



# PEC-PILARIKENGÄT



ISO 9001  
ISO 14001

Betoniyhdistyksen käyttöselosteet  
BY 5 B: 301  
BY 5 B-EC 2: 38  
Versio **fi-1/2012**

# PEC-Pilarikengät



## Peikko® -pilariliitosten etuja

- Säästää aikaa, kustannuksia ja materiaaleja
- Vaivaton ja nopea pilarielementin korkeusaseman ja suoruuden säätö ilman kiilauksia
- Ei tarvita työläitä muotti- ja raudoitustöitä
- Ei vaadi asennusaikaista tuentaa
- Liitos heti taivutusjäykkä, myös heti elementin asennuksen jälkeen
- Maankaivun minimointi - perustamistaso voi olla ylempänä holkkiliitokseen verrattuna
- Pulttiliitos ei vaadi työmaahitsauksia



CONCRETE CONNECTIONS

### Peikkoetuja

- luotettava: läpäissyt vaativan testiohjelman
- kilpailukykyinen hinta ja toimitusaika
- taloudellinen ja yksinkertainen käyttää niin suunnittelussa, elementtien valmistuksessa kuin elementtien asennuksessa

<b>1. TOIMINTATAPA .....</b>	<b>4</b>
<b>2. MITAT JA MATERIAALIT .....</b>	<b>4</b>
<b>3.1 Valmistustapa</b>	<b>5</b>
<b>3.2 Laadunvalvonta</b>	<b>5</b>
<b>4. KESTÄVYYDET .....</b>	<b>5</b>
<b>5.1 Käytön rajoitukset</b>	<b>6</b>
<b>5.2 Suunnitteluohjeita</b>	<b>6</b>
<b>5.2.1 Asennusaikainen tilanne</b>	<b>7</b>
<b>5.2.2 Nimellinen betonipeite</b>	<b>7</b>
<b>5.2.3 Pilarin alapään raudoitus</b>	<b>7</b>
<b>5.2.3.1 PEC-Pilarikengän raudoitusdetaljit</b>	<b>8</b>
<b>5.2.4 Liittyminen perustuksiin ja pilarijatkos</b>	<b>7</b>
<b>5.3 Minimi pilarikoot vakiokenkiä käytettäessä</b>	<b>10</b>
<b>5.4 Erikoispilarikengät</b>	<b>10</b>
<b>5.5.1 Pilarikengät yhtenäisellä pohjalevyllä</b>	<b>10</b>
<b>6. ASENTAMINEN .....</b>	<b>10</b>
<b>6.1 Pilarikengän asennustoleranssit muottiin asennettaessa</b>	<b>10</b>
<b>6.2 Pilarikengien muottiin asennus</b>	<b>10</b>
<b>6.3 Pilarin asennus</b>	<b>11</b>
<b>7. PILARILIITOKSEN KESTÄVYYDEN LASKENTA PEIKKO DESIGNER® –OHJELMALLA.....</b>	<b>13</b>
<b>7.1 Ohjelman käyttöohje</b>	<b>13</b>

# PEC-PILARIKENGÄT

## 1. TOIMINTATAPA

Peikko® PEC-pilarikengät ovat kiinnitysosia, joilla tehdään taivutusjäykkiä betonipilarelementtien jatkoksia ja liitoksia esim. perustuksiin.

Elementtipilareille tulevat rasitukset siirretään pilarikengien, ankkuripulttien ja saumavalun välityksellä kantavalle rakennusosalle.

Elementtipilari on mahdollista säätää oikeaan korkeusasemaan ja pystysuoraksi. Pilarin alapään ja alapuolisen rakenteen yläpinnan väliin jäävä sauma valetaan elementtipilarin asennuksen jälkeen mahdollisimman pian umpeen, jolloin liitososat ja valettu sauma toimivat raudoitettun betonipoikkileikkauksen tavoin.

