



RUNKOKIINNIKE RU M8

PURISTUSHYLSY PH M8

JULKISIVUKIINNIKKEET

**EUROKOODIEN MUKAINEN MITOITUS- JA KÄYTTÖOHJE
PERUSTUEN BETONIYHDISTYKSEN
KÄYTTÖSELOSTEESEEN BY 5B-EC2 NRO 72**



Sisällysluettelo:

	Sivu	
1	METALLIOSAN TOIMINTATAPA	1
2	METALLIOSAN RAKENNE JA MATERIAALIT	1
	2.1 Valmistustapa	1
3	METALLIOSAN VALMISTUSMERKINNÄT	2
4	METALLIOSAN KAPASITEETIT JA SALLITUT KUORMAT	2
	4.1 Sormat julkisivukiinnikkeiden ominaiskapasiteetit	2
	4.2 Sormat julkisivukiinnikkeiden suunnittelukuormat ja sallitut kuormitukset	2
5	METALLIOSAN KÄYTTÖ	3
	5.1 Käytön rajoitukset	3
	5.2 Metalliosan sijoittaminen	3
	5.3 Kiinnitysalustalle asetettavat vaatimukset	3
	5.4 Menetelmän pienimmät reuna- ja keskiöetäisyydet	3
6	KIINNIKKEEN PITUUDEN MÄÄRITTELY	4
	6.1 Runkokiinnike RU M8: Asennus 45° kulmaan	4
	6.2 Runkokiinnike RU M8 ja Puristushylsy PH M8	5
7	METALLIOSAN ASENNUS	6
	7.1 Runkokiinnike RU M8: Asennus 45° kulmaan	6
	7.2 Runkokiinnike RU M8: Kohtisuora asennus	7
	7.3 Runkokiinnike RU M8 ja Puristushylsy PH M8: Kohtisuora asennus	7
8	ASENNUKSEN VALVONTA	8
9	KIINNIKERASITUSTEN MÄÄRITTÄMINEN JA MENEKKITAUUKOT	8
	9.1 Kiinnikerasitukset Eurokoodien mukaan	8
	9.2 Runkokiinnike RU M8: Asennus 45° kulmaan	10
	9.3 Runkokiinnike RU M8: Kohtisuora asennus	11
	9.4 Runkokiinnike RU M8 ja Puristushylsy PH M8: Kohtisuora asennus	13
10	LASKENTAESIMERKIT	16
	10.1 Esimerkki 1: Ohutrappaus	16
	10.1.1 Laskennan lähdötiedot	16
	10.1.2 Kiinnikkeisiin kohdistuvat kuormitukset	17
	10.1.3 Ankkureiden rasitukset kiinnitystyypeittäin	19
	10.1.4 Kiinnikkeiden sijoittelu ja käyttöasteet kiinnitystyypeittäin	19
	10.2 Esimerkki 2: Paksurappaus	22
	10.2.1 Laskennan lähdötiedot	23
	10.2.2 Kiinnikkeisiin kohdistuvat kuormitukset	23
	10.2.3 Ankkureiden rasitukset kiinnityspisteittäin	24
	10.3 Huomioitavaa	27

1 METALLIOSAN TOIMINTATAPA

Runkokiinnike RU M8 on ns. poikittain laajeneva kiinnike. Laajeneminen saadaan aikaan kiertämällä vetotankoa erikoistyökalulla kiristysrenkaan estäessä vetotankoa kiertymästä ankkurin sisään. Tällöin ankkurissa oleva kartiomainen kierreosa tunkeutuu ankkuriosan sisään saaden aikaan laajentumisen ja ankkuriosan lukittumisen alustaan. Kuormat siirretään kiinnitysalustaan vetotangon, aluslevyn ja mutterikiinnitysten avulla.

PH M8 -puristushylsyn toiminta on kaksivaiheinen. Ankkuri koostuu sisempänä ankkurointiosana toimivasta runkokiinnikkeestä sekä ankkurirunkoon liitettävistä, tukihylsyn korvaavista lisäosista. Erillisiä asennustyökaluja käyttämällä lisäosien vastakartiokappale laajenee lukittuen kiinni porareian seinämään. Ulkopuoliseen tanko-osaan voidaan puristushylsyn asentamisen jälkeen tehdä mutterin ja aluslevyn avulla esim. verhoukorkjauksessa tarvittavia kiinnityksiä.

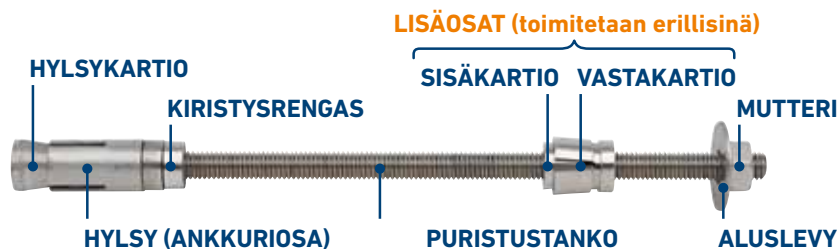
2 METALLIOSAN RAKENNE JA MATERIAALIT

Ankkureiden kierretankojen pituudet määritellään tapauskohtaisesti tilauksen mukaan.

RUNKOKIINNIKE RU M8



PURISTUSHYLSY PH M8 (= RUNKOKIINNIKE M8 + LISÄOSAT)



MATERIAALIT:

Runkokiinnike RU M8 ja puristushylsy PH M8 ovat materiaaliltaan teräksien osalta vähintään ruostumatonta A2-mukaista terästä. Tukihylsy on muovimateriaalista (PA6) ruiskupuristamalla valmistettu tuote.

2.1 Valmistustapa

Ankkurin hylsy-, sisä-, ja vastakartio valmistetaan sorvaamalla, ankkuriosan hylsy puristamalla. Tanko-osan kierre saadaan aikaan rullamuovaamalla. Tanko-osaan kiinnitetty kiristysrenkas lukitaan paikoilleen neljältä suunnalta puristamalla.

3 METALLIOSAN VALMISTUSMERKINNÄT

Ankkuri on tunnistettavissa ankkurointiosaan stanssatusta valmistajan merkistä.

4 METALLIOSIEN KAPASITEETIT JA SALLITUT KUORMITUKSET

Ankkureiden kapasiteetit on määritetty **Betoniyhdistyksen varmennetussa käyttöselosteessa BY 5 B nro 391**. Annetut kapasiteetit koskevat ainoastaan staattisia kuormituksia sisältäviä ankkurin normaaleissa käyttöolosuhteissa vallitsevia mitoitustilanteita.

Kiinnike tulee mitoittaa siten, ettei siihen kohdistuva kuormituksen mitoitusarvo ylitä kiinnikkeen ominaiskapasiteetin perusteella määritettyä suunnittelukuormaa (=laskentakapasiteettia).

4.1 **SORMAT -julkisivukiinnikkeiden ominaiskapasiteetit**

SORMAT -julkisivukiinnikkeiden ominaiskapasiteetit, F_{tk} (1 kN = 100 kg), kiinniketyypeittäin, asennussyvyyksittäin ja asennuskulmittain lujuusluokan C16/20 ja C20/25 betonille:

Taulukko 1 Sormat - julkisivukiinnikkeiden ominaisvetokapasiteetit.

