



Palkkikengät

Käyttöohje

Versio 8/2025



Palkkikengät

APK-CM-palkkikenkää käytetään teollisuuden betonielementtirunkojen momenttijäykissä palkki-pilariliitoksissa. Kenkä soveltuu myös toimisto-, liike- ja julkisten rakennusten raskaiden betonielementtirunkojen liitoksiin. Liitos muodostuu esivalmistetusta palkkikengästä, joka asennetaan palkin elementtimuottiin ennen valua. Pilarielementissä on kenkää vastaava ankkurointipultti sekä raudoitusjatkoksen liitososat. Kenkäliitos on käyttökunnossa, kun liitoksen jälkivalubetoni on saavuttanut suunnittelulujuuden. Liitoksella voidaan muodostaa betonielementtirunkoon myös jatkuvia momenttijäykkiä kehiä.

- Tuote on testattu ja mitoitettu kestäämään vaativia rakennusolosuhteita
- Helppo ja nopea mitoitus AColumn-ohjelmistossa
- Ensimmäisenä markkinoilla myös onnettomuustilanteen laskenta AColumn-ohjelmalla
- Kengät valmistetaan standardin SFS-EN 1090-2:2018 mukaan
- Komponentit ja blogit niin Tekla kuin AutoCAD-ohjelmistoihin
- Laaja säädettävyyden työmaaolosuhteissa
- Ei vinotukia eikä hitsauksia työmaalla
- Nopea asennus tehtaalla valmiin valukotelon ansioista
- Erittäin hyvä tekninen tuki
- Kengät on suunniteltu Euronormien vaatimusten mukaan

SISÄLLYSLUETTELO

1	PALKKIKENKÄ.....	4
2	KENKIEN KÄYTTÖKOHEET.....	4
2.1	Teollisuuden ja liikerakennusten järeät elementtirungot.....	4
2.2	Liike- ja toimistorakennusten elementtirungot.....	5
2.3	Palkkikengä APK-CM.....	6
2.4	Palkkikengän ankkurointipultit ALP-P2S ja ALP-P2SM.....	7
2.5	Palkin yläpinnan rauditusjatkos ARJ.....	8
3	VALMISTUSTIEDOT.....	9
4	MITOITUSPERUSTEET.....	10
4.1	Suunnittelu- ja valmistusnormit.....	10
4.2	Palkkikengän kestävyys.....	10
4.2.1	Palkki-pilariliitoksen mitoitusperiaate.....	10
4.2.2	Kengän normaalivoimakkestävyys.....	11
4.2.3	Rauditusjatkoksen normaalivoimakkestävyys.....	11
4.2.4	Kenkäliitoksen betonilujuus.....	11
4.2.5	Palkin ja pilarin minimimitta kenkäliitoksessa.....	12
4.3	Kenkäliitoksen suunnitteluohje pääarakennesuunnittelijalle.....	13
5	DETALJISUUNNITTELU.....	15
5.1	Suunnittelun vaiheet ja osapuolet.....	15
5.2	Palkki-pilariliitoksen mitoitusohjelma ACOLUMN.....	15
5.3	Kenkäliitoksen suunnittelu.....	17
5.3.1	Projekti kansio ja laskentanormi.....	17
5.3.2	Liitostyyppin valinta ja materiaalit.....	17
5.3.3	Mitta- ja materiaalitiedot.....	18
5.3.4	Liitoksen laskentavoimat.....	20
5.3.5	Kenkien ja pulttien sijoitus liitokseen.....	20
5.3.6	Palkin tankojen sijoitus liitokseen.....	22
5.4	Murtotilanteen laskentatulokset. Kengät.....	24
5.4.1	Tulosten esitystapa.....	24
5.4.2	Kenkien kestävyys. Normaalivoima.....	25
5.4.3	Kenkäliitoksen lisäraudoitus.....	27
5.5	Murtotilanteen laskentatulokset. Ankkurointipultit.....	29
5.5.1	Palkki- ja jälkivalu poikkileikkauksen kestävyyskuvaaja.....	29
5.5.2	Palkin pään jälkivalu poikkileikkauksen jännitys.....	30
5.5.3	Ankkurointipulttien mitoitus pilarissa.....	31
5.6	Kenkäliitoksen käyttöikämitoitus.....	34
6	KENKÄLIITOKSEN VALMISTUS ELEMENTTITEHTAALLA.....	36
6.1	Kenkien toimitus, varastointi ja tunnistaminen.....	36
6.2	Kenkien asennus palkkimuottiin.....	36
6.3	Kenkien valusuojaus ja palkin valu.....	37
6.4	Ankkurointipulttien asennus pilarimuottiin.....	37
6.5	Kengille sallitut korjaustoimenpiteet elementtitehtaalla.....	38
6.6	Valmistuksen laadunvalvonta.....	39
6.7	Valmistuksen laadunvalvonnan loppudokumentointi.....	39
7	KENKÄLIITOKSEN ASENNUS TYÖMAALLA.....	39
7.1	Asennustyössä noudatettavat normit ja suunnitelmat.....	39
7.2	Kengän kierrepulttien asennusmitat ja mutterin kiristys.....	39
7.3	Palkin asennus ja jälkivalut.....	40
7.4	Kenkäliitoksen asennustoleranssit.....	42
7.5	Kenkäliitokselle sallitut korjaustoimenpiteet työmaalla.....	42
8	TURVALLISUUSTOIMENPITEET.....	44
8.1	Tiedot työmaan työturvallisuusohjeen laatimista varten.....	44
8.2	Palkkikengäliitoksen käyttöönotto rakentamisaikana.....	44
9	ASENNUKSEN LAADUNVALVONTA.....	45
9.1	Palkin asennuksen valvontaohje.....	45
9.2	Asennuksen laadunvalvonnan loppudokumentointi.....	45

Revisio M - 29.8.2025

Pieniä korjauksia tuotteen mittataulukoihin 1, 2 ja 9.

Revisio L - 31.1.2020

Uusi euronormi SFS-EN 1992-4:2018 otettu käyttöön kenkien ja pulttien kestävyysarvoissa.

Tekstipäivityksiä. Ei tuotepäivityksiä.

ACOLUMN ohjelma on päivitetty versioon 5.0.

Revisio K - 29.3.2019

APK-M palkkikengän rakenne on uusittu. Kengän uusi nimi on APK-CM.

APK-CM palkkikengän käyttöohje on kirjoitettu uudelleen erilliseksi ohjeeksi.

APK-CM kenkien kestävyysarvot on muutettu peruspulttikäyttöohjeen mukaisiksi. Kestävyysarvot ovat laskeneet noin 8 %.

Palkkikengää varten on suunniteltu uudet ankkurointipultit APL-P2S, APL-P2SM.

Vanhon AMP peruspulttien valmistus on lopetettu.

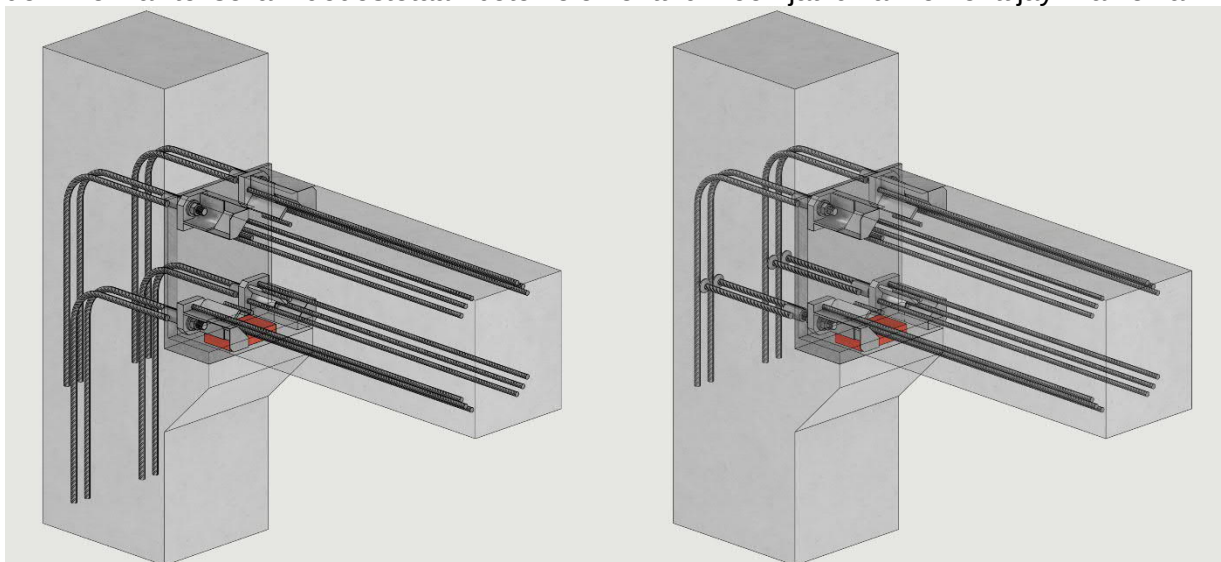
Momenttiliitoksen rakenne ja asennusmenetelmä on muutettu.

Palkkikengät on lisätty ACOLUMN ohjelmaan ja liitokselle voi nyt antaa myös vetovoiman.

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 palkkikengäliitoksissa.

1 PALKKIKENKÄ

APK-CM palkkikengää käytetään teollisuuden betonielementtirunkojen momenttijäykissä palkki-pilariliitoksissa. Kenkä soveltuu myös toimisto-, liike- ja julkisten rakennusten raskaiden betonielementtirunkojen liitoksiin. Liitos muodostuu esivalmistetusta palkkikengästä, joka asennetaan palkin muottiin ennen valua. Palkin yläpinnassa käytetään rauditusjatkostankoja. Pilarielementissä on kenkää vastaavat ankkurointipultit sekä rauditusjatkoksen liitospultit. Kenkäliitos on käyttökunnossa, kun liitoksen jälkivalubetoni on saavuttanut suunnittelulujuuden. Kenkäliitoksella muodostetaan betonielementtirunkoon jatkuvia momenttijäykkiä kehiä.



Kuva 1. APK-CM palkkikengän tyypillinen rakenne momenttijäykässä liitoksessa

2 KENKIEN KÄYTTÖKOhteET

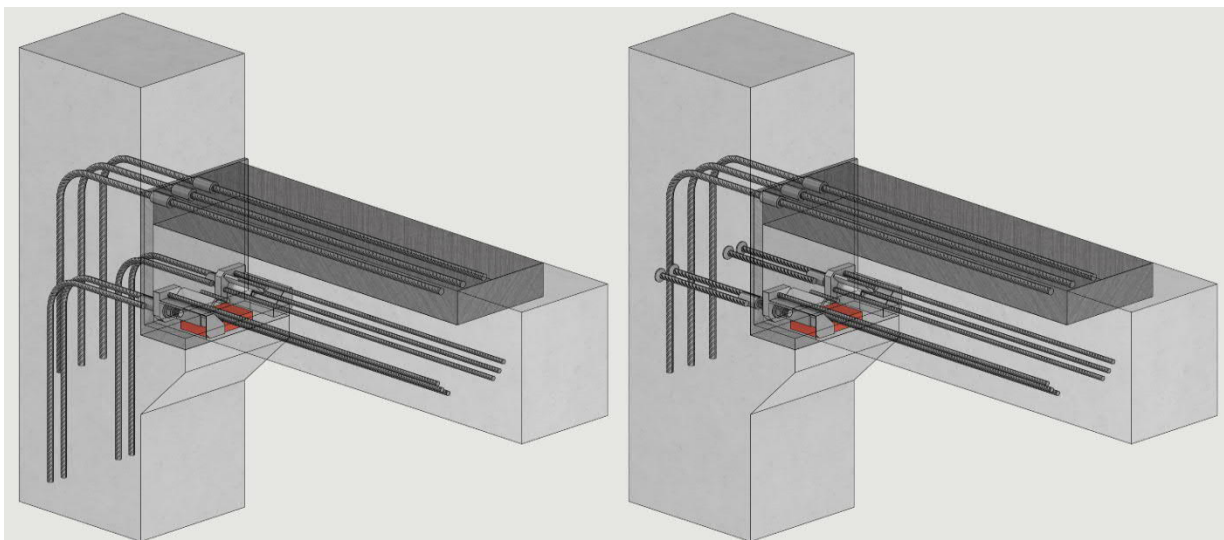
2.1 Teollisuuden ja liikerakennusten järeät elementtirungot

APK-CM palkkikengkiä käytetään teollisuuden ja liikerakennuksen elementtipalkin ja -pilarin välisissä momenttijäykässä liitoksessa. Kantava välipohja on joko paikallavalettu liittolaatta tai se tehdään ontelo- tai kuorilaatta elementeistä. Kenkä sopii esijännitetyn tai normaalisti raudoitettun suorakaidepalkin liitokseen, jossa siirretään palkin kiinnitysmomentti pilarille. Palkki sijoitetaan keskeisesti pilarin suhteen tai sovitetaan tarvittavat sivut vastakkain. Momenttijäykkä liitos muodostetaan sijoittamalla APK-CM palkkikengät palkin alakulmiin ja palkin yläpintaan sijoitetaan ARJ-raudoitusjatkoksen vetotangot. Vaihtoehtoisesti palkkikengät sijoitetaan sekä palkin ala- ja yläkulmiin.

Kengän liitos pilaariin tehdään taivutetulla ALP-P2S ankkurointipultilla. Pultissa on irrotettava kierre, joka asennetaan palkin asennuksen yhteydessä. Pulttien rakenne on minimoitu sopimaan pilarin reunaan pääraudoituksen viereen. ALP-P2SM ankkurointipultilla muodostetaan pilarin läpi menevä kahden palkin jatkuva momenttiliitos. ALP-P2SM pulttia käytetään, mikäli taivutukselle ei ole tilaa.

Palkin yläpinnan vetoliitos tehdään ARJ rauditusjatkoksen sovellutuksella. Palkin yläpintaan jätetään varaus, jonne sijoitetaan ARJ-L rauditusjatkoksen tangot. Pilaariin sijoitetaan taivutettu rauditusjatkoksen ankkurointipultit ARJ-R. Pilarin läpi menevä momenttiliitos toteutetaan ARJ-A ankkurointipultilla. Rauditusjatkosliitos siirtää palkin momenttiliitoksen vetovoimat pilariin.

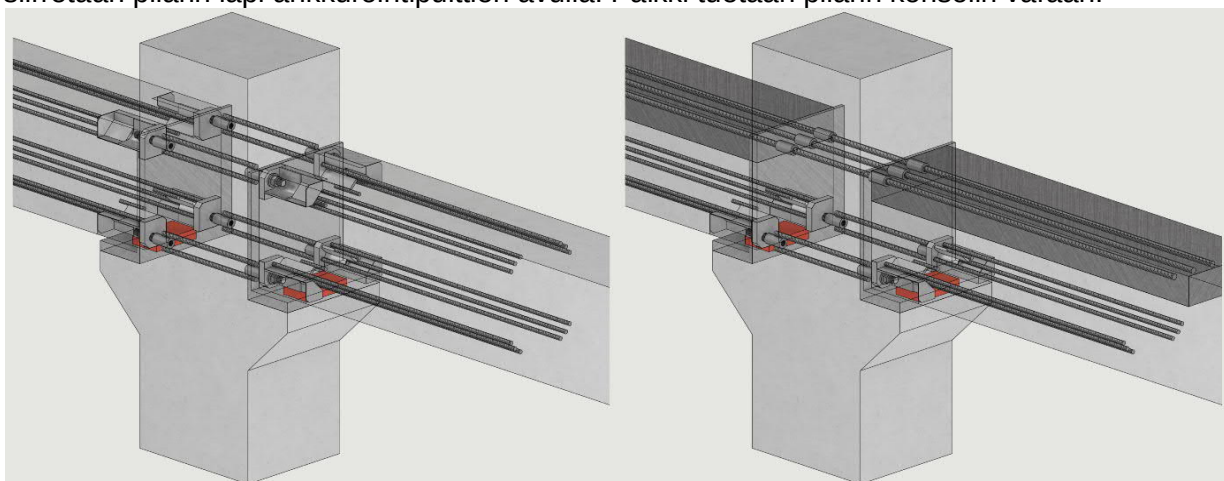
Palkki-pilariliitoksen mitoitus suoritetaan ACOLUMN ohjelmalla, jolla suunnitellaan myös palkin ja pilarin lisäraudoitus liitoksen alueella. Liitos suunnitellaan neljän kengän liitoksena tai vaihtoehtoisesti kengät palkin alapinnassa ja rauditusjatkosliitos palkin yläpinnassa.



Kuva 2. Palkkikengä/raudoitusjatkosliitos teollisuusrakennuksen momenttijäykässä kehässä

2.2 Liike- ja toimistorakennusten elementtirungot

APK-CM kenkiä käytetään liike- ja toimistorakennusten elementtirungon jatkuvan palkkikehän momenttijäykissä liitoksissa. Kengillä toteutetaan liitos, jossa elementtipalkin kiinnitysmomentti siirretään pilarin läpi ankkurointipulttien avulla. Palkki tuetaan pilarin konsolin varaan.

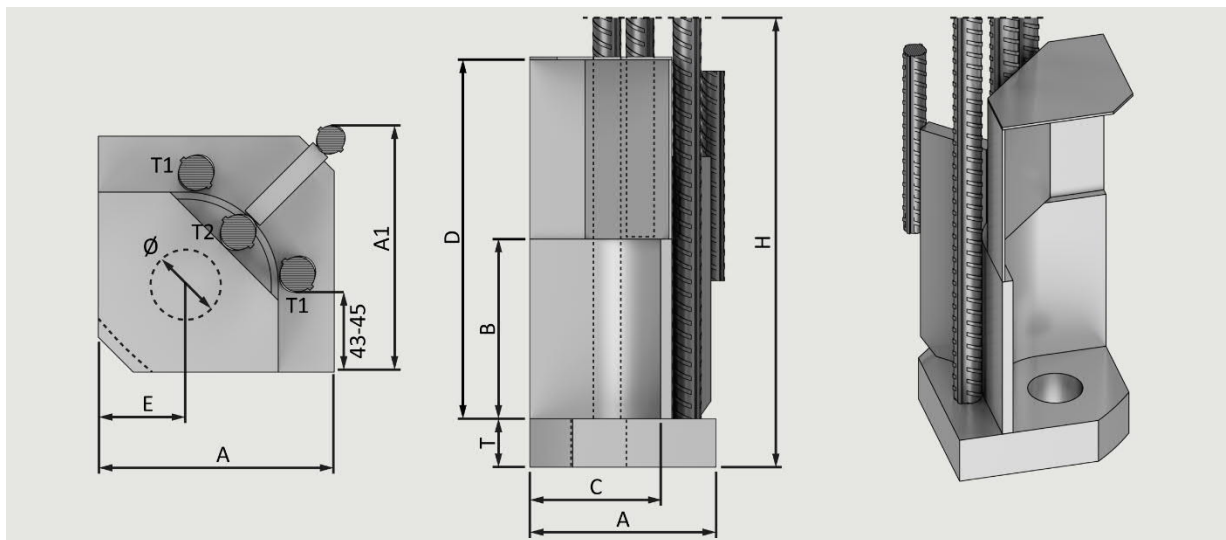


Kuva 3. Jatkuvan palkkikehän momenttijäykkä kenkä liitos ja kenkä-raudoitusjatkos liitos.

1. Laskentanormi	- Palkkikengäliitoksen rakenteet on suunniteltu Euronormien SFS-EN 1992-1-1, SFS-EN 1993-1-1 ja SFS-EN 1992-4:2018 mukaan.
2. Liitostyyppi	- Liitostyyppi on palkin ja pilarin välinen momenttijäykkä liitos. - Katso liitoksen toimintaperiaate kohdassa 4.3.
3. Elementti-palkin rakenne	- Palkki voi olla normaalisti raudoitettu betonielementti. - Kenkä sopii esijännitetyjen palkkien liitoksiin. - Tasorakenne on paikallavalettu tai ontelo- tai kuorilaattarakenteinen.
4. Jälkivalu	- Liitoksen jälkivalu muodostaa kantavan rakenteellisen betonin. - Liitokseen on useita kaupallisia CE-merkittyjä jälkivalumassoja. - Jälkivalut muodostavat liitoksen palosuojauksen.
5. Ankkurointipultit	- Ankkurointipultit voi sijoittaa rakenteen reunaan. - Ohjelma mitoittaa ankkurointipultit kengältä tuleville voimille. - Pultit siirtävät vain kengän normaalivoimaa, leikkaus siirtyy betonille.
6. Lisäraudoitus	- Ohjelma tarkistaa kengän vaatiman palkin pääraudoituksen kestävyys sekä laskee kenkien ja pulttien tarvitseman lisäraudoituksen.

2.3 Palkkikengä APK-CM

APK-CM palkkikengä muodostaa betonielementtipalkin momenttijäykän liitoksen pilariin. Liitos tehdään kahdesta tai neljästä erillisestä kengästä palkin ala- ja yläkulmissa. Kenkä siirtää palkin taivutusmomentin pilarin ankkurointipulteille. Ankkurointipulttien rakenne on minimoitu siten, että pultit voidaan sijoittaa pilarin päätankojen viereen. Kenkien sijaintia voidaan tarpeen mukaan sisentää ankkurointipulttien ja pilarin leveyden mukaan.



Kuva 4. APK-CM palkkikengän rakenne

Taulukko 1. APK-CM palkkikengän mitat

Kenkä	Väri koodi	A mm	A1 mm	B mm	D mm	C mm	E mm	H mm	T1 mm	T2 mm	Ø mm	T mm	P kg
APK24CM	Vaalean sininen	115	125	110	170	85	50	935	2T16	1T16	32	25	7,9
APK30CM	Musta	135	140	120	200	95	50	1355	2T20	1T20	40	35	16,7
APK36CM	Punainen	160	180	130	230	110	60	1540	2T25	1T20	46	40	27,3
APK39CM	Ruskea	165	190	140	250	115	60	1680	2T25	1T25	50	40	31,4
APK45CM	Violetti	180	225	140	270	120	60	1850	2T32	1T28	56	50	49,4
APK52CM	Valkoinen	190	275	160	310	130	60	2420	2T32	1T32	64	60	69,0

Merkinnät:

- A = Pohjalevyn sivumitta
- A1 = Kengän vaatima kokonaisleveys
- B = Mutterikotelon korkeus
- D = Kierrepultin asennuskotelon kokonaiskorkeus
- C = Kotelon syvyys
- E = Pultin reunaetäisyys
- H = Kengän kokonaiskorkeus
- T1 = Kengän tartunnat kotelon sivussa
- T2 = Kengän tartunnat kotelon päällä
- Ø = Pultinreiän halkaisija
- T = Pohjalevyn paksuus
- P = Kengän paino
- Värikoodi = Kengän pohjalevyn tunnusväri

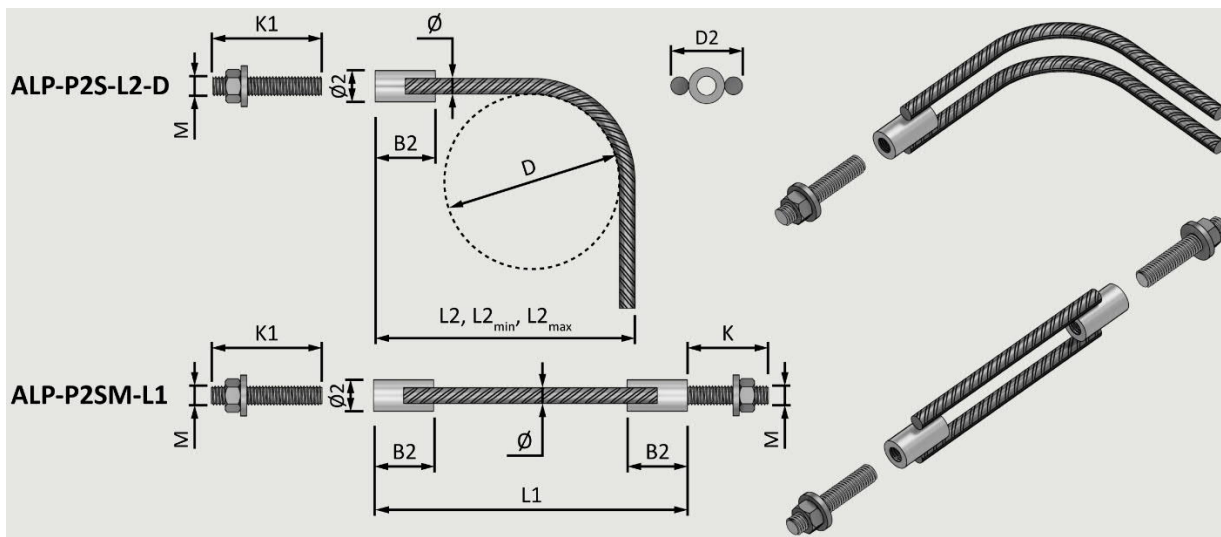
APK-CM kenkien pintakäsittelyt:

Merkintämaalaus	Pohjalevy alkydi maalataan värikoodilla	vakiotoimitus
Ei pintakäsittelyä	Kenkä toimitetaan ilman merkintämaalauskäsittelyä	erikoistilaus
Kuumasinkitys	Kengän kuumasinkitys HDG, SFS-EN ISO 1461.	erikoistilaus -HDG

APK-CM kenkien TS- ja AutoCAD blokit: www.anstar.fi.