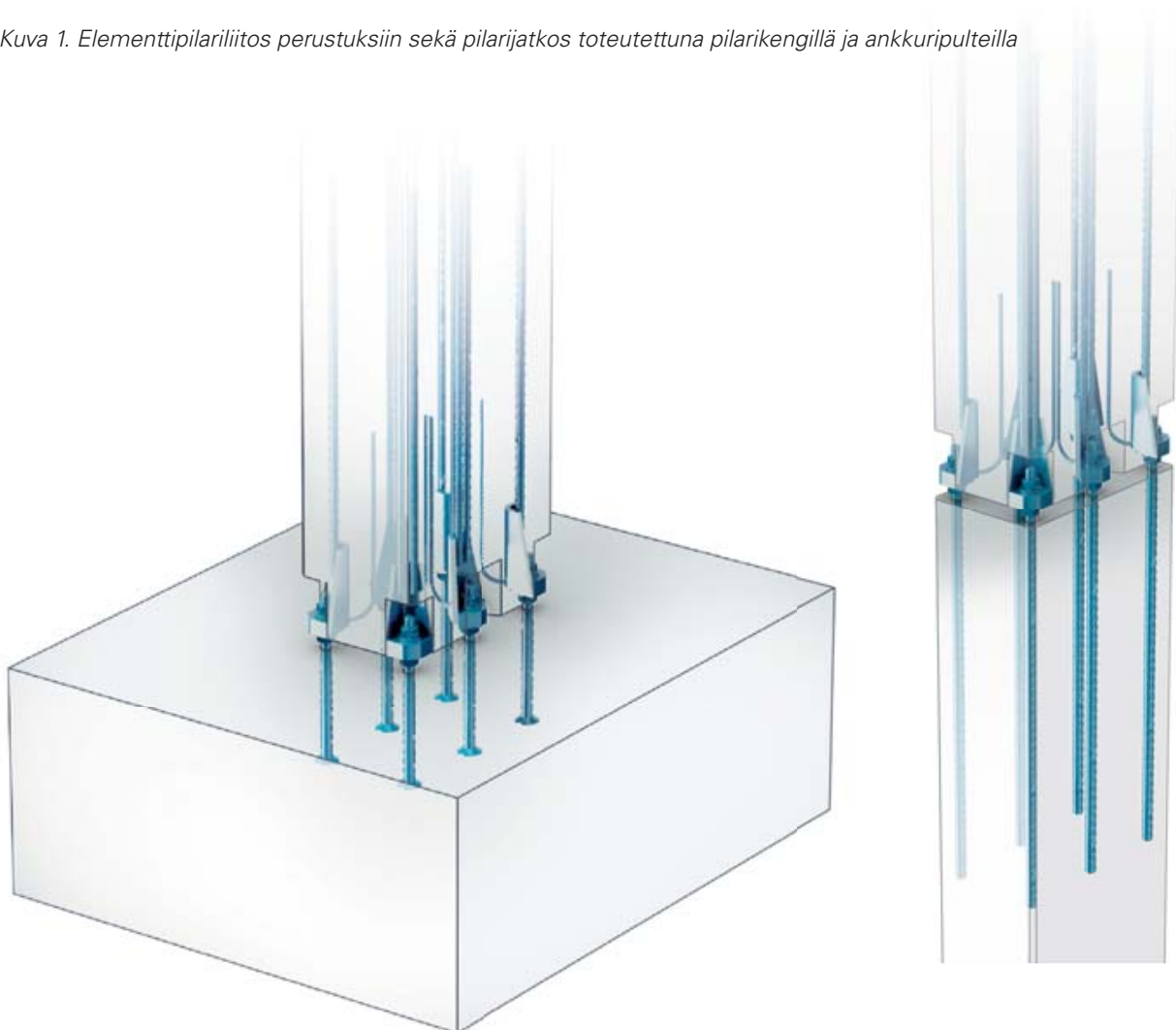
Elementtipilariin valettavien pilarikengien lukumäärä riippuu mm. pilaripoikkileikkauksen mitoista, juotosbetonin lujuudesta ja poikkileikkauksessa vaikuttavista voimista. Yleensä pilarin alapäässä riittää 4 pilarikengää taivutusjäykän liitoksen tekemiseksi.

## 2. MITAT JA MATERIAALIT

Osien valmistuksessa käytettävät materiaalit ja standardit:

Levyt	S355J2+N	SFS-EN 10025
Harjatangot	A500HW	SFS 1215
	B500B	SFS 1268 tai EN 10080
	BST500S	DIN 488

Kuva 1. Elementtipilariliitos perustuksiin sekä pilarijatkos toteutettuna pilarikengillä ja ankkuripulteilla



Taulukko 3. PEC pilarikengien mitat [mm] ja painot [kg]. PEC ja PEC K -mallit ovat ominaisuuksiltaan ja mitoiltaan vastaavia, mutta K-tyyppi sisältävät valukotelon eikä irrallisia valukoteloita tarvita.

	PEC 24 (K)	PEC 30 (K)	PEC 36 (K)	PEC 39	PEC 45	PEC 52	valmistus- toleranssit
B	108	130	170	195	190	175	+3, -0
C	90	105	115	130	145	155	+2, -0
E	50	50	60*	60	60	60	± 1
H	1138	1430	1855	2150	2490	2695	± 10
t	30	45	50	60	60	70	
Ø	35	45	55	55	65	70	+2, -0
X	30	30	37	37	37	37	
K	140	173	194	209	248	288	
paino	9,7 (10,4)	19,1 (20,3)	30,2 (32,1)	38,2	63,1	96,9	
väri	vaalean- sininen	musta	punainen	ruskea	violetti	valkoinen	
* Huom! Pultin reunaetäisyys poikkeaa PPKM 36 pilarikengästä.							

## 3. VALMISTUS

### 3.1 Valmistustapa

Levyt	Polttoleikkaus ja mekaaninen leikkaus
Harjatangot	Mekaaninen katkaisu
Hitsaus	MAG käsin tai robotilla
	Hitsausluokka C (SFS-EN ISO 5817)

### 3.2 Laadunvalvonta

Laadunvalvonnassa noudatetaan Suomen rakentamismääräyskokoelman vaatimuksia. Peikko Finland Oy on Inspectan laadunvalvonnassa.

Pilarikengillä on Suomen Betoniyhdistyksen varmentamat käyttöselosteet.

Teräsosiin merkitään Inspectan sertifiointimerkki, Peikko Groupin tunnus, metalliosan tyyppi ja valmistuspäivämäärä.

## 4. KESTÄVYYDET

Pilarikengien Eurokoodien mukaiset kestävydet on määritetty liittyvän pultin mukaisesti. ETAG 001:n mukaisessa kestävyysien laskennassa ei ole huomioitu Suomen kansallista liitettä NA, koska kestävydet määrittyvät liittyvän pultin kierteen poikkipinta-alan Asp mukaan. Näin ollen määrävä tekijä on pultin kierteen teräsmateriaali.