KIINNIKE	ASENNUSSYVYYS [mm]	ANKKURIN JA LAATAN VÄLINEN KULMA	OMINAISVETOKAPASITEETTI F_{tk} [kN]	BETONIN LUJUUS [MPa]
Runkokiinnike M8	40	90°	5,4	C16/20
Runkokiinnike M8	60	90°	7,2	
Runkokiinnike M8	80	45°	8,1	
Puristushylsy M8 (ulkokuoren kiinnitin)	35	90°	10,5	C20/25

4.2 **SORMAT -julkisivukiinnikkeiden suunnittelukuormat ja sallitut kuormitukset**

Kiinnikkeiden suunnittelukuorman (=laskentakapasiteetin) määrittämisperusteena käytetään kiinnikkeiden ominaisvetokapasiteettia (kts. kohta 4.1). Mitoituksessa käytettävä arvo riippuu asennussyvyyden ja kiinnityskulman lisäksi myös alustan ominaisuuksista sekä kuormituksen kestosta. Suunnittelukuorma määritetään seuraavasti:

$$F_{td} = K_1 \times F_{tk} / 2,5$$

- F_{td} = kiinnikkeen suunnittelukuorma (=laskentakapasiteetti)
 F_{tk} = kiinnikkeen ominaisvetokapasiteetti
 K_1 = kuormituksen aikavaikutuskerroin
= 1,0 kun kuormitus on tilapäinen, 3 kk tai alle
= 0,8 kun kuormitus on pysyvä, yli 3 kk (puristushylsille 0,7)

Sormat -julkisivukiinnikkeiden suunnittelukuormat ja sallitut kuormitukset kiinniketyypeittäin ja asennussyvyksittäin lujuusluokan C16/20 ja C20/25 betonille tilanteessa, jossa kiinnitys on pysyvä (yli 3 kk) eikä kiinnitysalustan betonissa esiinny halkeamia käyttörajan mukaisilla kuormilla. Sallittuja kuormituksia määritettäessä kuormituksen osavarmuuskerroin riippuu kuormituksen tyypistä ja sille käytetään tässä laskentaohjeessa arvoa 1,4.

Taulukko 2 SORMAT -julkisivukiinnikkeiden suunnittelukuormat ja sallitut kuormitukset, kun kiinnitys on pysyvä ja alustassa ei esiinny halkeamia.

KIINNIKE	ASENNUSSYVYYS [mm]	ANKKURIN JA LAATAN VÄLINEN KULMA	SUUNNITTELU-KUORMA [kN]	SALLITTU KUORMITUS [kN]
Runkokiinnike M8	40	90°	1,7	1,2
Runkokiinnike M8	60	90°	2,3	1,6
Runkokiinnike M8	80	45°	2,6	1,9
Puristushylsy M8 (ulkokuoren kiinnitin)	35	90°	2,9	2,1

5 METALLIOSAN KÄYTTÖ

5.1 Käytön rajoitukset

Kuormituksia siirtävien kiinnikkeiden vähimmäismääränä on 1 kiinnike / 3 m² kuitenkin siten, että käytetään vähintään kahta kiinnikettä rakenneosaa kohden (seinässä olevat aukot lasketaan kiinnitysalaan mukaan). Yhden kiinnikkeen murtuessa rakenneosa tai laite ei saa irrota, jolloin muille kiinnikkeille tuleva kuormitus ei saa ylittää kiinnikkeen kaksinkertaista suunnittelukuormaa.

5.2 Metalliosan sijoittaminen

Asennuksissa tulee ottaa huomioon, ettei kiinnike ole kosketuksessa kiinnitysalustassa olevaan toimivaan raudoitukseen.

5.3 Kiinnitysalustalle asetettavat vaatimukset

Sormat -julkisivukiinnikkeitä tulee käyttää käyttöselosteen mukaisesti betonissa, jonka runkoaineena on luonnonkiveä. Kiinnitysalustan lujuus tutkitaan joko koekappalein tai suorittamalla kohteessa koevetoja kiinnikkeiden todellisen kapasiteetin määrittämiseksi.

5.4 Menetelmän pienimmät reuna- ja keskiöetäisyydet

Käytettäessä kohdan 4.2 mukaisia kapasiteetteja tulee kiinnikkeiden reunaetäisyyden sekä kahden kiinnityspisteen välinen etäisyys olla ≥ 250 mm. Kiinnikkeiden asemoinnissa on huomioitava ankkuriosien ja puristushylsyn lisäosien sijainnit sekä ulko- että sisäkuoren alueella.

6 KIINNIKKEEN PITUUDEN MÄÄRITTELY

Kiinnikkeen pituus määritetään koeporauksen avulla. Porauksen avulla selvitetään ulkokuoren ja vanhan eristekerroksen paksuus. Lisäksi huomioidaan sisäkuoreen tarvittava asennussyvyys, sekä ulkopuolisten asennusten vaatima kiinnikkeen pituus. Ankkurirungon kokonaispituuden määrittämistä on käsitelty kohdissa 6.1 ja 6.2.

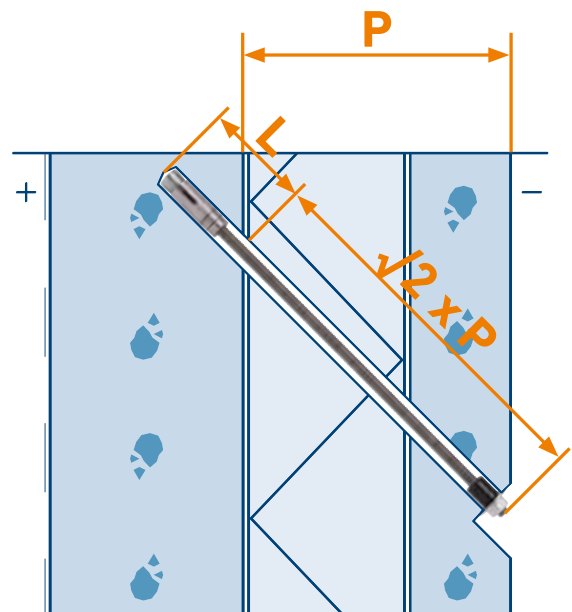
6.1 Runkokiinnike RU M8: asennus 45° kulmaan

VETOTANGON PITUUDEN MÄÄRITYS:

Jos kiinnityspintaan ei tehdä upotusta, on käytettävä apukulmaa (esim. kulmateräksen kappale), jotta vetotangon rasitus kohdistuu kohtisuoraan tasopintaa vasten. Ylipitkät vetotangot voidaan lyhentää asennuksen jälkeen oikeaan mittaan kulmahiomakoneella.

Taulukko 3 Kulmaan (45°) asennettavan runkokiinnikkeen pituuden määrittäminen.

