitää sijaita vihreän kuvaajan sisäpuolella - Voimapisteesden C1-C8 suhteellinen etäisyys vihreästä kuvaajasta edustaa liitoksen käyttöasteen tasoa.
<i>Punainen katkoviiva</i>	- Voimapistees eivät saa sijoittua viivan ulkopuolelle jäävää käyrän huipun alueelle. SFS-EN 1990 kohdat 2.1 ja 2.2.

Normaalivoiman kestävyyskuvaajat tulostetaan pääakseleiden taivutussuuntaan, sekä vinoon taivutussuuntaan, jonka suuntakulma määräytyy taivutusmomenttien Mx/My suhteesta. Kuva 15.



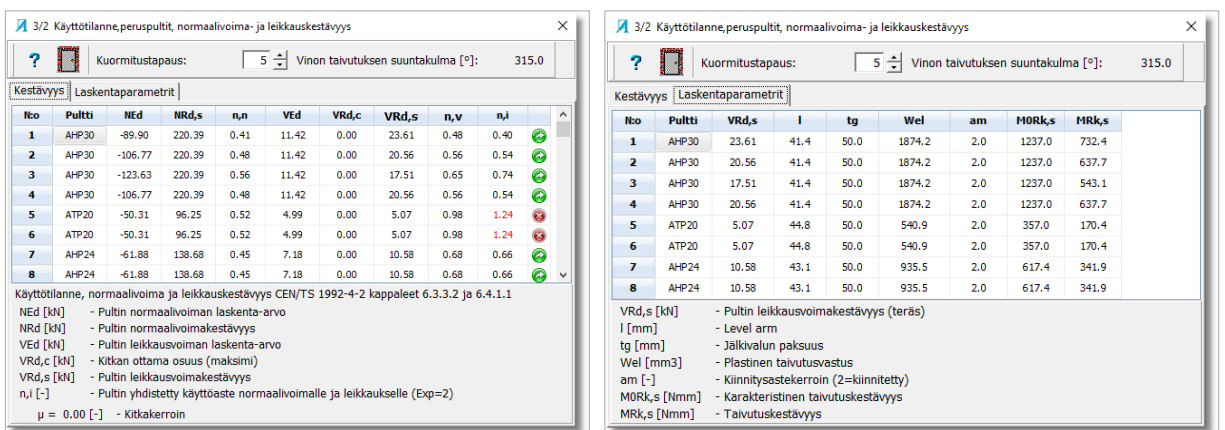
Kuva 15. Käyttötilanne. Poikkileikkauksen kestävyyskuvaaja ja voimapistees. Pääakselin suunnat.

5.5.2 Jälkivaluleikkauksen kestävyys normaali- ja leikkausvoiman yhdistelylle

Ikkunassa 3/2 on jälkivalupoikkileikkauksen yksittäisten pulttien käyttötilanteen kestävyys normaali- ja leikkausvoimalle. Leikkausvoiman kestävyudessa on mukana pultin taivutuksen osuus. Kestävyydet lasketaan pultin kierreasalle CEN/TS 1992-4-2 kohdan 6.3.3.2 mukaan. Jälkivalubetoni siirtää puristuspuolella normaalivoimaa.

Normaalivoiman käyttöaste	$n, n \leq N_{Ed}/N_{Rd,s} \leq 1,0$.
Leikkausvoiman käyttöaste	$n, v \leq V_{Ed}/V_{Rd,s} \leq 1,0$.
Kestävyyksien yhteisvaikutus	$n, i \leq n, n^2 + n, v^2 \leq 1,00$.

Pulttien kestävyys on riittävä, kun koko liitoksen normaalivoimakestävyys kuvasta 16 ja pulttien yhdistetty normaali- ja leikkausvoimakestävyys n, i on hyväksyttävällä tasolla. Ikkunan 3/2 toisella välilehdellä on leikkauskestävyyden laskennassa käytetyt parametrit.



Kuva 16. Käyttötilanne jälkivaluleikkaus. Pultin kestävyyydet ja yhdistely

5.5.3 Pultin normaalivoimakestävyys betonissa

Ikkunan 3/3 ensimmäisellä välilehdellä on pulttien käyttötilanteen normaalivoimakestävyuden yhteenveto perustuksessa määrävimmän murtokriteerin mukaan. Kestävyydet lasketaan pultin normaalivoiman murtokriteereille betonissa CEN/TS 1992-4-2 kohdan 6.2 mukaan. Kuva 17.

N_{Ed}	- Pultin normaalivoiman laskenta-arvo kuormitustapauksittain.
$N_{Rd,s}$	- Pultin kierteen normaalivoimakestävyyden mitoitusarvo.
$N_{Rd,c}$	- Määrävimmän betonin murtokriteerin mukaan laskettu normaalivoimakestävyys. - $N_{Rd,c} \leq \min(N_{Rd,c}; N_{Rd,p}; N_{Rd,cp}) \leq 1,0$. Mitoitusarvot ovat välilehdillä 2 ja 3.
n	- Käyttöaste määräytyy ehdosta $n \leq N_{Ed} / \min(N_{Rd,s}; N_{Rd,c}) \leq 1,0$.

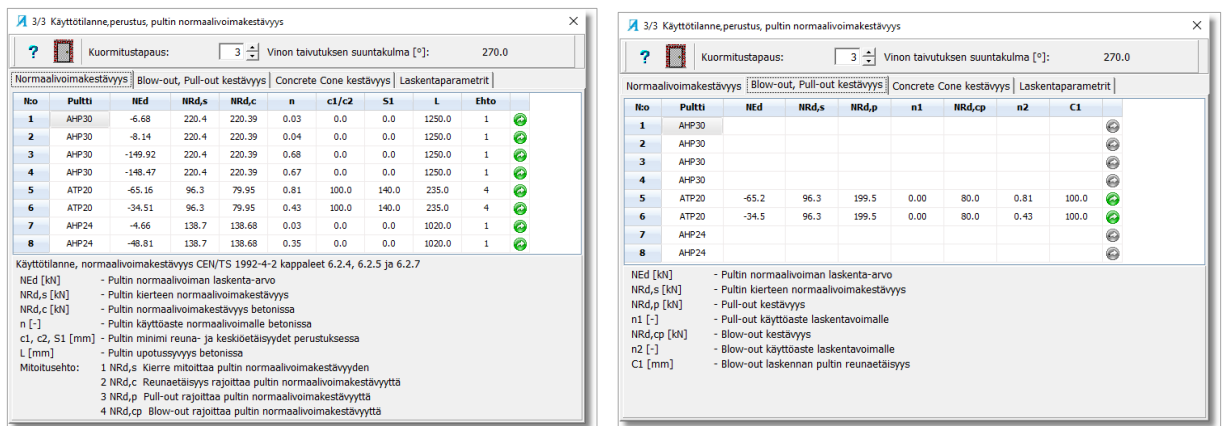
Kohdassa "Ehto" näytetään, mikä mitoituskriteeri on määrävimmän pultin normaalivoimakestävyydelle.

Mitoitusehdot:

1	- Kierre mitoittaa pultin normaalivoimakestävyyden. - Tämä on AHP pulteilla yleensä määrävimmän mitoituskriteeri.
2	- Pultin reuna- tai keskietäisyydet ovat liian pieniä ja ne rajoittavat pultin Concrete Cone arvoa. - Tulee hyvin usein ATP pultin määräväksi kriteeriksi. - Vaihtaa pulittityyppiä tai suurena perustusta.
3	- Pull-Out rajoittaa pultin normaalivoimakestävyyttä. - Yleensä kriteeri ei tule määräväksi.
4	- Blow-Out rajoittaa pultin normaalivoimakestävyyttä. - ATP pultin reuna- tai keskietäisyys on tällöin liian pieni Blow-out kartion kestävyydelle. - Vaihtaa pulittityyppiä tai suurena perustusta.