2.4 Palkkikengän ankkurointipultit ALP-P2S ja ALP-P2SM

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



Kuva 5. ALP-P2S ja ALP-P2SM pulttien rakenne

Taulukko 2. ALP-P2S ja ALP-P2SM pulttien mitat

Pultti	Väri koodi	L2 _{max} mm	L2 _{min} mm	K1 mm	K mm	M mm	A _s mm ²	Ø mm	Ø2 mm	B2 mm	D mm	D ₂ mm	T/S mm
ALP22P2S, -P2SM	Vaal. sininen	800	285	165	130	M22	303	2T16	35	85	200	70	8/55
ALP30P2S, -P2SM	Musta	900	385	195	150	M30	561	2T25	50	95	300	105	10/65
ALP36P2S, -P2SM	Punainen	1180	400	220	170	M36	817	2T28	60	105	300	125	10/80
ALP39P2S, -P2SM	Ruskea	1450	410	240	190	M39	976	2T28	65	115	300	130	12/90
ALP45P2S, -P2SM	Violetti	1680	455	260	200	M45	1306	2T32	75	125	400	150	12/100
ALP52P2S, -P2SM	Valkoinen	1935	595	300	235	M52	1758	2T40	90	135	500	180	12/110

Merkinnät:

- L1 = Pilarin läpi menevän pultin tilauspituus (mitta mainittava tilauksessa)
- L2_{max} = Maksimi pituus, joka voidaan taivuttaa vakiopultista ALP-P2S halkaisijalla D
- L2_{min} = Minimi pituus, joka voidaan taivuttaa vakiopultista ALP-P2S halkaisijalla D
- K1 = Irrotettavan kierreosan kokonaispituus
- K = Kierteen näkyvässä oleva pituus muhvin pinnasta
- M, A_s = Kierteen koko ja jännityspinta-ala
- Ø = Pultin tartuntojen koko ja määrä
- Ø2 = Kierremuhvin ulkohalkaisija
- B2 = Kierremuhvin pituus
- D = Tartuntojen taivutustelan halkaisija vakiotoimituksessa
- D₂ = Tartuntojen ulkoleveys muhvin pinnassa.
- T, S = Aluslevyn paksuus ja halkaisija. Sama aluslevy kuin APL-C pulteilla.

Värikoodi maalataan muhvin päähän. Tunnistus myös valun jälkeen.

Pulttien tilaustunnukset:

ALP-P2S-L2-D	Tilauksessa on mainittava pultin mitat: L2 = vaakataivutuspituus, D = taivutustelan halkaisija. Tilaustunnus esimerkiksi ALP30P2S-540-D300. (Katso myös taulukko 9)
ALP-P2SM-L1	Tilauksessa on mainittava pultin pituus: L1 = Pultin pituus = pilarin leveys. Tilaustunnus esimerkiksi ALP36P2SM-580.

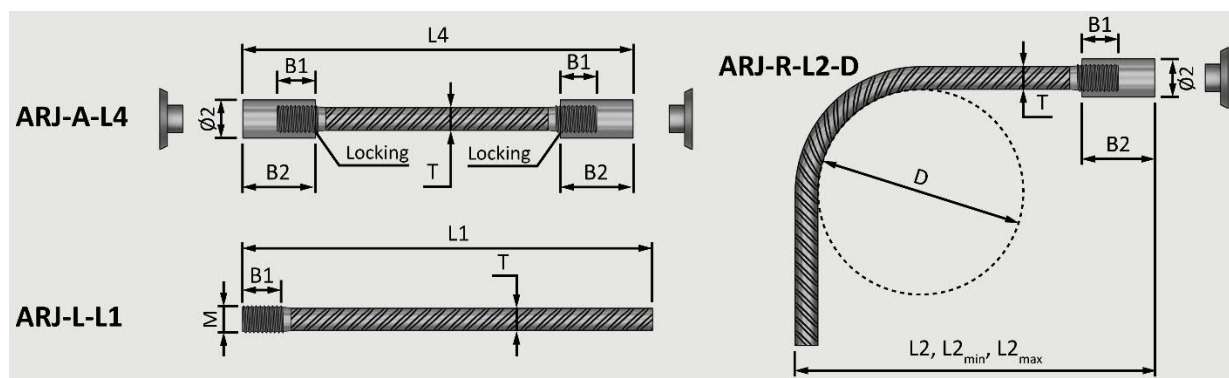
ALP-P2S pulttien pintakäsittelyt:

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

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

2.5 Palkin yläpinnan raudoitusjatkos ARJ

Palkin yläpinnan vetopuolen momenttiliitos tehdään ARJ raudoitusjatkoksen sovellutuksella. Palkin yläpintaan jätetään varaustila, johon sijoitetaan raudoitusjatkos ARJ-L. Pilariin sijoitetaan taivutettu raudoitusjatkos ARJ-R. Pilarin läpi menevään liitokseen sijoitetaan välikappale ARJ-A. Palkin taivutusmomentin voimat siirretään palkin yläpinnan pääteräksiltä raudoitusjatkokselle ja siitä pilarin raudoitusjatkokselle. Lisätietoja *Raudoitusjatkos* käyttöohje. Raudoitusjatkoksen muhvituoitteet toimitetaan aina varustettuna suojatulpalla kierteen suojausta ja tunnistusta varten. Tulppa poistetaan ennen pilarimuottiin asennusta.



Kuva 6. Raudoitusjatkostuotteiden rakenne palkkikengäliitoksessa

Taulukko 3. Raudoitusjatkoksen mitat

Raudoitusjatkostuotteet palkkikengäliitoksessa	Väri koodi	L2 _{max} mm	L2 _{min} mm	T mm	M mm	A _s mm ²	B1 mm	B2/Ø2 mm	D mm
ARJ16L-1200, ARJ16A-L4, ARJ16R-L2-D	Keltainen	1065	210	16	M20	245	25	50/30	200
ARJ20L-1500, ARJ20A-L4, ARJ20R-L2-D	Sininen	1340	250	20	M24	353	30	60/35	300
ARJ25L-1700, ARJ25A-L4, ARJ25R-L2-D	Musta	1500	320	25	M30	561	35	70/40	300
ARJ32L-2400, ARJ32A-L4, ARJ32R-L2-D	Harmaa	2150	420	32	M39	976	45	90/55	400
ARJ40L-3800, ARJ40A-L4, ARJ40R-L2-D	Violetti	3500	530	40	M48	1567	60	120/70	500

Merkinnot: L1, L4 = Suoran raudoitusjatkoksen ja pilarin läpi menevän välikappaleen valmistuspituus tilauksessa.

L2_{max} = Maksimi pituus, joka voidaan taivuttaa vakiojatkoksesta ARJ-L halkaisijalla D

L2_{min} = Minimi pituus, joka voidaan taivuttaa vakiojatkoksesta ARJ-L halkaisijalla D

T = Harjateräksen koko

M, A_s = Kierteen koko ja jännityspinta-ala

B1 = Tangon kierteen pituus

B2, Ø2 = Muhvin pituus ja halkaisija

D = Tartuntojen taivutustelan halkaisija vakioitoimituksessa

Värikoodi on suojatulpassa tai sitten koodi on maalattu muhvin päähän. (=ARJ40)

Tilausmerkinnät:

ARJ-L-L1	Tilauksessa on mainittava tangon pituus: L1 = varastopituudet ovat taulukon 3 alussa. Tilaukseen esim. ARJ20L-1500
ARJ-A-L4	Tilauksessa on mainittava tangon pituus: L4 = jatkoksen pituus = pilarin leveys Tilaukseen esim. ARJ25A-480
ARJ-R-L2-D	Tilauksessa on mainittava tangon mitat: L2 = vaakataivutuspuite, D = taivutustelan halkaisija. Tilaukseen esimerkiksi ARJ32R-530-D400. Katso myös taulukko 9.

ARJ-L, -A ja -R raudoitusjatkoksen pintakäsittelyt:

Ei käsittelyä	Kierretanko, mutterit DIN 934-8 ja aluslevyt, ei pintakäsittelyä	vakioitoimitus
---------------	--	----------------

Raudoitusjatkoksen TS-mallit ja Autocad blokit: www.anstar.fi.

3 VALMISTUSTIEDOT

ANSTAR Oy on tehnyt APK-CM palkkikien valmistuksesta laadunvalvontasopimuksen Kiwa Oy:n kanssa. Kenkien valmistustiedot ovat:

1. Valmistus-merkinnät	Kenkien valmistusmerkinnät: - ANSTAR Oy:n tunnus - Kengän tunnus maalataan värikoodilla pohjalevyyn - Pulteissa on värikoodi muhvilla tai suojatulppa tunnistusta varten - Pakkaus: kuormalava ja kutistemuovihuppu
2. Materiaalit	Valmistuksessa käytettävät materiaalit: - Pohjalevy SFS-EN 10025-2 S355J2+N - Kotelo SFS-EN 10025-2 S355J2+N - Harjatangot EN 10080, SFS 1300:2017 B500B - Materiaalien iskusitkeys testauslämpötila: -20 °C
3. Valmistus-menetelmä	Kenkien valmistus: - Valmistetaan standardin SFS-EN 1090-2:2018 mukaan toteutusluokassa EXC2. Erikoistilauksesta valmistus tehdään toteutusluokassa EXC3. [2] - Vakiohitsausluokka on C ja erikoistilauksesta B, SFS-EN ISO 5817. [11] - Harjatangon hitsaus SFS-EN 17660-1 [16] - Valmistustoleranssit SFS-EN 1090-2:2018 [2]
4. Pintakäsittely menetelmät	Kenkien pintakäsittelymenetelmät: - Pohjalevyn alapinta maalataan tunnistevärillä [12] - Toimitus ilman merkintämaalausta erikoistilauksesta - Kengät kuumasinkitään erikoistilauksesta SFS-EN-ISO1461 mukaan. [13]
5. Tuotehyväksyntä ja laadunvalvonta	Tuotannon laadunvalvonta: Sertifikaatti 0875-CPR-FIN542. Tuotehyväksyntä Suomessa: BY -käyttöseloste. Lisätiedot: www.anstar.fi .

Taulukko 4. Kenkien valmistusohjelma

	Kenkä	Käyttöohje	Kengän tyypillinen käyttökohde
1	AHK AHK-K	AHK Pilarikengät	Toimisto- ja liikerakentamisen kevyet elementtirungot. AHK on suorakaidepilarin nurkkakenkä ja AHK-K on suorakaidepilarin keskikenkä ja pyöreän pilarin kenkä. Kengät sopivat pilarijatkos- ja perustusliitokseen. Peruspultteina käytetään ATP ja AHP Harjateräspultteja
2	APK-C APKK-C	APK-C Pilarikengät	Teollisuuskohteiden elementtirungon järeät pilari-perustusliitokset. Toimisto- ja liikerakennusten järeät perustusliitokset. Suorakaidepilarin nurkka- ja keskikengät. Pultteina käytetään ALP-C ja S sarjan peruspultteja.
3	APK-CM ARJ	Palkkikengät	Teollisuus- ja liikerakennuskohteiden elementtirungon momenttijäykät palkki-pilariliitokset. Pultteina käytetään ALP-P2S ja ALP-P2SM ankkurointipultteja ja ARJ rauditusjatkoksen sovellutuksia ARJ-A ja ARJ-R.
4	ASL-H ASL-P	Seinäkengät	Betonielementtirunkoa jäykistävän seinäelementin jatkos- ja perustusliitos. Liitos siirtää jäykistysseinän veto- ja leikkausvoimat. Pultteina käytetään ATP ja AHP Harjateräspultteja ja ALP-P2 peruspultteja.

4 MITOITUSPERUSTEET

4.1 Suunnittelu- ja valmistusnormit

1. Suomen normi

SFS-EN 1991-1+NA	Rakenteiden kuormat. Osa 1-1. Yleiset kuormat. [5]
SFS-EN 1992-1-1+NA	Betonirakenteiden suunnittelu. Osa 1-1. Yleiset säännöt ja rakennuksia koskevat säännöt. [6]
SFS-EN 1993-1+NA	Teräsrakenteiden suunnittelu. Osa 1-1. Yleiset säännöt. [7]
SFS-EN 1992-4:2018	Eurocode 2. Design of concrete structures. Part 4 Design of fastenings for use in concrete.
SFS-EN 13670	Betonirakenteiden toteuttaminen, toteutusluokka 2 tai 3, [17]
SFS 5975	Standardin SFS-EN 13670 käyttö Suomessa [20]

2. Muut euronormialueen maat:

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

3. Kenkien valmistus

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

4.2 Palkkikengän kestävyys

4.2.1 Palkki-pilariliitoksen mitoitusperiaate

Palkki-pilari momenttiliitos suunnitella seuraaville voimille. Voimat on määritettävä erillisillä kehälaskentaohjelmilla. Liitoksen laskenta suoritetaan ACOLUMN ohjelmalla.

1. Normaali-voima N_d	- Liitokselle annetaan kehälaskelmista tuleva palkin normaalivoima. - ACOLUMN ohjelmassa normaalivoima voi olla puristusta (-) tai vetoa (+).
2. Taivutus-momentti M_{xd}	- Liitos mitoitetaan palkin pystysuuntaiselle kiinnitysmomentille, jonka taivutussuunta voi olla $\pm$ merkinen. Momentin siirto, katso kappale 4.3 kohta 1. - Palkkikengät eivät siirrä puristusvoimaa pulteille, sillä ankkurointipultissa ei ole kengän pohjalevyn alla mutteria. - Kenkä siirtää puristusvoiman pohjalevyn betonipaineen kautta pilarille. Raudoitusjatkosliitos siirtää veto- ja puristusvoimia palkin yläpinnassa.
3. Taivutus-momentti M_{yd}	- Kenkäliitos voi siirtää vaakasuuntaista taivutusmomenttia. - Tämä momentti menee kuitenkin väännöksi pilarille. M_{yd} momentin vaikutus voidaan kuitenkin laskea kenkäliitoksessa.
4. Leikkausvoima pystysuuntaan Q_{yd}	- Palkki tukeutuu pilarikonsolin varaan, jonka avulla leikkausvoima siirtyy pilarille. - Kenkäliitos ei siirrä palkin pystyleikkausvoimaa. Palkin/konsolin tukipinta on mitoittettava palkin tukireaktiolle. Palkki suunnitellaan leikkausvoimalle.
5. Leikkausvoima vaakasuuntaan Q_{xd}	Kenkä-pulttiliitos ei siirrä leikkausvoimaa vaakasuuntaan palkilta pilarille. Leikkausvoima on siirrettävä palkin yläpinnan tasorakenteen kautta.

4.2.2 Kengän normaalivoimakestävyys

Kengän normaalivoimakestävyys mitoitusarvo määräytyy kenkää vastaavan ankkurointipultin kestävyys mukaan. Pultin kierteen mitoitusarvo on laskettu SFS-EN 1992-4 mukaan[24]. Kengän normaalivoimakestävyys mitoitusarvot ovat taulukossa 5.

Taulukko 5. Kengän normaalivoimakestävyys. Mitoitusarvot, murto- ja onnettomuustila

Palkkikengä	Normaalivoimakestävyys		Kenkään sopivat ankkurointipultit pilarissa
	N_{Rd} [kN]	$N_{Rd,a}$ [kN]	
APK24CM	161,0	184,7	ALP22P2S, ALP22P2SM, APL22LS
APK30CM	299,2	341,9	ALP30P2S, ALP30P2SM, APL30LS
APK36CM	435,7	498,0	ALP36P2S, ALP36P2SM, APL36LS
APK39CM	520,5	594,9	ALP39P2S, ALP39P2SM, APL39LS
APK45CM	696,5	796,0	ALP45P2S, ALP45P2SM, APL45LS
APK52CM	937,6	1071,5	ALP52P2S, ALP52P2SM, APL52LS

N_{Rd} = Normaalivoimakestävyys laskenta-arvo murtotilanne, betonilujuus C30/37-2.

$N_{Rd,a}$ = Normaalivoimakestävyys laskenta-arvo onnettomuustilanne, betonilujuus C30/37.

Kenkäliitokselle ei lasketa asennustilanteen kestävyysarvoja. Kuitenkin ennen liitoksen jälkiva-
lua kenkä-pulttiliitos voi siirtää palkilta tulevan vetovoiman pilarille estäen palkin putoamisen.
Ohjelmalla lasketaan kengän lisäraudoitus ja tartuntojen yhteistoiminta palkin pääraudoituksen
kanssa.

4.2.3 Rauditusjatkoksen normaalivoimakestävyys

Rauditusjatkoksen normaalivoimakestävyys mitoitusarvo määräytyy harjatangon kestävyys-
mukaan. Jatkoksen mitoitusarvo $N_{Rd,1}$ on laskettu SFS-EN1992-1-1 liitteen A kohdan
A.2.1 mukaan [6]. Mitoitusarvo $N_{Rd,2}$ on laskettu euronormin perusarvojen mukaan.
ARJ-jatkoksen normaalivoimakestävyys mitoitusarvot ovat taulukossa 6.

Taulukko 6. ARJ jatkoksen normaalivoimakestävyys. Mitoitusarvo, murto- ja onnettomuustila

Rauditusjatkos palkin yläpinnassa	Normaalivoimakestävyys			Jatkoksen ankkurointipultit pilarissa
	$N_{Rd,1}$ [kN]	$N_{Rd,2}$ [kN]	$N_{Rd,a}$ [kN]	
ARJ16L	91,4	87,4	100,5	ARJ16A, ARJ16R
ARJ20L	142,7	136,5	157,0	ARJ20A, ARJ20R
ARJ25L	223,2	213,5	245,5	ARJ25A, ARJ25R
ARJ32L	365,5	349,6	402,0	ARJ32A, ARJ32R
ARJ40L	570,9	546,1	628,0	ARJ40A, ARJ40R

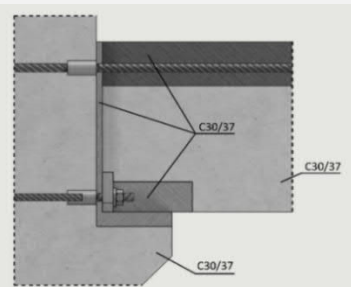
$N_{Rd,1}$ = Normaalivoimakestävyys laskenta-arvo murtotilanne, minimi betonilujuus C30/37-1

$N_{Rd,2}$ = Normaalivoimakestävyys laskenta-arvo murtotilanne, minimi betonilujuus C30/37-2.

$N_{Rd,a}$ = Normaalivoimakestävyys laskenta-arvo onnettomuustilanne, minimi lujuus C30/37.

4.2.4 Kenkäliitoksen betonilujuus

Kenkien kestävyys on mitoitettu seuraaville minimi betonilujuuksille:

1. Palkki- ele- mentti	Palkkikengät on mitoitettu betonille C30/37-2. - Tämä on palkin minimibetonilujuus - Korkeampi betonilujuus ei muuta kengän normaali-voimakestävyys laskenta-arvoja. - Palkkikengän kestävyyskäyrä lasketaan ACOLUMN ohjelmassa sen sijaan palkin todellisen betonilujuuden ja luokan mukaan. - Korkeampaa lujuutta hyödynnetään erityisesti, kun palkin raudoituksena on tankonippuja, jolloin voima siirtyy kengän tartunnoilta tankonipuille.	
------------------------------	--	---

2. <i>Pilari- ele- mentti</i>	Pilarissa ankkurointipultit on mitoitettu betonille C30/37-2. - Tämä on pilarin sallittu minimibetonilujuus ankkurointipulteille. - Korkeampi betonilujuus ei muuta ankkurointipulttien normaalivoimatestävyys laskenta-arvoja. Tarvittaessa sillä voidaan vaikuttaa vain pultin tartunnan ankkurointipituuksiin.
3. <i>Kengän jälkiva- lut</i>	Kengän jälkivalujen lujuus määritetään seuraavasti: - Palkin pään jälkivalun minimilujuus on C30/37-2, mutta jälkivalujen lujuuden pitää olla vähintään sama kuin palkin ja pilarin lujuus. Oletuspaksuus on 20 mm - Palkin lujuutta korkeamman jälkivalubetonin käyttö ei nosta kenkäliitoksen kestävyyttä, joten valulle pitää käyttää laskennallisesti samaa lujuutta kuin palkille/pilarille, vaikka jälkivalun materiaalilujuus muuten olisi korkeampi. - Mutterikolon jälkivalu siirtää palkin puristusvoimaa ja valut muodostavat palosuojauksen. - Valuun suositellaan käytettäväksi kutistumatonta CE-hyväksyttyä jälkivalubetonია, jonka lujuus on vähintään pilaribetonin lujuus. - Jälkivalubetonin laadunvalvonta noudattaa kantavan betonin määräyksiä.

4.2.5 Palkin ja pilarin minimimita kenkäliitoksessa

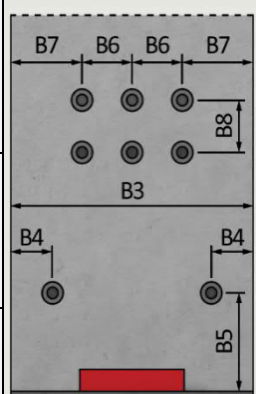
Palkin ja pilarin minimimitat kenkäliitoksessa ovat taulukossa 7.

1. <i>Palkin minimileveys B1 ja tukikannas B2</i>	- Palkin minimi leveys B1 on määritetty kengän reunasijoituksella. - Palkin alapintaan jää kengän mutterikolojen väliin betoninen tukikannas B2, johon tukipala sijoitetaan. B2 on palkin tukipalan leveys.
2. <i>Pilarin minimileveys B3</i>	- Pilarin minimileveys B3 on määritetty siten, että palkin minimileveydellä pultit sijoitetaan pilarin päätangon T25 ohi suojabetonikerroksella 35 mm. Haka=T10.
3. <i>Pultin minimi reunaetäisyys B4</i>	- Pultin minimi reunaetäisyys pilarissa on määritetty siten, että pultti ohittaa pilarin päätangon T25 suojabetonikerroksella 35 mm ja hakakoolla T10.
4. <i>Pilarikonsolin ulokepituus B9</i>	- Pilarikonsolin ulokepituus on määritetty siten, että kengän mutterikolot sijoittuvat konsolin sisään jälkivalun helpottamiseksi.

Taulukko 7. Kenkäliitoksen minimi palkki- ja pilarimitat

Kenkä APK-CM	Palkin minimi leveys B1	Palkin tuki- kannaksen leveys B2	Pilarin minimi leveys B3	Pilarikonsolin ohjeellinen ulokepituus B9	Pultin minimi etäisyys pilarin reunasta B4. ALP-P2S	Pultin minimi etäisyys pilarin reunasta B4. ALP-P2SM
APK24CM	260	90	380	220	110	95
APK30CM	280	90	420	250	120	95
APK36CM	360	140	500	280	130	100
APK39CM	360	130	510	300	135	100
APK45CM	460	220	630	330	145	125
APK52CM	540	280	740	360	160	140

ARJ-L rauditusjatkokset sijoitetaan palkin yläreunaan. Käytännössä jatkosten minimi keskiö- ja reunaetäisyys määräytyy tangon asennuksessa tarvittavan tilantarpeen mukaan.

1. <i>ARJ-tankojen välimitta B6</i>	- ARJ-L tankojen väliset etäisyydet B6 pitää määrittää SFS-EN 1992-1-1 kohdan 8.2 ja 8.7 mukaan, siten että tangot toimivat yksittäisinä ja ne voidaan asentaa ja valaa ja niiden väliin voidaan sijoittaa palkin yläpinnan jatkosteräket. Suositus $B6_{min} = 6 \cdot T$.	
2. <i>Tangon ja ALP pultin reuna etäi- syys B7, B4</i>	- ARJ-tangon minimi reunaetäisyys B7 palkissa määräytyy pilarin minimimitoilla B3 kuitenkin siten, että ARJ-tangon ulkopuolella pitää olla vielä palkin yläpinnan pääteräs. APL pultti pitää sopia pilarin tankojen ohi. Mitta B4	
3. <i>Tankorivien pystymitta B8</i>	- ARJ-tankorivien pystyetäisyys pitää määrittää tangon asennettavuuden ja valun mukaan. Suositusetäisyys tankoriveille: $B8 = 4 \cdot$ tangon halkaisija.	