KOEPORAUSMATKA P [mm]	MITTA L [mm]	VETOTANGON PITUUS [mm] ($\sqrt{2} \times P + L$)
105	80	230
110	80	235
115	80	245
120	80	250
125	80	260
130	80	265
135	80	270
140	80	280
145	80	285
150	80	290
155	80	300
160	80	305
165	80	310
170	80	320
175	80	325
180	80	330
185	80	340
190	80	350
195	80	360
200	80	370
205	80	375



6.2 Runkokiinnike RU M8 ja Puristushylsy PH M8

PITUUDEN MÄÄRITYS:

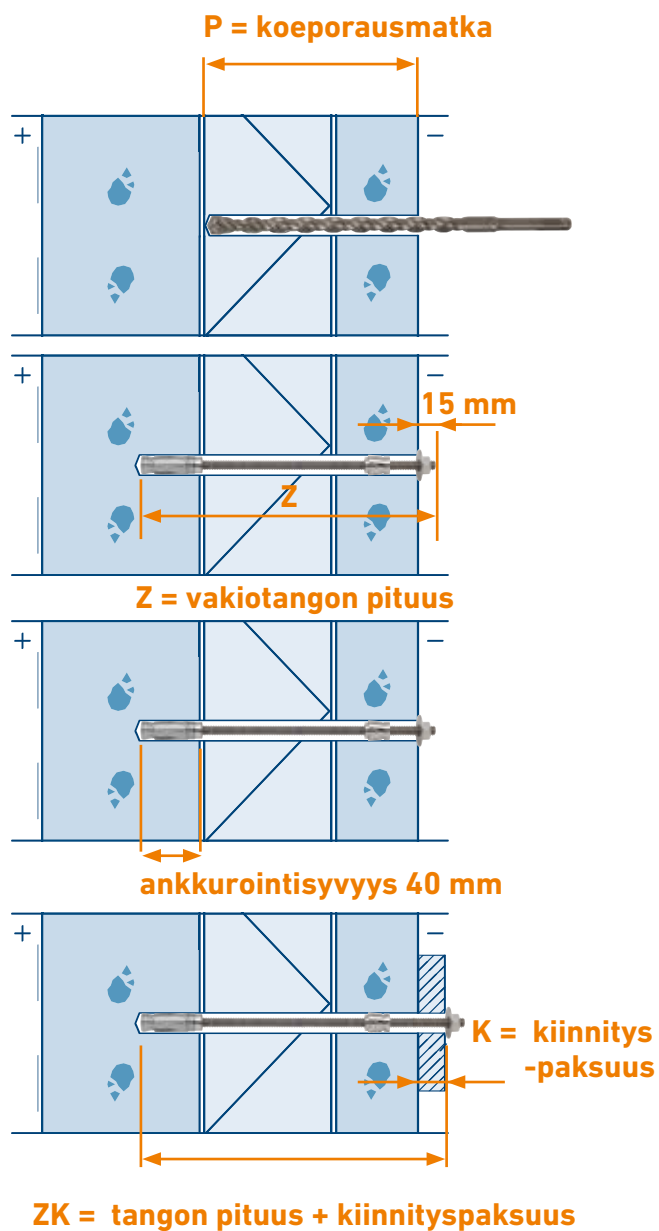
Runkokiinnikettä RU M8 tilattaessa on tiedettävä **koeporausmatka P** sekä **mahdollisten lisärakenteiden vaatima kiinnityspaksuus K**.

Puristushylsy PH M8 = Runkokiinnike RU M8 + lisäosat:

Koeporausmatka on asennuskohteessa suoritettu poraus ulkokuoren ja eristeen läpi ulkokuoren ulkopinnasta sisäkuoren pintaan. Runkokiinnikkeen RU M8 tangon pituus valitaan koeporausmatkan mukaan.

Taulukko 4 Vaakasuoraan asennettavan runkokiinnikkeen pituuden määrittäminen.

KOEPORAUSMATKA P [mm]	ANKKUROINTI-SYVYYS [mm]	VAKIOTANGON PITUUS Z [mm]
105	40	160
110	40	165
115	40	170
120	40	175
125	40	180
130	40	185
135	40	190
140	40	195
145	40	200
150	40	205
155	40	210
160	40	215
165	40	220
170	40	225
175	40	230
180	40	235
185	40	240
190	40	245
195	40	250
200	40	255
205	40	260



7 METALLIOSAN ASENNUS

LAITTEET JA TARVIKKEET:

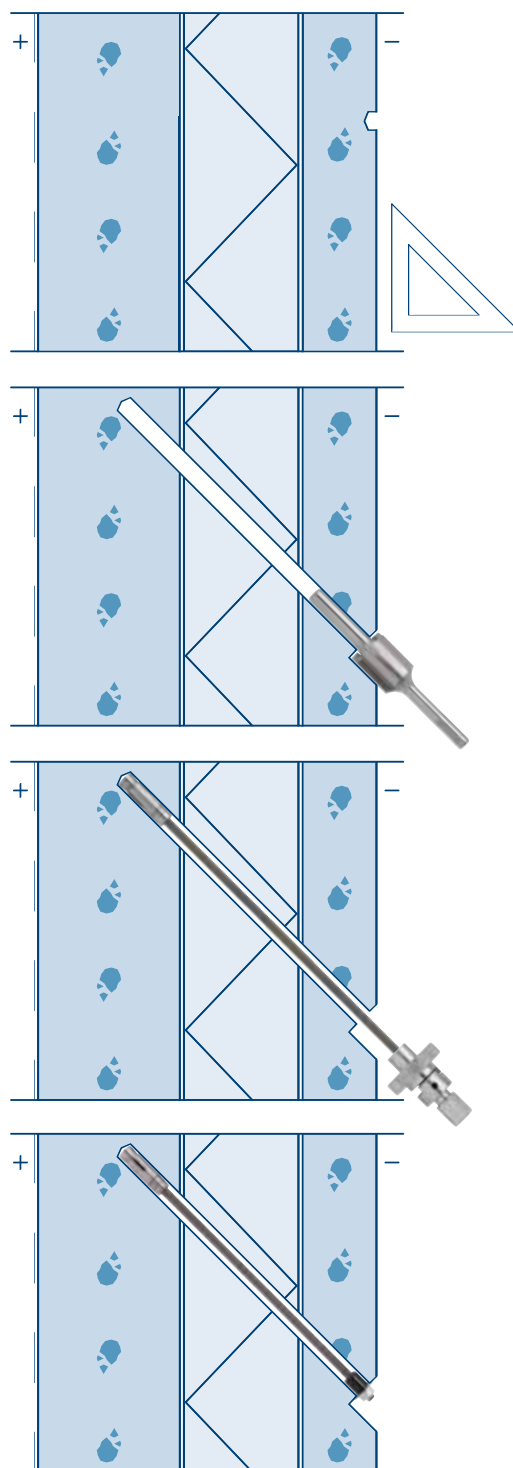
Sormat -julkisivukiinnikkeiden asennuksessa tarvittavan reiän tekemisessä tulee käyttää iskumekanismilla varustettua porakonetta, jossa on kovametallikärkinen terä.

Asennuksessa käytettävät tarvikkeet:

- RUNKOKIINNIKE RU M8: upotusterä 45° upotusporauksen tekemiseen aluslevy varten, kiristystyökalu M8 ja momenttiavain vaaran kiristämiseksi oikeaan momenttiin
- PURISTUSHYLSY PH M8: puristushylsyn asennukseen rajoittimella varustettu asennusputki sekä lyöntituurna

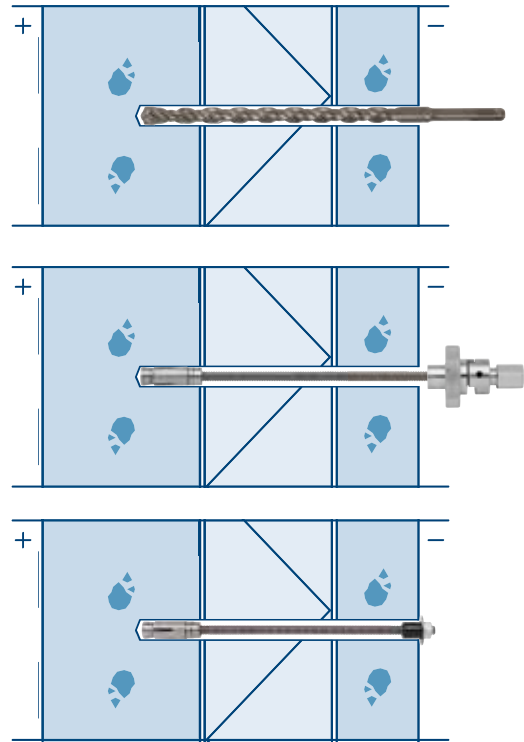
7.1 Runkokiinnike RU M8: asennus 45° kulmaan