# PEC-PILARIKENGÄT

Taulukko 2. Pilarikengien kestävyyksien laskenta-arvot [kN] betonille C30/37.

pilarikengä	liittyvä pultti	ETAG 001:n mukaan	
		$N_{Rd}$	$V_{Rd,s}$
PEC24	PPM 22	161,6	15,3
PEC 30	PPM 30	299,2	33,5
PEC 36	PPM 36	435,7	52,6
PEC 39	PPM 39	520,5	64,4
PEC 45	PPM 45	696,5	88,6
PEC 52	PPM 52	937,6	124,1

Esimerkkilaskelma: pilarikengä PEC 36 + ankkuripultti PPM 36:

$$N_{Rd} = \frac{A_{Sp} \cdot f_{uk}}{\gamma_{Ms}} = \frac{817 \cdot 800}{1,50 \cdot 1000} = 435,7 \text{ kN}$$

$A_{Sp}$  = pultin kierteen poikkipinta-ala

$f_{uk}$  = kierretangon murtolujuus

$\gamma_{Ms}$  = ETAG 001, Liite C:n kaavan 3.3a mukaan

Yksittäisen pultin leikkauskestävyys voidaan laskea eurooppalaisen suunnitteluohjeen ETAG 001, Liite C:n kaavan 5.5 mukaan. Koko pilariliitoksen leikkauskestävyys voidaan laskea standardin EN 1993-1-8 kaavalla 6.3:

$$V_{Rd} = n \cdot V_{Rd,s} + c_{f,d} \cdot N_{c,Ed}$$

missä,

$n$  = liitoksessa olevien ankkuripulttien lukumäärä

$V_{Rd,s}$  = yhden ankkuripultin leikkauskestävyys, katso ylläoleva taulukko

$c_{f,d}$  = pilarikengän pohjalevyn ja jälkivalun välinen kitkakerroin = 0,20

$N_{c,Ed}$  = pilaria kuormittava minimilaskentanormaalivoima

Kun kitkakertoimen  $\mu$ -arvona käytetään 0,2:ta (hiekkasementilaasti), ei laastille tarvitse tehdä lisätestejä.

## 5. KÄYTTÖ

### 5.1 Käytön rajoitukset

Pilarikengien kestävyys on laskettu staattisille kuormille. Dynaamisille ja väsyttävälle kuormille on tapauskohtaisesti käytettävä suurempia kuorman osavarmuuskertoimia. Käyttölämpötilan alittaessa  $-20^{\circ}\text{C}$  on EN 10025-2 mukaan harkittava iskusitkeydeltään lujempien materiaalien käyttöä. Eurokoodien mukaan mitoitettaessa alin käyttölämpötila määritetään SFS-EN 1991-1-5:n ja sen kansallisen liitteen mukaan.

### 5.2 Suunnitteluohjeita

Pilarikengään liittyvän pultin korkeusaseman alusrakenteen pinnasta määrittää pilarikengän tyyppi ja saumavälun paksuus. Korkeusasemat on esitetty taulukossa 8.

## 5.2.1 Asennusaikainen tilanne

Pilarin katsotaan olevan asennusaikaisessa tilanteessa, kunnes liitoksen jälkivalut on tehty ja ne ovat saavuttaneet suunnitellun lujuuden.

Eurokoodien mukaan mitoitettaessa liitoksen asennusaikainen kestävyys tarkastetaan ETAG 001 liite C:n tai CEN:in teknisten spesifikaatioiden CEN/TS 1992-4-1 ja 1992-4-2 mukaan. Pulttiryhmän asennusaikaisen kestävyys voi tarkistaa Peikko Designer –mitoitushjelmalla.

Pelkästään pulttien varaan asennetun pilari-elementin pultit mitoitetaan tuulikuorman ja pysyvän kuorman (pilarin oma paino) aiheuttamille taivutukselle ja nurjahdukselle. Ellei pulttien kestävyys ole riittävä, valitaan suuremmat pultit tai lisätään liitoksessa olevien pulttien määrää tai tuetaan pilari asennusaikana. Mahdollisten konsolien aiheuttama tuulipinnan lisäys otetaan huomioon määrittäessä tuulikuormaa.

Liitosten sauma ja pulttien varauskolot valetaan umpeen mahdollisimman pian elementtien asennuksen jälkeen. Valun kovetuttua pilarin päälle voidaan asentaa yläpuoliset rakennusosat (esim. palkit).

## 5.2.2 Nimellinen betonipeite

Nimellinen betonipeite määritetään noudattaen standardin EN 1992-1-1 luvun 4 ohjeita.

Kun pilarikengät sijoitetaan pilarin kulmiin, on pilarikengän tankojen betonipeitteen paksuus PEC pilarikengillä 45-47 mm. Betonipeitettä voidaan kasvattaa siirtämällä pilarikenkiä sisäänpäin poikkileikkauksessa. Kenkiä vastaava pulttien sijainti ja korkeusasema on esitettävä perustuspiirustuksissa tai vastaavissa suunnitelmissa.

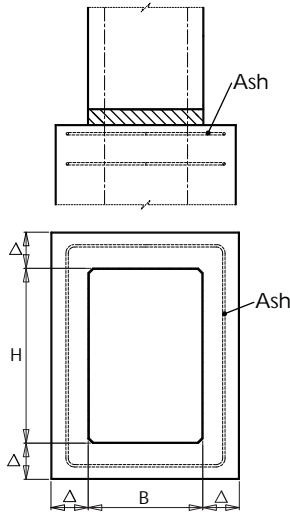
## 5.2.3 Pilarin alapään rauditus

Pilarin pääteräksien pituutta määrittäessä on otettava huomioon kotelon vaatima tila sekä raudituksen toleranssit.

Pilarin alapää rauditetaan kappaleiden 5.2.3.1 detaljien mukaisesti. Eurokoodi 2:n mukaan pilarikenkien tartuntojen jatkosalueella on käytettävä haoitusta.