4. Etäisyys pilari-konso-lista B5	- Kengän etäisyys konsolista B5 määräytyy jälkivalun (tukipala) ja kengän pystysisennyksen mukaan.	
5. Tangon ankkurointi pilariin	- Rauditusjatkos ankkuroidaan pilariin taivuttamalla tanko pilarin takareunaan taulukoissa 2 ja 3 annettuja taivutintelan halkaisijoita noudattaen.	

4.3 Kenkäliitoksen suunnitteluohje päärakennesuunnittelijalle

Kenkäliitos suunnitellaan Anstar Oy:n ACOLUMN ohjelmalla. Laskentamenetelmän vuoksi käsin laskentaan ei anneta ohjeita, eikä kenkiä suositella käytettäväksi detaljisuunnittelussa likimääräisillä laskentamenetelmillä. Anstarin kengät suunnitellaan seuraavissa liitostyypeissä:

1. Pilarikengä-liitokset	Runkopilareiden liitokset: - Kenkäliitokset elementtipilareiden jatkoksissa, suorakaide- ja pyöreä - Kenkäliitokset peruspilariin ja paikallavaluanturaan. - APK-C, APKK-C ja AHK, AHK-K kengät
2. Seinäkengä-liitokset	Jäykistävä seinä: - Jäykistävän elementtiseinän jatkos- ja perustusliitos. - ASL-H ja ASL-P seinäkengät
3. Momenttijäykät liitokset	Momenttijäykkä palkki-pilariliitos: - Betonielementtirungon momenttijäykät palkkipilari liitokset. - APK-CM palkkikengät ja APL-P2S ankkurointipultit ja ARJ sarjan tuotteet.
4. Teräspilarin liitos perustukseen	Teräspilarin perustusliitos. Mitoitusohjelma on ASTEEL. - Teräspilareiden peruspulttiliitokset paikallavaluperustukseen. - Pohjalevy- ja leikkausvaarnaliitokset

Palkkikenkäliitoksen suunnittelussa huomioidaan seuraavat mitoitus ehdot ja normit:

1. Mitoitusnormit ja liitoksen voimien laskenta ja momentin siirto	- Palkkikenkäliitos suunnitellaan SFS-EN 1990 sarjan euronormien mukaan. Ennen ACOLUMN ohjelman käyttöä lasketaan erillisellä kehäohjelmalla palkki-pilariliitoksessa vaikuttavat voimayhdistelmät kuormaosavarmuuskertoimiseen murto- ja onnettomuustilanteessa. - Lineaarisen kimmoteorian mukaista mitoitusta voidaan käyttää momenttien jakaantuessa uudelleen SFS-EN 1992-1-1 kohdan 5.5 mukaan. - Liitoksen vetopuolen rakenteet on kuitenkin tällöin tehtävä ARJ rauditusjatkotuotteilla. - Momentin siirtoa voida käyttää liitoksen mitoituksessa, kun palkin yläpinnassa vetopuolella käytetään APK-CM palkkikenkiä.
2. Asennustilanne mitoitus	- Palkki-pilariliitos toimii asennustilanteessa nivelliitoksena ennen jälkivaluja. - Palkin tukireaktio siirretään pilarikonsolille palkin pään alla olevan asennuspalkan avulla. - Palkkikenkä on kiinnitetty pilarin ankkurointipultteihin vain kengän kotelon puoleisella mutterilla ja se estää palkin putoamisen. - Kenkäliitos siirtää pilarille palkkiin asennusaikana tulevan vetovoiman, mutta ei puristusvoimaa. - Palkin yläpinnan rauditusjatkosliitos ei siirrä palkin voimia asennustilanteessa.
3. Murtotilanne mitoitus (ULS)	- Seuraamusluokan CC1–CC3 kertoimet huomioidaan jo kuormitusyhdistelyssä. Kenkä/pulttiliitos toimii käyttötilanteessa, kun liitoksen jälkivalut ovat kovettuneet. Liitos lasketaan taivutettuna rakenteena, jossa vetovoima siirtyy pultin/kengän kautta ja puristusvoima siirtyy pilaribetonin kautta. Kengän pultit eivät siirrä puristusvoimaa pilarille. Liitoksen leikkausvoima siirtyy kohdassa 4.2.1 esitetyillä periaatteilla. - Ohjelmaan annetaan palkin päärauditus kenkäliitoksen kohdalla ja se tarkistaa pääraudituksen normaalivoimakestävyyden kengiltä tuleville voimille ja palkin tankojen limityspituuden riittävyys kengän tartunnoille. Poikkileikkauksen hoikkisuuden vaikutusta ei lasketa, joten poikkileikkauksen kestävyyskäyrä edustaa palkin poikkileikkauksen kestävyyttä vain kenkäliitoksen kohdalla. Ohjelma laskee tarvittavat lisähaat kengän alueella ja suosittelee pulttien ja niiden tarvitseman lisäraudituksen mitoituksen pilarissa.

4. Palotilanteen mitoitus	- Kenkäliitos suunnitellaan samaan paloluokkaan rungon kanssa. - Mitoitusohjelmassa määritetään paloluokka ja rakenteellisesti tarvittavat liitoksen palosuojausmenetelmät tämän ohjeen kohdan 5.3.2 mukaan. - Ohjelmaan on tulossa jälkivalupoikkileikkauksen laskennallinen FEM palo-mitoitus.
5. Dynaamiset kuormat	- Dynaamiset kuormat ovat SFS-EN 1990-1 kohdan 4.1.5 mukaan kertomalla staattiset ominaiskuormat dynaamisilla kertoimilla. Mitoitus tehdään staattisena lasketuilla voimilla
6. Maanjäristys-tilanteen kuormat	- Maanjäristysmitoitus huomioidaan murtotilanteen laskennassa SFS-EN 1991-1 mukaisesti kuormitusyhdistelykaavoissa [5]. Erillisellä ohjelmalla lasketaan maanjäristyksen kuormitusyhdistelystä tulevat liitosvoimat. Mitoitus suoritetaan näin lasketuille voimille staattisena tilanteena. Kuormaosavarmuustaso valitaan euronormien mukaan.
7. Väsyttävät kuormat	- APK-CM kenkien kestävyysarvoja ei ole määritetty väsyttävälle kuormille. Väsymismitoitus tehdään erikseen tapauskohtaisesti SFS-EN 1990-1 kohdan 4.1.4 periaatteiden mukaan. [4]
8. Onnettomuus-tilanne (ALS)	- Kenkäliitokselle tehdään onnettomuus-tilanteen mitoitus tarkastelu SFS-EN 1992-1-1 kohdan 2.4.2.4. mukaan käyttämällä taulukon 2.1N onnettomuus-tilanteen materiaaliosavarmuuskertoimia määrittämään liitoksen kestävyys poikkeuksellisissa tilanteissa. Mitoitusta tarvitaan selvitetäessä ohjeen RIL 201-4-2017 [23] mukaan kenkäliitoksen vauriosietokykyä onnettomuus-tilanteessa CC3 luokan rakenteilla. Laskenta suoritetaan onnettomuus-tilanteen kuormilla. - Tarkastelu suoritetaan ACOLUMN ohjelmalla. Lasketaan erillisellä ohjelmalla onnettomuus-tilanteen voimayhdistely ja annetaan liitoksen voimat "Onnettomuus-tilanteen kuormina". Ohjelma laskee onnettomuus-tilanteen kestävyysarvot ja käyttöasteet liitoksen eri osille. Onnettomuus-tilanteessa kenkien materiaalien osavarmuustaso on: betoni $\gamma_c = 1,2$ ja muhvi- ja harjateräs $\gamma_s = 1,0$. Ankkurointipulttien materiaalien osavarmuustaso on määritetty SFS-EN 1992-4:2018 mukainen.
9. Ankkurointi pulttien mitoitus	- Ohjelma laskee pulttien kestävyysarvot kaikissa mitoitus-tilanteissa jälkivalun kohdalla ja pilarissa standardin SFS-EN 1992-4:2018 mukaan [24]. Tarkemmat ohjeet ankkurointipulttien laskennasta on esitetty <u>ALP-C Peruspultit</u> käyttöohjeessa.
10. Kengän käyttö matalissa lämpötiloissa	- Kenkämateriaalin iskutiesuhteus riittää -20 °C lämpötilaan taulukossa 5 annetuilla mitoitusarvoilla. Alemmissa lämpötiloissa määritetään pohjalevyä vastaava minimi käyttölämpötila SFS-EN 1993-1-10 kohdan 2.3.2 ja taulukon 2.1 mukaan [8]. - Määritetään yhdistelytapauksessa kengän materiaalin jännitystason δ_{Ed} suhdeluku kaavalla: $\delta_{Ed} = N_{Ed}/N_{Rd} * f_y(t).$ $N_{Ed} = \text{Kengän normaalivoiman laskenta-arvo.}$ $N_{Rd} = \text{Kengän normaalivoimakestävyys mitoitusarvo.}$ $f_y(t) = \text{Pohjalevyn materiaali on } f_y(t) = S355J2, \text{ jolloin lasketun suhdeluvun } N_{Ed}/N_{Rd} \text{ ja kengän pohjalevyn paksuuden mukaan määrätty alin käyttölämpötila SFS-EN 1993-1-10 [8] taulukosta 2.1. Kenkää voi käyttää tähän lämpötilaan asti ilman muuta tarkastelua. Erikoistilauksesta pohjalevyn materiaalin laatuluokkaa voidaan nostaa.}$
11. Kengän toiminnan vaatima lisäraudoitus	- Ohjelma laskee kengän tarvitseman lisäraudoituksen palkissa liitoksen voimien mukaan ja tarvittavat minimi rauditusmäärät tulostuvat laskelmiin. Toinen vaihtoehto on käyttää kengän kestävyysarvojen mukaan laskettuja vakio lisäraudoitteita. Kappale 5.4.3. - Palkin päätankojen kestävyys ja limityspituus tarkistetaan kengän alueella, jotta laskentavoimat siirtyvät euronormien mukaan kengän tartunnoilta palkin päätangoille.
12. Kenkien käyttöikä ja säilyvyys	- Kenkien käyttöikä ja säilyvyysmitoitus tehdään SFS-EN 1992-1-1 kappaleen 4 ohjeiden mukaan. Periaatteet ja suositellut toteutusmenetelmät on esitetty tämän ohjeen kappaleessa 5.6.

5 DETALJISUUNNITTELU

5.1 Suunnittelun vaiheet ja osapuolet

APK-CM kenkä on Anstar Oy:n valmistama tuote, jonka lopullisen käytön suunnittelu kuuluu betonielementtirungon rakennesuunnittelijalle. Palkkikenkäliitoksen detaljisuunnittelua varten on laadittu tämä käyttöohje sekä mitoitusohjelman ACOLUMN.

Palkkikenkä-pulttiliitoksen lopullinen detaljisuunnittelu on suoritettava ACOLUMN ohjelmalla. Liitoksen komponenttien yhteistoiminta on määritetty euronormien sekä standardin SFS-EN 1992-4:2018 mukaan [24]. Ohjelma laskee kenkien ja pulttien kestävyysliitoksen materiaaleilla ja mitoilla annetuille laskentavoimille.

Ohjelma tarkistaa, että kenkien ja pulttien laskentavoimat siirtyvät euronormien mukaisesti palkin ja pilarin betonille ja pääraudoitukselle. Laskentamenetelmän laajuuden vuoksi käsin laskentaan ei enää anneta ohjeita, eikä kenkiä suositella käytettäväksi vain likimääräisillä laskentamenetelmillä.

Ohjelma mitoittaa kengät kuudessa erityyppisessä kenkä/pulttiliitoksessa ja tuottaa laskelma-aineiston rakennusvalvontaa varten. Tarvittaessa Anstarin tekninen suunnittelu antaa lisäohjeita ohjelmasta ja kenkä/pultti tuotteiden käytöstä. Anstar@anstar.fi.

Ohjelman voi ladata kotisivulta www.anstar.fi Ohjelma toimii Windows 10:ssä. Tämä käyttöohje tarvitsee ohjelmaversion 5.0.

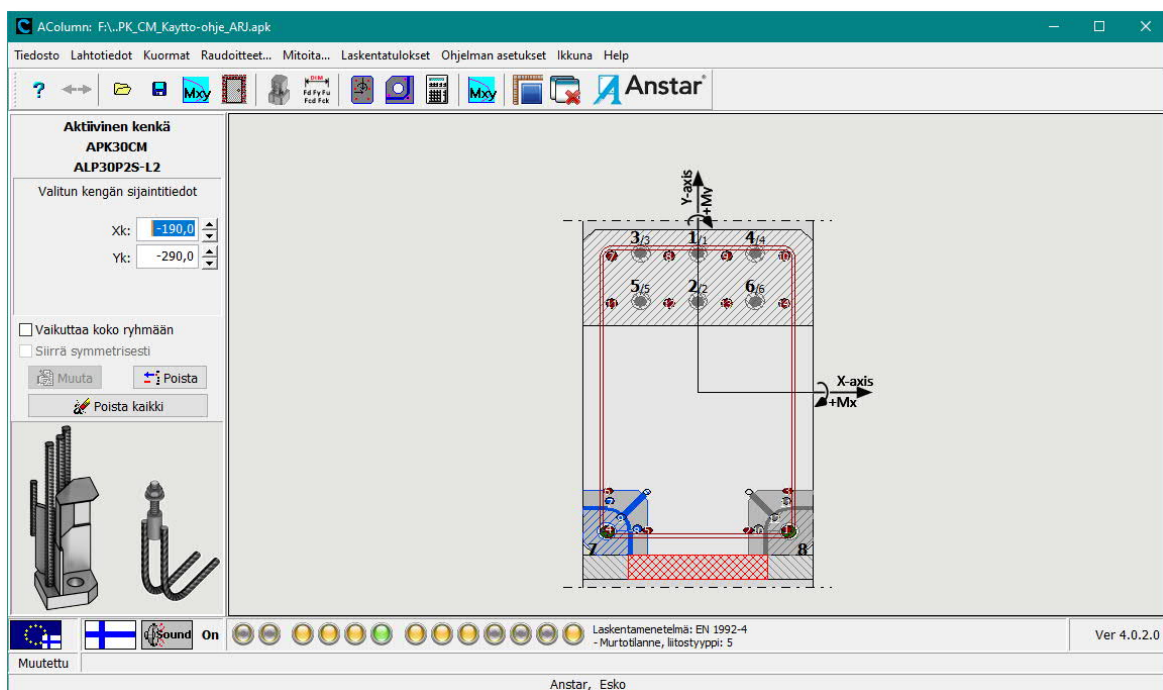
5.2 Palkki-pilariliitoksen mitoitusohjelma ACOLUMN

1. Käyttöliittymän valikot

1. Yleistä	- Pääikkunassa näytetään palkin poikkileikkaus kenkäliitoksen pohjalevyn kohdalta sekä palkin mitat ja liitoksen pultit ja palkin pääraudoitus. - Pääikkunan valikkorakenne muodostuu toiminnoista:
2. Tiedosto	- Valikossa suoritetaan projektikansion ja tiedostohallinnan ja tulostuksen valinnat.
3. Lähtötiedot...	- Ensiksi valitaan laskettava liitostyyppi, jonka mukaan annetaan poikkileikkauksen geometria ja materiaalitiedot.
4. Kuormat	- Toiminnolla annetaan liitoksen kuormitusyhdistelyistä lasketut voimat murto- ja onnettomuustilanteelle.
5. Raudoitteet...	- Toiminnolla sijoitetaan liitokseen kengät ja pultit sekä palkin pääraudoitus kenkien alueelle.
6. Mitoita...	- Valinta suorittaa liitoksen laskennan. - Toiminnossa valitaan murto- ja onnettomuustilanteen laskenta.
7. Laskentatulokset	- Laskentatulokset tarkastellaan kengille ja pulteille sekä eri tilanteiden mitoitusluokille.
8. Asetukset	- Valikossa annetaan käyttöä ja laskentaa ohjaavia parametreja.

2. Laskentaa ohjaavat tiedot pääikkunassa

9. Laskentanormi	- Ikkunan vasemmassa alakulmassa on projektikansiossa käytössä olevan laskentanormin lipputunnus.
10. Käyttökieli	- Normilipun vieressä on käyttökielen lipputunnus. - Valittavina on suomi, ruotsi, englanti ja saksa sekä sama tulostuskieli. - Käyttö- ja tulostuskieli valitaan erikseen.



Kuva 7. Pääikkuna. APK-CM palkkikengä ja ARJ rauditusjatkosliitos

3. Laskentatulosten nopea tarkastelu pääikkunassa

Käyttöastevalot

1. Yleistä	Ikkunan alapalkissa on näytetty eri laskentasuureiden käyttöasteet pyöreillä valoindikaatioilla. Värin merkitys laskentasuureeseen on:
2. Vihreä	Käyttöaste on hyväksytty alueella 0 - 0,95
3. Keltainen	Käyttöaste on hyväksytty alueella 0,951 – 1,0
4. Punainen	Käyttöaste ylittyy alueella >1,01
5. Harmaa	Jos väri on harmaa, ei suuretta ole laskettu tai se ei kuulu liitostyyppin mitoitussarvoihin. Jos asennuskuormia ei anneta, asennusta ei lasketa.
6. Väripalkki	 Käyttöastevalot aktivoituvat sitten, kun liitoksen voimat on annettu ja liitos on laskettu.

Käyttöasteen hyväksyntä

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

Kengän tunnus ja kengän vaikutusalueeseen kuuluvat raudoitteet.

4. Rasterialue	- Kun on suorittanut laskennan ja klikkaa hiirellä kengän rasterialueelle, niin kenkä aktivoituu ja näyttää vasemmalla kengän ja pultin tyyppin sekä pultin koordinaatin.
5. Katkoviiva monikulmio	- Aktiivisen kengän ympärille tulee katkoviivalla monikulmio, jonka alueen sisään jäävät pilaritangot kuuluvat pilarin raudoitteeseen, joille kengän taruntojen voimat siirtyvät. Kengän raudoitteet sijoitetaan kuvion sisälle.

5.3 Kenkäliitoksen suunnittelu

5.3.1 Projektikansio ja laskentanormi

1. Yleistä

Tässä ohjeessa esitetään kenkäliitoksen laskentaan tarvittavat lähtötiedot ja kenkien laskentatulokset. Ankkurointipulttien laskennasta saa tietoja *Peruspulttien* käyttöohjeissa.

2. Projektikansio

1. Yleistä	- Ohjelma alkaa luomalla projektikansio, jonne tallentuu normi ja tiedostot. - Käyttöohjeissa on esitetty tarkemmin ohjelman laskennan lähtötiedot ja laskentamenetelmät ja -teoria sekä laskentatulokset. - Tässä ohjeessa annetaan vain APK-CM palkkikengää koskevat tiedot.
2. Laskenta-normin valinta	- Aluksi luodaan projektikansio, jonne lähtötiedot ja tulokset tallentuvat. - Tämä tehdään valikolla <i>Tiedosto/Projektikansio</i>. - Ohjelma kysyy kansioon kopioitava laskentanormin - Normivalinta tehdään kerran jokaiseen uuteen kansioon. - Laskenta käyttää kansioon valittua normia. - Normi vaihdetaan tekemällä uusi kansio ja valitsemalla sinne toinen normi.
3. Projektitiedot	- Kenttiin annetaan kansion projektia koskevat yleistiedot. - Tiedot tulostuvat laskelmatiedoston alkuun.

3. Laskentanormit

EN 1992-1-1:2004	Perus Eurokoodi
SFS-EN 1992-1-1:2005+NA	Suomen Eurokoodi + NA
SS-EN 1992-1-1:2005/AC:2010+A1/2014 + EKS 11	Ruotsin Eurokoodi + EKS 11
DIN-EN 1992-1-1:2011-01+A1/2014	Saksan Eurokoodi + NA

4. Projektitiedot:

Kenttiin annetaan projektia koskevat yleistiedot, jotka tulostuvat laskelmien alkuun.

5. Tulosta

1. Tulostus	- Paperitulostukseen valitaan ne tiedot, jotka laskennasta halutaan tulostaa. - Tulostus menee valitulle oletusprintterille tai tiedostoon. - Tulostimen voi käydä vaihtamassa <i>Kirjoittimen asetukset</i> valikossa. - Tulostuskieli valitaan valikosta: Ohjelman asetukset/Käyttöympäristö/Kieli.
-------------	--

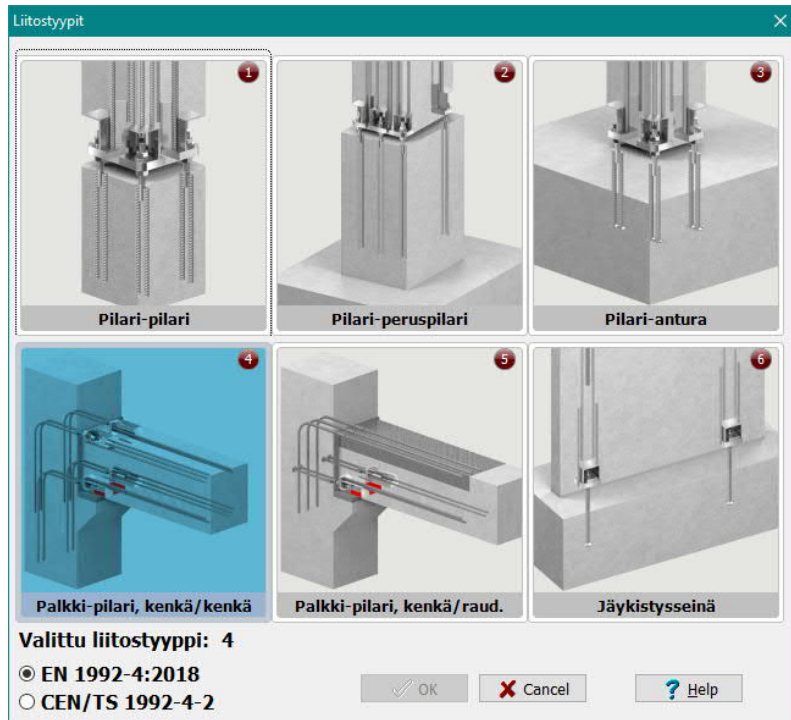
5.3.2 Liitostyyppin valinta ja materiaalit

1. Liitoksen valinta

2. Liitostyyppi	- Liitostyyppi valitaan <i>Lähtötiedot</i> valikon kohdasta <i>Liitosvalinta</i>. Ikkunaan avautuu kuvan 8 valikko, joka sisältää ohjelman liitostyyppit. - Liitostyyppi on valittava aina ensimmäisenä. - Valinta muokkaa ohjelman pääikkunan ja muut ikkunat valitun liitoksen mukaiseksi.
3. Laskenta-normi	- Ikkunasta valitaan myös harjapultin laskentanormi. Oletusnormi on EN 1992-4:2018 ja laskennan voi tehdä myös vanhemmalla kumotulla CEN /TS 1992-4-2 standardilla, joka antaa jonkin verran konservatiivisemman laskentatuloksen.

2. Palkkikengän liitokset

4. Palkki-pilari, kenkä/kenkä	- Liitos elementtipalkin ja -pilarin välillä. Palkin muoto on suorakaide. Pilarin muodoksi valitaan neliö tai suorakaide. Palkin sijainti on joko keskeinen tai valitut pystyreunat sivuavat pilarin kanssa. - Palkin liitos muodostetaan neljällä kengällä palkin jokaisessa nurkassa.
5. Palkki-pilari, kenkä/raud.	- Palkin liitos muodostetaan kahdella kengällä palkin alakulmissa ja ARJ-raudoitusjatkosliitoksella palkin yläpinnassa.



Kuva 8. ACOLUMN ohjelman liitosvalikko

5.3.3 Mitta- ja materiaalitiedot

1. Valikkorakenne

1. Valikko	- Palkkikenkäliitoksen lähtötiedot, liitoksen rakenne ja materiaalit annetaan <i>Mitta- ja materiaalit</i> valikossa, joka sisältää 6 välilehteä.
2. Lähtötiedot	- Lähtötiedot kannattaa antaa välilehti järjestyksessä joko muuttamalla arvoja tai hyväksymällä annetut oletusarvot. - Tämä säätää sitten muut välilehdet ja niiden laskentaparametrit koskemaan valittua liitostyyppiä.
3. Hyväksyntä	- Hyväksy valinta päivittää pääikkunan valittujen mittojen mukaiseksi.