- 1 Aloita poraus poraamalla n. 10 mm syvä aloitus ulkokuoreen.
- 2 Pora \varnothing 14 mm:n reikä 45° kulmassa ulkokuoren läpi, sopivan apukulman avulla.
- 3 Varmista oikea kulma.
- 4 Poran kohdatessa sisäkuoren pinnan säädä syvyys-rajoitin siten, että sisäkuoren poraussyvydeksi tulee vähintään 80 mm.
- 5 Suorita ulkokuoren reiän tasoitus upotusterällä vain niin syväälle, että pintaan syntyy ehjä \varnothing 30 mm:n kokoinen tasopinta.
- 6 Puhdista reikä.
- 7 Asenna ankkurivaarna kiristystyökaluun.
- 8 Pujota kiinnike oikeassa kulmassa rakenteeseen siten, että ankkuriosa menee sisäkuoressa olevan reiän pohjaan.
- 9 Kiristä kiinnike 25 Nm:n kireyteen ja poista kiristystyökalu.
- 10 Asenna tukihylsy, aluslevy ja mutteri.
- 11 Kiristä mutteri 7 Nm:n momenttiin.



7.2 Runkokiinnike RU M8: kohtisuora asennus

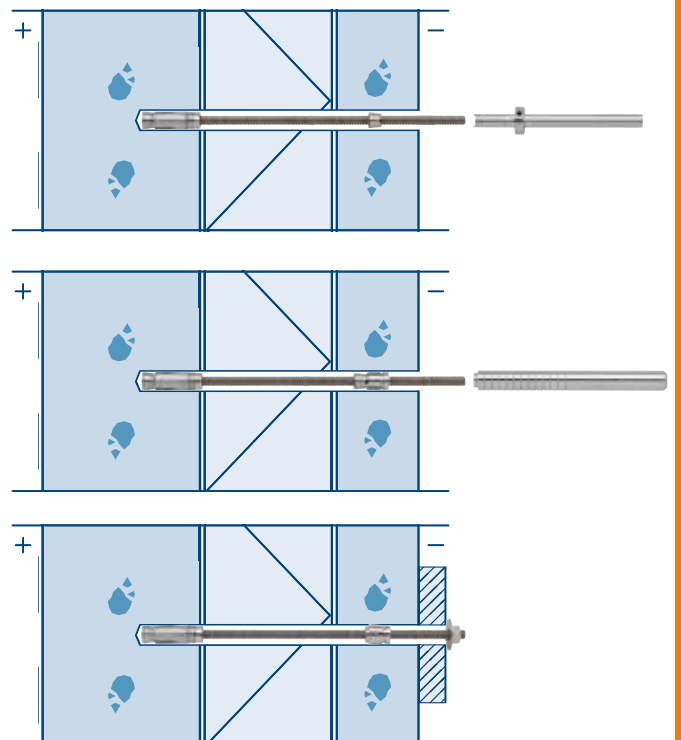
- 1 Poraamalla ulkokuoren läpi \varnothing 14 mm reikä.
- 2 Jatka porausta sisäkuoreen 40 mm:n matka tai syvempään (riippuen kapasiteettitarpeesta).
- 3 Käytä porausryvytyksen varmistamisessa syvyyssrajoitinta.
- 4 Puhdista reikä.
- 5 Asenna ankkurivaarna kiristystyökaluun.
- 6 Pujota ankkuri porattuun reikään ja lyö kevyesti vasaralla ankkuriosa porareian pohjaan.
- 7 Kiristä ankkuri momenttiavaimella 20 Nm:n momenttiin.
- 8 Poista kiristystyökalu ja asenna tukihylsy sekä mahdolliset muut kiinnitettävät tarvikkeet.
- 9 Kiristä asennuslevyllä ja mutterilla 7 Nm:n momenttiin.



7.3 Runkokiinnike RU M8 ja Puristushylsy PH M8: kohtisuora asennus

Runkokiinnike RU M8 asennetaan kohdan 7.2. mukaisesti vähintään 40 mm:n asennussyvyyteen. Lisäosien (puristushylsyn) asentaminen:

- 1 Aseta asennusputken rajoitin 35 mm:n syvyyteen.
- 2 Kierrä sisäkartiota asennusputkella runkokiinnikkeeseen, kunnes rajoitin osuu pintaa vasten.
- 3 Rajoittimella varmistetaan kiinnitysoien optimaalinen asennussyvyys.
- 4 Puristushylsyn ulkokuoren vastakartio kiristyy ulkokuoreen M8 lyöntityökalun avulla.
- 5 Kiristä puristushylsyn vastakartio ulkokuoreen lyöntityökalun avulla lyömällä vastakartiokappale lyöntityökalussa olevan yhden viivavälin matkan vastakartion päälle. Kartion laajeneminen lukitsee kiinnikeosat betoniin.
- 6 Asenna kiinnitettävät tarvikkeet aluslevyn ja mutterin avulla. Kiristä liitos 7 Nm:n momenttiin.



8 ASENNUKSEN VALVONTA

METALLIOSAN ASENNUKSEN VALVONTAOHJE:

Työmaalla on valvottava, että asennuksissa käytetään suunnitelmien mukaisia kiinnikkeitä, ja että ne asennetaan tämän käyttöohjeen mukaisesti. Jos kiinnike vahingoittuu asennuksessa, ei sitä tule käsitellä rakenteellisena kiinnikkeenä. Tarvittaessa voidaan työmaalla tehdä vetokokeita. Kokeissa kiinnikkeen tulee kestää kaksinkertainen laskentakapasiteetin suuruinen kuorma ilman näkyvää liukumaa tai betonin vaurioitumista. Suositus työmaalla tehtäville vetokokeille on, että joka 50:s ankkuri koevedetään. Lopullisten koevetojen määrän määrittää tapauskohtaisesti kohteen suunnittelija.

9 KIINNIKERASITUSTEN MÄÄRITTÄMINEN JA MENEKKITAUUKOT

Tässä suunnitteluohjeessa kiinnikerasitukset määritetään Eurokoodien suunnitteluperusteita ja kuormituksia koskevien standardien sekä näitä koskevien kansallisten liitteiden periaatteiden mukaisesti. Rajatilamitoituksen kuormitusyhdistelmistä esitellään kiinnikemitoituksen kannalta olennaiset kuormitusyhdistelmät huomioimalla ainoastaan rakenteen normaalikäytössä vallitsevat mitoitustilanteet.

Menekkitaulukoissa tarvittavia kiinnikemääriä arvioidaan kiinniketyyppikohtaisesti eri kuormitusolosuhteissa.