## 5.2.4 Liittyminen perustuksiin ja pilarijatkos

Taulukko 4. Peruspilarin laajennus [mm] ja halkaisuraudoitukset.

	betoni (pilari)	betoni (perustus)	vetopuolen pultit myötäävät $a = \Delta$ [mm]	poikkileikkaus puristettu $a = \Delta$ [mm]	Vaadittu halkaisuraudoitus kahdelle leikkeelle Ash [mm <sup>2</sup> ]
	C30/37	C25/30	$a=0,06 \times H$	$a=0,10 \times H$	$B \times H / 933$
	C35/45	C25/30	$a=0,12 \times H$	$a=0,20 \times H$	$B \times H / 474$
	C40/50	C25/30	$a=0,18 \times H$	$a=0,30 \times H$	$B \times H / 320$
	C50/60	C35/45	$a=0,13 \times H$	$a=0,21 \times H$	$B \times H / 317$
	C60/75	C35/45	$a=0,22 \times H$	$a=0,36 \times H$	$B \times H / 193$

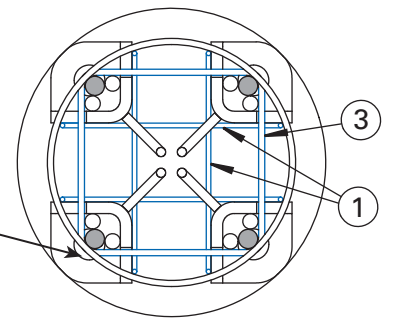
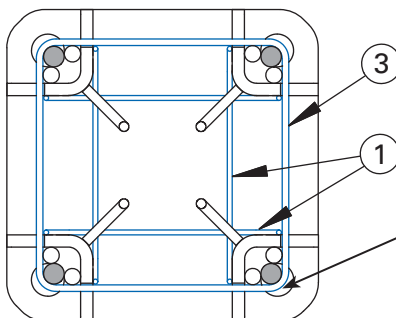
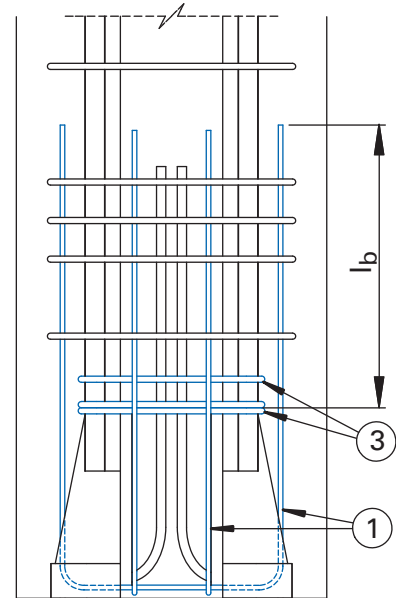
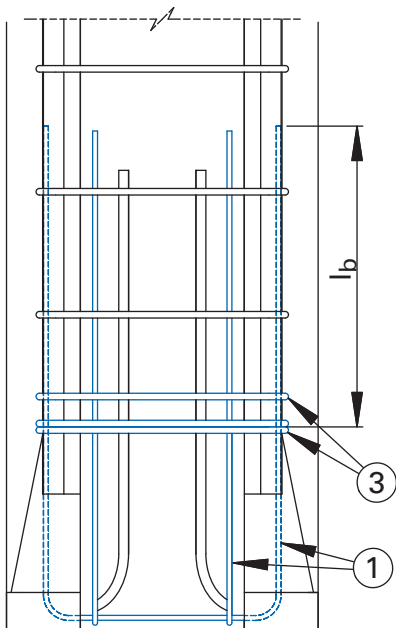
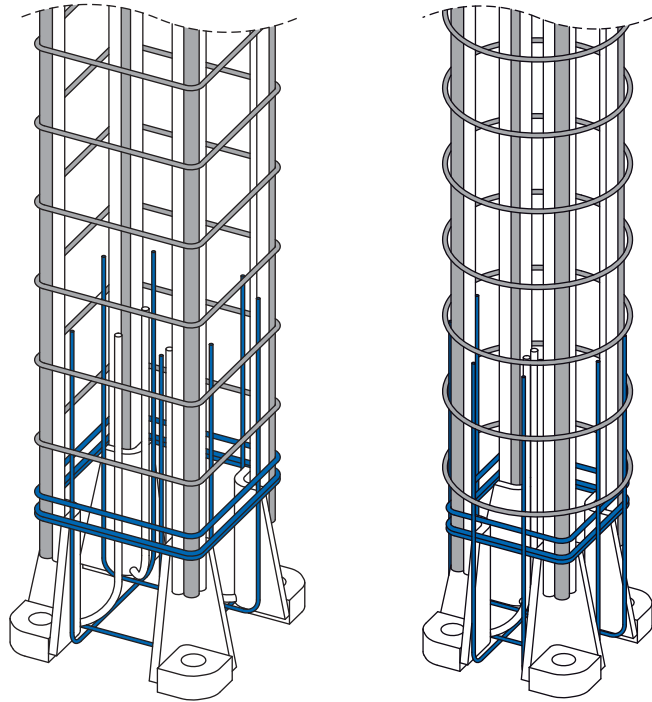
Pilarijatoksessa alapuolisen pilarin betoniluokan on oltava vähintään sama kuin ylemmässä pilarissa.