2. Tunnistetiedot

Kenttiin annetaan laskelmiin tulostuvat tunnistetiedot.

3. Materiaalilujuus, välilehti 2

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

Kuva 9. Välilehti 2. Materiaalilujuudet ja betonin halkeilutila sekä lisäraudoitus.

4. Rakenteen mitat, välilehti 3

1. *Palkin mitat*
 - Palkin mitat annetaan valikossa.
2. *Jälkivalu ja suojabetonikerros*
 - Jälkivalun oletuspaksuus tulee pultin vakiotiedoista.
 - Suojabetonikerrosta ja nurkkaviistettä käytetään pääikkunan piirrossa.

Kuva 10. Välilehti 3. Palkin mittatiedot

5. Pilarin mitat, välilehti 4

1. *Pilarin mitat*
 - Pilarin mitat annetaan kuvissa olevien mittojen mukaan.
 - Pilarin epäkeskisyys palkin suhteen valitaan.
 - Pilarin voi sijoittaa kiinni palkin reunan. Kestävyydet lasketaan aina annetulla sijoituksella.
2. *Pilarin syvyys.*
 - Kiinnitysalustan syvyys vaikuttaa tartuntojen laskentaan. Anna todellinen syvyys
3. *Nurkkaviiste ja hakatiedot*
 - Mitta vaikuttaa pääikkunan piirtoon.

Kuva 11. Välilehti 4. Pilarin mittojen valinta

6. Lisäraudoitus, välilehti 6

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

Kuva 12. Välilehti 6. Pilarin lisäraudoituksen oletuskoko

7. Lähtötietojen hyväksyminen

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

5.3.4 Liitoksen laskentavoimat

1. Liitoksen laskentavoimien yhdistely

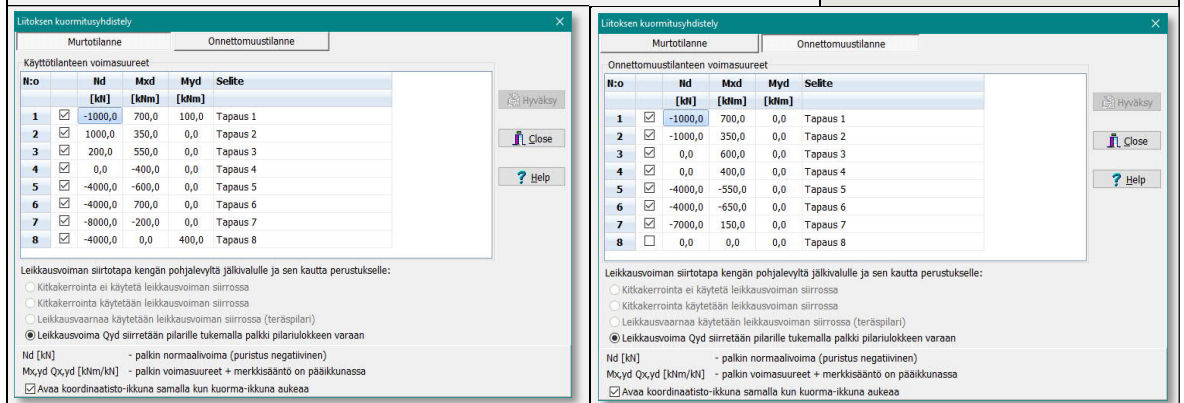
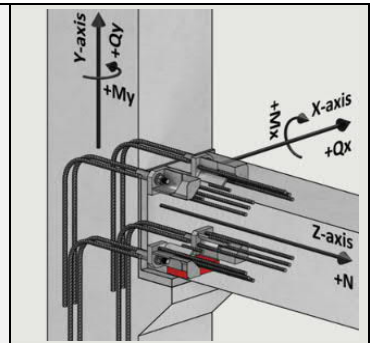
1. Voimien määrittäminen	- Liitoksen laskentavoimat lasketaan ensiksi erillisellä statiikkaohjelmalla. - Näistä tuloksista muodostetaan voimayhdistelyt, joista määrävimmät voimat annetaan lähtötietoina - Annettavat voimat sisältävät jo laskentanormin mukaiset kuormaosavarmuuskertoimet.
2. Asennustilanne	Palkki-pilariliitokselle ei lasketa asennustilannetta.
3. Murtotilanne (ULS)	Liitokselle voi antaa enintään 8 voimayhdistelyä murtotilanteessa.
4. Onnettomuustilanne (ALS)	Liitokselle voi antaa enintään 8 voimayhdistelyä onnettomuustilanteessa.

5. Liitoksen laskentavoimat ovat:

- N = Palkin normaalivoima. Puristava voima on negatiivinen. Palkille voi antaa + merkkisen vetovoiman.
- M_x, M_y = Palkin taivutusmomentit akseleiden suhteen, positiivinen suunta kuvan mukaan.

Läpimenevän liitoksen taivutusmomentista annetaan se, joka aiheuttaa suuremman vetovoima palkin yläpintaan. Pilarivoimia ei anneta.

Laskentavoimat vaikuttavat liitoksen origossa pilarin keskellä.



Kuva 13. Liitoksen voimat murto- ja onnettomuustilanne

2. Leikkausvoimat liitoksessa

- Kenkäliitokselle ei anneta leikkausvoimia.
- Laskentateoria katso kohta 4.2.1.
- Palkin betonileikkauskestävyys on laskettava erikseen. Ohjelma ei sitä suorita.

3. Laskentavoimien hyväksyminen

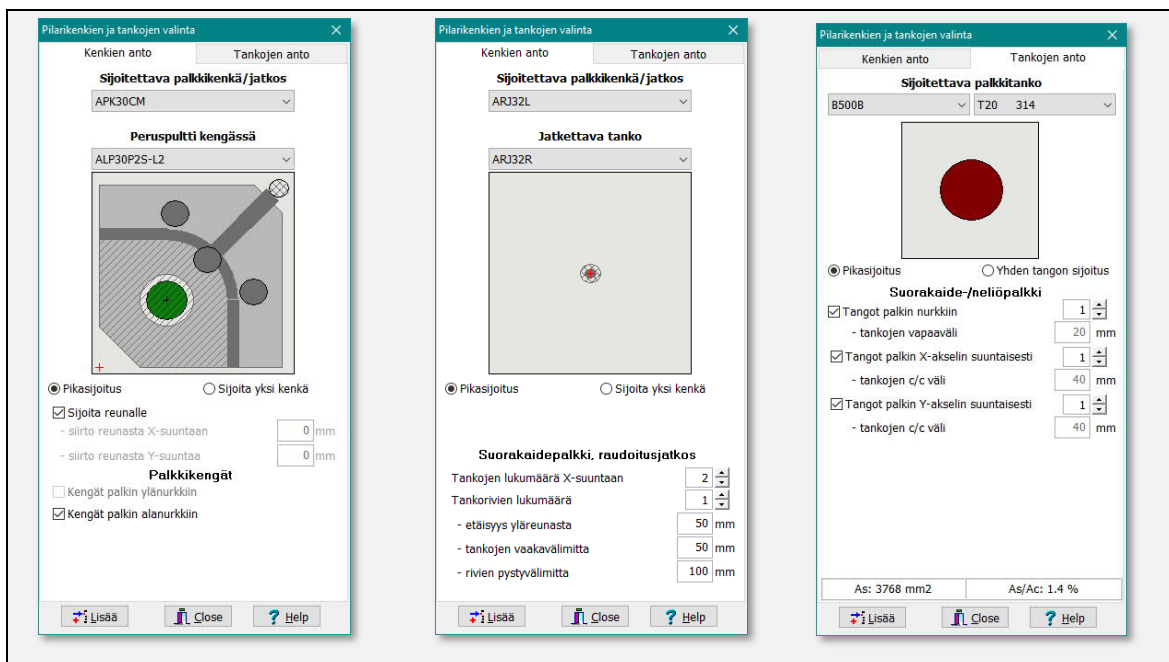
1. Hyväksyntä	- Kaikki annetut tai muutetut voimat on hyväksyttävä Hyväksy painonapilla ennen laskentaa.
----------------------	--

5.3.5 Kenkien ja pulttien sijoitus liitokseen

1. Kenkien sijoitus

1. Yleistä	- Liitokseen sijoitetaan kengät ja pultit kuvan 14 valikolla. - Valikko avautuu kohdasta <i>Raudoitteet/Kenkien anto/Sijoitettava palkkikengä</i>.
2. Palkkikengien sijoitus (Molemmat liitosvaihtoehdot)	- APK-CM kengän valinta näyttää kenkään sopivat pultit. - Valittavaksi tulee vain kenkään sopivat ALP-C sarjan pultit. - ALP-P2S pultin tartunnat taivutetaan pilariin alaspäin. - ALP-P2SM pultti menee pilarin läpi jatkuvassa

	kehärakenteessa. - ALP-LS Tyssäty pultti pilariin, kun pultille ei tule vetoa.
3. Raudoitusjatkosten sijoitus (Vain kenkä-raudoitejatkosliitos)	- ARJ-L jatkoksen valinta näyttää jatkokseen sopivat pultit. - Valittavaksi tulee vain jatkokseen sopivat ARJ sarjan pultit. - ARJ-R ankkurointipultin tartunta taivutetaan pilariin alaspäin. - ARJ-A pultti menee pilarin läpi jatkuvassa kehärakenteessa.
4. Palkin tangot	- Palkin tangon valinta näyttää harjaterästaulukon, josta valitaan palkkiin sijoitettavien raudotteiden koko.



Kuva 14. Kenkien, ankkurointipulttien ja palkin päätankojen sijoitusikkunat

2. Kenkien sijoitus

1. Sijoitusperiaate	- Kengät ja pultit sijoitetaan poikkileikkaukseen <i>Lisää</i> valinnalla. - Kengät sijoittuvat poikkileikkaukseen oikeassa mittakaavassa, jolloin törmäykset voidaan tarkistaa pääikkunasta. - Ohjelma tarkastaa kaksoissijoituksen ja estää sen. - Kengän mukana sijoittuu valittu pultti pilariin. Sijoituksen voi tehdä useita kertoja ja kenkätyyppiä voi vaihtaa sijoitusten välillä. Kenkien sijoitusta ohjataan kahdella valintamenetelmällä:
---------------------	---

3. Pikasijoitus

1. Yleistä	- Tämä sijoitus muodostaa aina yhden symmetrisen kenkäryhmän poikkileikkaukseen. - Sijoitetaan annettujen valintaehtojen mukaan useita kenkiä symmetrisesti liitokseen.
2. Siirto reunasta x-suuntaan	- Kenkiä sisennetään kyseisen mitan verran palkin reunasta vaakasuuntaan. - Sisennys symmetrisesti
3. Siirto reunasta y-suuntaan	- Kenkiä sisennetään kyseisen mitan verran palkin reunasta pystysuuntaan. - sisennys symmetrisesti
4. Kengät palkin alanurkkiin	- Kengät sijoitetaan palkin alanurkkiin siirtomitan päähän reunasta. - Tälle liitokselle ei voi antaa välikenkiä alas.
5. Kengät palkin ylänurkkiin	- Kengät sijoitetaan palkin ylänurkkiin siirtomitan päähän reunasta. - Tälle liitokselle ei voi antaa välikenkiä ylös.

4. Sijoita yksi kenkä

1. Sijoita yksi kenkä	- Vedetään hiirellä yksi kenkä pikakuvakkeesta liitokseen. - Menetelmää käytetään, kun tehdään epäsymmetrinen kenkäliitos.
-----------------------	---

	- Tee ensiksi symmetrinen liitos ja vaihda sitten yksi kenkä tällä menetelmällä.
2. Sijoitus reunalle	- Kun kenkä vedetään hiirellä liitokseen, se asettuu palkin reunaan hiiren osoittamaan paikkaan.
3. Siirto reunasta 4. x-suuntaan	- Kun kenkä vedetään hiirellä liitokseen, se sisennetään vaakasuuntaan kyseisen mitan verran palkin reunasta hiiren osoittamassa paikassa. - Sijoitusta voi hienosäätää klikkamalla kenkä aktiiviseksi ja muuttamalla pultin koordinaattia.

5. Kenkien tarkastelu/poisto ja siirtäminen

1. Yleistä	- Kenkäpoikkileikkauksesta voidaan tehdä symmetrinen tai epäsymmetrinen ja erilaiset kengät voivat sijaita eripuolilla poikkileikkausta. - Yhden tai kaikkien kenkien sijaintia voidaan muuttaa vapaasti seuraavilla toiminnoilla: (<i>Sulje <u>Tankojen anto</u> ikkuna ennen tämän toiminnon käyttöä.</i>)
2. Aktiivinen kenkä	Kenkien ja pulttien tietoja voidaan tarkastella klikkaamalla hiirellä kenkä aktiiviseksi pääikkunan kengän rasterialueelta, jolloin kengän väri muuttuu ja valitun kengän/pultin tiedot näkyvät pääikkunan vasemmassa yläkulmassa. - Valitun aktiivisen kengän ja pultin kuva näkyy ikkunan vasemmassa reunassa. - Valitun kengän koordinaatit poikkileikkauksen origosta näkyvät ikkunassa. - Valinta näyttää kaikki samaan ryhmään kuuluvat muut kengät eri rasteriväriä.
3. Poista	- Toiminto poistaa vain aktiiviseksi valitun kengän ja pultin kyseisestä ryhmästä
4. Poista kaikki	- Toiminto poistaa kaikki aktiivisen ryhmään kuuluvat kengät ja pultit.
5. Muuta	- Valitaan ensiksi aktiiviseksi yksi kenkä - Muutetaan kengän koordinaatteja halutun siirron verran - Muuta toiminto siirtää valitun kengän uuteen koordinaattiin
6. Muuta/Vaikuttaa koko ryhmään	- Muuta toiminto siirtää koko ryhmän kengät valitun suhteellisen siirron verran vaaka/pystysuuntaan. Lineaarinen siirto koko ryhmälle.
7. Muuta/Siirrä symmetrisesti	- Muuta toiminto siirtää koko ryhmän kengät valitun mitan verran symmetrisesti pääakseleiden suhteen. Symmetrinen siirto koko ryhmälle.

5.3.6 Palkin tankojen sijoitus liitokseen

1. Palkin päätankojen sijoitus

1. Periaate	- Palkin päätangot sijoitetaan liitokseen kuvan 14 valikolla. - Tangot sijoittuvat poikkileikkaukseen oikeassa mittakaavassa, jolloin törmäykset tarkistetaan pääikkunasta. - Ohjelma tarkastaa kaksoissijoituksen ja estää sen. - Sijoituksen voi tehdä useita kertoja ja tangon kokoa voi vaihtaa. Tankojen sijoitusta ohjataan kahdella valintamenetelmällä: Kuva 14
-------------	--

2. Pikasijoitus

2. Yleistä	- Sijoitetaan annettujen valintaehtojen mukaan useita tankoja symmetrisesti liitokseen. - Tämä sijoitus muodostaa aina yhden symmetrisen tankoryhmän poikkileikkaukseen.
3. Tangot palkin nurkkiin	- Tangot sijoitetaan palkin nurkkiin. Tankoja voi olla 1-5 kpl/nurkka ja ne sijoittuvat symmetrisesti annetun välimitan päähän toisistaan.
4. Tankojen vapaaväli	- Vapaavälimitalla säädetään tankojen vapaavälimittaa palkin nurkassa. Oletusmitta on alaraja valitun tangon nippuominaisuudelle.

5. Tangot X-akselin suuntaisesti	- Tankoja sijoitetaan 1-99 kpl palkin vaakasivuille symmetrisesti valitun c/c välimitan etäisyydelle. Tämä muodostaa yhden tankoryhmän.
6. Tangot Y-akselin suuntaisesti	- Tankoja sijoitetaan 1-99 kpl palkin pystysivuille symmetrisesti valitun c/c välimitan etäisyydelle. Tämä muodostaa yhden tankoryhmän.
7. Tankojen c/c välimitta	- Annetaan tankojen c/c välimitta, jolla useampi tanko sijoittuu symmetrisesti poikkileikkaukseen. Huolehdittava siitä, että tangot sopivat kengän tartuntojen suhteen.

3. Yhden tangon sijoitus

1. Yhden tangon sijoitus	- Vedetään hiirellä yksi tanko pikakuvakkeesta liitokseen. Menetelmää käytetään, kun tehdään epäsymmetrinen rauditus.
2. Sijoita kiinni hakeräkseen	- Tangot sijoittuvat kiinni pilarin hakaan valitun hakakoon ja suojaetonikerroksen mukaan hiiren osoittamaan paikkaan. - Mikäli tätä valintaa ei tehdä, sijoittuu tanko siihen kohtaan, mihin se hiirellä viedään.

4. Palkin tankojen sijoitusperiaate

1. Tangot	- APK-CM kenkien tartunnat ovat erillisiä tankoja (ei tankonippuja). - Palkin päätangot valitaan niin, että suositellaan käytettäväksi erillisiä tankoja (ei tankonippuja) palkissa kengän alueella. - Kengän normaalivoimat siirretään kengän tartunnoilta lähimmille palkin päätangoille ja ohjelma suorittaa tämän mitoituksen. - Tankonippuja voi käyttää ja limityspituus tarkistetaan tankonipuille, mutta kengän tartunnat eivät välttämättä riitä kaikissa tapauksissa.
2. Tartuntapituudet	- Kengän tartuntojen pituudet on määritetty limityspituuden kertoimella 1,5 tartuntaolosuhteissa muu olosuhde betonille C30/37. - Palkin päätankojen limityspituuden kerroin on 1,5 tartuntaolosuhteissa muu olosuhde. - Tankojen vaadittu limityspituus lasketaan kuitenkin palkkiin valitun betonilujuuden mukaan. - Korkeampi betonilujuus mahdollistaa tankonippujen käytön palkissa. - Ohjelma tulostaa kenkien tartuntojen ja palkin tankojen jatkospituuksien vastaavuuden annetuille mitoitusvoimille ja pääraudoituksen tankonipuille.

5. Tankojen tarkastelu/poisto ja siirtäminen

1. Aktiivinen tanko	- Tankopoikkileikkauksesta voidaan tehdä symmetrinen tai epäsymmetrinen ja erilaiset tangot voivat sijaita eripuolilla poikkileikkausta. - Yhden tai kaikkien tankojen sijaintia voidaan muuttaa vapaasti seuraavilla toiminnoilla: (<i>Sulje Kenkien anto ikkuna ennen tämän toiminnon käyttöä.</i>)
2. Aktiivinen tanko	Palkin tankojen tietoja voidaan tarkastella klikkaamalla hiirellä tanko aktiiviseksi pääikkunasta, jolloin tangon väri muuttuu ja valitun tangon tiedot näkyvät pääikkunan vasemmassa yläkulmassa. - Valitun tangon koordinaatit poikkileikkauksen origosta näkyvät ikkunassa. - Valinta näyttää kaikki tangon ryhmään kuuluvat muut tangot eri rasterivärillä.
3. Poista	- Toiminto poistaa vain aktiiviseksi valitun yhden tangon, vaikka se on ryhmässä.
4. Poista kaikki	- Toiminto poistaa kaikki aktiivisen tangon ryhmän kuuluvat tangot.
5. Muuta	- Valitaan ensiksi aktiiviseksi yksi tanko - Muutetaan tangon koordinaatteja halutun siirron verran - Muuta toiminto siirtää yhden tangon uuteen koordinaattiin

6. Liitoksen laskenta

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

1. *Murtotilanteen laskenta.*

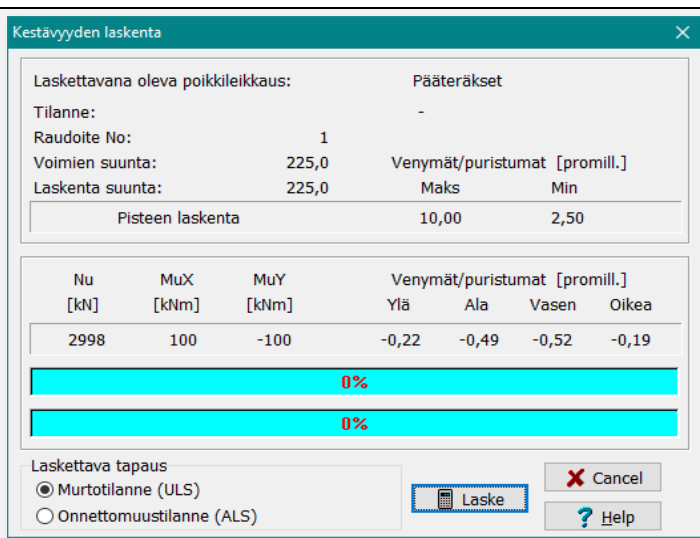
- Laskenta suoritetaan murtotilanteen kuormitusyhdistelyillä

2. *Onnettomuustilanteen laskenta.*

- Laskenta suoritetaan onnettomuustilanteen kuormitusyhdistelyillä

3. *Laskentatulokset*

- 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.



5.4 Murtotilanteen laskentatulokset. Kengät

5.4.1 Tulosten esitystapa

1. Valikot

1. <i>Yleistä</i>	Kenkä-pulttiliitoksen laskennan tulokset tarkastellaan valikosta <i>Laskentatulokset</i> . Valikko jakaantuu kahteen tarkasteltavaa osa-alueeseen:
2. <i>Murtotilanne/kengät</i>	Kenkien kestävyys murtotilanteessa sekä palkin pääraudoituksen kestävyys kenkäliitoksen kohdalla. Kenkien vaatima lisäraudoitus.
3. <i>Murtotilanne/pultit</i>	Pulttien kestävyys murtotilanteessa pilarissa sekä jälkivalu-poikkileikkauksessa. Pulttien vaatima lisäraudoitus.

2. Laskentakoordinaatisto

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

3. Käyttöasteet

<i>Yleistä</i>	- Käyttöasteita sisältävällä tulosterivillä on hyväksyntämerkinnät värikoodilla:
<i>Vihreä</i> 	- Suureen käyttöaste on välillä 0 – 0,95
<i>Keltainen</i> 	- Suureen käyttöaste on välillä 0,951 – 1,00
<i>Punainen</i> 	- Suureen käyttöaste on > 1,00
<i>Harmaa</i> 	- Suuretta ei ole laskettu tai se ei kuulu kengän mitoitusarvoihin.
<i>Suureen maksimi käyttöaste</i>	- Valoa klikkaamalla avautuu ikkuna maksimi käyttöasteen yhdistelytapaukseen. - Ylitykset ovat löydettävissä ja samoin kunkin suureen maksimi hyväksytty käyttöaste ja missä yhdistelyssä ja se esiintyy.