9.1 Kiinnikerasitukset Eurokoodien mukaan

Rasitusten selvittämiseksi kiinnikkeen käyttöolosuhteissa vallitsevien kuormitusten yhteisvaikutusta on arvioitava kuormitusyhdistelmillä, joiden avulla otetaan huomioon kaikki rakenteen käytön aikana esiintyvät mitoitustilanteet. Rakenneosan toimintaa arvioidaan yleensä sekä käyttö- että murtorajatilassa, joihin sisällytetään pysyvien kuormien (G_k) sekä vaikuttavien muuttuvien kuormien (Q_k) osuudet kerrottuna kuormitusten ominaisarvot yhdistelmän mukaisilla osavarmuuskertoimilla.

Julkisivukiinnitysten kohdalla muuttuvaa kuormitusta edustaa normaalitapauksissa tuulikuormitus (sekä imu- että painevaikutus). Pysyvät kuormitukset koostuvat kiinnitettävien vanhojen rakenteiden sekä mahdollisten lisärakenteiden painoista. Raudoitetulle betonille voidaan laskennassa käyttää tilavuuspainoa 25 kN/m^3 ($= 2500 \text{ kg/m}^3$), muiden materiaalien ja järjestelmien kuormitustiedot saadaan tapauskohtaisesti eri tuotetoimittajilta.

Rakenteiden kestävytyteen liittyvän murtorajatilassa (STR) mukaiset osavarmuuskertoimet ovat esitettyinä taulukossa 5.

Taulukko 5 Murto-rajatilan osavarmuuskertoimet Eurokoodien mukaan.

NORMAALISTI VALLITSEVA MITOITUSTILANNE	PYSYVÄT KUORMAT		MÄÄRÄÄVÄ MUUTTUVA KUORMA	MUUT SAMANAIKAISET MUUTTUVA KUORMAT
	Epäedullinen	Edullinen		
yht. 6.10a	$1,35 K_{FI}$	0,9	-	-
yht. 6.10b	$1,15 K_{FI}$	0,9	$1,5 K_{FI}$	$1,5 K_{FI} \Psi_{0,i}$

Kuormien laskenta-arvona käytetään epäedullisemman vaikutuksen antamaa vaihtoehtoa edellä esitettyjen mitoituslausekkeiden (yht. 6.10a ja 6.10b) välillä. Jokainen muuttuva kuorma valitaan vuorollaan määrääväksi, olloin yhdistelmässä vaikuttavia muita muuttuvia kuormia kerrotaan yhdistelykertoimella (Ψ_0). Seuraamus- ja luotettavuusluokista riippuvalle kertoimelle K_{Fi} voidaan normaalitapauksissa valita arvo 1,0.

Julkisivujen tapauksessa muuttuvat kuormat rajoittuvat tavallisesti tuulikuormitukseen ($Q_{k,1}$), jolloin murtorajatilan mukainen kuormituksen laskenta-arvo yksinkertaistuu muotoon:

$$\left. \begin{matrix} 1,15 \\ 0,9 \end{matrix} \right\} \sum_{j \geq 1} G_{k,j} + 1,5Q_{k,1} \quad (\text{Kaava 1})$$

Laskenta-arvo on kuitenkin aina vähintään

$$\left. \begin{matrix} 1,35 \\ 0,9 \end{matrix} \right\} \sum_{j \geq 1} G_{k,j}, \quad (\text{Kaava 2})$$

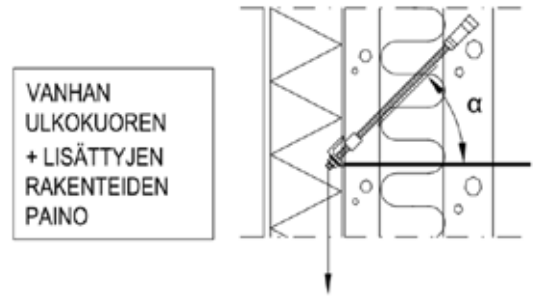
jossa mitoitusarvo tarkastetaan pelkästään pysyville kuormituksille. Aaltosulkeiden vaihtoehtoisista osavarmuusluvusta valitaan suurempi pysyvän kuorman vaikutuksen ollessa kiinnikkeen kannalta epäedullinen ja pienempi vaikutuksen ollessa edullinen.

Sallittuja kuormituksia määritettäessä käytetään käyttörajatilan mukaista ominaisyhdistelmää, jossa kuormien osavarmuuskertoimet asetetaan sekä pysyville että muuttuville kuormituksille arvoon 1,0. Murtorajatilan tapaan yksinkertaistettu kuormitusyhdistelmä käyttörajatilassa on kaavan 3 mukainen:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + Q_{k,1} \quad (\text{Kaava 3})$$

9.2 Runkokiinnike RU M8: asennus 45° kulmaan

Vinoon asennettavan runkokiinnikkeen tehtävänä on siirtää ulkokuoreen kohdistuvat pystykuormitukset rakenteen sisäkuorelle. Kiinnitystapaa käytetään, kun vanhan rakenteen kantavuutta on syytä epäillä tai seinärakenteeseen tehdään korjauksia, jotka lisäävät vanhalle kiinnitysjärjestelmälle kohdistuvia rasituksia.



Kulmaan tehtävissä asennuksissa ankkurirungon pystysuuntaisesta kuormittamisesta seuraa aina myös vaakasuuntaan vaikuttava voimakomponentti. Syntyvien puristusvoimien vastaanottamiseksi on tarvittaessa käytettävä puristusankkureita vanhan rakenteen kunnosta riippuen.

Kiinnikkeen kannalta mitoittava kuormitusyhdistelmä valitaan kaavan 2 (kts. 9.1) mukaan käyttämällä pysyvälle kuormalle epäedullisen vaikutuksen antavaa kerrointa 1,35, sillä pystysuunnassa ei tavallisesti vaikuta muuttuvia kuormituksia.

MENEKKITÄULUKON LASKENTAOLETUKSET:

- Betonin lujuusluokka $\geq C16/20$
- Pysyvä asennus > 3 kk
- Asennuskulma on vakio 45° , jolloin ankkurirungon suuntainen voimakomponentti saadaan käyttämällä kuormitukselle kerrointa $\sqrt{2}$.

LASKENTAKAAVA:

$$n_1 = (1,35 \times \sqrt{2} \times G_1) / F_{td}$$

n_1 = Ankkureiden lukumäärä neliömetrille [kpl / m²]

G_1 = Sandwich-elementin ulkokuoren ja kuoreen kiinnitettävien rakenteiden paino [kN / m²]

F_{td} = Ankkurin asennussyvydestä riippuva suunnittelukuorma [kN] (kts. taulukko 2)

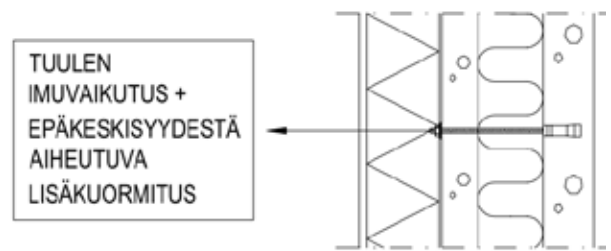
Taulukko 6 Kulmaan asennettavan runkokiinnikkeen menekkitaulukko.

G = ULKOKUOREN PAINO [kN / m ²]	ANKKUROINTISYVYYS > 80 mm, asennus 45° kulmassa F _{td} = 2,6 kN [kpl / m ²]
0,10	0,33*
0,20	0,33*
0,30	0,33*
0,40	0,33*
0,50	0,37
0,75	0,55
1,00	0,73
1,25	0,92
1,50	1,10
1,75	1,29
2,00	1,47
2,25	1,65
2,50	1,84
2,75	2,02
3,00	2,20

* Kiinnikkeiden menekki minimimäärän
(1 kiinnike / 3 m²) mukaan.