# PEC-PILARIKENGÄT

## 5.2.3.1 PEC-pilarikengän raudoitusdetaljit

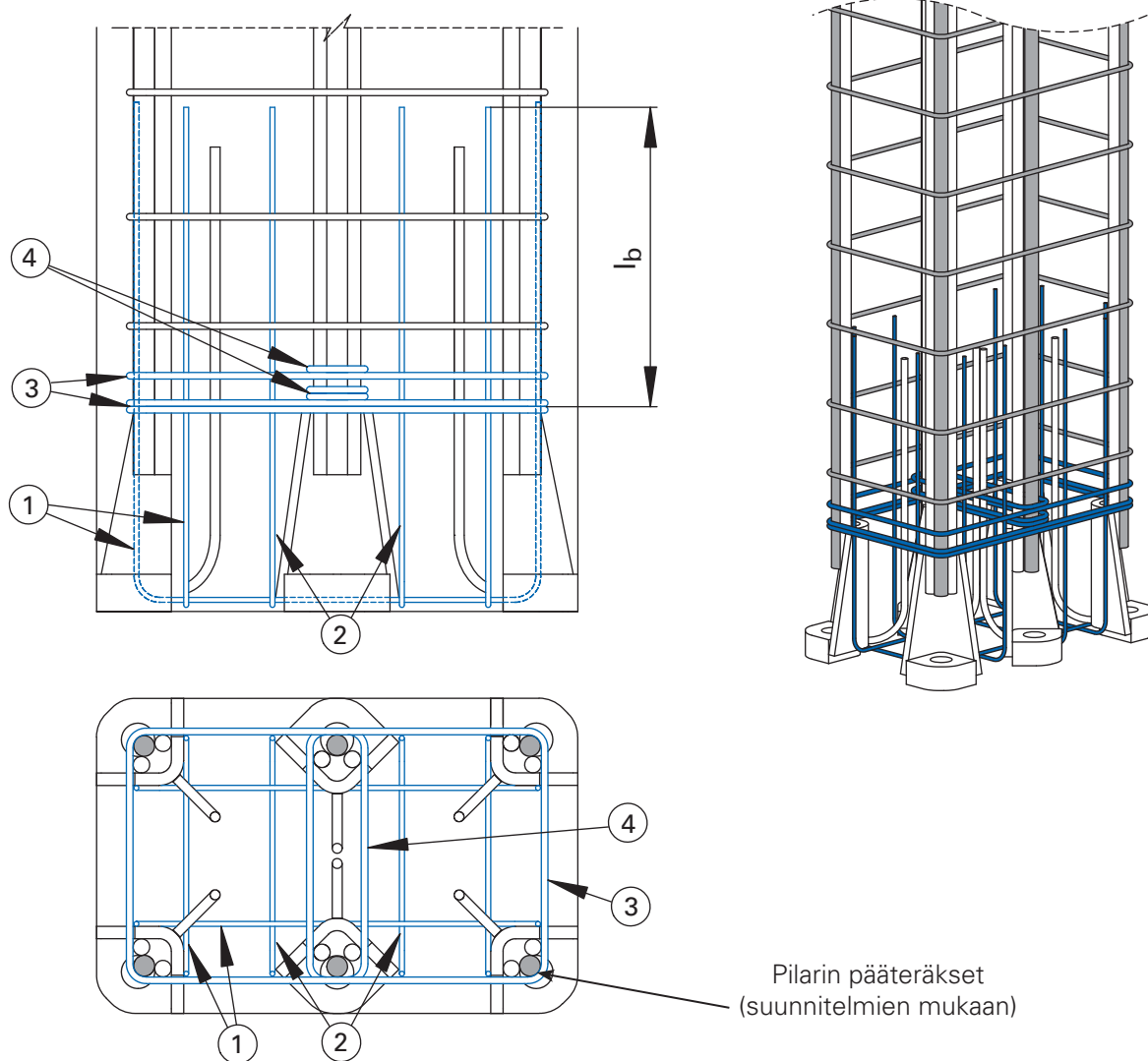
Kuvissa esitetty pilarikengätyyppi PEC 36.

Jatkosalueen hakaraudoitus tulee tehdä Eurokoodi 2:n kohtien 8.7.4 ja 9.5.3 mukaan. Hakojen jako  $k/k \leq 150$  mm PEC pilarikengillä.



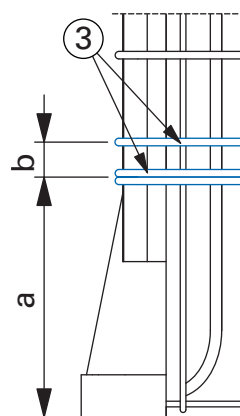
Pilarin pääteräket  
(suunnitelmien mukaan)





Taulukko 3. Pilarikengiin vaadittavat lisähaat (A500HW, B500B tai Bst500S) ja U-hakojen pilarikengän kylkilevyn ylittävän osuuden lb minimipituus [mm].

		PEC 24	PEC 30	PEC 36	PEC 39	PEC 45	PEC 52
U-lenkit	①	4 Ø 6	4 Ø 6	4 Ø 8	4 Ø 10	4 Ø 10	4 Ø 10
välilenkien U-lenkit / kenkäpari	②	2 Ø 6	2 Ø 6	2 Ø 8	2 Ø 10	2 Ø 10	2 Ø 10
haat	③	2+1 Ø 8	2+2 Ø 8	2+1 Ø 10	2+2 Ø 10	3+2 Ø 12	3+2 Ø 12
haat	④	2+1 Ø 8	2+2 Ø 8	2+1 Ø 10	2+2 Ø 10	3+2 Ø 12	3+2 Ø 12
a		225	280	330	375	415	460
b		40	40	40	50	55	55
lb		≥300	≥300	≥500	≥600	≥600	≥600

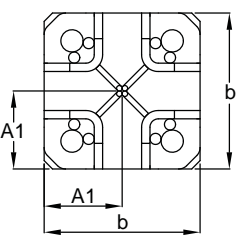


\*Mitta b on raudoitenipun tai yksittäisen tangon keskelle

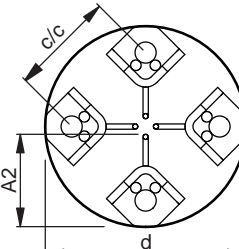
# PEC-PILARIKENGÄT

## 5.3 Minimi pilarikoot vakiokenkiä käytettäessä

Taulukko 9. Neliöpilarin mitat vakiokengillä [mm].