4. Rakenteiden numerointi

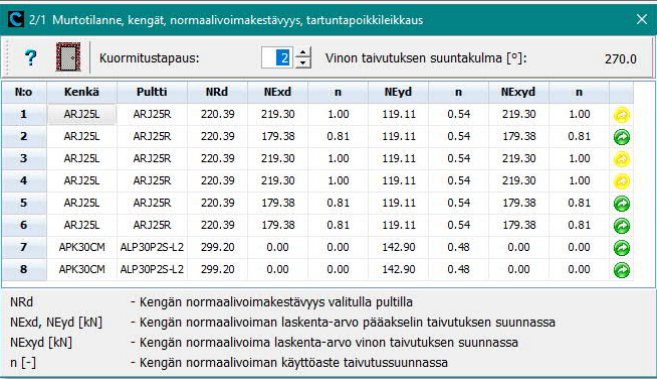
Periaate	- Laskennan jälkeen pääikkunaan tulostuu numerot pulttien ja kenkien tartuntojen sekä palkin päätankojen kohdalle. - Nämä numerot ovat tulosteikkunoissa vastaavan osan/rivin kohdalla. - Tulosterivin tiedot voi paikallistaa pääikkunassa olevaan rakenteeseen. Numerot tulevat näkyviin laskennan jälkeen.
----------	---

5.4.2 Kenkien kestävyys. Normaalivoima

1. Laskentaperiaate

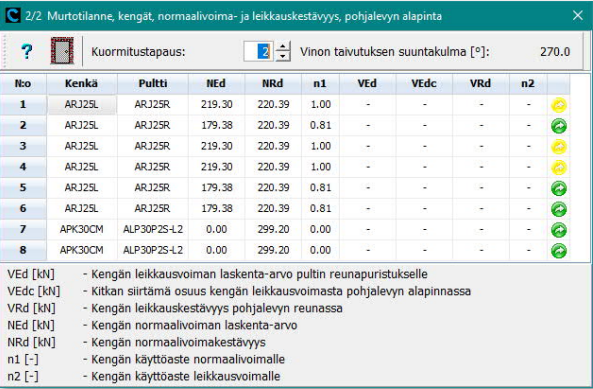
1. Yleistä	- Palkin ja kenkien laskentatulokset murtotilanteessa esitetään valoilla 3-6. - Alavetovalikko <i>Laskentatulokset/Murtotilanne/Kengät. Tulostusvalikot 2/1–2/5.</i> - Ikkunoiden ja valikoiden tekstit muuttuvat vastaavasti.
------------	--

2. Ikkuna 2/1. Kengät. Tartuntapoikkileikkaus

1. Tulosten esitys	- Kenkien ja yläpinnan rauditusjatkosten laskentavoimat ja normaalivoimakestävyys tulostuvat kuvaan 15 yhdistelytapauksittain. - Rauditusjatkokselle tulostuu palkissa olevan tangon voima ja ankkurointikestävyys.
2. Käyttöasteet	- Käyttöasteet lasketaan pääakseleiden suuntiin ja niistä yhdistetään vinon suunnan taivutus. - Leikkauskestävyyksiä ei lasketa tällä liitostyyppillä. - Käyttöasteen ylittyessä pitää kenkä vaihtaa tai palkin betonin lujuutta pitää nostaa.
3. Kestävyydet	 NRd - Kengän normaalivoimakestävyys valitulla pultilla NEyd, NEyd [kN] - Kengän normaalivoiman laskenta-arvo pääkselin taivutuksen suunnassa NEyd [kN] - Kengän normaalivoima laskenta-arvo vinon taivutuksen suunnassa n [-] - Kengän normaalivoiman käyttöaste taivutussuunnassa

Kuva 15. Murtotilanne. Kengän ja jatkoksen normaalivoima, kestävyys sekä käyttöaste.

3. Ikkuna 2/2. Kengät. Pohjalevyn alapinta

1. Tulosten esitys	- Kenkien voima tulostuu kuvaan 16 pohjalevyn alapinnan tasolla. - Rauditusjatkosten voima lasketaan palkin pään ulkopinnan tasolla.
2. Käyttöasteet	- Voimat ja käyttöasteet lasketaan vinon taivutuksen suuntaan, jos sellainen tapaus on annettu. Muuten laskenta on taivutussuuntaan M_x. - Leikkauskestävyyksiä ei lasketa tällä liitostyyppillä. - Käyttöasteen ylittyessä pitää kenkä vaihtaa tai betonin lujuutta nostaa.
3. Kestävyydet	 VEd [kN] - Kengän leikkausvoiman laskenta-arvo pultin reunapuristukselle VRd [kN] - Kitkan siirtämä osuus kengän leikkausvoimasta pohjalevyn alapinnassa VRd [kN] - Kengän leikkauskestävyys pohjalevyn reunassa NEd [kN] - Kengän normaalivoiman laskenta-arvo NRd [kN] - Kengän normaalivoimakestävyys n1 [-] - Kengän käyttöaste normaalivoimalle n2 [-] - Kengän käyttöaste leikkausvoimalle

Kuva 16. Murtotilanne. Kengän ja rauditusjatkoksen normaalivoimakestävyys

4. Ikkuna 2/3 Kengän tartuntapoikkileikkaus. Normaaliveomakestävyys ja käyttöaste.

1. Tulosten esitys	- Tarkastelu on tarpeen varsinkin vinon taivutuksen tapauksissa, jossa kengän tartunnat sijaitsevat joskus epäedullisesti voimakkaasti taivutetun palkin kulmassa. - Kengän tartuntojen voimat ja käyttöasteet tulostuvat kuvaan 17. (numerot 1-6) - Yläpinnan rauditusjatkoksen tyyppi sekä sen tartunnan koko ovat numerot 7-12.																																																																																																																																		
2. Käyttöasteet	- Tartunnan voimat ja käyttöasteet tulostuvat vastaavissa taivutussuunnissa. - Käyttöasteen ylittyessä pitää kenkä vaihtaa tai betonin lujuutta pitää nostaa.																																																																																																																																		
3. Kestävyydet	2/3 Murtotilanne, kengän tartuntojen laskentavoimat ja käyttöaste ? Kuormitustapaus: 2 ↑ ↓ Vinon taivutuksen suuntakulma [°]: 270.0 <table><tr><th>N:o</th><th>Kenkä</th><th>Tartunta</th><th>F_{xd}</th><th>n</th><th>F_{yd}</th><th>n</th><th>F_{xyd}</th><th>n</th><th></th></tr><tr><td>1</td><td>1 ARJ2SL</td><td>T25</td><td>217.61</td><td>0.98</td><td>101.63</td><td>0.46</td><td>217.61</td><td>0.98</td><td></td></tr><tr><td>2</td><td>2 ARJ2SL</td><td>T25</td><td>177.92</td><td>0.80</td><td>101.63</td><td>0.46</td><td>177.92</td><td>0.80</td><td></td></tr><tr><td>3</td><td>3 ARJ2SL</td><td>T25</td><td>217.61</td><td>0.98</td><td>101.63</td><td>0.46</td><td>217.61</td><td>0.98</td><td></td></tr><tr><td>4</td><td>4 ARJ2SL</td><td>T25</td><td>217.61</td><td>0.98</td><td>101.63</td><td>0.46</td><td>217.61</td><td>0.98</td><td></td></tr><tr><td>5</td><td>5 ARJ2SL</td><td>T25</td><td>177.92</td><td>0.80</td><td>101.63</td><td>0.46</td><td>177.92</td><td>0.80</td><td></td></tr><tr><td>6</td><td>6 ARJ2SL</td><td>T25</td><td>177.92</td><td>0.80</td><td>101.63</td><td>0.46</td><td>177.92</td><td>0.80</td><td></td></tr><tr><td>7</td><td>7 APK30CM</td><td>T20</td><td>8.18</td><td>0.06</td><td>65.00</td><td>0.46</td><td>8.18</td><td>0.06</td><td></td></tr><tr><td>8</td><td>7 APK30CM</td><td>T20</td><td>-6.54</td><td>0.05</td><td>65.00</td><td>0.46</td><td>-6.54</td><td>0.05</td><td></td></tr><tr><td>9</td><td>7 APK30CM</td><td>T20</td><td>-0.45</td><td>0.00</td><td>65.00</td><td>0.46</td><td>-0.45</td><td>0.00</td><td></td></tr><tr><td>10</td><td>8 APK30CM</td><td>T20</td><td>-6.54</td><td>0.05</td><td>65.00</td><td>0.46</td><td>-6.54</td><td>0.05</td><td></td></tr><tr><td>11</td><td>8 APK30CM</td><td>T20</td><td>8.18</td><td>0.06</td><td>65.00</td><td>0.46</td><td>8.18</td><td>0.06</td><td></td></tr><tr><td>12</td><td>8 APK30CM</td><td>T20</td><td>-0.45</td><td>0.00</td><td>65.00</td><td>0.46</td><td>-0.45</td><td>0.00</td><td></td></tr></table> F_{xd}, F_{yd} [kN] - Kengän tartunnan laskentavoimat pääakselin taivutuksen suunnassa F_{xyd} [kN] - Kengän tartunnan laskentavoima vinon taivutuksen suunnassa n [-] - Kengän tartunnan laskentavoiman käyttöaste taivutussuunnassa	N:o	Kenkä	Tartunta	F _{xd}	n	F _{yd}	n	F _{xyd}	n		1	1 ARJ2SL	T25	217.61	0.98	101.63	0.46	217.61	0.98		2	2 ARJ2SL	T25	177.92	0.80	101.63	0.46	177.92	0.80		3	3 ARJ2SL	T25	217.61	0.98	101.63	0.46	217.61	0.98		4	4 ARJ2SL	T25	217.61	0.98	101.63	0.46	217.61	0.98		5	5 ARJ2SL	T25	177.92	0.80	101.63	0.46	177.92	0.80		6	6 ARJ2SL	T25	177.92	0.80	101.63	0.46	177.92	0.80		7	7 APK30CM	T20	8.18	0.06	65.00	0.46	8.18	0.06		8	7 APK30CM	T20	-6.54	0.05	65.00	0.46	-6.54	0.05		9	7 APK30CM	T20	-0.45	0.00	65.00	0.46	-0.45	0.00		10	8 APK30CM	T20	-6.54	0.05	65.00	0.46	-6.54	0.05		11	8 APK30CM	T20	8.18	0.06	65.00	0.46	8.18	0.06		12	8 APK30CM	T20	-0.45	0.00	65.00	0.46	-0.45	0.00	
N:o	Kenkä	Tartunta	F _{xd}	n	F _{yd}	n	F _{xyd}	n																																																																																																																											
1	1 ARJ2SL	T25	217.61	0.98	101.63	0.46	217.61	0.98																																																																																																																											
2	2 ARJ2SL	T25	177.92	0.80	101.63	0.46	177.92	0.80																																																																																																																											
3	3 ARJ2SL	T25	217.61	0.98	101.63	0.46	217.61	0.98																																																																																																																											
4	4 ARJ2SL	T25	217.61	0.98	101.63	0.46	217.61	0.98																																																																																																																											
5	5 ARJ2SL	T25	177.92	0.80	101.63	0.46	177.92	0.80																																																																																																																											
6	6 ARJ2SL	T25	177.92	0.80	101.63	0.46	177.92	0.80																																																																																																																											
7	7 APK30CM	T20	8.18	0.06	65.00	0.46	8.18	0.06																																																																																																																											
8	7 APK30CM	T20	-6.54	0.05	65.00	0.46	-6.54	0.05																																																																																																																											
9	7 APK30CM	T20	-0.45	0.00	65.00	0.46	-0.45	0.00																																																																																																																											
10	8 APK30CM	T20	-6.54	0.05	65.00	0.46	-6.54	0.05																																																																																																																											
11	8 APK30CM	T20	8.18	0.06	65.00	0.46	8.18	0.06																																																																																																																											
12	8 APK30CM	T20	-0.45	0.00	65.00	0.46	-0.45	0.00																																																																																																																											

Kuva 17. Murtotilanne. Kengän tartuntojen poikkileikkaus. Laskentavoimat ja käyttöasteet

L

5. Ikkuna 2/4 Murtotilanne. Kengän ja palkin tankojen limiätkospituuden käyttöaste.

1. Tulosten esitys	- Ohjelma hakee kengän/jatkoksen alueella olevat palkin tangot ja sijoittaa kengän/jatkoksen voimat valituille tangoille. - Ohjelma näyttää onko tanko yksittäinen (=1) tai nippu (=2). - Palkin rauditustankojen voimat ja käyttöasteet tulostuvat kuvaan 18.
2. Käyttöasteet	- Ohjelma laskee kenkää vastaavan tangon vaadittavan limiätkospituuden. - Tulokset näytetään rivin lopussa värimerkillä:
3. Vihreä väri 	Kyseisellä alueella olevien palkin tankojen kestävyys ja limityspituus riittävät siirtämään kengän tartuntojen ja rauditusjatkoksen voiman palkin tangoille.
4. Punainen väri 	- Kyseisellä alueella olevien palkin tankojen kestävyys ja limityspituus ei riitä siirtämään kengän tartuntojen ja rauditusjatkoksen voimaa palkin tangoille. - Lisää tankoja kengän alueelle tai pienennä tankokokoa tai poista nipputangot. - Myös betonin lujuuden lisäys auttaa pienentämään vaadittua limityspitua.

5. Kestävyydet

2/4 Murtotilanne, kengän, palkkitankojen limijatkospituuksien käyttöaste

Kuormitustapaus: 4

Kenkä	Tartunta	Tanko	Limijatkos - pituus	Palkki- tanko	Tanko	Nippu	Laskenta- voima	Voiman käyttöaste	Limijatkos - pituus	
No	No		lo	No			[kN]		lo, req	
1	1	T25	1800	8	T25	1	-36.70	0.16	171	✓
1	1	T25	1800	9	T25	1	-36.70	0.16	171	
2	2	T25	1800	12	T25	1	4.60	0.02	20	✓
2	2	T25	1800	13	T25	1	4.60	0.02	20	
3	3	T25	1800	7	T25	1	-36.70	0.16	171	✓
3	3	T25	1800	8	T25	1	-36.70	0.16	171	
4	4	T25	1800	9	T25	1	-36.70	0.16	171	✓
4	4	T25	1800	10	T25	1	-36.70	0.16	171	
5	5	T25	1800	11	T25	1	4.60	0.02	20	✓
5	5	T25	1800	12	T25	1	4.60	0.02	20	
6	6	T25	1800	13	T25	1	4.60	0.02	20	✓
6	6	T25	1800	14	T25	1	4.60	0.02	20	

Palkkitankojen limijatkospituudet. Mitoitusehto: $lo, req \leq$ kengän tartunnan pituus lo .

Kuva 18. Murtotilanne. Palkin tankojen käyttöasteet kengän/jatkoksen alueella

5.4.3 Kenkäliitoksen lisäraudoitus

1. Palkkikengien lisäraudoitusperiaate

1. Maksimiraudoite	- Sijoitetaan liitokseen kengän mitoitusarvon mukaiset maksimi raudoitteet: Taulukko 8.
2. Laskettu raudoite	- Tai käytetään ohjelman tulostamia liitoksen voimien mukaan laskettuja raudoitteita. Kuva 19.
3. Esijännitetty palkki	- Esijännitettyssä palkissa noudatetaan samoja ohjeita kenkien ja raudoitusjatkosten lisäraudoituksessa.
4. Muu raudoitus	- Raudoituksen määrää ja tankojen kokoa ja sijoittelua voidaan soveltaa ja yhdistää palkin muun raudoituksen kanssa.

2. Palkkikengien kestävyysarvon mukainen lisäraudoitus

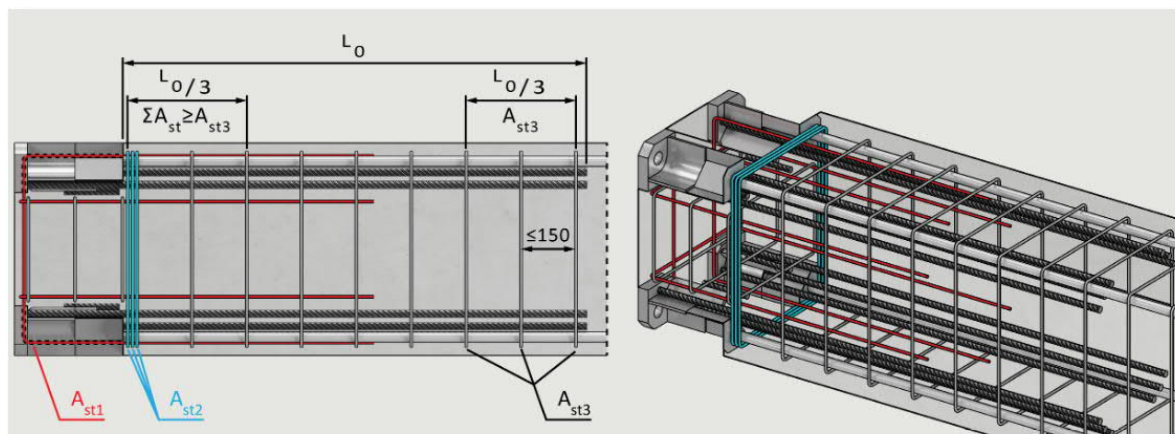
Raudoitusperiaate on esitetty kuvissa 19 ja 20. Kuvissa ei ole näytetty palkin normaaliin raudoitukseen kuuluvia kaikkia raudoitteita, ainoastaan ohjeellinen minimi pääraudoitus

Palkkikengät:

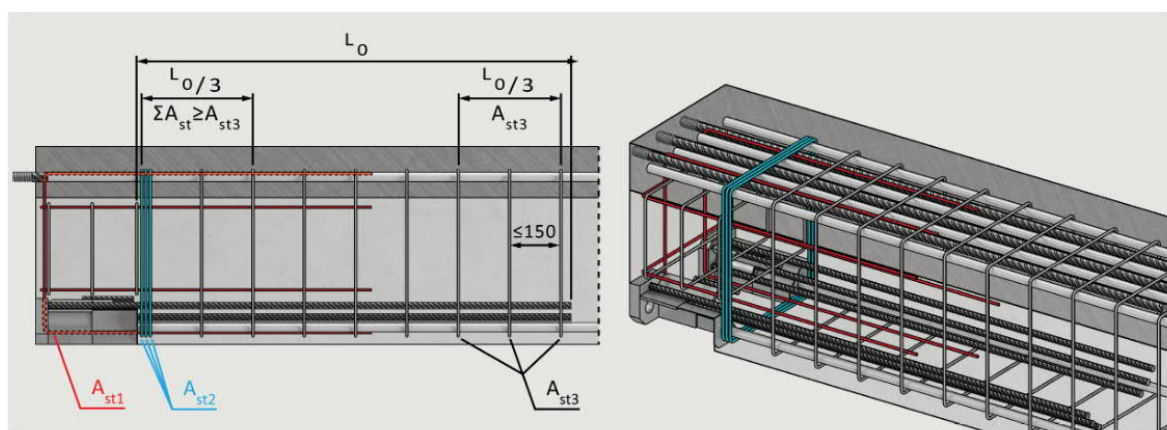
A_{st1}	- Kengille sijoitetaan pysty- ja vaakahaka taulukon 8 mukainen minimi hakamäärä 1+1 kpl kengän molemmille puolille symmetrisesti. Haka voidaan yhdistää palkin päähän tarvittavaan muuhun hakaraudoituksen, jolloin erillisiä lisähakoja ei tarvita - Haan ankkurointipituus alkaa kengän kotelon ulkopuolelta.
A_{st2}	- Haat sitovat kengän epäkeskeisestä normaalivoimasta aiheutuvat pystyvoimat. - Haat sijoitetaan heti kengän kotelon yläpuolelle nippuhakana. Taulukko 8.
A_{st3}	- Haat sijoitetaan kengän tartuntojen alku- ja loppupäähän EN 1992-1-1 kohta 8.7.3.1. - Haat tarvitaan, kun kengän tartunta tai palkin päätanko on kengän alueella $\geq T20$. - Hakojen keskinäinen etäisyys ≤ 150 mm. Hakamäärä/sijoitusalue = A_{st3} , jonka määrä on laskettu kengän tartunnan koon mukaan.
A_{st}	Palkin pääraudoitus leikkausvoimalle. SFS-EN 1992-1-1 kaava 6.18. - Kengän tartuntoja ei saa käyttää kaavan mukaisen lisävetovoiman siirtämiseen. - Voima on siirrettävä palkin päätangoilla ja palkin päähän sijoitettavilla A_{st1} tyyppisillä pääraudoituksen ankkurointilenkeillä. Suunnittelija määrittää tarvittavan raudoituksen Palkin leikkausraudoitus suunnitellaan SFS-EN 1992-1-1 kohdan 6.2.3 mukaan seuraavasti. - Palkin toimiva betonipoikkileikkaus leikkausvoimalle lasketaan ilman mutterikoteloiden betonivalua. Mikäli raudoitusjatkoksen jälkivalualuetta käytetään palkin leikkausvoiman siirtoon, on jälkivalun toiminta leikkaukselle varmistettava erikseen.

Raudoitusjatkos:

A_{st3}	- Haat sijoitetaan raudoitusjatkoksen tangon alku- ja loppupäähän EN 1992-1-1 kohta 8.7.3.1. - Haat tarvitaan, kun raudoitusjatkos tai palkin päätanko on $\geq T20$. - Hakojen keskinäinen etäisyys ≤ 150 mm. - Hakamäärä/sijoitusalue = A_{st3}, jonka määrä on laskettu raudoitusjatkoksen koon mukaan. - Nämä haat voidaan yhdistää palkin alapinnan kengissä tarvittaviin vastaaviin hakoihin.
------------------------	--



Kuva 19. APK-CM kengän lisäraudoitus. Kengät palkin kaikissa nurkissa.



Kuva 20. APK-CM kengän lisäraudoitus. Raudoitusjatkos palkin yläpinnassa.

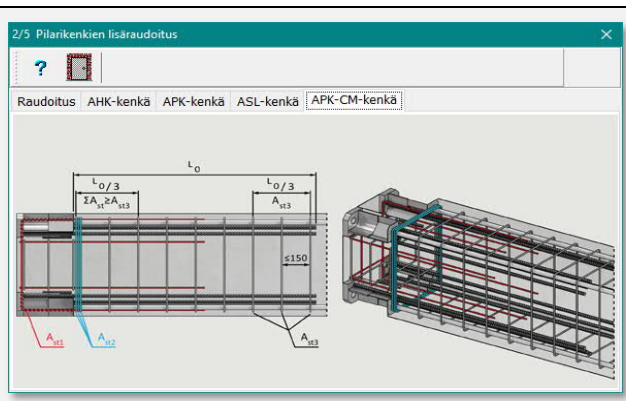
Taulukko 8. APK-CM kenkien lisäraudoitus kengän mitoitusarvoilla

Kenkä liitos	A _{st1} T	A _{st2} T	A _{st3} mm ²	Raudoitus jatkosliitos	A _{st1} T	A _{st2} T	A _{st3} mm ²
APK24CM	2T8	2T8	-	ARJ16L	-	-	-
APK30CM	2T8	3T10	157	ARJ20L	-	-	157
APK36CM	2T10	4T10	245	ARJ25L	-	-	245
APK39CM	2T10	4T10	245	ARJ32L	-	-	402
APK45CM	2T12	5T12	402	ARJ40L	-	-	628
APK52CM	2T12	6T12	402	-	-	-	-

3. Voimien mukaan laskettu lisäraudoitus. Ikkuna 2/5

- Ohjelma laskee kenkien lisäraudoituksen kengän rakenteen ja liitoksen voimien mukaan.
- Nämä tiedot tulostuvat ikkunaan Tulostusvalikko 2/5. Kuva 21

- Lisähaat A_{st1} ovat vähintään taulukon 8 mukainen minimimäärä valitulla hakakoolla.
- Liitoksen suurin nurkkakenkä määrää hakamäärän.
- Haat A_{st2} ovat liitoksen suurimman kengän ja taulukon 8 minimimäärän ja valitun hakakoon mukaan.
- Haat A_{st3} ovat taulukon 8 minimimäärän mukaan valitulla hakakoolla.



Kuva 21. Kenkäliitokselle laskettu lisäraudoitus.

5.5 Murtotilanteen laskentatulokset. Ankkurointipultit

5.5.1 Palkki- ja jälkivalupoikkileikkauksen kestävyyskuvaaja

1. Laskentatulokset

1. Laskenta	- Pulttien laskentatulokset esitetään valikosta <i>Laskentatulokset/ 3 Murtotilanne/Pultit</i> ikkunoissa 3/1 – 3/6. - Pääikkunan alaosan valopalkista saa näkyviin määräävimman yhdistelytapauksen ja muut laskentasuureet. - Laskentatulokset on esitetty tarkemmin <i>Peruspultit. Käyttöohje</i>.
-------------	---

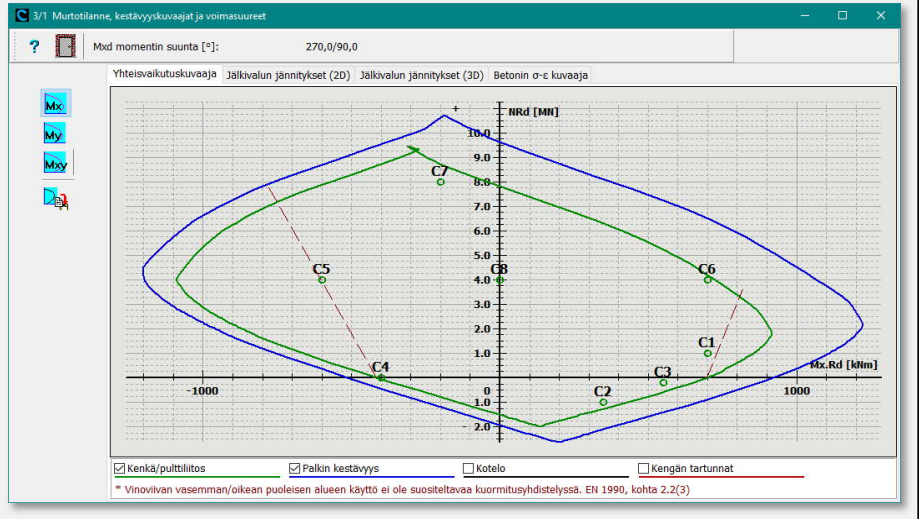
2. Kestävyyskuvaajat

1. Yleistä	- Palkkikenkäliitoksen kestävyyskuvaajat ja yhdistelytapauksen voimapisteteet liitoksessa esitetään tulostusikkunassa 3/1. Kenkäliitos on hyväksyttävissä, mikäli oheiset ehdot toteutuvat:
2. Sininen kuvaaja	- Sininen kuvaaja on palkin normaalivoima/taivutusmomentin kestävyys ilman hoikkuuden vaikutusta kengän alueen pääraudoituksella ja palkkibetonin laskentalujuudella. Sinisen kuvaajan pitää sijaita vihreän ulkopuolella. - Sininen kuvaaja voi hyvin paikallisesti leikata vihreää kuvaajaa.
3. Vihreä kuvaaja	- Vihreä kuvaaja on pulttien kestävyys jälkivalupoikkileikkauksen kohdalla laskettuna pultin kierteen vetokestävyydellä ja jälkivalun laskentalujuudella.
4. Voimapisteteet	- Murtotilanteen voimapisteteiden C1-C8, pitää sijaita vihreän kuvaajan sisäpuolella - Pisteiden C1-C8 etäisyys vihreästä käyrästä edustaa liitoksen käyttöasteen tasoa.
5. Punainen katkoviiva	- Voimapisteteet eivät saa sijoittua viivan ulkopuolelle jäävää käyrän huipun alueelle. SFS-EN 1990 kohta 2.2(3) (=Kuormitushistorian kehitys)
6. Vetopuolen kuvaaja	- Vetopuolen kuvaaja lasketaan ja näytetään vain, jos vetovoimaa on annettu.