9.3 Runkokiinnike M8: kohtisuora asennus

Kohtisuoraan asennettava runkokiinnike toimii tuulen imuvaikutusta sekä mahdollisia muita julkisivusta ulospäin vaikuttavia vaakasuuntaisia rasituksia vastaan. Tätä ankkurointitapaa käytetään tavallisesti yhdessä kulmaan asennettavan runkokiinnikkeen kanssa tilanteessa, jossa vanhan rakenteen voidaan olettaa toimivan puristusrasituksia vastaan (ei tarvetta erilliselle puristusankkuroinnille).



Kiinnikkeen kannalta mitoittava kuormitusyhdistelmä valitaan kaavan 1 (kts. 9.1) mukaan käyttämällä pysyväle kuormalle edullisen vaikutuksen antavaa kerrointa 0,90 (pysyvien rakenteiden painolla stabiloiva vaikutus) ja muuttuvalle kuormalle 1,50.

MENEKKITÄULUKON LASKENTAOLETUKSET:

- Betonin lujuusluokka $\geq C16/20$
- Pysyvä asennus > 3 kk
- Vanha rakenne ei toimi vetorasitusta vastaan (kuormitukset siirtyvät asennettavien julkisivuankkureiden kautta)
- Eristeen kokoonpuristuminen ei aiheuta lisärasituksia kiinnikkeille

LASKENTAKAAVA:

$$n_2 = (1,5 \times q - 0,9 \times G) / F_{td}$$

n_2 = Ankkureiden lukumäärä neliömetrille [kpl / m²]

q = Tuulen imukuormitus [kN / m²]

G = Ulkokuoren paino [kN / m²]

F_{td} = Runkokiinnike M8 suunnittelukuorma [kN]

Taulukko 7 a) Kohtisuoraan asennettavan runkokiinnikkeen menekkitaulukot ($q=0,8$ kN/m²).

G = ULKOKUOREN PAINO [kN / m ²]	q = TUULEN IMUPAINO [kN / m ²]	ANKKUROINTISYVYYS > 40 mm , F _{td} = 1,7 kN [kpl / m ²]	ANKKUROINTISYVYYS > 60 mm , F _{td} = 2,3 kN [kpl / m ²]
0,10	0,8	0,65	0,48
0,20	0,8	0,60	0,44
0,30	0,8	0,55	0,40
0,40	0,8	0,49	0,37
0,50	0,8	0,44	0,33*
0,75	0,8	0,33*	0,33*
1,00	0,8	0,33*	0,33*
1,25	0,8	0,33*	0,33*
1,50	0,8	0,33*	0,33*
1,75	0,8	0,33*	0,33*
2,00	0,8	0,33*	0,33*
2,25	0,8	0,33*	0,33*
2,50	0,8	0,33*	0,33*
2,75	0,8	0,33*	0,33*
3,00	0,8	0,33*	0,33*

Taulukko 7 b)

Kohtisuoraan asennettavan runkokiinnikkeen menekkitaulukot ($q=1,2 \text{ kN/m}^2$).

G = ULKOKUOREN PAINO [kN / m ²]	q = TUULEN IMUPAINE [kN / m ²]	ANKKUROINTISYVYYS > 40 mm , F _{td} = 1,7 kN [kpl / m ²]	ANKKUROINTISYVYYS > 60 mm , F _{td} = 2,3 kN [kpl / m ²]
0,10	1,2	1,01	0,74
0,20	1,2	0,95	0,70
0,30	1,2	0,90	0,67
0,40	1,2	0,85	0,63
0,50	1,2	0,79	0,59
0,75	1,2	0,66	0,49
1,00	1,2	0,53	0,39
1,25	1,2	0,40	0,33*
1,50	1,2	0,33*	0,33*
1,75	1,2	0,33*	0,33*
2,00	1,2	0,33*	0,33*
2,25	1,2	0,33*	0,33*
2,50	1,2	0,33*	0,33*
2,75	1,2	0,33*	0,33*
3,00	1,2	0,33*	0,33*

Taulukko 7 c)

Kohtisuoraan asennettavan runkokiinnikkeen menekkitaulukot ($q=1,6 \text{ kN/m}^2$).

G = ULKOKUOREN PAINO [kN / m ²]	q = TUULEN IMUPAINE [kN / m ²]	ANKKUROINTISYVYYS > 40 mm , F _{td} = 1,7 kN [kpl / m ²]	ANKKUROINTISYVYYS > 60 mm , F _{td} = 2,3 kN [kpl / m ²]
0,10	1,6	1,36	1,00
0,20	1,6	1,31	0,97
0,30	1,6	1,25	0,93
0,40	1,6	1,20	0,89
0,50	1,6	1,15	0,85
0,75	1,6	1,01	0,75
1,00	1,6	0,88	0,65
1,25	1,6	0,75	0,55
1,50	1,6	0,62	0,46
1,75	1,6	0,49	0,36*
2,00	1,6	0,35	0,33*
2,25	1,6	0,33*	0,33*
2,50	1,6	0,33*	0,33*
2,75	1,6	0,33*	0,33*
3,00	1,6	0,33*	0,33*

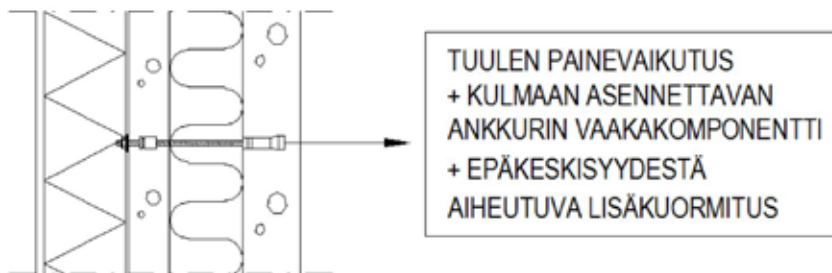
* Kiinnikkeiden menekki minimimäärän (1 kiinnike / 3 m²) mukaan.

HUOM! Taulukoissa ei oteta huomioon vanhan ulkokuoren ulkopinnalle mahdollisesti asennettavien lisärakenteiden painopisteen epäkeskisyydestä aiheutuvia lisärasituksia, joiden paikalliset vaikutukset on arvioitava tapauskohtaisesti. Taulukot soveltuvat tästä syystä vain kiinnikkeiden kokonaismäärien arviointiin.

9.4 Runkokiinnike RU M8 ja puristushylsy PH M8: kohtisuora asennus

Puristushylsy välittää ulkopintaan kohdistuvat imu- ja painerasitukset rakenteen sisäkuorelle. Tätä kiinnitystapaa käytetään tavallisesti yhdessä kulmaan asennettavan runkokiinnikkeen kanssa tilanteessa, jossa vanhan rakenteen kantokyky on puutteellinen sekä pysty- että vaakarasituksia vastaan. Puristushylsyä kuormittaa tuulen painevaikutus, kulmaan asennettavasta kiinnityksestä aiheutuva kuormituksen vaakakomponentti sekä mahdolliset muut julkisivua sisäänpäin kuormittavat vaakasuuntaiset rasitukset.

Mitoittava kuormitusyhdistelmä valitaan kaavan 1 mukaan käyttämällä pysyvälle kuormalle epäedullisen vaikutuksen antavaa kerrointa 1,15 ja muuttuvalle kuormalle 1,50 tai kaavan 2 mukaan käyttämällä pysyvien kuormitusten vaakakomponenteille kerrointa 1,35.