	PEC 24	PEC 30	PEC 36	PEC 39	PEC 45	PEC 52
						
A1	140	173	194	209	248	288
b <sub>min</sub>	280	350	390	420	500	580

Taulukko 10. Pyöreän pilarin mitat vakiokengillä [mm].

	PEC 24	PEC 30	PEC 36	PEC 39	PEC 45	PEC 52
						
A2	175	220	245	266	320	375
d <sub>min</sub>	350	440	490	540	640	750

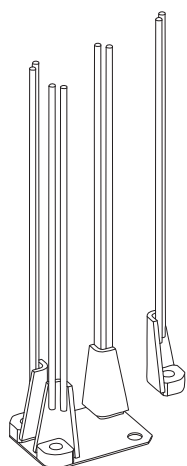
$$k/k = \frac{d - 2E}{\sqrt{2}} \quad (E \text{ taulukosta 1})$$

Pilarikengien sijoittamisessa pienempiin pilareihin neuvoo Peikon tekninen neuvonta. Peruspulttien minimi keskiöetäisyydet täydelle kapasiteetille löytyvät HPM ja PPM pulttien esitteestä.

## 5.4 Erikoispilarikengät

Erikoispilarikengkiä voidaan tarvita esim. pyöreissä pilareissa tai seinämäisten pilareiden keskikengkinä. Pilarikengkiä voidaan valmistaa myös yhteiselle pohjalevyille.

### 5.5.1 Pilarikengät yhtenäisellä pohjalevyllä



Yhtenäistä pohjalevyä käytetään, jos irtokengät ovat liian suuria pilarin poikkileikkaukseen tai levyä käytetään päätymuottina. Pohjalevy voidaan tehdä koko pilarin poikkileikkauksen kokoisena tai vain osalle siitä.

Kuva 2. Pilarikengät yhtenäisellä pohjalevyllä.

## 6. ASENTAMINEN

### 6.1 Pilarikengän asennustoleranssit muottiin asennettaessa

Toleranssi pohjalevyn suunnassa  $\pm 2 \text{ mm}$

### 6.2 Pilarikengien muottiin asennus

Pilarikengä sidotaan pilarin pääraudoitukseen ja kiinnitetään pohjalevystä kiinnitysruuvilla muotin päätylevyyn. Pilarikengkiin PEC 30-52 on saatavilla erilliset valukotelot, joiden avulla pilarikengät kiinnitetään muotin päätylevyyn.

Valukoteloita on kahta tyyppiä, kulmavalukotelot (CBOX), joita käytetään kulmissa sijaitsevilla pilarikengissä, ja keskivalukotelot (MBOX), joita käytetään pilarin sivulla olevissa pilarikengissä. Tunnistettavuuden vuoksi irtokoteloitten ja pilarikengien värit vastaavat toisiaan.

Kiinnitykseen käytetään M16 -ruuvia, johon liittyy pilarikengän pulttireiän kokoa vastaava holkki. Holkin

avulla kenkä voidaan keskittää automaattisesti päätymuottiin tehdyn reiän mukaisesti.

Tilaustunnus esim. PEC 36 pilarikengän kulmavalukotelolle: PEC 36 CBOX.

#### Tarkistuslista ennen pilarin valua:

- muotissa oikea kenkän koko ja -tyyppi
- pilarikengät kiinnitetty oikeaan kohtaan
- pilarikengien tartunnat sidottu pilarin pääraudoitukseen
- valukotelot paikoillaan ja tarvittaessa täytetty

#### Tarkistuslista pilarin valun jälkeen:

- pilarikengän sijainnissa ei ole muutoksia
- pilarikengä ei ole kiertynyt
- mahdolliset juotosputket ovat avoinna
- valukotelot ja mahdollinen sementtiliima poistettu
- Lisäksi noudatettava standardin betonirakenteiden toteutus SFS-EN 13670 ja kansallisen liitteen SFS 5975 ohjeita

## 6.3 Pilarin asennus

Pilarikengiin liittyvien ankkuripulttien alemmat mutterit ja aluslevyt säädetään oikeaan korkeusasemaan. Pilari asennetaan muttereiden ja aluslevyjen varaan tai käyttämällä pilarin alla asennuspaloja. Ylemmät mutterit kiristetään tiukasti kiinni esim. iskuklenkkiavaimella. Erityisiä kiristysmomentin arvoja ei vaadita pilarikengä – pulttiliitoksessa. Mutterien kiristämisen jälkeen nostoapuvälineet voidaan irrottaa pilarista. Asennus tulee suorittaa suunnittelijan laatiman asennussuunnitelman mukaan. Ohjeelliset muttereiden kiristysmomenttien arvot on esitetty seuraavassa taulukossa.

*Taulukko 7. Ohjeelliset muttereiden kiristysmomenttien arvot. Kiristys on tehtävä huolellisesti, jotta vältetään ylikiristäminen.*

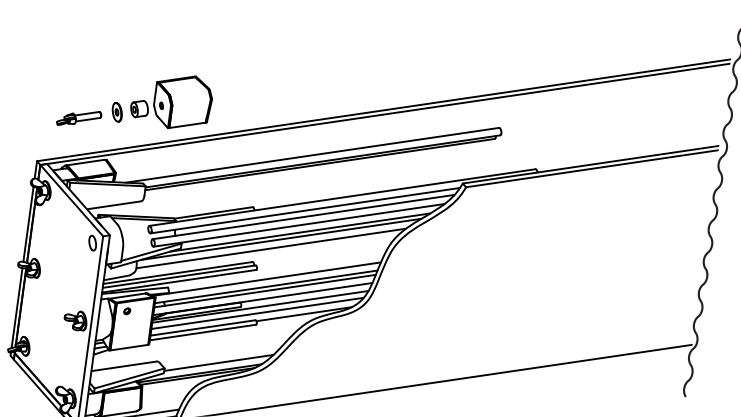
Pulttityyppi	$T_{\min}$	$T_{\max}$
	[Nm]	[Nm]
PPM 22	200	500
PPM 30	200	800
PPM 36	220	1400
PPM 39	220	1800
PPM 45	250	2800
PPM 52	300	4500

Asennusohjeita löytyy myös Peikon HPM ja PPM pultit käyttöohjeesta sekä Rakentajain kalenterista.