3. Kestävyyskuvaajien laskentamenetelmä

7. Laskenta	- Kestävyyskuvaajat M_x, M_y tulostetaan pääakseleiden taivutussuuntiin - M_{xy} taivutussuunnan suuntakulma määräytyy momenttien M_x/M_y suhteesta. - Vain taivutussuunta ja käyrät tulostetaan positiiviseen neljännekseen.
8. Esitystapa	- X-akselin yläpuolella on puristetun palkin kestävyyskuvaaja ja voimapisteteet. - X-akselin alapuolella on vedetyn palkin kestävyyskuvaaja ja voimapisteteet. - APK-CM kenkä ja ARJ-L rauditusjatkoksella kestävyyskuvaaja on hyvin epäsymmetrinen, mikä johtuu siitä, että poikkileikkauksen geometrisen painopiste ei ole materiaalikeskipisteessä

9. Kuvaaja



Kuva 22. Murtotilanne. Poikkileikkauksen kestävyyskuvaajat ja voimapistet.

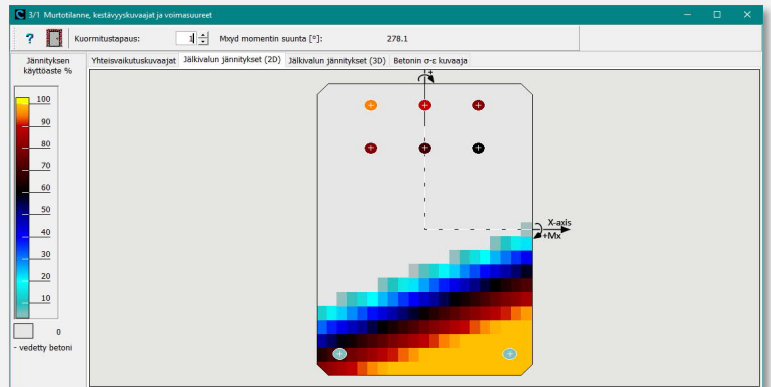
5.5.2 Palkin pään jälkivalupoikkileikkauksen jännitys

1. Jännitystilän laskenta

1. Tulokset	- Ikkunaan 3/1 välilehdelle 2 tulostuu kuormitustapauksittain palkin pään jälkivalupoikkileikkauksen murtotilanteen voima/jännitys/muodonmuutoksen ja käyttöasteet vinon taivutuksen suuntaan. - Yksittäisen elementin tiedot voi tarkistaa klikkaamalla hiirellä 2D ikkunassa laskentaelementtiä.
2. Värikoodi	- Värikoodien ja laskentasuureiden merkitys on seuraava:

2. Jälkivalupoikkileikkaus. Betonin jännitystila 2D kuva.

1. Betonin laskentaelementit.	- Harmaa: Betoni on vedetty. - Muut värit: Betonin jännitys on alueella $0 < f_c \leq f_{cd}$ - Ohjelma laskee kuvaan 25 betonin puristuman ϵ_c kuvassa 25 esitetyn betonimateriaalin jännitys muodonmuutostekijää muuttamaan. - Keltainen: Betonin laskentajännitys f_c saavuttaa betonin laskentalujuuden f_{cd}, betonin muodonmuutoksella ϵ_c. - Käyttöaste: Betonin puristuslujuuden käyttöaste $= f_c / f_{cd}$.
2. Pultin painopisteen laskentaelementti.	Klikkaa elementtiä, niin se näyttää betonin voimat ja jännitystason. Klikkaa elementtiä, niin se näyttää pultin voimat ja jännitystason.

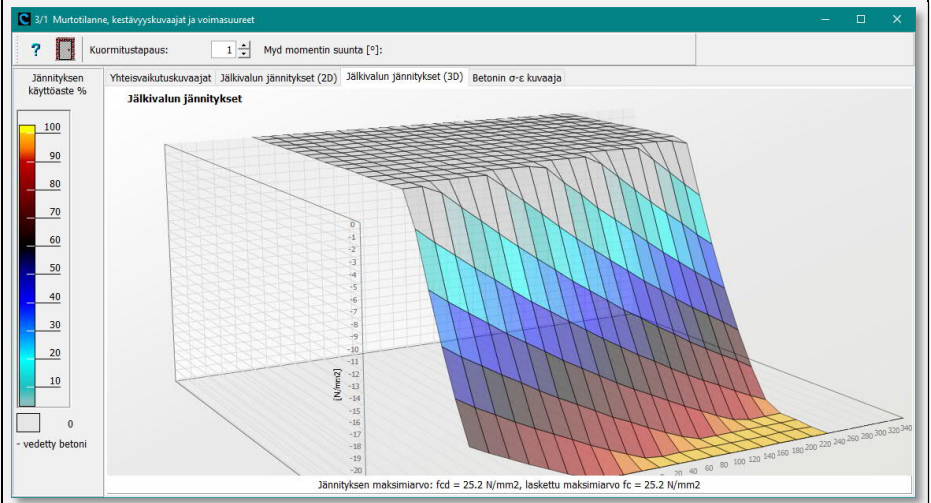


Kuva 23. Murtotilanne. Jälkivalupoikkileikkaus. 2D jännitys/muodonmuutostila.

3. Jälkivalupoikkileikkaus. Betonin jännitystila 3D esitys

1. Tulokset	- Ikkunaan 3/1 välilehdelle 3 tulostuu palkin päässä laskennassa käytetyn jälkivalun jännitys- jakaantuma 3D kuviona sekä materiaalien laskentatiedot. - Kuvio näyttää vedetyn betonin ja myödessä olevan betonin vaakasuorina alueina.
-------------	--

2. 3D jännityskuvio



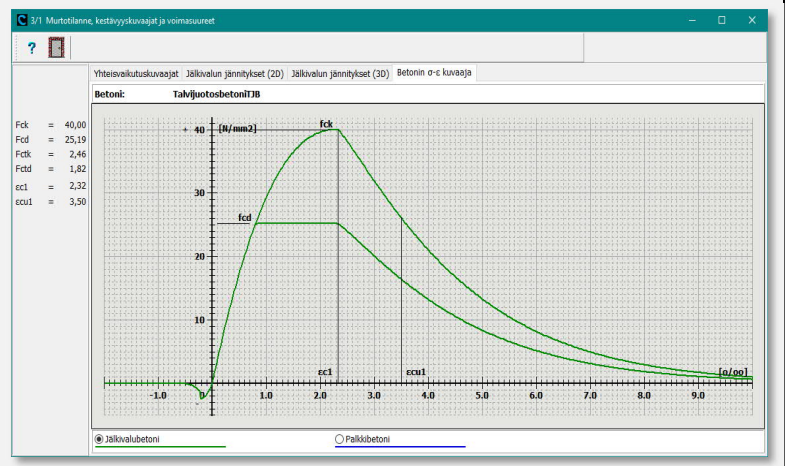
Kuva 24. Murtotilanne. Jälkivalupoikkileikkauksen 3D jännitystila

4. Betonin jännitys muodonmuutoskuvaaja

1. Tulokset

- Ikkunaan 3/1 välilehdelle 4 tulostuu laskennassa käytetyn betonin (palkki ja jälkivalu) jännitys- muodonmuutoskuvaaja ja materiaalien laskenta-arvot.

2. Muodonmuutoskuvaaja



Kuva 25. Palkin ja jälkivalubetonin jännitys-muodonmuutoskuvaaja

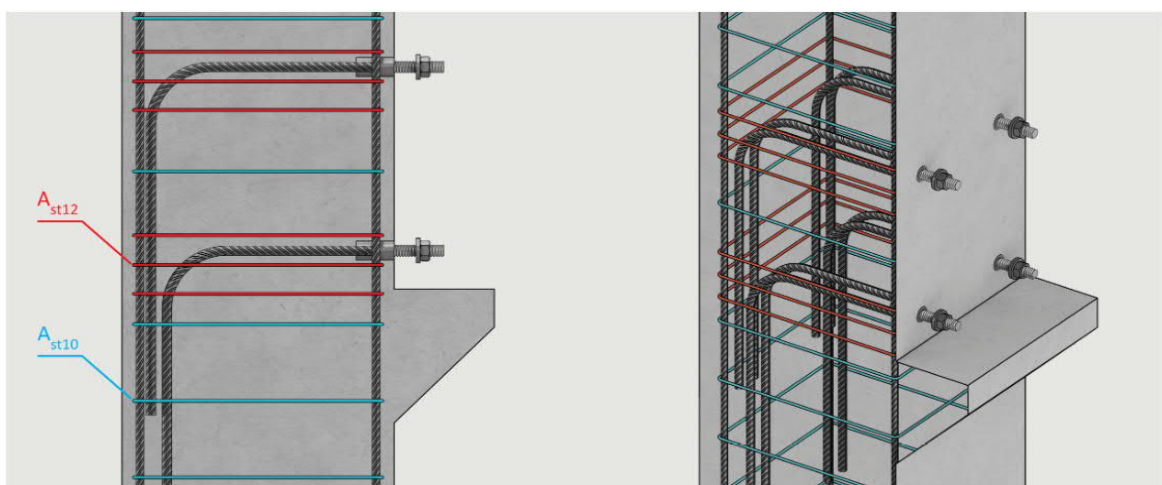
5.5.3 Ankkurointipulttien mitoitus pilarissa

1. Taivutetut ankkurointipultit APL-P2S ja ARJ-R. Mitoitusperiaatteet.

Taivutetut ankkurointipultit sijoitetaan pilariin kuvan 26 mukaisesti.

1. Pulttien soveltuvuus	- Näitä pultteja ja raudoitusjatkosta käytetään vain yksipuolisessa palkkiliitoksessa. - Pultin voimat ankkuroidaan pilariin. - Näitä pultteja ei voi käyttää kaksipuolisessa palkkiliitoksessa, koska pilarissa ei ole tilaa pulttien tartunnoille. - Kaksipuolisessa liitoksessa pitää käyttää pilarin läpi menevää mallia.
2. Reunaetäisyys	- Pultit ja raudoitusjatkos sijoitetaan pilariin siten, että ne ohittavat pilarin nurkan pääraudoituksen. Reunasijoitus saattaa rajoittaa pultin ankkurointikestävyyttä. - Pultin reunasijoitus vaatii halkaisuhakaraudoituksen A_{st12} pilariin.
3. Takareunaetäisyys	- Pultin taivutettu tartunta sijoitetaan pilarin takareunaan hakojen sisäpuolelle. - Taivutuksen voi sijoittaa isossa pilarissa sisemmäksi pilarin keskialueelle. - Suunnittelija määrittää pultin taivutusmitat. Katso kuva 27 ja taulukko 9.

4. Pultin taivutus	- Tartunnan taivutustelan halkaisijan vakiokoko on taulukossa 9. - Taivutuslenkin pään suoraa osuutta pitää olla vähintään $5 \cdot T$ alaspäin. - Käytetään 90 asteen taivutusta ja koukku suunnataan pilarissa alaspäin.
5. Pultin mitoitusvoimat	- Yläreunan pultit mitoitetaan kenkien/raudoitusjatkoksen vetovoimalle. - Puristusvoima siirtyy suoraan kengältä pilaribetonille. Pultilla voimaa ei siirretä. - Alareunan pultit mitoitetaan alapinnan kenkien vetovoimalle, mikäli sellainen kuormitustapaus esiintyy. Puristusvoima siirtyy suoraan kengältä pilaribetonille. Pultilla puristusvoimaa ei siirretä. - Alapinnan pultteina/kenkinä voidaan siten tarvittaessa käyttää pienempiä kokoja.
6. Pilarin pääraudoitus ja leikkausraudoitus	- Pilarin pääraudoitus on tarkistettava liitoksen alueen normaalivoiman, taivutusmomentin sekä leikkausvoiman yhdistelmälle. Ohjelma ei tee tätä tarkistusta. - Tarvittaessa pilari on leikkausraudoitettava kehälaskelmista saatavalle leikkausvoimalle.
7. Pultin halkaisuhaka-raudoitus A_{st12}	- Pultin tartunnan taivutusalueelle sijoitetaan halkaisuhakaraudoitus taulukko 9. - Ellei tarkempia menetelmiä käytetä, voidaan hakamäärä A_{st12} laskea SFS-EN 1992-1-1 kaavalla 8.12. ($A_{sv} = 0.25 A_s n_1$) - Halkaisuhakaraudoitus A_{st12} voidaan sovittaa pilarin muuhun haka-raudoitukseen.

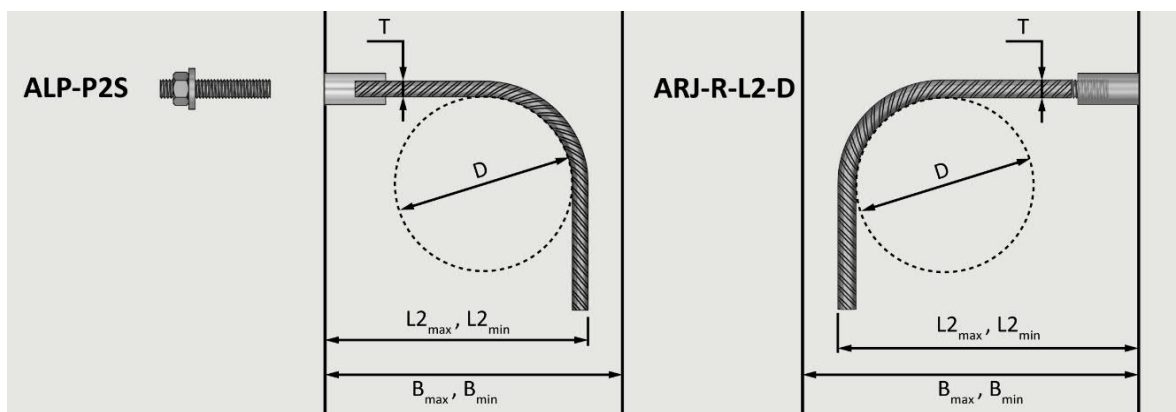


Kuva 26. Taivutetun ankkurointipultin sijoitus ja lisäraudoitus pilarissa

2. Taivutetut ankkurointipultit APL-P2S ja ARJ-R. Pulttien taivutusmitat

- Taivutetut ankkurointipultit sijoitetaan pilariin seuraavilla ehdoilla: Taulukko 9 ja kuva 27. - Huom: Ohjelma tulostaa ikkunaan 3/6 välilehdelle Pultin taivutustiedot laskennan mukaiset tiedot pultin taivutuksesta. - Näillä mitoilla pultin tilauspituuden voi määrittää.	
1. Pultin suora pituus L	- Vakio-pultin suora pituus betonissa ennen taivutusta. - Vakio-pultti sopii tällä mitalla suorana rakenteeseen.
2. Maksimi vaakapituus L_{2max}	- Pultin maksimi vaakapituus, joka voidaan taivuttaa vakio-pultista telahalkaisijalla D ja normin mukaisella koukulla.
3. Pilarin leveys B_{max}	- Pilarin syvyys, jonne pultti sopii maksimi taivutusmitalla L_{2max}. - Tätä suuremmalla pilarilla taivutettu pultti jää pilarin sisäosaan.
4. Minimi vaakapituus L_{2min}	- Pultin minimi vaakapituus, joka voidaan taivuttaa telahalkaisijalla D. - Pulttia ei voi valmistaa lyhyempänä.
5. Pilarin syvyys B_{min}	- Pilarin minimi syvyys, jonne pultti sopi taivutettuna minimimitalla L_{2min} ja telahalkaisijalla D.

6. Telahalkaisija D	- Anstarin käyttämä vakiotela eri tangoille.
7. Halkaisuhaat A_{st12}	- Pilarin reunassa taivutetun pultin alueelle sijoitettavat halkaisuhaat



Kuva 27. ALP-P2S pultin ja ARJ-R raudoitusjatkoksen taivutusmitat

Taulukko 9. ALP-P2S pultin ja ARJ-R raudoitusjatkoksen taivutusmitat tilauksessa

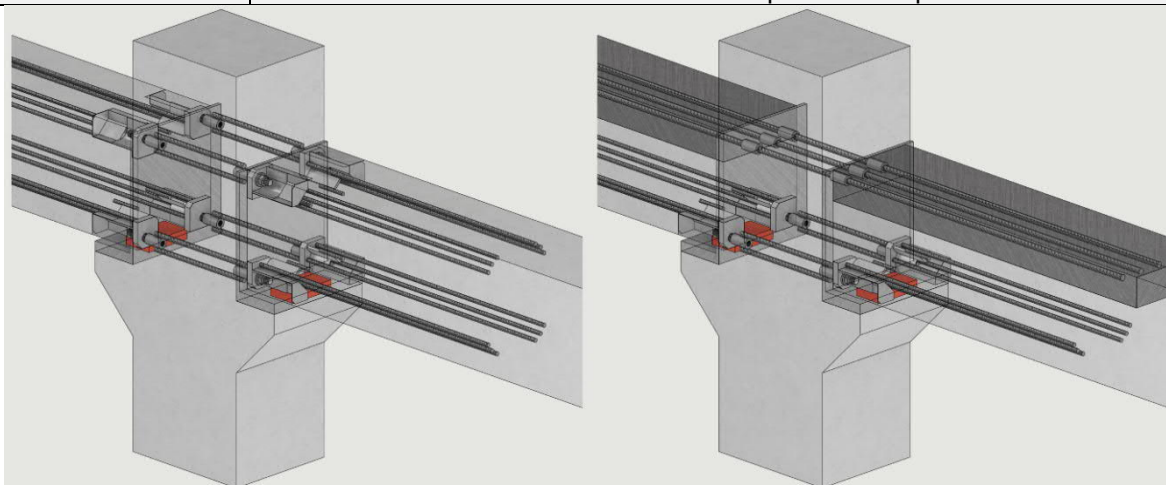
ALP-P2S	Väri koodi	L mm	L2 _{max} mm	B _{max} mm	L2 _{min} mm	B _{min} mm	T mm	D mm	A _{st12}
ALP22P2S	Vaal. sininen	935	800	870	285	355	2T16	200	2T8
ALP30P2S	Musta	1095	900	970	385	455	2T25	300	2T8
ALP36P2S	Punainen	1415	1180	1250	400	470	2T28	300	3T8
ALP39P2S	Ruskea	1685	1450	1520	410	480	2T28	300	3T8
ALP45P2S	Violetti	1965	1680	1750	455	525	2T32	400	4T8
ALP52P2S	Valkoinen	2295	1935	2005	595	665	2T40	500	5T8

ARJ-R	Väri koodi	L mm	L2 _{max} mm	B _{max} mm	L2 _{min} mm	B _{min} mm	T mm	D mm	A _{st12}
ARJ16R	Keltainen	1200	1065	1135	250	320	16	200	2T8
ARJ20R	Sininen	1500	1300	1370	250	320	20	300	2T8
ARJ25R	Musta	1700	1500	1570	360	430	25	300	3T8
ARJ32R	Harmaa	2400	2110	2180	420	490	32	400	4T8
ARJ40R	Violetti	3800	3440	3510	570	640	40	500	5T8

3. Pilarin läpi menevät suorat ankkurointipultit APL-P2SM ja ARJ-A.

Suorat ankkurointipultit sijoitetaan pilariin kuvan 28 mukaisesti.	
1. Pulttien soveltuvuus	- Näitä pultteja ja raudoitusjatkoksia käytetään vain kaksipuolisissa palkki-liitoksissa, joissa voimat siirretään pilarin läpi seuraavalle palkille. - Pultin voimia ei ankkuroida pilariin. - Näitä pultteja ei saa käyttää yksipuolisessa palkki/pilari liitoksessa, koska pultin ankkurointiominaisuudet eivät riitä siirtämään voimia pilariin. - Yksipuolisessa liitoksessa pitää käyttää vain taivutettuja pultteja.
2. Reunaetäisyys	- Pultit ja raudoitusjatkos voidaan sijoittaa pilarin reunaan siten, että ne ohittavat pilarin nurkan pääraudoituksen.
3. Pulttien mitoitusvoimat	- Yläreunan raudoitusjatkokset mitoitetaan veto- ja puristusvoimalle. - Alareunan pultit mitoitetaan alapinnan kenkien vetovoimalle, mikäli sellainen kuormitustapaus esiintyy. Puristusvoima siirtyy suoraan kengältä pilaribetonille. Pultilla puristusvoimaa ei siirretä. - Alapinnassa voidaan tarvittaessa käyttää pienempiä kenkäkokoja. - Molemmista tapauksista jatkoksen/kengän määräävä mitoitusvoima syntyy sen puolen palkista, jossa on suurin taivutusmomentti + veto-voima.
4. Pilarin pää- ja leikkaus-	- Pilarin pääraudoitus on tarkistettava liitoksen alueen pilarin normaalivoiman, taivutusmomentin sekä leikkausvoiman yhdistelmälle. - Ohjelma ei tee tätä tarkistusta.

<i>raudoitus</i>	- Tarvittaessa pilari on leikkausraudoitettava kehälaskelmien leikkausvoimalle.
5. Pilarin lisähaat	- Pilarin läpi menevät ankkurointipultit eivät vaadi pilariin lisähakoja. - Pilarin normaali hakaraudoitus riittää läpi meneville pulteille.



Kuva 28. Suoran ankkurointipultin sijoitusperiaate pilarin läpi menevässä liitoksessa.

5.6 Kenkäliitoksen käyttöikämitoitus

1. Pulttiliitoksen alustabetonin halkeilutarkastelu ominaiskuormilla.

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

2. Suositeltavat betonipeitteet ja pintakäsittelyt

1. Kuumasinkitys	- Peruspultit voidaan kuumasinkitä. - Kuumasinkitys voidaan toteuttaa siten, että vain kierre sinkitään tai sitten koko pultti sinkitään erikoistilauksesta. Pulttien kierteet toteutetaan irrotettavalla kierreosalla, jolloin materiaaliveitohdot kierteelle voi valita korrosiovaatimusten mukaan.
2. Betonipeite	- Taulukossa 10 on esitetty kengän tartuntojen betonipeitteen vaadittu nimellisarvo C_{nom} rasitusluokan mukaan SFS-EN 1992-1-1 arvoilla. - Pultin tartuntojen ja kierreosan betonipeitteen nimellisarvo on $C_{nom} = C_{min,cur} + \Delta_{cdev} (=10 \text{ mm}) + \text{haka T10}$. - Taulukossa 10 on esitetty kengän suositeltava reunaetäisyydet haka-koolla T 8 mm kengillä APK24CM-APK36CM ja 10 mm kengillä APK39CM-APK52CM - Taulukossa on myös kengän suositeltavat pintakäsittelymenetelmät eri rasitusluokissa. - APK-CM kenkien tartuntojen vakio sijainti on 43-45 mm etäisyydellä pohjalevyn reunasta.
3. Rakenteelliset suojaustavat	- Kengille käytetään seuraavia rakenteellisia suojausmenetelmiä vaaditun betonipeitteen lisäksi: - Rakenteellisella ratkaisulla pitää estää veden pääsy kengän kotelorakenteen sisään. - Kylmissä ja kosteudelle alttiissa rakenteissa kengät kuumasinkitään. - Klorideille tai kemialliselle rasitukselle alttiissa rakenteissa kengät sisenetään palkissa.