MENEKKITÄULUKON LASKENTAOLETUKSET:

- Betonin lujuusluokka \geq C20/25
- Pysyvä asennus $>$ 3 kk
- Vanha eristemateriaali ei välitä puristusrasituksia (kuormitukset siirtyvät asennettavien julkisivuankkureiden kautta)
- Vinoon asennettavan runkokiinnikkeen kulma on vakio 45°

LASKENTAKAAVA:

$$n_3 = (1,5 \times q + 1,15 \times G) / F_{td} \text{ tai } 1,35 \times G / F_{td}$$

n_3 = Ankkureiden lukumäärä neliömetrille [kpl / m²],
kaavoista valitaan määrävän vaikutuksen tuottava vaihtoehto

q = Tuulen painekuorma [kN / m²]

G = Ulkokuoren paino [kN / m²]

F_{td} = Puristushylsyn M8 suunnittelukuorma [kN]

Taulukko 8 a) Kohtisuoraan asennettavan ankkurin ja puristushylsyn menekkitaulukot ($q=0,4 \text{ kN/m}^2$).

G = ULKOKUOREN PAINO [kN / m ²]	q = TUULEN PAINEKUORMA [kN / m ²]	PURISTUSHYLSYN ANKKUROINTISYVYYS 35 mm , F _{td} = 2,9 kN [kpl / m ²]
0,10	0,4	0,33*
0,20	0,4	0,33*
0,30	0,4	0,33*
0,40	0,4	0,37
0,50	0,4	0,41
0,75	0,4	0,50
1,00	0,4	0,60
1,25	0,4	0,70
1,50	0,4	0,80
1,75	0,4	0,90
2,00	0,4	1,00
2,25	0,4	1,10
2,50	0,4	1,20
2,75	0,4	1,30
3,00	0,4	1,40**

* Kiinnikkeiden menekki minimimäärän (1 kiinnike / 3 m²) mukaan.

** Mitoittava kuormitusyhdistelmä 1,35 x G

Taulukko 8 b) Kohtisuoraan asennettavan ankkurin ja puristushylsyn menekkitaulukot ($q=0,6 \text{ kN/m}^2$).

G = ULKOKUOREN PAINO [kN / m ²]	q = TUULEN PAINEKUORMA [kN / m ²]	PURISTUSHYLSYN ANKKUROINTISYVYYS 35 mm , F _{td} = 2,9 kN [kpl / m ²]
0,10	0,6	0,35
0,20	0,6	0,39
0,30	0,6	0,43
0,40	0,6	0,47
0,50	0,6	0,51
0,75	0,6	0,61
1,00	0,6	0,71
1,25	0,6	0,81
1,50	0,6	0,91
1,75	0,6	1,00
2,00	0,6	1,10
2,25	0,6	1,20
2,50	0,6	1,30
2,75	0,6	1,40
3,00	0,6	1,50

Taulukko 8 c) Kohtisuoraan asennettavan ankkurin ja puristushylsyn menekkitaulukot ($q=0,8 \text{ kN/m}^2$).

G = ULKOKUOREN PAINO [kN / m ²]	q = TUULEN PAINEKUORMA [kN / m ²]	PURISTUSHYLSYN ANKKUROINTISYVYYS 35 mm , F _{td} = 2,9 kN [kpl / m ²]
0,10	0,8	0,45
0,20	0,8	0,49
0,30	0,8	0,53
0,40	0,8	0,57
0,50	0,8	0,61
0,75	0,8	0,71
1,00	0,8	0,81
1,25	0,8	0,91
1,50	0,8	1,01
1,75	0,8	1,11
2,00	0,8	1,21
2,25	0,8	1,31
2,50	0,8	1,41
2,75	0,8	1,50
3,00	0,8	1,60

Taulukko 8 d) Kohtisuoraan asennettavan ankkurin ja puristushylsyn menekkitaulukot ($q=1,0 \text{ kN/m}^2$).

G = ULKOKUOREN PAINO [kN / m ²]	q = TUULEN PAINEKUORMA [kN / m ²]	PURISTUSHYLSYN ANKKUROINTISYVYYS 35 mm , F _{td} = 2,9 kN [kpl / m ²]
0,10	1,0	0,56
0,20	1,0	0,60
0,30	1,0	0,64
0,40	1,0	0,68
0,50	1,0	0,72
0,75	1,0	0,81
1,00	1,0	0,91
1,25	1,0	1,01
1,50	1,0	1,11
1,75	1,0	1,21
2,00	1,0	1,31
2,25	1,0	1,41
2,50	1,0	1,51
2,75	1,0	1,61
3,00	1,0	1,71

HUOM! Taulukoissa ei oteta huomioon vanhan ulkokuoren ulkopinnalle mahdollisesti asennettavien lisärakenteiden painopisteen epäkeskisyydestä aiheutuvia lisärasituksia, joiden paikalliset vaikutukset on arvioitava tapauskohtaisesti. Taulukot soveltuvat tästä syystä vain kiinnikkeiden kokonaismäärien arviointiin.

10 LASKENTAESIMERKIT

Tässä osiossa tarkastellaan betonisandwich-elementin kiinnikemitoitusta esimerkkitalanteissa, joissa korjauskohteena olevalle julkisivupinnalle asennetaan tapauksesta riippuen ohut- tai paksurappausjärjestelmät ja lisälämmöneristys. Vanhan rakenteen betonikuorien välisen kiinnitysjärjestelmän ei katsota välittävän rasituksia, jolloin kaikki kuormitukset siirretään elementin sisäkuorelle julkisivuankkureiden välityksellä.

Rakenteen vanhan sisäkuoren oletetaan olevan kiinnityksille soveltuva alusta (alustan betoni ei aseta lisäehtoja ankkuureille, niiden kapasiteeteille tai rakenteen kantavuudelle). Molemmissa esimerkeissä käytetään samaa laskentaperiaatetta tulosten vertailun mahdollistamiseksi.

10.1 Esimerkki 1: Ohutrappaus

10.1.1 Laskennan lähdötiedot

Ensimmäisessä esimerkissä kiinnikerasitukset määritetään ohutrappaukselle ja lisälämmön eristekerrokselle.

LÄHTÖTIEDOT (VANHA RAKENNE):

Vanha seinärakenne on tyypillinen 1980-luvulla käytetty ei-kantava betonisandwich-elementti.

Elementin päämitat:

Ulkokuori: $b_1=50\text{ mm}$ *Eristekerros:* $b_2=140\text{ mm}$

Elementin korkeus: $h_1=2800\text{ mm}$ *Elementin pituus:* $l_1=3200\text{ mm}$

Raudoitettua betonin tiheytenä käytetään 2500 kg/m^3 , vanhan eristemateriaalin painoa ei huomioida.

Vanhan ulkokuoren paino yhteensä:

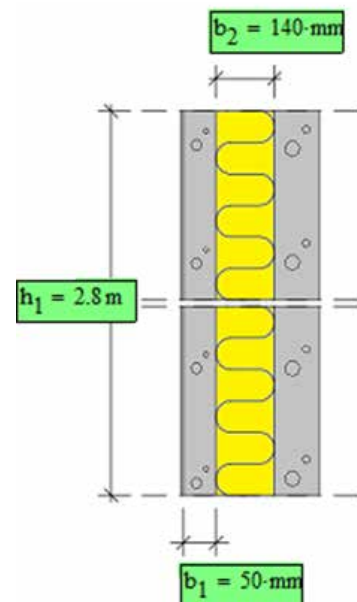
$$\begin{aligned} g_1 &= 2500 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 50\text{ mm} = 125 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \\ &= 1,23 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \end{aligned}$$

LÄHTÖTIEDOT (UUSI PINTAVERHOUS):

Lisälämmöneristeenä käytetään 100 mm:n mineraalivillakerrosta (30 kg/m^3). Eristekerroksen pinnalle asennetaan 10 mm:n ohutrappaus (20 kg/m^2).