Ikkunan 3/3 toisella välilehdellä on laskettu lyhyiden ATP pulttien Pull-Out ja Blow-Out kestävyudet ja käyttöasteet pultin laskentavoiman suhteen. Suorille harjateräspulteille ei näitä kestävyksiä lasketa.

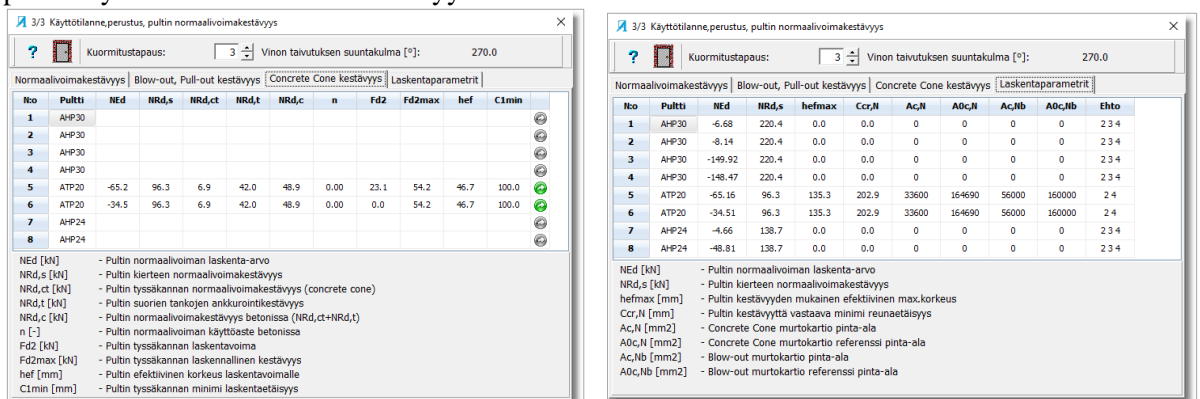
Ikkunan 3/3 kolmannella välilehdellä on laskettu ATP pulttien Concrete Cone kestävyudet ja käyttöasteet pultin laskentavoiman suhteen. Kuva 17. Suorille harjateräspulteille ei näitä kestävyksiä lasketa



Nro	Pultti	NEd	NRd,s	NRd,c	n	c1/c2	S1	L	Ehto
1	AHP30	-6.68	220.4	220.39	0.03	0.0	0.0	1250.0	1
2	AHP30	-8.14	220.4	220.39	0.04	0.0	0.0	1250.0	1
3	AHP30	-149.92	220.4	220.39	0.68	0.0	0.0	1250.0	1
4	AHP30	-148.47	220.4	220.39	0.67	0.0	0.0	1250.0	1
5	ATP20	-65.16	96.3	79.95	0.81	100.0	140.0	235.0	4
6	ATP20	-34.51	96.3	79.95	0.43	100.0	140.0	235.0	4
7	AHP24	-4.66	138.7	138.68	0.03	0.0	0.0	1020.0	1
8	AHP24	-48.81	138.7	138.68	0.35	0.0	0.0	1020.0	1

Kuva 17. Käyttötilanne. Pultin normaalivoima- ja Blow-Out, Pull-Out kestävyys perustuksessa.

Ikkuna 3/3 neljännellä välilehdellä on Concrete Cone ja Blow-Out murtokriteerin laskennassa käytetyt laskentaparametrit. Muuttuunaan $C_{cr,N}$ on laskettu rakenteessa ATP pultin minimi reunaetäisyysvaatimus pultin täydelle normaalivoimakestävyydelle. Kuva 18.



Nro	Pultti	NEd	NRd,s	NRd,ct	NRd,t	NRd,c	n	Fd2	Fd2max	hef	C1min
1	AHP30										
2	AHP30										
3	AHP30										
4	AHP30										
5	ATP20	-65.16	96.3	6.9	42.0	48.9	0.00	23.1	54.2	46.7	100.0
6	ATP20	-34.51	96.3	6.9	42.0	48.9	0.00	0.0	54.2	46.7	100.0
7	AHP24										
8	AHP24										

Kuva 18. Käyttötilanne. Pultin Concrete Cone kestävyys ja betonimurtokriteerin laskentaparametrit.

5.5.4 Pultin leikkauskestävyys betonissa

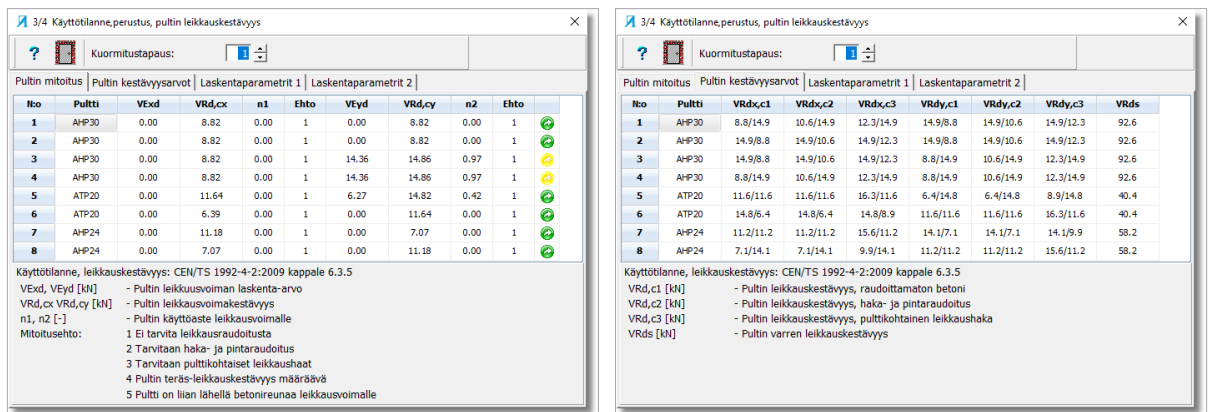
Ikkunan 3/4 ensimmäisellä välilehdellä on pulttien käyttötilanteen leikkauskestävyyden yhteenveto perustuksessa määrävimmän murtokriteerin mukaan. Kuva 19.

Laskentanormi	Kestävyys lasketaan pultin murtokriteereille betonissa CEN/TS 1992-4-2 /6.3 mukaan.
Leikkausvoima V_{Edx} , V_{Eyd}	- V_{Edx} , V_{Eyd} on kunkin pultin leikkausvoiman laskenta-arvo pääakseleiden suunnassa kuormitustapauksittain. - Pilarin leikkausvoima jaetaan pulteille niiden poikkileikkausalan suhteessa.
Kestävyys $V_{Rd,cx}$, $V_{Rd,cy}$	- $V_{Rd,cx}$, $V_{Rd,cy}$ on Concrete edge failure betonin murtokriteerin mukaan laskettu leikkauskestävyys leikkausvoiman suunnassa. - Kaikki mitoitusarvot arvo on välilehdellä 2.
Käyttöasteet	- Käyttöasteet määräytyvät ehdoista: - $n_1 \leq V_{Edx} / V_{Rd,cx} \leq 1,0$, jossa $V_{Rd,cx} = \min(V_{Rd,s}; V_{Rd,c1}, V_{Rd,c2}, V_{Rd,c3})$ - $n_2 \leq V_{Eyd} / V_{Rd,cy} \leq 1,0$, jossa $V_{Rd,cy} = \min(V_{Rd,s}; V_{Rd,c1}, V_{Rd,c2}, V_{Rd,c3})$

Kohdassa ”Ehto” näytetään, mikä mitoituskriteeri on tullut mitoittavaksi pultin leikkauskestävyydessä.