3. Säilyvyysmitoitus

4. Normit	- Palkkikenkäliitoksen käyttöikä- ja säilyvyysmitoitus tehdään SFS-EN 1992-1-1 [6] kappaleen 4 mukaan. - Lisäksi voidaan noudattaa SFS-EN 13670 [17] sekä Suomen kansallisen liitteen SFS 5796 [20] ohjeita soveltaen. - Elementtirakenteissa sovelletaan normia SFS-EN 13369:2018 [19] sekä Suomen kansallista liitettä SFS 7026.
5. Rakenne	- Tarkastelu tehdään palkin rasitusluokan mukaan erikseen kengän tartunnoille sekä kotelo- ja pohjalevyille. Kotelon ja pohjalevy palosuojausta ja rakenteellista sijaintia hyödynnetään tarkastelussa.

Taulukko 10. Vaadittu betonipeitteen nimellisarvo C_{nom} ja kengän sijoitus- ja pintakäsittely

Rasitusluokka EN 1992-1-1	50 vuoden käyttöikä C_{nom} mm	100 vuoden käyttöikä C_{nom} mm	Kengän sijoitus palkin reunan suhteen	Kengille suositeltavat pintakäsittely vaihtoehdot	
				Tartuntojen pintakäsittely	Kengän kotelon ja pohjalevyn pintakäsittely
X0	15	15	Reunasijoitus	Ei pintakäsittelyä	Ei pintakäsittelyä
XC1	15	25	Reunasijoitus	Ei pintakäsittelyä	Ei pintakäsittelyä
XC2	25	35	Reunasijoitus	Ei pintakäsittelyä	Ei pintakäsittelyä
XC3 - XC4	30	40	Reunasijoitus/Sisennettävä	Ei pintakäsittelyä/ Kuumasinkitty	Ei pintakäsittelyä/ Kuumasinkitty
XS1 - XD1	35	45	Reunasijoitus/Sisennettävä	Ei pintakäsittelyä/ Kuumasinkitty	Ei pintakäsittelyä/ Kuumasinkitty
XS2 - XD2	40	50	Sisennettävä	Kuumasinkitty	Kuumasinkitty
XS3 - XD3	45	55	Sisennettävä	Kuumasinkitty	Kuumasinkitty
XA1 - XA3 XF1 - XF4	-	-	Tarvittaessa sisennettävä	Kenkiä voi käyttää vain kohdekohtaisen erityiselvityksen perusteella. Kengän kotelon ja pohjalevyn pintakäsittely ja tartuntojen betonipeitteen nimellisarvo määritetään kohteen erityisvaatimusten mukaan.	

6 KENKÄLIITOKSEN VALMISTUS ELEMENTTITEHTAALLA

6.1 Kenkien toimitus, varastointi ja tunnistaminen

Kengät toimitetaan kuormalavalla kutistemuovipakkauksessa. Pitempiaikainen varastointi tehdään sateelta suojatussa tilassa. Kuumasinkittyjä kenkiä säilytetään ulkona ilman sadesuojasta vähintään 4 viikkoa sinkityksen jälkeen. Säilytysaika vaaditaan ennen betoniin valamista tartuntaa heikentävän vetyreaktion välttämiseksi. Kengän tyyppi ja koko tunnistaa seuraavasti:

Kuormalava varustetaan tunnistetiedoilla sekä jokainen kenkä tuotetarralla. Kengissä on seuraava tunnistus: - Maalatut kengät: Kengän koon tunnistuksen voi tehdä pohjalevyn värikoodin mukaan. Värikoodit on esitetty taulukoissa 1, 2 ja 3. - Sinkityt kengät: Sinkityillä kengillä värikoodia ei ole. Tunnistus tapahtuu tuotetarrasta.	
--	---

6.2 Kenkien asennus palkkimuottiin

1. Kenkärühmän kokoaaminen	- APK-CM kengät kootaan ryhmäksi hitsaamalla ne harja- tai lattateräksellä yhteen kengän pohjalevyn reunasta. Kenkien etäisyyssoleranssit varmistetaan hitsatessa.
2. Ryhmän asennus	- Kenkärühmä asennetaan valmiiksi koottuun palkin raudoitteeseen työntämällä kenkärühmä raudoite-elementin päästä. - Kenkien tartunnat voidaan sitoa kiinni palkin päätankoihin. Hitsausta ei saa käyttää. - Asennetaan kenkien lisähakaraudoitus. Raudoitusohjeet ovat kappaleessa 5.4. - Palkkiraudoite nostetaan muottiin. - Kengän pohjalevyn reuna sijoitetaan palkin reunan pintaan, ellei suunnitelmassa ole edellytetty kenkien sisennystä. - Pohjalevyn alapinta on oltava muotin päätyä vasten ja kohtisuorassa palkin pituusaksella vastaan.
3. Kiinnitys	- Kenkärühmä kiinnitetään puristimella muotin päätyyn kengän pohjalevystä. - Kengät voidaan kiinnittää ruuveilla pultinreiästä muotin päätyyn. - Kenkärühmä on kiinnitettävä muottiin siten, että se ei pääse valussa siirtymään.
4. Lisäraudoitus	- Varmistetaan, että kenkien tarvitsemat lisähaat on asennettu. - Varmistetaan, että liitoksen alueella on suunnitelmien mukaiset palkin päätangot.
5. Toleranssit	- Kenkärühmä asennetaan muottiin noudattamalla seuraavia toleransseja:

Kengän sijaintitoleranssit palkkimuotissa:

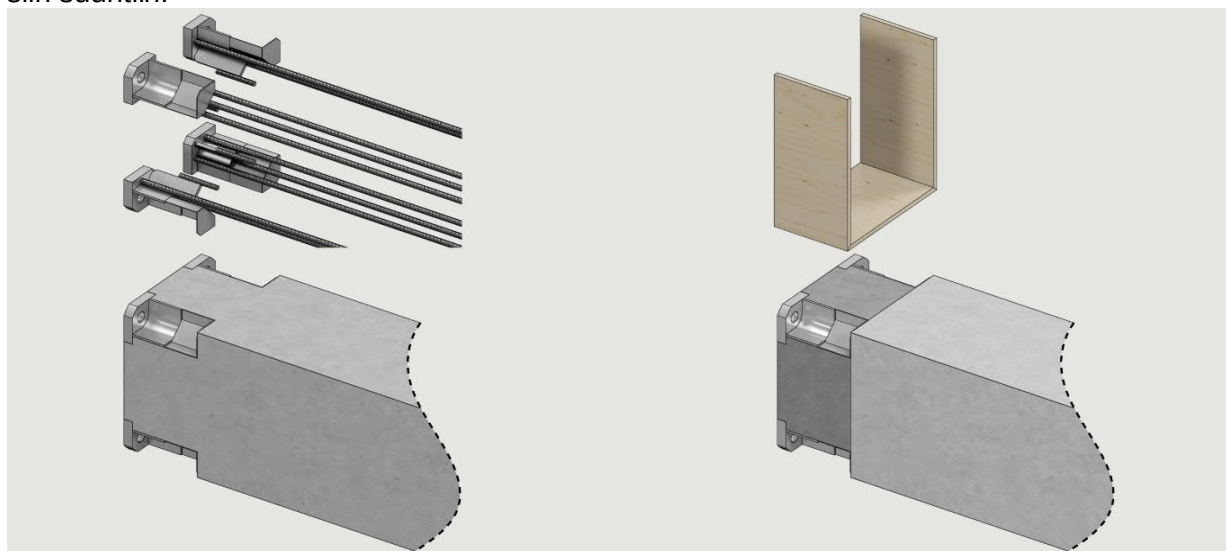
1	Kenkärühmän pultinreikien sijainti palkin keskilinan suhteen	±2 mm
2	Kenkärühmän pultinreikien keskinäinen etäisyys ja ristimitta	±2 mm
3	Kenkä asennetaan kiinni palkkimuotin päätyä vasten, maksimi vällys	-0, +2 mm
4	Kengän pohjalevy asennetaan kohtisuoraan palkin pituusaksella vastaan, sallittu poikkeama	± 2 mm/m

6.3 Kenkien valusuojaus ja palkin valu

APK-CM kengissä on valmiina valumuottina toimiva mutterikotelo ja suojakansi, joiden avulla valusuojaus tehdään eri tapauksissa seuraavasti:

1. Kengän asennus palkin pintaan	Asennettaessa kenkä palkin pintaan, toteutetaan valusuojaus seuraavasti: - APK-CM kengässä on vakiona mutterikotelo ja kansi, joka mahdollistaa kengän asennuksen suorakaidepalkin kulmaan ilman erillistä valusuoja.
2. Kengän sisennys palkin pinnasta	Asennettaessa kenkä sisennettynä, toteutetaan valusuojaus seuraavasti: - APK-CM kengän asennus sisennettynä suorakaidepalkin kulmaan vaatii mutterikoteloon valusuojan. Suojaus toteutetaan siirtoa vastaavalla vanerilevyllä, jota vasten kengät asennetaan muottiin. Myös muita menetelmiä voi käyttää.
3. Kenkien asennus esijännitettyyn palkkiin	Kenkiä käytetään esijännitetyssä palkissa seuraavasti: - Kenkien on väistettävä esijännitysvaijereita. Pohjalevyä ei saa loveta. - Tarvittaessa vaijerin voi vetää kengän pohjalevyn reiän läpi. - Kenkäryhmä nostetaan ylemmäksi vaijerinipun yläpuolelle.
4. Rauditusjatkos ja valukaista palkin yläpinnassa	Valukaistan rakenne: - Palkin yläpintaa jätetään riittävä valukaista ARJ-L rauditustankoja varten. - Valukaista tehdään palkin rakennesuunnitelmien mukaan. - Palkin hakojen pitää ulottua valukaistan alueelle tai käytetään lisähakoja. - ARJ-L rauditustangot limijatketaan palkin yläpinnan päätankoihin.

Mutterikotelon ja kannen reunan tiiveys on kuitenkin varmistettava ennen valua. Kuvassa 29 on esitetty periaatteita APK-CM kenkien valusuojausten toteuttamismenetelmistä. Vanerilevy tarvitaan vain niillä palkin sivuilla, joissa kenkä on sisennetty. Sisennys tehdään vain tarpeellisiin suuntiin.



Kuva 29. Kenkien valusuojausmenetelmiä

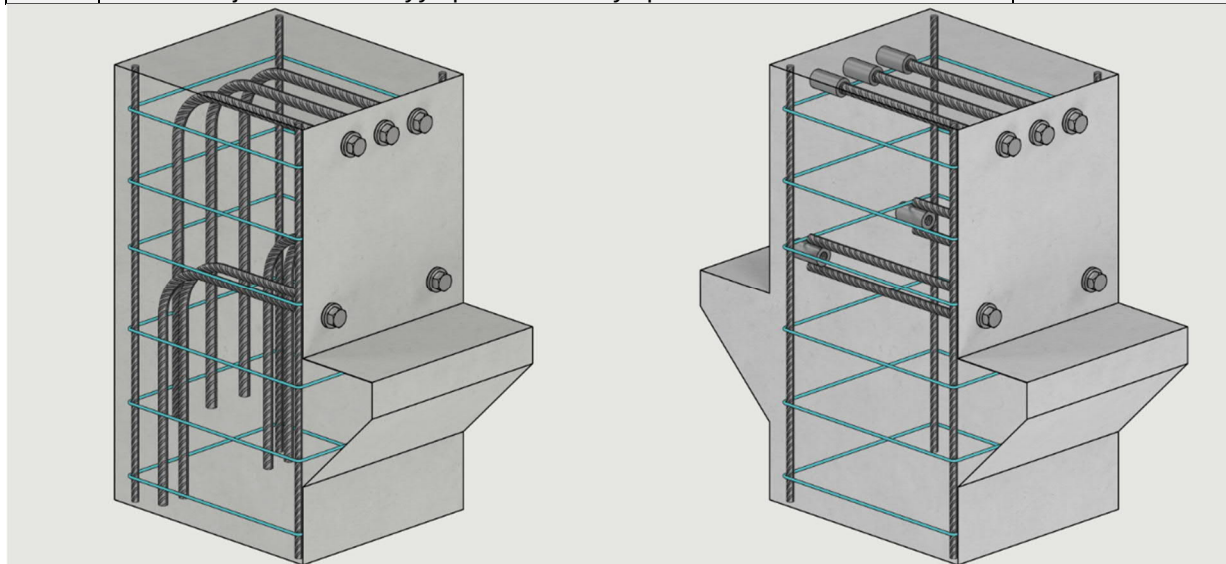
6.4 Ankkurointipulttien asennus pilarimuottiin

1. Ankkurointipultit APL-P2S ALP-P2SM	Ankkurointi- ja rauditusjatkospulttien asennus pilarimuottiin: Kuva 30. - Pultin tunnistus tehdään muovisuojan värin tai muhvin pään värikoodin mukaan. - Kierteen muovisuojaus poistetaan rauditusjatkospulteista. - Pultit on sidottava liikkumattomaksi ryhmäksi valussa. Tarvittaessa pultit ja rauditusjatkokset voi valmistaa kiinteäksi ryhmäksi. - Pultin muhvi asennetaan tiiviisti muotin sisäpintaa vasten. - Kiinnitys tehdään muotin läpi asennettavalla kuusioruuvilla, joka kiristetään muottia vasten tai pulttiryhmä voidaan sitoa rauditukseen
2. Rauditusjatkokset ARJ-A ja ARJ-R	

	liikkumattomaksi. - Muhvin kierre on suojattava betonivalulta. - Pultti on sijoitettava kohtisuoraan muotin pintaa vasten, jotta kierretangon asennus onnistuu. - Pultin sijainti pilarikonsolin pinnassa on oltava toleranssien mukainen. - Pilariin sijoitetaan suunnitelmien mukainen lisäraudoitus pultteja varten. - Pultin tartunnan taivutus suunnataan pilarissa alaspäin, ellei suunnitelmassa ole muuta esitetty. - Valun jälkeen muotti ja pultin kiinnitysruuvi poistetaan ja varmistetaan, että kierre on puhdas ja pulttien jatkoskierre ruuvataan muhviin kuljetuksen ajaksi.
--	--

Ankkurointipulttien ja raudoitusjatkosten sijaintitoleranssit pilarimuotissa:

1	Pulttien sijainti pilarin keskilinjan suhteen	±2 mm
2	Pulttien keskinäinen etäisyys ja ristimitta	±2 mm
3	Pultin kierremuhvi asennetaan muotin pintaa vasten, maksimi sallittu välys	-0, +2 mm
4	Pultti asennetaan kohtisuoraan pilarin pintaa vastaan, sallittu vinouspoikkeama.	± 2 mm/m
5	APL-P2S ja ALP-P2SM pulttien etäisyys pilarikonsolin yläpinnasta.	±5 mm
6	Raudoitusjatkosten etäisyys pilarikonsolin yläpinnasta	±5 mm



Kuva 30. Ankkurointipulttien kiinnitys pilarimuottiin

6.5 Kengille sallitut korjaustoimenpiteet elementtitehtaalla

Kengän rakenteita ei saa muuttaa muuten kuin kengän valmistajan luvalla. Muutoksesta on tehtävä poikkeamaraportti. Kengille sallittavat toimenpiteet elementtitehtaalla ovat:

1. Sallittu korjaustoimenpide	- Kenkä kootaan ryhmäksi hitsaamalla lattateräs pohjalevyn yläpintaan. Hitsi ei saa kuitenkaan ulottua kengän rakenteellisen hitsin alueelle. - Kengän valusuojakoteloä voi täydentää pistehitsaamalla tai muuten kiinnittämällä täytelevyjä nykyiseen koteloon. - Täytelevy ei saa rajoittaa valukotelon sisäpuolen kokoa.
	- Kengän tartuntaa voi taivuttaa kengän yläpäästä väistämään palkissa olevaa rakenteellista varausta. Taivutus tehdään harjateräkselle sallittuja taivutussäteitä ja työmenetelmiä käyttäen. Taivutuksessa varmistetaan suunnittelijalta palkin tankojen limityspituuden riittävyys uudelle tilanteelle. - Kengän tartuntoja taivutetaan väistämään palkin päätankoa. - Kengän tartuntoihin voi hitsata palkin raudoitteita, mikäli käytetään pistehitsiä ja tarkoituksena on raudoitteen/kengän asennusaikainen kiinnitys muottiin. - Voimaliitoksia kengän tartuntoihin ei saa hitsata.

Seuraavia korjaustoimenpiteitä ei sallita.

2. Ei sallittu korjaus toimenpide	- Kengän kantavaa rakennetta ei saa muuttaa leikkaamalla tai hitsaamalla. - Kengän tartuntoja ei saa katkaista tai lyhentää. - Kengän tartuntoja ei saa taivuttaa niin, että taivutus alkaa tartunnan hitistä. - Kengän pohjalevyyn tai tartuntoihin ei saa hitsata voimaa kantavia osia.
-----------------------------------	--

6.6 Valmistuksen laadunvalvonta

Palkki-pilariliitoksen valmistuksen laadunvalvonnassa noudatetaan elementtitehtaan laatujärjestelmää ja/tai mahdollisesti projektiin laadittua erillistä elementtien laadunvalvonta suunnitelmaa. Kengille suoritetaan laatujärjestelmässä/tarkastussuunnitelmassa määritetyt rakenne- ja mittatarkastukset. Betoni- ja kenkäliitosrakenteiden osalta noudatetaan standardin SFS-EN 13670 ohjeita. Kenkäliitoksen osalta suoritettavat laadunvalvontatoimenpiteet ovat:

1. Toimenpiteet ennen valua	- Tarkistetaan, että kenkä on suunnitelmien mukainen ja se ei ole vaurioitunut. - Tarkistetaan kenkäryhmän oikea sijainti muotissa. - Varmistetaan, että kenkä on kiinnitetty tukevasti ja mutterikolot on suojattu. - Varmistetaan että kenkien tarvitsema lisäraudoitus on asennettu.
2. Toimenpiteet valun jälkeen	- Mitataan kengän pultinreikien sijainti vastaamaan suunnitelmien mukaisia toleransseja ja tarkistetaan valun onnistuminen ja kengän puhtaus.

6.7 Valmistuksen laadunvalvonnan loppudokumentointi

Elementtien valmistaja on velvollinen toimittamaan Tilajalle työn vastaanottamisen jälkeen valmistuksen aikana syntyneen tarkastus- ja laadunvalvonta-aineiston. Lisäksi toimitetaan mahdollinen as-built aineisto sekä valmistuksen aikana tehdyt poikkeamaraportit.

7 KENKÄLIITOKSEN ASENNUS TYÖMAALLA

7.1 Asennustyössä noudatettavat normit ja suunnitelmat

Kenkäliitoksen asennustyössä noudatetaan seuraavia ohjeita ja projektiin laadittuja suunnitelmia.

1. Standardit Toteutuseritelmä Laatusuunnitelma	- Rungon asentajan laatima Asennussuunnitelma. - Projektiin työmaalle laadittu betonirakenteiden toteutuseritelmä. - Projektiin työmaalle laadittu laaduntarkastussuunnitelma. - SFS-EN 13670 Betonirakenteiden toteuttaminen. [17] - SFS 5975 Betonirakenteiden toteutus. Standardin SFS-EN 13670 käyttö Suomessa - SFS-EN 13369:2018 Betonivalmisosien yleiset säännöt [19]
2. Piirustukset	- Rungon suunnittelijan laatimat asennuspiirustukset - Rungon suunnittelijan laatimat rakenneleikkaukset ja asennusdetaljit.
3. Asennusohje	- APK-CM kenkien käyttöohje, jonka kappaleet 7, 8 ja 9 koskevat kenkäliitoksen asennusta työmaalla. [21]

7.2 Kengän kierrepulttien asennusmitat ja mutterin kiristys

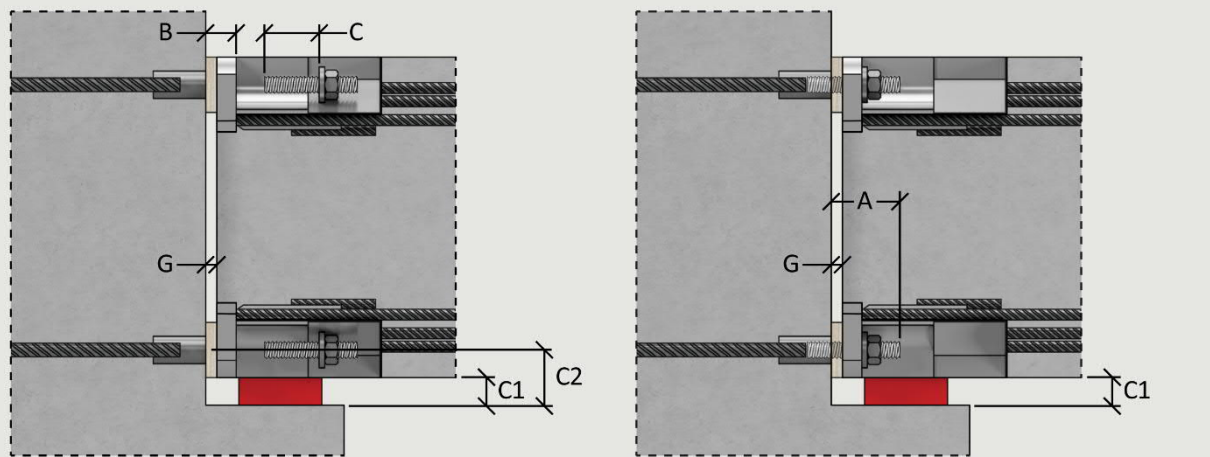
APK-CM palkkikengän asennus pilariin tehdään taulukon 11 mukaisilla mitoilla. Taulukon mitat on laadittu palkin pään jälkivalulle 20 mm ja konsolin yläpinnan valulle 50 mm. Mittoja on muutettava, jos jälkivalupaksuudet poikkeaa tästä. Mitat kuvassa 31.

1. Palkin pään jälkivalu. Mitta G	- Palkin pään minimi jälkivalupaksuus G=20 mm. Maksimi voi olla 50 mm. - Vaihtelurajoilla kierretangon pituus riittää kiristämään tanko pulttiin.
-----------------------------------	--

2. Pilarikonsolin yläpinnan jälkivalu. Mitta C1	- Jälkivalun oletuspaksuus C1=50 mm. Vaihteluraja voi olla 30-70 mm. - Rakennesuunnitelmissa määritetään jälkivalun paksuus. - Jälkivalupaksuus määrää palkin asennustukipalan paksuuden. Palkin asennustukipala kuuluu työmaan hankintaan.
3. Kengän sovitusmitta B jälkivalulla 20 mm	Pilarin pintaan asennetaan vaneripala, jolla säädetään palkin pään etäisyys pilarista. Kengän pohjalevy tukeutuu vaneripalaan muttereita kiristettäessä.
4. Kierrepultin asennusmitta C jälkivalulla 20 mm	- Kierretangon aluslevy ja mutteri sovitetaan mitan C mukaan tankoon. - Mitta C määrää kierretangon asennuspituuden 20 mm jälkivalulla ja sovittaa tangon riittävän syvälle pultin muhviin. Mitassa on välystä + 5 mm. - Mittaa C on korjattava vakiosta suuremmilla jälkivalupaksuuksilla.
5. Kierrepultin tarkistusmitta A kaikilla jälkivaluilla	- Mutterin kiristuksen jälkeen tarkistetaan mitalla A, että kierretanko on riittävän syvällä pultin muhviin. Poikkeamat tästä mitasta on selvitetävä. - Taulukon 11 mita A ei riipu jälkivalupaksuudesta.
6. Kierrepultin kiristysmomentti $M_{r,1}$	- Mutterit kiristetään taulukon momentilla $M_{r,1}$. - Kiristuksen jälkeen pitää pultista olla ruuvikierrettä näkyvissä vähintään yhden kierteen nousun verran. Kiristys riittää mutterin lukitukseen. - Kierremitan alitusta ei sallita ja alituksesta on tehtävä korjaussuunnitelma.