Pilarikengien mutterikotelot on mitoitettu DIN 7444 mukaisten iskuklenkkiavainten vaatiman avaintilan mukaan.

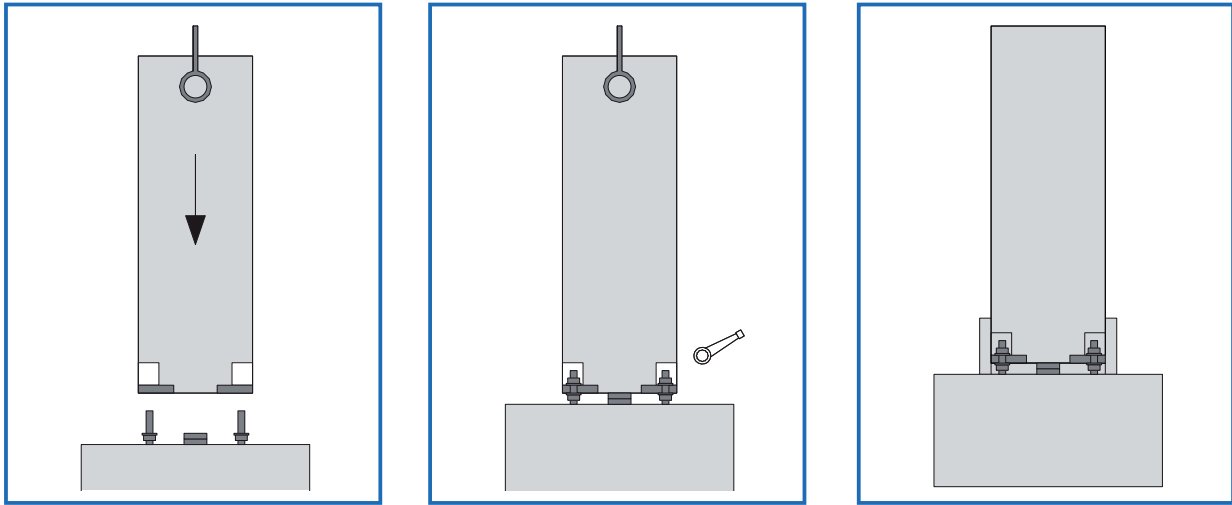
Kun pilari on asennettu oikeaan korkoon ja asentoon ja mutterit on kiristetty, suoritetaan juotosbetonointi noudattamalla juotosbetonin valmistajan ohjeita. Juotosbetonin on oltava kutistumatonta ja vastattava suunnitelmassa annettuja ohjeita. Juotosbetonin lujuuden on oltava vähintään vastaava, kuin elementtipilarin betonin mitoituslujuus. Sauma on valettava umpeen ja saumavalun on oltava kovettunut ennen yläpuolisten rakenteiden asentamista pilarin päälle ja mahdollisille konsoleille.

*Kuva 3. Pilarikengän muotin päätylevyyden asentamiseen käytettävä kulmavalukotelo, holkki ja kiinnitysruuvi.*



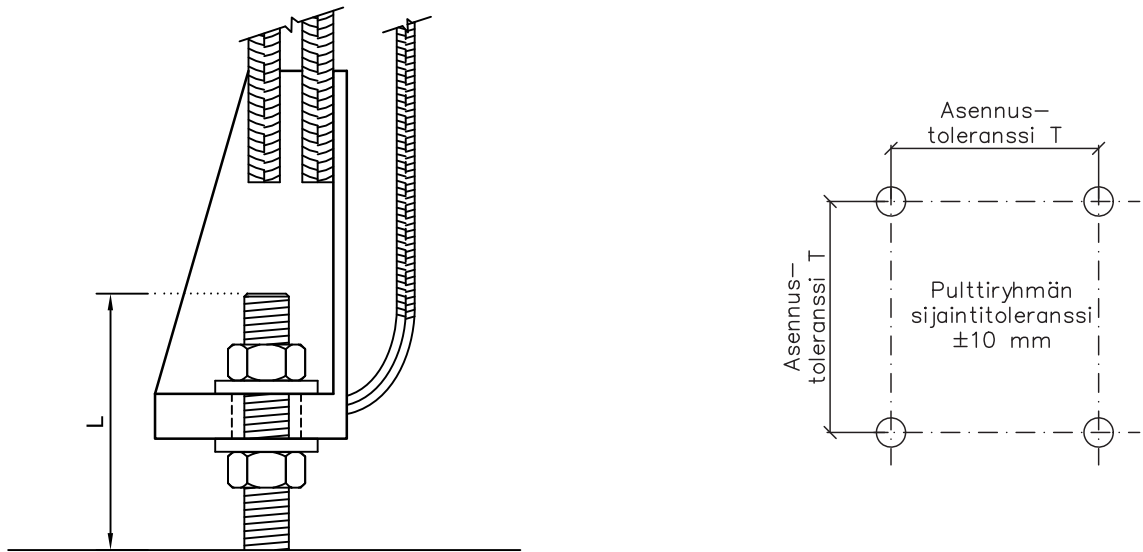
# PEC-PILARIKENGÄT

Kuva 4. Elementtipilarin asennusvaiheet. Vasemmalta oikealle: 1. pilarin nosto pulttien varaan 2. pilarin suoruuden säätö ja muttereiden kiristys 3. saumavalujen valaminen