1	- Pultti ei tarvitse leikkausraudoitusta. - Perustuksen normaali hakaraudoitus riittää.
2	- Pulteille tarvitaan leikkaushakaraudoitus rakenteen yläreunaan. Haat A_{st10} .
3	- Tarvitaan pulttikohtaiset U-leikkaushaات leikkausvoiman suuntaan. Haat A_{st11}
4	- Pultin teräsleikkauskestävyys $V_{Rd,s}$ on määrävä. - Tämä ei yleensä tule mitoittavaksi ehdoksi betonissa.
5	- Pultti on liian lähellä rakenteen reunaan tai toista pulttia. - Leikkauskestävyys ei riitä edes U-leikkausraudoitteilla. - Muuta pultin kokoa tai suurena perustuksen mittoja tai vaihda leikkausvoiman siirtotapa.

Ikkunan 3/4 toisella välilehdellä on pulttien käyttötilanteen leikkauskestävyyden Concrete Edge failure laskenta-arvot eri leikkausraudoitteilla. Kuva 19.



Itö	Pultti	V _{Ed}	V _{Rd,cx}	n ₁	Ehto	V _{Eyd}	V _{Rd,cy}	n ₂	Ehto
1	AHP30	0.00	8.82	0.00	1	0.00	8.82	0.00	1
2	AHP30	0.00	8.82	0.00	1	0.00	8.82	0.00	1
3	AHP30	0.00	8.82	0.00	1	14.36	14.86	0.97	1
4	AHP30	0.00	8.82	0.00	1	14.36	14.86	0.97	1
5	ATP20	0.00	11.64	0.00	1	6.27	14.82	0.42	1
6	ATP20	0.00	6.39	0.00	1	0.00	11.64	0.00	1
7	AHP24	0.00	11.18	0.00	1	0.00	7.07	0.00	1
8	AHP24	0.00	7.07	0.00	1	0.00	11.18	0.00	1

Kuva 19. Käyttötilanne. Pultin mitoitusarvot ja leikkauskestävyys perustuksessa.

Ikkunaan on laskettu pultin leikkauskestävyydet pääakseleiden suunnassa olevaan lähimpään rakenteen reunaan huomioimalla viereisen pultin vaikutus.

Leikkauskestävyys on laskettu kolmelle raudoitusmenetelmälle:

$V_{Rd,c1}$, $V_{Rd,c1}$	Pultin leikkauskestävyys ilman leikkausraudoitusta laskettuna pääakseleiden +/- suunnan reunaetäisyydelle.
$V_{Rd,c2}$, $V_{Rd,c2}$	Pultin leikkauskestävyys pulttien ympärille perustukseen sijoitettavilla leikkaushakaraudoitteilla A_{st10} . Pääakseleiden +/- suuntaan.
$V_{Rd,c3}$, $V_{Rd,c3}$	Leikkauskestävyys pulttikohtaisilla U-hakaraudoitteilla A_{st11} .
$V_{Rd,s}$	Pultin kierteen teräsleikkauskestävyyden mitoitusarvo.

Ikkunan 3/4 kolmannella välilehdellä on pulttien Concrete Edge failure leikkauskestävyyden laskennassa käytetyt reunaetäisyydet pääakseleiden tai annetun leikkausvoiman suunnassa. Ikkunan 3/4 neljännellä välilehdellä on pulttien Concrete Edge failure leikkauskestävyyden laskennassa käytetyt murtokriteerien parametrit. Parametrit esitetään pääakseleiden laskentasuunnan mukaan.

N:o	Pultti	VExd	C1	C2	S21/S22	VEyd	C1	C2	S21/S22
1	AHP30	0.0	100.0	100.0	70.0/100.0	0.0	100.0	100.0	100.0/70.0
2	AHP30	0.0	100.0	100.0	100.0/70.0	0.0	100.0	100.0	70.0/100.0
3	AHP30	0.0	100.0	100.0	70.0/100.0	14.4	380.0	100.0	70.0/100.0
4	AHP30	0.0	100.0	100.0	100.0/70.0	14.4	380.0	100.0	100.0/70.0
5	ATP20	0.0	240.0	100.0	70.0/100.0	6.3	380.0	240.0	70.0/70.0
6	ATP20	0.0	100.0	240.0	70.0/70.0	0.0	240.0	100.0	70.0/100.0
7	AHP24	0.0	240.0	100.0	100.0/70.0	0.0	100.0	240.0	70.0/70.0
8	AHP24	0.0	100.0	240.0	70.0/70.0	0.0	240.0	100.0	100.0/70.0

Kuva 20. Käyttötilanne. Pultin leikkauskestävyyden laskentaparametrit pääakseleiden suuntiin

5.5.5 Pultin normaalivoima- ja leikkauskestävyyden yhdistely

Ikkunassa 3/5 on normaalivoiman ja leikkauksen käyttöasteiden yhteisvaikutus pulttien pääakseleiden suuntaan. Kuva 21.

N_{Ed}	- Pultin normaalivoiman laskenta-arvo.
$N_{Rd,c}$	- $\min(N_{Rd,s}; N_{Rd,c})$ Pultin mitoittava normaalivoimakestävyys betonissa.
β_N	- Normaalivoiman käyttöaste.
V_{Edx}	- Pultin leikkausvoiman laskenta-arvo X-akselin suunnassa.
$V_{Rd,c1}$	- Pultin mitoittava leikkauskestävyys X-akselin suuntaan = $\max(V_{Rd,x,c1}; V_{Rd,x,c2}; V_{Rd,x,c3})$
β_V	- Leikkausvoiman käyttöaste.
n	- $\beta_N^{1.5} + \beta_V^{1.5} \leq 1,0$. Yhteisvaikutus molempien pääakseleiden suuntaan. - Käyttöasteiden yhteisvaikutus määrää pultin lopullisen kestävyuden perustuksen betonissa.

N:o	Pultti	N_{Ed}	$N_{Rd,c}$	β_N	V_{Edx}	$V_{Rd,c1}$	β_V	n	V_{Edy}	$V_{Rd,c2}$	β_V	n
1	AHP30	-45.1	220.4	0.20	11.4	14.9	0.77	0.77	0.0	8.82	0.00	0.09
2	AHP30	-86.4	220.4	0.39	11.4	12.3	0.92	1.13	0.0	8.82	0.00	0.25
3	AHP30	-127.6	220.4	0.58	11.4	12.3	0.92	1.33	0.0	8.82	0.00	0.44
4	AHP30	-86.4	220.4	0.39	11.4	14.9	0.77	0.92	0.0	8.82	0.00	0.25
5	ATP20	-46.7	80.0	0.58	5.0	11.6	0.43	0.73	0.0	6.39	0.00	0.45
6	ATP20	-46.7	80.0	0.58	5.0	6.4	0.78	1.14	0.0	11.64	0.00	0.45
7	AHP24	-41.3	138.7	0.30	7.2	11.2	0.64	0.68	0.0	7.07	0.00	0.16
8	AHP24	-41.3	138.7	0.30	7.2	14.1	0.51	0.53	0.0	11.18	0.00	0.16

Käyttötilanne, yhdistely normaalivoima- ja leikkauskestävyys: CEN/TS 1992-4-2:2009 kappale 6.4.1.2

N_{Ed} [kN] - Pultin normaalivoiman laskenta-arvo
 $N_{Rd,c}$ [kN] - Pultin normaalivoimakestävyys
 β_N [-] - Pultin normaalivoiman käyttöaste
 V_{Edx}, V_{Edy} [kN] - Pultin leikkausvoiman laskenta-arvo X- ja Y-suuntaan
 $V_{Rd,c1}, V_{Rd,c2}$ [kN] - Pultin leikkausvoimakestävyys X- ja Y-suuntaan
 β_V [-] - Pultin leikkausvoiman käyttöaste X- ja Y-suuntaan
 n [-] - Pultin normaalivoiman ja leikkauksen käyttöaste X- ja Y-suuntaan

Kuva 21. Käyttötilanne. Pultin normaalivoima- ja leikkauskestävyyden yhdistely perustuksessa.