Taulukko 11. Palkkikengän liitoksen asennusmitat, jälkivalut ja pultin kiristysmomentti

Kenkä	Ankkurointi-pultti	G mm	C1 mm	B mm	C mm	A mm	$M_{r,1}$ N_m
APK24CM	ALP22P2S	20-50	30-70	45	80	130	200
APK30CM	ALP30P2S	20-50	30-70	55	100	150	200
APK36CM	ALP36P2S	20-50	30-70	60	110	170	200
APK39CM	ALP39P2S	20-50	30-70	60	110	190	300
APK45CM	ALP45P2S	20-50	30-70	70	130	200	300
APK52CM	ALP52P2S	20-50	30-70	80	145	235	400

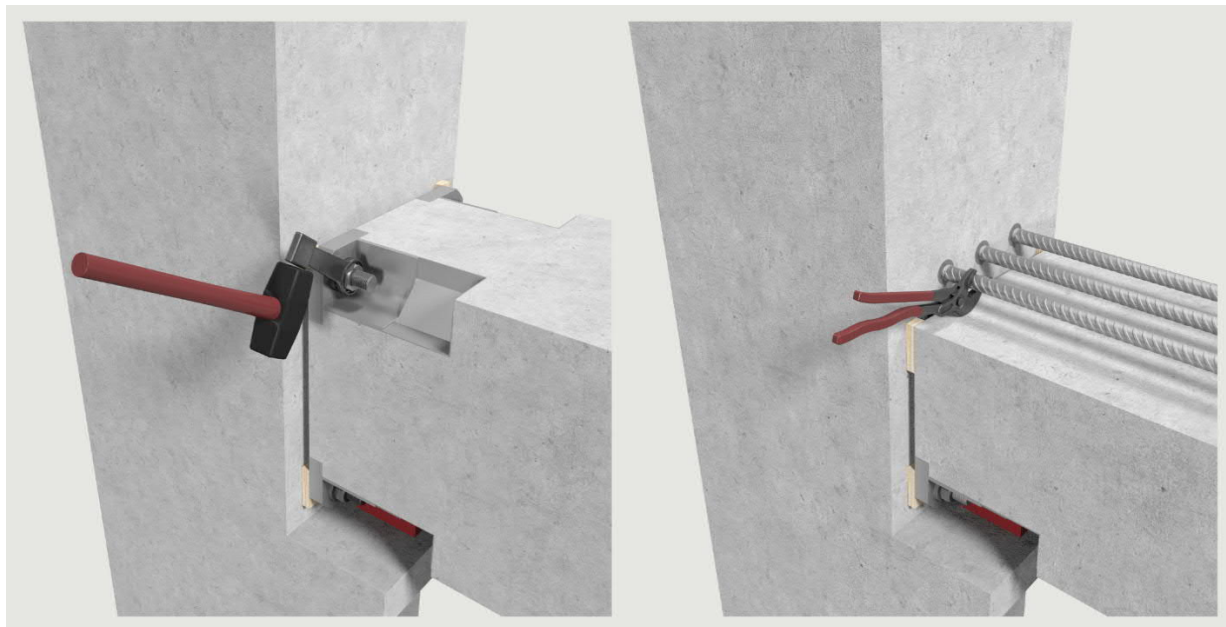


Kuva 31. Palkkikengän kierretangon asennusmitat

7.3 Palkin asennus ja jälkivalut

Elementtipalkin ja -pilarin momenttiliitoksen asennusta valmistelevat työt	
1. Tarke- mitaukset	- Varmistetaan, että ankkurointipulttien ja rauditusjatkospulttien sijainti pilarin pinnassa vastaa suunnitelmia. - Varmistetaan, että pilarikonsolin valun yläpinta C2 on oikeassa korkeudessa ja palkin alle tuleva täytelevyn paksuus C1 on suunnitelmien mukainen.
2. Pulttien tar- kastus	- Varmistetaan, että pultin muhvin kierteissä ei ole vaurioita ja ne ovat puhtaita. - Varmistetaan, että pultin kierteen pintakäsittely on suunnitelmien mukainen.

	- Varmistetaan suunnitelmien mukaisten muttereiden ja aluslevyjen käyttö.
3. Turvallisuus-vaatimukset	- Selvitetään Asennussuunnitelmasta asennusjärjestys ja pilarin/palkin tuenta-tarve. - Selvitetään muut asennuksen liittyvät turvallisuustoimenpiteet ja asennettavan rungon stabiileettivaatimukset.



Kuva 32. Palkin asennus ja kenkä-raudoitusjatkos liitosruuvien kiristäminen

Elementtipalkin asennus	
4. Asennuspalat ja kierretanko	- Pilarin pintaan asennetaan kenkien pohjalevyn kohdalle vaneriset asennuspalat, joilla saadaan säädettyä palkin pään jälkivalun paksuus suunnitelman mukaiseksi. - Pilarin konsolin päälle asennetaan teräksinen asennuspala palkin alapinnan korkeuteen. - Irrotetaan kengän ankkurointipulttien kierretanko pilarista. - Säädetään kierretangon aluslevyn etäisyys taulukon 11 mukaiseen mitaan C.
5. Nosto	- Palkki nostetaan paikoilleen konsolin asennuspalan varaan. - Poistetaan kierretangosta vakioitoimitukseen kuuluva alempi mutteri ja aluslevy. - Asennetaan kierretanko paikoilleen ja kierretään se muhvin sisään. - Kierretanko pitää kiertää muhvin pohjaan asti. Kiristykseen voi käyttää poistettua mutteria. - Kengän mutterikolon mitat ovat DIN 7444 iskulenkkiavaimen mukaisia.
6. Kengän kiinnitys pilariin	- Kaikki mutterit kiristetään vaadittuun momenttiin. Taulukko 11. - Mutterien lukitukseen riittää jälkivalu, ellei rakennesuunnittelija anna muuta lukitusohjetta.
7. Palkin tuenta	- Asennetaan palkin mahdollisesti tarvitsemat asennustuet. - Nosturi irrotetaan palkista.
8. Raudoitusjatkoksen asennus	- Tarkistetaan, että muhvin kierre on puhdas. - Asennetaan raudoitusjatkostangot pilarin muhviin siten, että siitä ei jää kierrettä näkyviin. - Tanko kiristetään muhvin pohjaa vasten. - Asennetaan palkin yläpinnan lisäraudoitus rakennesuunnitelmien mukaan.

Liitoksen jälkivalut	
9. Valmistelevat työt	- Varmistetaan rakennesuunnitelmista jälkivalun suorituksen oikea aika-kohta. - Varmistetaan, että käytettävän massan lujuus on vähintään palkkibetonin

	lujuus ja massan pakkasenkesto on riittävä. Tarvittaessa käytetään lämmitystä. - Varmistetaan, että ankurointipultin mutterit on kiinnitetty ja kiristetty - Varmistetaan, että rauditusjatkokset on kiristetty
10. Muottityö	- Valmistetaan valumuotit rakennesuunnitelmien mukaan.
11. Valut	- Valu suoritetaan painevaluna riittävän notkealla massalla - Valu ei saa päästä jäätymään ja on käytettävä tarvittaessa lämmitystä.
12. Tarkastukset	- Muotin purkamisen jälkeen varmistetaan, että juotosvalu on täyttänyt mutterikolot ja palkin pään sekä pilarikonsolin ja palkin välisen tilan. - Valut tehdään noudattaen rakenteellisen betonin laadunvalvontamenettelyjä.

Liitoksen palosuojaus	
13. Menetelmät	- Selvitetään rakennesuunnitelmista kenkäliitosten suunnitellut palosuojausmenetelmät.
14. Liitoksen palosuojaus	- Kengän mutterikolojen jälkivalu muodostaa yleensä riittävän palosuojauksen. - Palkin yläpinnan jälkivalu riittää rauditusjatkoksen palosuojaukseen - Muissa tapauksissa noudatetaan rakennesuunnitelmien ohjeita.

7.4 Kenkäliitoksen asennustoleranssit

Rungon asennustoleranssit noudattavat standardia SFS-EN 13670. Palkin lopullinen sijainti määräytyy kenkäryhmän valmistustoleranssien ja pulttien asennustoleranssien mukaan.

Palkin sijaintiin voidaan vaikuttaa vain kengän pultinreiän välyksen avulla. APK-CM kengän pohjalevyn reikävälys on 9-15 mm. Näiden toleranssien sallimissa rajoissa palkin sijaintia voidaan säätää kengän reikävälyksen avulla liitosta asennettaessa. Palkki asettuu taulukon 12 toleransseilla pilariliinjojen suhteen.

Taulukko 12. Palkin ja pilarin sekä liitoksen sallitut poikkeamat

1	Palkin keskiliinjan vaaka sijainti moduuliliinjan suhteen	poikkeama ± 5 mm
2	Palkin korkeussuuntainen sijainti poikkeama	poikkeama ± 5 mm
3	Palkin pään jälkivalun sallittu paksuus poikkeama	poikkeama ± 10 mm
4	Palkin alapinnan jälkivalupaksuuden poikkeama	poikkeama ± 10 mm
5	Pultin kiristysmomentin poikkeama taulukon 11 arvosta tai rakennesuunnitelmissa määritetystä arvosta $M_{r,1}$.	poikkeama ± 30 %

7.5 Kenkäliitokselle sallitut korjaustoimenpiteet työmaalla

Kenkäliitoksen rakenteita ei saa muuttaa kuin suunnittelijan ja/tai kengän valmistajan luvalla. Muutoksesta on tehtävä poikkeamaraportti. Seuraavia toimenpiteitä voidaan tehdä kengän kantavaan rakenteeseen työmaalla. Muutokset on dokumentoitava projektin laatuaineistoon.

1. Sallittu korjaustoimenpide	- Kengän valusuojakoteloja voi tarvittaessa täydentää pistehitsaamalla lisälevyjä nykyiseen koteloon.
	- Mikäli pultin aluslevy ottaa kiinni kengän koteloon voidaan aluslevystä poistaa kyseiltä kohdalta sen verran materiaalia, että aluslevy sopii tiiviisti kiinni pohjalevyn yläpintaan. Vinoon asentoon aluslevyä ei saa jättää.
	- Vinoon asennetun pultin mutteria ei saa jättää vinoon asentoon niin, että mutteri koskettaa vain yhdeltä reunalta aluslevyä. - Tällaisia tapauksia varten valmistetaan vino aluslevy, jonka voi asentaa vakioaluslevyn ja mutterin väliin tasaamaan mutterin kosketuspinta aluslevylle.

	- Liitokseen voi lisätä vakiostandardin mukaisia aluslevyjä, mikäli pultinvalmistajan aluslevy jää kuitenkin alimmaiseksi pohjalevyn pintaa vasten.
--	---

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

2. Ei sallittu korjaustoimenpide	- Kengän kantavaa rakennetta ei saa muuttaa leikkaamalla tai hitsaamalla. - Kengän pohjalevyn reiän avartaminen vaatii erillisen poikkeamasuunnitelman ja kengän valmistajan hyväksynnän.
	- Pultin kierreosaa ei saa taivuttaa tai kuumentaa. - Pulttiin ei saa hitsata muuta voimaa siirtävää rakennetta. - Pulttia ja sen tartuntoja ei saa katkaista ja hitsata uuteen paikkaan.
	- Pulttia ei saa hitsata kiinni kengän pohjalevyyn. - Pultin aluslevyn pitää olla pultinvalmistajan toimittama. - Aluslevyjä ei saa vaihtaa. - Mutteria ei saa koskaan asentaa ilman pultin omaa aluslevyä.
	- Mikäli kengän pohjalevyn reikää on avarrettu, pitää aluslevy vaihtaa suurempaan.
	- Kuumasinkityn pultin muttereita ei saa vaihtaa toisen standardin mukaiseen mutteriin.
	- Kun mutteri on kiristetty paikoilleen, pitää pultin kierrettä olla näkyvissä vähintään kaksi kierteen nousua. Kierrepituuden alituksesta pitää tehdä poikkeamaraportti ja korjaustoimenpiteet hyväksytetään rakennesuunnittelijalla.

8 TURVALLISUUSTOIMENPITEET

8.1 Tiedot työmaan työturvallisuusohjeen laatimista varten

Rakennuttajan nimeämä projektin työturvallisuuskordinaattori vastaa rakennustyön toteutukseen liittyvästä työturvallisuudesta huolehtimisesta. Projektin työturvallisuusohjetta laadittaessa kenkäliitoksen asennuksessa huomioitavat kohdat:

1. Asentaminen	- Pilareiden ja palkkien asennuksessa noudatetaan urakoitsijan Asennussuunnitelman työjärjestystä ja suunnittelijan määrittämää rungon asennusaikaista stabiliteettivaatimusta.
	- Pilarin pohjalevyn jälkivalun suoritusajankohta on selvittävä ennen palkin asennusta. Pilarin jälkivalut on tehtävä ennen palkkien asennusta, mikäli se vaaditaan asennussuunnitelmassa.
	- Palkin putoaminen ja pulttiliitoksen virheellinen kuormitus asennusvaiheessa on estettävä seuraavilla toimenpiteillä:
	- Palkkia nostetaan nostolaitetta käyttäen.
	- Palkkia ei saa siirtää tai nostaa kengän pultinreistä.
2. Stabiliateetti	- Palkkia nostettaessa kengän pohjalevy ei saa osua/tukeutua maahan tai muuhun kiinteään rakenteeseen.
	- Nostolaite irrotetaan palkista sitten, kun palkki on paikallaan kiinnitettynä kaikkiin kenkien ankkurointipultteihin.
	- Ankkurointipultteja ei saa kuormittaa suunnitelmista poikkeavilla tavoilla ja voimilla.
3. Rakenne	- Palkkia ei saa koskaan irrottaa nosturista kiinnittämättä sitä kengän läpi kierretangolla pilarin ankkurointipultteihin.
	- Rungon stabiliateetti pitää varmistaa työvuoron päättyessä poikkeuksellisille luonnonvoimille.
	- Osittain asennetun rungon kokonaisstabiliateetti on aina varmistettava.
3. Rakenne	- Kenkäliitoksen jälkivalujen suoritusajankohta on määritettävä asennussuunnitelmassa.
	- Palkin kantaman tason kuormittamista ei saa jatkaa ennen kuin jälkivalut ovat kovettuneet.
	- Jälkivalubetoni on osa liitoksen momenttijäykkää kantavaa rakennetta, joten jälkivalumateriaalit ja työmenetelmät pitää valita siten, että jälkivalu ei pääse jäätymään.
3. Rakenne	- Palkin mahdolliset asennustuet poistetaan asennussuunnitelman mukaisesti aikaisintaan liitoksen jälkivalujen kovettumisen jälkeen.

8.2 Palkkikenkäliitoksen käyttöönotto rakentamisaikana

Palkin momenttijäykkä liitos suunnitellaan erikseen asennustilanteen voimille ja rungon murto-tilanteen lopullisille voimille. Palkin ja pilarin välisen liitoksen toiminta poikkeaa hyvin merkittävästi näiden kahden tilanteen välillä. Momenttijäykkä liitos saavuttaa murtotilanteen kestävyysvasta, kun palkin ja pilarin välinen sauma ja kengän mutterikolojen ja palkin alustan jälkivalun betoni on saavuttanut suunnittelulujuuden. Siihen asti palkkiliitosta ja sen kestävyyttä on tarkasteltava vain asennustilanteen kestävyysarvoilla. Palkin mahdolliset asennustuet on poistettava vasta sitten, kun jälkivalut ovat kovettuneet.

Jälkivalujen suorituksen ajankohta määritetään Asennussuunnitelmassa. Ajankohtaa ei saa ylittää ja palkin käyttöönottolupa yläpuolisen rakenteen asennukseen jatkamiseen ja lisäkuormitukseen todetaan katselmuksella.

9 ASENNUKSEN LAADUNVALVONTA

9.1 Palkin asennuksen valvontaohje

Palkkiliitoksen asennuksen laadunvalvonnassa noudatetaan projektiin työmaalle laadittua Laadunvalvontasuunnitelmaa. Elementtirungolle suoritetaan toteutuseritelmässä määritetyt rakenne- ja mittatarkastukset. Betonirakenteiden vaatimusten osalta noudatetaan standardin SFS-EN 13670 [17] ohjeita.

Elementtirungon laadunvalvonta- ja mittatarkastuksista laaditaan tarkastusraportti, joka talletetaan projektin laatuaineistoon. Kenkäliitosten osalta huomioitavat tarkastustoimenpiteet ovat:

1. Ennen palkin asennusta	- Varmistetaan, että pultit eivät ole vaurioituneet - Asennussuunnitelman noudattaminen elementtien asennusjärjestyksen osalta. - Pilarin ja palkin asennusaikaisen tuennan tarve. - Pilareiden konsolin ja pulttien korkeusaseman tarkistus.
2. Palkin asennuksen jälkeä ennen jälkivaluja	- Tarkistetaan, että liitos 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 vähintään 2 kierteen nousua. - Varmistetaan, että jälkivalubetonin lujuus on suunnitelmien mukaista.
3. Liitoksen jälkivalun jälkeä	- 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. Poikkeamatapaukset	Mikäli rungon asentaja poikkeaa hyväksytyistä suunnitelmista ja dokumenteista asennuksen aikana missä tahansa seuraavista tehtävistä: - laadunvalvonta - asennustyön toteutus, nostot ja siirrot - asennuksessa käytetyt materiaalit - rakenteiden toleranssit ja rungon mittatarkastus - vaadittavat tarkastukset ja niiden dokumentointi niin asentaja on velvollinen käynnistämään poikkeaman dokumentoinnin havaitessaan suunnitelmapoikkeaman ja hyväksyttämään sen aiheuttamat toimenpiteet Tilajalla. Poikkeamaraportit talletetaan projektin laatuaineistoon.

9.2 Asennuksen laadunvalvonnan loppudokumentointi

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

1. Valmiustarkastus-pöytäkirjat	- Pulttien sijainnin tarkemittauspöytäkirja. - Palkkien ja pilareiden käyttöönottotarkastus liitoksen jälkivalujen jälkeen.
2. Poikkeamaraportit	- Luovutetaan kenkäliitoksen asennuksen aikana mahdollisesti tehty poikkeamaraportit.
3. Tuotehyväksyntä As-built	- Työmaalle hankittujen materiaalien CE-merkintätodistukset tai muut vastaavat tuotehyväksyntätiedot. - As-built aineisto asennettuun rakenteeseen tehdystä muutoksista.

REFERENCES

- [1] SFS-EN 1090-1 Teräs ja alumiinirakenteiden toteutus. Osa 1: Vaatimustenmukaisuuden arviointiin.
- [2] SFS-EN 1090-2:2018 Teräs ja alumiinirakenteiden toteutus. Osa 2: Teräsrakenteita koskevat tekniset vaatimukset
- [3] SFS-EN ISO 3834 Metallien sulahitsauksen laatuvaatimukset. Osa 1: Laatuvaatimusten valintaperusteet ja Osat 2-5
- [4] SFS-EN 1990, Eurokoodi. Rakenteiden suunnitteluperusteet
- [5] SFS-EN 1991-1, Eurokoodi 1. Rakenteiden kuormat, Osat 1 - 7
- [6] SFS-EN 1992-1-1, Eurokoodi 2. Betonirakenteiden suunnittelu. Osa 1-1, Yleiset 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 1-10.
- [9] Poistettu
- [10] Poistettu
- [11] SFS-EN ISO 5817, Hitsaus. Teräksen, nikkelin ja titaanin ja niiden seosten sulahisaus. Hitsiluokat
- [12] SFS-EN ISO 12944, Maalit ja lakat. Teräsrakenteiden korroosionesto suojamaaliyhdistelmillä. Osa 1-7.
- [13] SFS-EN ISO 1461, Teräs ja valurautatuotteiden kuumasinkkipinnoitteet kappaletavaroille.
- [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] Poistettu
- [19] SFS-EN 13369:2018 Betonivalmisosien yleiset säännöt
- [20] SFS 5975. Betonirakenteiden toteutus. Standardin SFS-EN 13670 käyttö Suomessa
- [21] Anstar Oy. APK-CM Pilarikenkien käyttöohje
- [22] Anstar Oy. ALP-C Peruspulttien käyttöohje
- [23] RIL 201-4-2017 Rakenteiden vaurionsietokyvyn varmistaminen onnettomuustilanteessa.
- [24] SFS-EN 1992-4:2018, Eurokoodi 2. Betonirakenteiden suunnittelu. Osa 4. Design of fastenings for use in concrete

LIST OF TABLES

Taulukko 1.	APK-CM palkkikengän mitat.....	6
Taulukko 2.	ALP-P2S ja ALP-P2SM pulttien mitat	7
Taulukko 3.	Rauditusjatkoksen mitat	8
Taulukko 4.	Kenkien valmistusohjelma	9
Taulukko 5.	Kengän normaalivoimakestävyys. Mitoitusarvot, murto- ja onnettomuustila.....	11
Taulukko 6.	ARJ jatkoksen normaalivoimakestävyys. Mitoitusarvo, murto- ja onnettomuustila.....	11
Taulukko 7.	Kenkäliitoksen minimi palkki- ja pilarimitat.....	12
Taulukko 8.	APK-CM kenkien lisärauditus kengän mitoitusarvoilla.....	28
Taulukko 9.	ALP-P2S pultin ja ARJ-R rauditusjatkoksen taivutusmitat tilauksessa.....	33
Taulukko 10.	Vaadittu betonipeitteen nimellisarvo C_{nom} ja kengän sijoitus- ja pintakäsittely	35
Taulukko 11.	Palkkikengän liitoksen asennusmitat, jälkivalut ja pultin kiristysmomentti.....	40
Taulukko 12.	Palkin ja pilarin sekä liitoksen sallitut poikkeamat	42

PICTURES

Kuva 1.	APK-CM palkkikengän tyypillinen rakenne momenttijäykässä liitoksessa	4
Kuva 2.	Palkkikengä/rauditusjatkosliitos teollisuusrakennuksen momenttijäykässä kehässä	5
Kuva 3.	Jatkuvan palkkikengän momenttijäykkä kenkä liitos ja kenkä-rauditusjatkos liitos.....	5
Kuva 4.	APK-CM palkkikengän rakenne	6
Kuva 5.	ALP-P2S ja ALP-P2SM pulttien rakenne	7
Kuva 6.	Rauditusjatkostuotteiden rakenne palkkikengäliitoksessa	8
Kuva 7.	Pääikkuna. APK-CM palkkikengä ja ARJ rauditusjatkosliitos	16
Kuva 8.	ACOLUMN ohjelman liitosvalikko	18
Kuva 9.	Välilehti 2. Materiaalilujuudet ja betonin halkeilutila sekä lisärauditus.....	18
Kuva 10.	Välilehti 3. Palkin mittatiedot	19
Kuva 11.	Välilehti 4. Pilarin mittojen valinta.....	19
Kuva 12.	Välilehti 6. Pilarin lisäraudituksen oletuskoko	19
Kuva 13.	Liitoksen voimat murto- ja onnettomuustilanne	20
Kuva 14.	Kenkien, ankkurointipulttien ja palkin päätankojen sijoitusikkunat.....	21
Kuva 15.	Murtotilanne. Kengän ja jatkoksen normaalivoima, kestävyys sekä käyttöaste.....	25
Kuva 16.	Murtotilanne. Kengän ja rauditusjatkoksen normaalivoimakestävyys	25
Kuva 17.	Murtotilanne. Kengän tartuntojen poikkileikkaus. Laskentavoimat ja käyttöasteet	26
Kuva 18.	Murtotilanne. Palkin tankojen käyttöasteet kengän/jatkoksen alueella.....	27
Kuva 19.	APK-CM kengän lisärauditus. Kengät palkin kaikissa nurkissa.....	28
Kuva 20.	APK-CM kengän lisärauditus. Rauditusjatkos palkin yläpinnassa.....	28
Kuva 21.	Kenkäliitokselle laskettu lisärauditus.....	29
Kuva 22.	Murtotilanne. Poikkileikkauksen kestävyyskuvaajat ja voimapistet	30
Kuva 23.	Murtotilanne. Jälkivalupoikkileikkaus. 2D jännitys/muodonmuutostila.....	30
Kuva 24.	Murtotilanne. Jälkivalupoikkileikkauksen 3D jännitystila	31
Kuva 25.	Palkin ja jälkivalubetonin jännitys-muodonmuutoskuvaaja	31
Kuva 26.	Taivutetun ankkurointipultin sijoitus ja lisärauditus pilarissa	32
Kuva 27.	ALP-P2S pultin ja ARJ-R rauditusjatkoksen taivutusmitat	33
Kuva 28.	Suoran ankkurointipultin sijoitusperiaate pilarin läpi menevässä liitoksessa	34
Kuva 29.	Kenkien valusuojausmenetelmiä.....	37
Kuva 30.	Ankkurointipulttien kiinnitys pilarimuottiin.....	38
Kuva 31.	Palkkikengän kierretangon asennusmitat	40
Kuva 32.	Palkin asennus ja kenkä-rauditusjatkos liitosruuvien kiristäminen	41



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



**SMART STEEL.
SINCE 1981.**

ANSTAR OY
Erstantie 2
FIN-15540 Villähde

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