Taulukko 8. Ankkuripultin asennustoleranssit ja korkeusasema [mm] valun pinnasta pilarikenkiä käytettäessä.

pilarikenkä	liittyvä pultti	alusvalun paksuus	pultin korko valun pinnasta L	pultin asennustoleranssi T
PEC 24	PPM 22	50	130	± 3
PEC 30	PPM 30	50	150	± 3
PEC 36	PPM 36	55	170	± 4
PEC 39	PPM 39	60	190	± 4
PEC 45	PPM 45	65	205	± 4
PEC 52	PPM 52	70	235	± 5



# 7. PILARILIITOKSEN KESTÄVYYDEN LASKENTA PEIKKO DESIGNER® -OHJELMALLA

Peikko Designer® on ohjelma pilariliitosten laskentaan. Ohjelmalla voidaan mitoittaa ja suunnitella elementtipilareiden liitoksia peruspilariin tai perustuksiin käyttäen Peikon pilarikenkiä ja peruspultteja. Liitokset voidaan suunnitella sekä RakMk B4:n että Eurokoodin 2 mukaan. Ohjelmasta voidaan tuoda piirustuksiin AutoCad –blokit, jotka sisältävät liitoksen geometrian, liitososat ja tarvittavat lisäraudoitukset. Ohjelma on ladattavissa Peikon verkkosivuilta osoitteesta [www.peikko.com](http://www.peikko.com). Ohjelman voi kopioida ja asentaa ilmaiseksi omaan käyttöön.

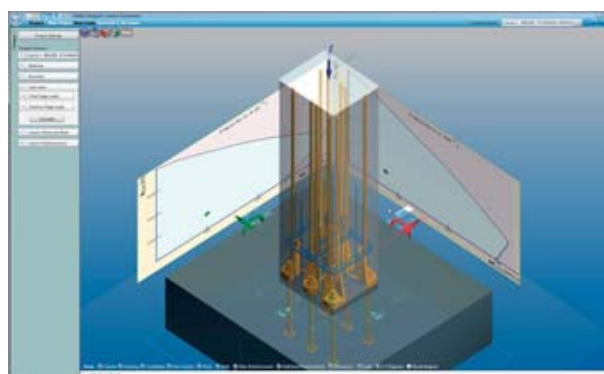
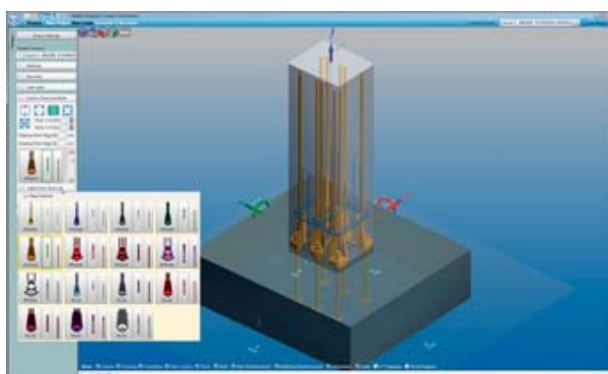
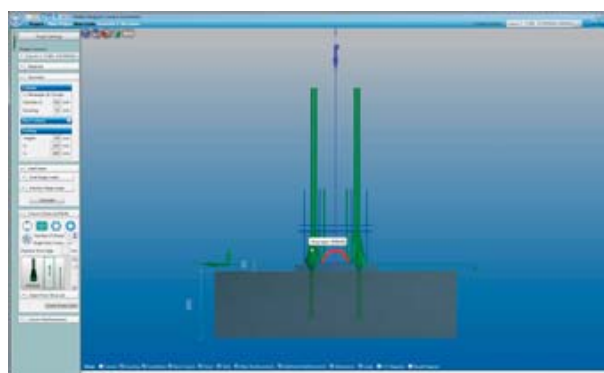
## 7.1 Ohjelman käyttöohje

1. Lasketaan ensin pilariliitokseen vaikuttavien voimien laskenta-arvot.  
 $N_d$  = normaalivoiman laskenta-arvo [kN]  
 $M_d$  = taivutusmomentin laskenta-arvo [kNm]  
 $V_d$  = leikkausvoiman laskenta-arvo [kN]  
 Taivutusmomentin laskenta-arvoon on lisättävä normaalivoiman epäkeskisyydestä aiheutuvat lisämomentit.
2. Valitaan projektissa käytettävät asetukset

3. Valitaan projektin pilarit ja tyyppi
4. Valitaan käytettävät materiaalit.
5. Valitaan poikkileikkausmuoto ja syötetään pilarin poikkileikkauksen, peruspilarin ja anturan mitat.
6. Syötetään liitoksen laskentavoimien arvot lopputilanteelle ja asennuksen aikaiselle tilanteelle. Useita kuormitustapauksia voidaan syöttää kerralla.
7. Valitaan halutut pilarikengät ja pultit
8. Syötetään pilarin raudoitustiedot
9. Lasketaan liitoksen kestävyys
10. Verrataan kuormituspisteen sijaintia kapasiteettikäyrään nähden. Pisteen jäädessä käyrän sisäpuolelle on liitoksen kestävyys riittävä. Kuormituspiste näkyy tällöin vihreällä värillä. Jos liitokseen vaikuttaa leikkausvoima, leikkauskestävyyden käyttöasteet löytyvät leikkauskapasiteetti välilehdeltä. Samoin asennusaikainen kestävyys löytyy omalta välilehdeltään.

Laskennan lähtötiedot, tulokset ja liitososaluettelot voidaan tulostaa. Lisätietoja ohjelmasta saa Peikon teknisestä neuvonnasta.

Kuva 5. Peikko Designer® -mitoitusohjelma.





Peikko Group • [www.peikko.com](http://www.peikko.com)