5.6 Pultin raudoitus

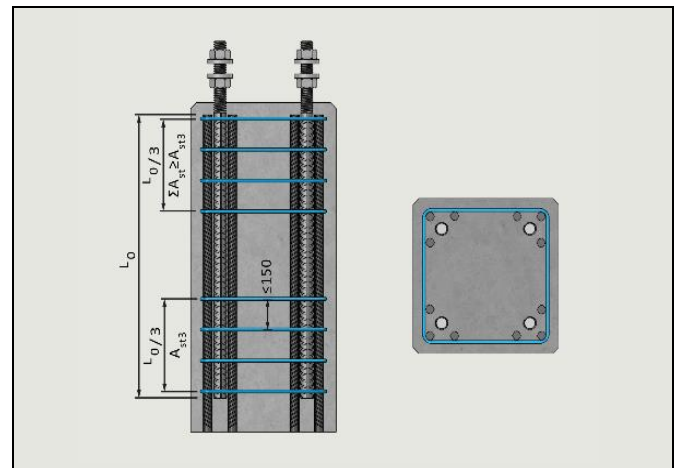
5.6.1 Pultin raudoitus normaalivoimalle

AHP-pultin raudoitusperiaate peruspilarissa on kuvassa 22. Peruspilariin tarvittavia leikkausraudoitteita ei kuvassa ole esitetty. Samat raudoitteet sijoitetaan myös pilarijatkoksesta alempaan pilariin.

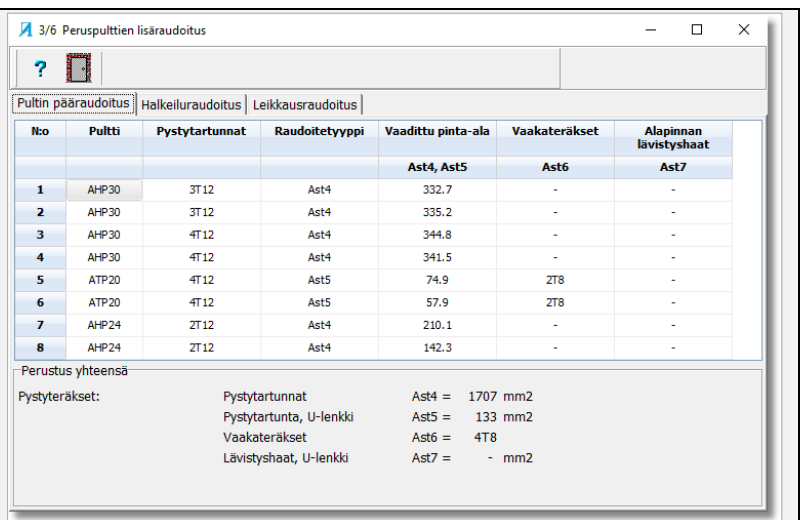
1. AHP pultin raudoitus normaalivoimalle peruspilarissa

A_{st3}	Pultin halkeiluhaat <ul style="list-style-type: none"> - Haat sijoitetaan pultin tartunnan ala- ja yläpään EN 1992-1-1, kohdan 8.7.3.1 mukaan. - Haat tarvitaan, kun pultin tartunta tai pilarin päätanko on pultin alueella $\geq T20$. - Hakojen keskinäinen etäisyys ≤ 150 mm. Haat valitaan pilarin/perustuksen hakojen mukaan ja sovitetaan käytettyyn hakakokoon. - Hakamäärä/sijoitusalue = A_{st3}, jonka on laskettu pultin tartunnan koon mukaan.
A_{st4}	Pultin pääraudoitus peruspilarissa <ul style="list-style-type: none"> - Pystytartunnat ovat AHP pultin pääraudoitus 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 ($\alpha_2 \alpha_3 \alpha_5$) = 1,0 ja limityskerroin $\alpha_6 = 1,5$. - Kuvassa 22 on pultin normaalivoimakestävyysmitoitustarvon mukaan laskettu maksimi pääraudoitus. Raudoituksen voi tehdä myös ohjelman laskeman pultin todellisen voiman mukaan. Tankokoon voi valita pilarin muun raudoituksen mukaan.

Pultti	A _{st3} mm ²	A _{st4} mm ²	A _{st4} T
AHP16	0	142	2T12
AHP20	157	222	2T12
AHP24	245	319	3T12
AHP30	402	507	3T16
AHP36	402	727	3T20
AHP39	628	882	2T25
AHP45	628	1135	3T25



Kuva 22. AHP pultin raudoitus normaalivoimalle

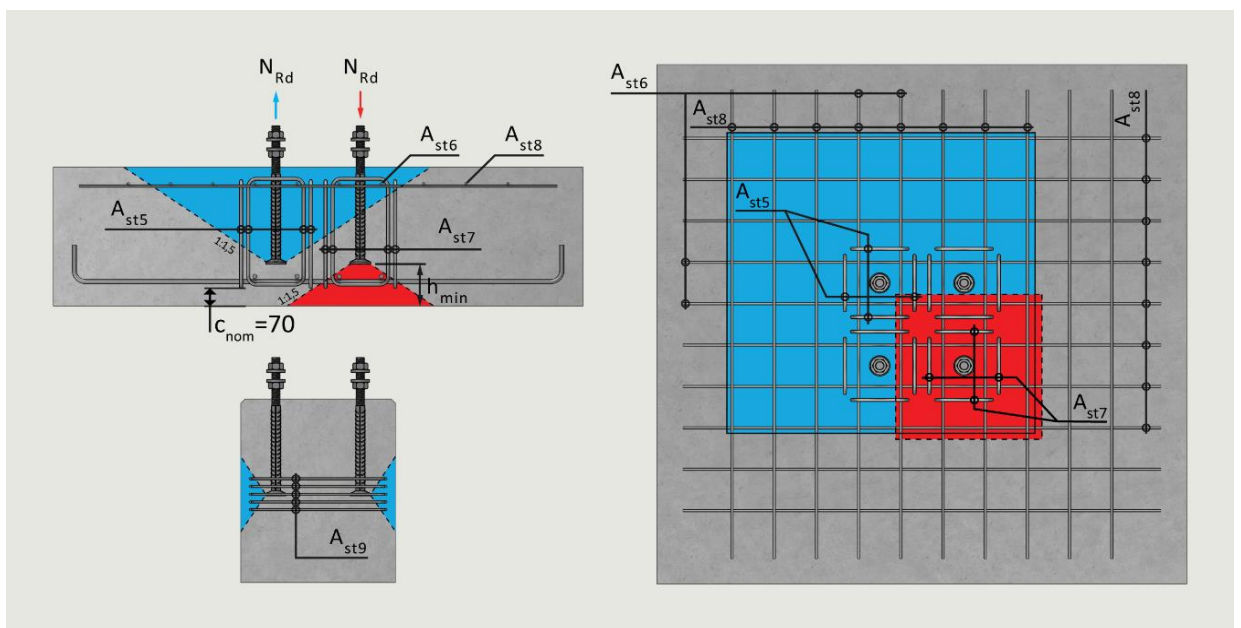
<ul style="list-style-type: none"> - Ohjelma tulostaa ATP- ja AHP pulttien raudoituksen normaalivoimalle ikkunaan 3/6. - Raudoitteiden koko ja määrä lasketaan lähtötiedoissa annettujen oletustankojen mukaan. - Nämä raudoitteet ovat pulttikohtaisten voimien mukaan lasketut minimimäärät. 	
---	--

Kuva 23. ATP ja AHP pultin raudoitus normaalivoimalle peruspilarissa

2. ATP pultin rauditus normaalivoimalle pilarianturassa

ATP-pultin raudituksen periaate anturassa on kuvassa 24, jossa on esitetty yhden vedetyn pultin (sininen) ja yhden puristetun pultin (punainen) murtokartion rauditus Pulttikohdaiset rauditteet ovat:

A_{st5}	Pultin murtokartion pystyhakaraudoitus. Peruspilari ja antura. <ul style="list-style-type: none"> - Jokaisen pultin murtokartion alueelle sijoitetaan pystyhakaraudoitus laskettuna pultin vetovoiman mukaan. Haat sijoitetaan symmetrisesti pultin ympärille. - Pultin voi raudittaa taulukossa 11 esitetyllä pultin normaalivoimakestävyyden mukaan lasketulla maksimi raudituksella A_{st5}, tai käyttää ohjelman laskemaa alaa. - Laskettu rauditusala A_{st5} on U-haan toista leikettä kohti. - U-haas sijoitetaan pultin ympärillä ja ankkuroidaan anturan alapintaan.
A_{st6}	Nurkkateräkset pystyhakojen kulmiin. Peruspilari ja antura. <ul style="list-style-type: none"> - Pystyhakojen A_{st5} ylä- ja alapäähän sijoitettavat nurkkateräkset. - Tangon koon voi valita A_{st8} raudituksen mukaan. - Tangot voidaan sisällyttää A_{st8} rauditusmääriin.
A_{st7}	Pultin alapinnan murtokartiorauditus. Pilariantura <ul style="list-style-type: none"> - Puristetun pultin alapintaan tulee pystyhakaraudoitus pultin voiman mukaan. - Pultin voi raudittaa taulukossa 11 esitetyllä pultin normaalivoimakestävyyden mukaan lasketulla maksimi raudituksella 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 $\geq h_{\min}$, taulukko 11.
A_{st8}	Perustuksen yläpinnan halkeiluraudoitus. Peruspilari ja antura <ul style="list-style-type: none"> - Perustuksen yläpintaan tarvitaan halkeiluraudoitus, joka muodostuu vedettyjen pulttien murtokartion alueelle sijoitettavasta verkkoraudoitteesta A_{st8}. Raudoitettavan alueen leveys on $3 \cdot h_{ef}$, 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 11 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}.
A_{st9}	Pultin vaarnan aiheuttama halkeiluraudoitus Blow-out murrolle. Peruspilari <ul style="list-style-type: none"> - Peruspilarissa sijoitetaan pultin alapäähän vaarnan alueelle halkeiluraudoitus. - Tarvittavat lisähaat ovat taulukossa 11.



Kuva 24. ATP pultin normaalivoima- ja halkeiluraudoitus pilarianturassa.

Taulukko 11. ATP pultin normaalivoima- ja halkeiluraudoitus.

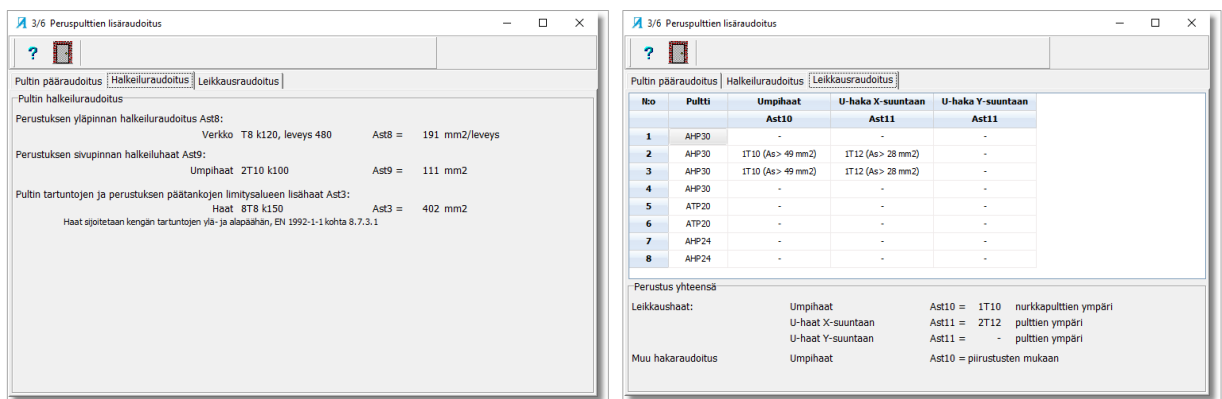
Pultti	A_{st5} mm ²	A_{st5} T	A_{st6} T	A_{st7} mm ²	A_{st7} T	h_{min} mm	A_{st8}/A_{st9} mm ²	A_{st8}/A_{st9} T
ATP16	71	2T10	2T8	44	2T10	88	71	2T8
ATP20	111	2T10	2T8	68	2T10	117	111	3T8
ATP24	159	2T10	2T8	92	2T10	143	159	4T8
ATP30	253	4T12	2T8	153	2T12	203	253	5T8
ATP36	365	4T12	2T10	234	4T12	267	365	5T10
ATP39	441	4T12	2T10	265	4T12	291	441	6T10
ATP45	568	6T12	2T12	361	4T12	314	568	5T12

5.6.2 Pultin rauditus leikkausvoimalle

AHP ja ATP pulttien leikkausraudoituksen periaate on esitetty kuvassa 26. Peruspultteja varten tarvitaan leikkausraudoitteet, jotka ohjelma laskee seuraavilla periaatteilla:

A_{st}	Ohjelma ei tulosta leikkausraudoitusta <ul style="list-style-type: none"> - 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} perustuksessa. Ohjelma ei tällöin tulosta leikkaushakojia A_{st10} ja A_{st11} ikkunaan 3/6. Suunnittelija määrittää tarvittavat haat erikseen.
A_{st10}	Leikkausvoima siirretään pulttien ympärille sijoitettavalla umpihaalla. <ul style="list-style-type: none"> - Kaikkien nurkkapulttien ympärille sijoitetaan suurin yksittäiselle pultille laskettu leikkaushakamäärä. Keskipulteille sijoitetaan ohjelmassa laskettu välihakamäärä. - Haat sijoitetaan perustuksen yläpintaan nippuna ja sovitetaan muiden hakojen kanssa. - Mikäli pultit ovat sisempänä pilarissa, sijoitetaan leikkaushaات erikseen pulttien ympärille.
A_{st11}	Leikkausvoima siirretään pulttikohtaisella U-leikkaushaalla. <ul style="list-style-type: none"> - Mikäli umpihaat eivät riitä niin ohjelma laskee pulteille pulttikohtaiset U-leikkaushaات. - Haat sijoitetaan perustuksen yläpinnassa pultin ympärille leikkausvoiman suunnassa ja ankkuroidaan perustuksen vastakkaiseen takareunaan. - Mikäli U-hakojia ei tulostu, ei niitä myöskään tarvita. - Mikäli pultin leikkauskestävyys kuitenkin ylittyy kuvassa 19 ja kuvaan 25 ei tulostu hakojia, 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.

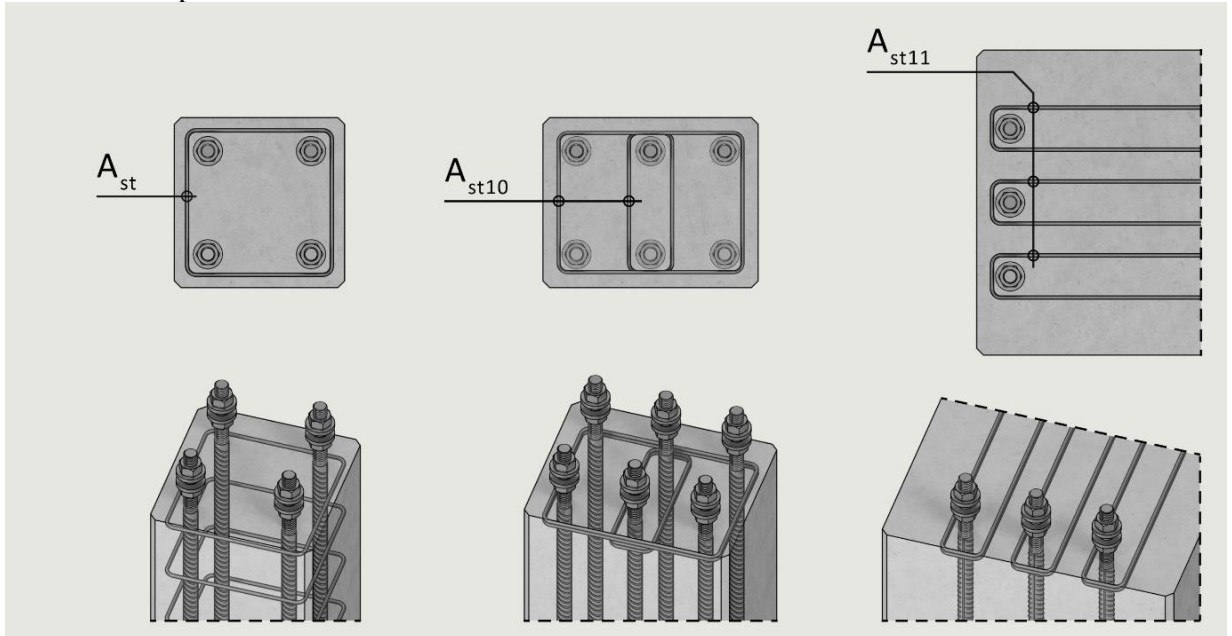
Ikkunaan 3/6 kohtaa *Leikkausraudoitus* tulostuu pulttikohtainen leikkausraudoitus $A_{st10} - A_{st11}$. Mikäli ikkuna on tyhjä, tarvitaan perustukseen vain normien mukainen hakaraudoitus A_{st} laskettuna perustuksen kuormien mukaan.



Kuva 25. AHP ja ATP pulttien leikkausraudoitus peruspilarissa ja anturassa

Kuvassa 26 on esitetty AHP ja ATP-pulttien 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 22 tai 24 normaalivoiman raudoituksesta sekä kuvan 26 pulttikohtaisesta leikkausraudoituksesta.



Kuva 26. ATP ja AHP pulttien raudoitusperiaatteet leikkausvoimalle.

5.7 Pulttiliitoksen käyttökäyttö

Pulttiliitoksen käyttöikä- ja säilyvyysmitoitus tehdään BY65 [20] kappaleen 2 ohjeita soveltaen. Tarkastelu tehdään erikseen pultin kierrelitokselle jälkivalun kohdalla sekä perustuksen tartuntaosille.

Taulukossa 12 on esitetty pultin tartuntojen betonipeitteen vaadittu nimellisarvo C_{nom} rasitusluokan mukaan BY65 taulukon 2.3 vähimmäisarvolla $C_{min,cur}$. Pultin tartuntojen ja kierreosan betonipeitteen nimellisarvo on $C_{nom} = C_{min,cur} + \Delta c_{dev}$ (=10 mm) + haka T10. Taulukossa 12 on esitetty pultin minimi reunaetäisyydet hakakoolla T10 eri rasitusluokissa. Taulukossa on myös pultin suositeltavat pintakäsittelymenetelmät eri rasitusluokissa.

Taulukko 12. Vaadittu betonipeitteen nimellisarvo C_{nom} ja pultin pintakäsittelysuositukset

Rasitusluokka BY 65 Betoninormit	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, ohjeita ja projektin rakennesuunnitelmia.

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

6.2 Pulttien toimitus, varastointi ja tunnistaminen

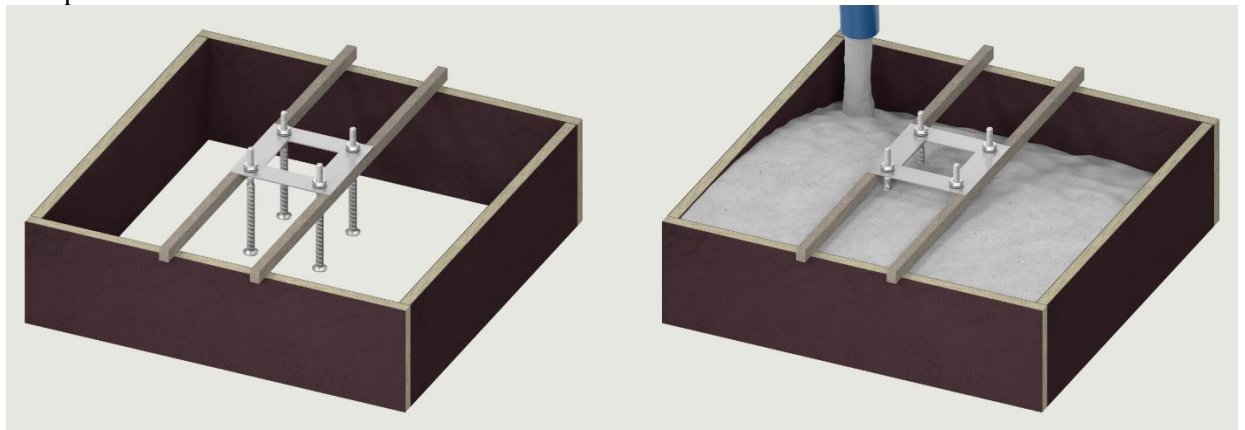
Pultit toimitetaan kuormalavalla. Pitempiaikainen varastointi tehdään sateelta suojatussa tilassa. Kuumasinkittyjä pultteja säilytetään vähintään yksi kuukausi sinkityksen jälkeen ennen niiden käyttöä. Säilytysaika vaaditaan ennen betoniin valamista tartuntaa heikentävän vetyreaktion välttämiseksi. Pultin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

Kuormalava varustetaan tunnistetiedoilla sekä jokainen pultti tunnistemaalauksella. Pulteissa on seuraava tunnistus: <ul style="list-style-type: none"> - Käsitlemättömät pultit: Pultin koon tunnistuksen voi tehdä pultin päähän maalatun värikoodin mukaan Värikoodit on esitetty taulukoissa 1 ja 2. - Sinkityt pultit: Tunnistus myös pultin pään värikoodista. Tunnistuksen voi siten tehdä myös valun jälkeen 	
--	--

Kuva 27. 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 välimatkat kehikossa.



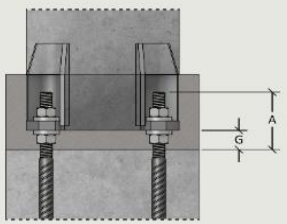
Kuva 28. Pulttien asennus kehikon avulla ja perustuksen valu
 Rakennuksen rungon Asentaja suorittaa ennen työn aloitusta pulttien sijainnin oikeellisuuden vastaanottotarkastuksen. Tarkastus voidaan tehdä joko betoniurakoitsijan laatimien tarkemittauspöytäkirjojen perusteella tai Asentaja voi suorittaa myös omia tarkemittauksia. Katselmuksesta laaditaan pöytäkirja, jolla vastuu pulttien sijainnista siirtyy rakenteiden Asentajalle.

Taulukko 13. Pulttiryhmän asennustoleranssit

1	Pultin keskinäinen sijainti ja ristimita 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	Pultin suoruus (kallistuma) teoreettisesta (L=pultin koko pituus)	±L/150

AHK ja AHK-K 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 kohdan 8.5.1 mukaan siten, että pultin esijännitysvoimaksi $F_{c,p}$ tulee 50 % pultin kierteen murtovoimasta. Mutterit kiristetään momentilla $M_{r,1} = 0,125 \cdot d \cdot F_{p,c}$, jossa $F_{p,c} = 0,5 \cdot f_{ub} \cdot A_s$. Kiristuksen jälkeen pitää pultista olla ruuvikierrettä näkyvissä vähintään yhden kierteen nousun verran. Kierremitan alitusta ei sallita ja alituksesta on tehtävä korjaussuunnitelma.

Taulukko 14. Pulttien korkeusasema kenkäliitoksessa, jälkivalupaksuus ja kiristysmomentti

Pilarikengä	Peruspultti	A mm	G mm	$M_{r,1}$ Nm	
AHK16, -K	ATP16 AHP16	105	50	85	
AHK20, -K	ATP20 AHP20	115	50	170	
AHK24, -K	ATP24 AHP24	130	50	290	
AHK30, -K	ATP30 AHP30	150	50	580	
AHK36, -K	ATP36 AHP36	170	60	1000	
AHK39, -K	ATP39 AHP39	180	60	1300	
AHK45, -K	ATP45 AHP45	190	65	2000	

Merkinnät: A = Kierteen korkeus raakavalun pinnasta.
 G = Pohjalevyn alustavalun vakio korkeus AHK, -K kengillä.
 M_v = Mutterin kiristys momentti Nm, sallittu toleranssi ± 30 %.

6.4 Peruspulttiliitoksen asennus

Peruspulttiliitoksen asennus suoritetaan seuraavasti:

1. Pilarin korkeusaseman säätö	<ul style="list-style-type: none"> - Ylämutteri ja aluslevy irrotetaan ja tarkistetaan, että pultin kierre on ehjä. - Pultin alamutterin aluslevyn yläpinta säädetään pilarin suunniteltuun tasoon. - Muiden pulttien aluslevyjen yläpinnat vaaitaan samaan tasoon. - Aluslevyynä saa käyttää vain pultintoimittajan aluslevyjä.
2. Pilarin nosto ja muttereiden asennus	<ul style="list-style-type: none"> - Pileri nostetaan paikoilleen ja ylämutterit ja aluslevyt kiinnitetään. - Pileri 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 mukaan vastaamaan kiristystä, joka on 50 % ATP ja AHP pulttien kierteen murtovoimasta.
3. Nosturin irrotus	<ul style="list-style-type: none"> - 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	<ul style="list-style-type: none"> - 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	<ul style="list-style-type: none"> - Varmistetaan suunnitelmista jälkivalun suoritusajankohta ja suoritetaan valut.

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

1. Lukitaan pultin kierre mutteriin	<ul style="list-style-type: none"> - Ylämutteri kiristetään taulukon 14 vääntömomentilla ja pultin kierre lyödään rikki mutterin ja kierteen juuresta. - Vääntömomentin arvoa voi tarvittaessa muuttaa antamalla kaavaan $F_{p,c}=0,5*f_{ub}*A_{s_j}$ uusi prosenttiosuus arvon 0,5 tilalle vaaditusta esijännitysvoimasta. Pultin murtolujuuden laskenta-arvo f_{ub} on 550 MPa.
2. Esikiristys ja betonivalu	<ul style="list-style-type: none"> - Ylämutteri kiristetään taulukon 14 vääntömomentilla ja mutterin lukitukseen riittää liitokseen pultin ympärille tehtävät betonivalut.
3. Tuplamutteri	<ul style="list-style-type: none"> - 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 korjaustoimenpide	<ul style="list-style-type: none"> - AHP-pultin harjaterästartuntaa voi asennuksen tilantarpeen niin vaatiessa taivuttaa (=10-50 mm) työmaalla. Taivutus ei saa kuitenkaan ulottua pultin kierrealueelle.
	<ul style="list-style-type: none"> - Pultin tartuntaan voi hitsata perustuksen raudoitteita, mikäli käytetään pistehitsiä ja tarkoituksena on raudoitteen tai pultin asennusaikainen kiinnitys muottiin. - Voimaliitoksia pultin tartuntaan ei saa hitsata.
	<ul style="list-style-type: none"> - 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. - Vinon asentoon aluslevyä ei saa jättää.
	<ul style="list-style-type: none"> - Vinon asennetun pultin mutteria ei saa jättää vinon 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.
	<ul style="list-style-type: none"> - 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 korjaustoimenpide	<ul style="list-style-type: none"> - Pultin kierreosaa ei saa taivuttaa tai kuumentaa.
	<ul style="list-style-type: none"> - Pulttiin ei saa hitsata muuta voimaa siirtävää rakennetta.
	<ul style="list-style-type: none"> - Vaarnapultin tartuntaa ei saa taivuttaa.
	<ul style="list-style-type: none"> - Pulttia ja sen tartuntoja ei saa katkaista ja hitsata uuteen paikkaan.
	<ul style="list-style-type: none"> - Pulttia ei saa hitsata kiinni kengän tai teräspilarin pohjalevyyn. - Pultin aluslevyn pitää olla pultinvalmistajan toimittama. - Aluslevyä ei saa vaihtaa.
	<ul style="list-style-type: none"> - Mutteria ei saa koskaan asentaa ilman pultin omaa aluslevyä.
	<ul style="list-style-type: none"> - Mikäli pilarin pohjalevyn reikää on avarrettu, pitää aluslevy vaihtaa suurempaan. - Yleensä tässä tapauksessa pitää valmistaa erikoisaluslevy.
	<ul style="list-style-type: none"> - Kuumasinkityn pultin mutteria ei saa vaihtaa toisen standardin mutteriin. - Kuumasinkittyyn pulttiin on käytettävä standardin DIN 934 m8 ylikoko mukaista kuumasinkittyä mutteria.
	<ul style="list-style-type: none"> - 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. <i>Asentaminen</i>	- Pilareiden asennuksessa noudatetaan urakoitsijan Asennussuunnitelman työjärjestystä ja suunnittelijan määrittämää rungon asennusaikaista stabiliteettivaatimusta.
	- Pilarin kaatuminen ja pulttiliitoksen virheellinen kuormitus asennusvaiheessa on estettävä seuraavilla toimenpiteillä:
	- Piliaria nostetaan nostolenkkejä/laitetta käyttäen.
	- Piliaria 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. <i>Stabiliteetti</i>	- Piliaria ei saa koskaan jättää kiinnittämättä sitä kaikilla muttereilla pultteihin.
	- Rungon stabiliteetti pitää varmistaa työvuoron päättyessä poikkeuksellisille luonnonkuormille.
	- Osittain asennetun rungon kokonaisstabiliteetti on varmistettava.
3. <i>Rakenne</i>	- Kenkäliitoksen 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 käyttötilanteen 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. <i>Ennen pilarin asennusta</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Varmistetaan, että pultit eivät ole vaurioituneet - Asennussuunnitelman noudattaminen elementtien asennusjärjestyksen osalta. - Pilareiden asennusaikaisen tuennan tarve. - Pilareiden alapään ja pulttien korkeusaseman tarkistus.
2. <i>Pilarin asennuksen jälkeen ennen jälkivaluja</i>	<ul style="list-style-type: none"> - 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. <i>Liitoksen jälkivalun jälkeen</i>	<ul style="list-style-type: none"> - 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. <i>Poikkeamatapaukset</i>	<p>Mikäli rungon Asentaja poikkeaa hyväksytyistä suunnitelmista ja dokumenteista asennuksen aikana missä tahansa seuraavista tehtävistä:</p> <ul style="list-style-type: none"> - laadunvalvonta - asennustyön toteutus, nostot ja siirrot - asennuksessa käytetyt materiaalit - rakenteiden toleranssit ja rungon mittatarkastus - vaadittavat tarkastukset ja niiden dokumentointi <p>niin Asentaja on velvollinen käynnistämään poikkeaman dokumentoinnin havaitessaan suunnitelmapoikkeaman ja hyväksyttämään sen aiheuttamat toimenpiteet Tilajalla. Poikkeamaraportit talletetaan projektin laatuaineistoon.</p>

8.2 Asennuksen laadunvalvonnan loppudokumentointi

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

1. <i>Valmiustarkastuspöytäkirjat</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Pulttien tarkemittauspöytäkirja. - Pilareiden kuormitettavuus- ja käyttöönottotarkastus jälkivalujen jälkeen.
2. <i>Poikkeamaraportit</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Luovutetaan pulttiliitoksen asennuksen aikana mahdollisesti tehdyt poikkeamaraportit.
3. <i>Tuotehyväksyntä As-build</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Työmaalle hankittujen materiaalien CE-merkintätodistukset tai muut vastaavat tuotehyväksyntätiedot. - As-build 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 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
 [10] CEN/TS 1992-4-2 Design of fasteners use in concrete - Part 4-2: Headed Fasteners
 [11] SFS-EN ISO 5817, Hitsaus. Teräksen, nikkelin ja titaanin ja niiden seosten sulahisus. Hitsiluokat
 [12] SFS-EN ISO 12944, Maalit ja lakat. Teräsrakenteiden korroosionesto suojamaaliyhdistelmillä. Osa 1: Yleistä 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] BY65 Betoninormit 2016
 [21] Anstar Oy. AHK Pilarikien käyttöohje
 [22] Anstar Oy. ATP ja AHP Harjateräspulttien käyttöohje
 [23] RIL 201-4-2017 Rakenteiden vaurionsietokyvyn varmistaminen onnettomuustilanteessa.

LIST OF TABLES

Taulukko 1.	ATP pultin mitat	6
Taulukko 2.	AHP pultin mitat.....	7
Taulukko 3.	AHP pultin minimi limityspituus $l_{0,min}$ SFS-EN 1992-1-1 mukaan	7
Taulukko 4.	Pulttien valmistusohjelma ja käyttöohjeet	8
Taulukko 5.	ATP ja AHP pulttien normaalivoimakestävyys käyttö- ja onnettomuustilanteessa.....	10
Taulukko 6.	ATP ja AHP pulttien normaalivoimakestävyys murtokriteerit.....	10
Taulukko 7.	AHP ja ATP pulttien minimi reuna- ja keskiöetäisyydet normaalivoimalle. C25/30.....	10
Taulukko 8.	ATP ja AHP pulttien leikkauskestävyyden mitoitusarvot, käyttötilanne, betoni C25/30.....	11
Taulukko 9.	ATP ja AHP pulttien leikkauskestävyyden murtokriteerit perustuksessa.	12
Taulukko 10.	ATP ja AHP pulttien soveltuvuus eri perustusrakenteisiin	17
Taulukko 11.	ATP pultin normaalivoima- ja halkeiluraudoitus.	29
Taulukko 12.	Vaadittu betonipeitteen nimellisarvo C_{nom} ja pultin pintakäsittelysuositukset	30
Taulukko 13.	Pulttiryhmän asennustoleranssit.....	32
Taulukko 14.	Pulttien korkeusasema kenkäliitoksessa, jälkivalupaksuus ja kiristysmomentti.....	32

PICTURES

Kuva 1.	ATP pultti vaarna-ankkurilla ja AHP pultti harjaterästartunnalla	4
Kuva 2.	ATP ja AHP pulttiliitoksia betonipilareissa AHK kengillä.....	4
Kuva 3.	ATP ja AHP pulttiliitoksia liitto- ja teräspilareissa.....	5
Kuva 4.	ATP ja AHP pultit jäykistysseinäkengän liitoksessa.....	5
Kuva 5.	ATP ja AHP pultit laiteperustuksessa, periaatekuva	5
Kuva 6.	ATP pultin rakenne.....	6
Kuva 7.	AHP pultin rakenne	7
Kuva 8.	Pääikkuna AHK- ja AHK-K pilarikengäliitoksella ja AHP ja ATP pulteilla	17
Kuva 9.	Projektikansion ja laskentanormin valinta	18
Kuva 10.	Liitostyyppien valinta ja materiaalilujuudet.....	19
Kuva 11.	Liitoksen ylä- ja alapuolisen rakenteen mitat	20
Kuva 12.	Pilariliitoksen eri rakenneosien lisäraudoitteiden oletustankokoko	20
Kuva 13.	Asennustilanne. Pulttien N/M-voimapistee ja kestävyyskuvaaja normaalivoimalle	22
Kuva 14.	Asennustilanne. Pulttien normaali- ja leikkausvoimakestävyys.....	22
Kuva 15.	Käyttötilanne. Poikkileikkauksen kestävyyskuvaaja ja voimapistee. Pääakselin suunnat.	23
Kuva 16.	Käyttötilanne jälkivaluleikkaus. Pultin kestävydet ja yhdistely.....	23
Kuva 17.	Käyttötilanne. Pultin normaalivoima- ja Blow-Out, Pull-Out kestävyys perustuksessa.	24
Kuva 18.	Käyttötilanne. Pultin Concrete Cone kestävyys ja betonimurtokriteerien laskentaparametrit.	24
Kuva 19.	Käyttötilanne. Pultin mitoitusarvot ja leikkauskestävyys perustuksessa.	25
Kuva 20.	Käyttötilanne. Pultin leikkauskestävyyden laskentaparametrit pääakseleiden suuntiin	26
Kuva 21.	Käyttötilanne. Pultin normaalivoima- ja leikkauskestävyyden yhdistely perustuksessa.	26
Kuva 22.	AHP pultin raudoitus normaalivoimalle.....	27
Kuva 23.	ATP ja AHP pultin raudoitus normaalivoimalle peruspilarissa	27
Kuva 24.	ATP pultin normaalivoima- ja halkeiluraudoitus pilarianturassa.	28
Kuva 25.	AHP ja ATP pulttien leikkausraudoitus peruspilarissa ja anturassa.....	29
Kuva 26.	ATP ja AHP pulttien raudoitusperiaatteet leikkausvoimalle.	30
Kuva 27.	Pulttien merkintä ja tunnistetiedot ja pakkaus.....	31
Kuva 28.	Pulttien asennus kehikon avulla ja perustuksen valu.....	31



LIITOSRATKAISUJA RAKENTAMISEEN

Anstar Oy on vuodesta 1981 toiminut suomalainen perheyri-ty. Tarjoamme Suomessa valmistettuja betonirakenteiden liitoksia ja liittorakenteita asiakkaillemme maailmanlaajuisesti. Innovatiivisella kehitystyöllä ja modernilla tuotantotekniikalla

syntynyt kattava tuotevalikoimamme nopeuttaa rakentamista ja säästää kustannuksia.

Laadukkaat tuotteet ja nopeat toimitukset ovat meille kunnia-asia. Tuotteillamme on viranomaishyväksynät ja ulkoista

laadunvalvontaa hoitaa Inspecta Sertifiointi Oy. Toiminnallemme on myönnetty laatu- ja ympäristösertifikaatit ISO 9001 ja ISO 14001. Tuotantomme on sertifioitu EN 1090-1 ja EN 3834-2 mukaisesti.