Ohutrappauksen paksuus: $b_3=10\text{ mm}$ *Lisäeristeen paksuus:* $b_4=100\text{ mm}$

Ohutrappauksen paino: $g_2=20\text{ kg/m}^2$ *Lisäeristeen paino:* $g_3=100\text{ mm} * 30\text{ kg/m}^3 = 3\text{ kg/m}^2$



Tuulikuormitus:

Tuulikuormituksen suuruus riippuu elementin sijainnista (tarkastettava korkeus, maastoluokka jne.). Paineeroinmenetelmän mukaisessa mitoituksessa tulee huomioida sekä tuulen paine- että imuvaikutus, joka on suurimmillaan rakennuksen nurkka-alueilla. Tuulikuormituksen määrittämistä on käsitelty tarkemmin esimerkiksi julkaisussa RIL 201-1-2011. Tässä esimerkkilaskennassa tuulen paineelle käytetään seuraavia arvoja:

Ulkoinen tuulen paine (imuvaikutus)

$$W_{e,imu} = 0,66 \frac{kN}{m^2}$$

Ulkoinen tuulen paine (painevaikutus)

$$W_{e,paine} = 0,45 \frac{kN}{m^2}$$

Esimerkin arvot vastaavat karkeasti maastoluokan III tuulen paineita rakennuksen nurkka-alueilla, kun tarkastelukorkeudeksi asetetaan 15 m maan pinnasta.

Tuulen sisäpuolisen paineen katsotaan rasittavan vain elementin sisäkuorta, eikä sen vaikutusta huomioida tässä laskentaesimerkissä.

Kiinnikkeiden sijoittelu elementin korkeussuunnassa:

Kiinnikkeiden sijoittelua käsitellään kiinnityspisteittäin, joista jokainen sisältää sekä vinoon että kohtisuoraan asennettavia ankkurityyppejä.

Elementin korkeussuuntaisella linjalla käytetään yhtä kiinnityspistettä sekä ylä- että alareunassa. Kiinnityspisteet (merk. A ja B) sijoitetaan symmetrisesti elementin poikkileikkaustason suhteen:

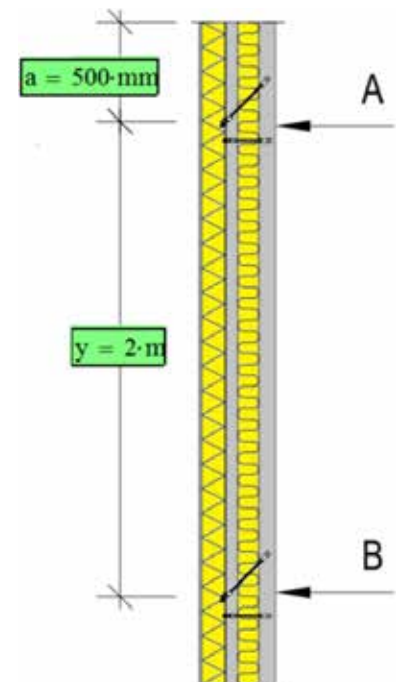
Kiinnityspisteen etäisyys elementin yläreunasta:

$$a = 500 \text{ mm}$$

Kiinnityspisteiden keskinäinen etäisyys:

$$y = 2 \text{ m}$$

Tällöin molempien kiinnityspisteiden kuormitusalueen korkeus on yhtä suuri (1,4 m).



10.1.2 Kiinnikkeisiin kohdistuvat kuormitukset

Kiinnityspisteissä vaikuttavia kuormituksia tarkastellaan aluksi metrin mittaista elementin pituussuuntaista kaistaa kohden.

Kiinnitettävien rakenteiden paino:

Kiinnitettävien rakenteiden painossa huomioidaan uusi pintaverhous, lisälämmöneristys, sekä vanhan elementtirakenteen ulkokuori.

Kiinnitettävien rakenteiden kokonaispaino:

$$G = (g_1 + g_2 + g_3) * 1,4 \text{ m}$$

$$= \left(125 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} + 20 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} + 3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \right) * 1,4 \text{ m} = 207,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}} = 2,03 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

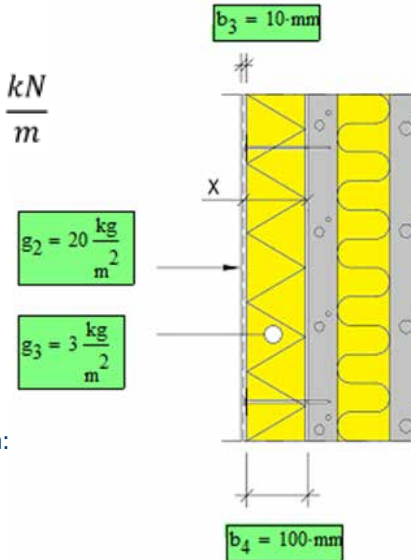
Verhousrakenteen epäkeskisyydestä aiheutuva momentti:

Koska uusien verhousrakenteiden painopiste ei kulje vanhan ulkokuoren keskilinjan kautta, aiheuttaa verhousrakenteen vanhalle elementille momenttirasituksia. Tämä rasitus otetaan huomioon kiinnityspisteissä vaikuttavalla voimaparilla.

Verhousrakenteen painopisteen etäisyys vanhan ulkokuoren ulkopinnasta:

$$x = \frac{g_2 * \left(\frac{b_3}{2} + b_4 \right) + g_3 * \frac{b_4}{2}}{(g_2 + g_3)}$$

$$= \frac{20 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * \left(\frac{10 \text{ mm}}{2} + 100 \text{ mm} \right) + 3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * \frac{100 \text{ mm}}{2}}{\left(20 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} + 3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \right)} = 98 \text{ mm}$$

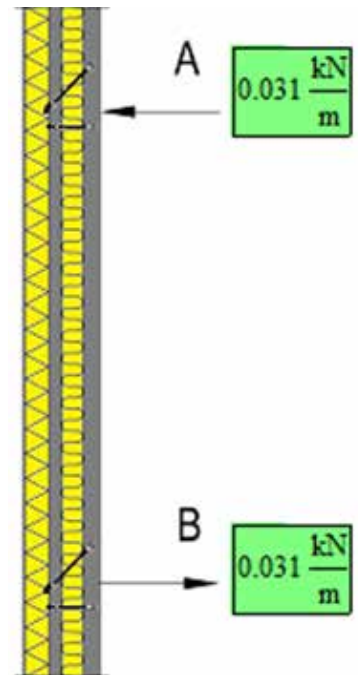


Kiinnityspisteessä A vaikuttava momentista aiheutuvan vaakavoiman ominaisarvo saadaan momenttitasapainoehdosta kiinnityspisteen B suhteen:

$$F_{1k} = \frac{(g_2 + g_3) * h_1 * 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} * x}{y}$$

$$F_{1k} = \frac{\left(20 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} + 3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \right) * 2,8 \text{ m} * 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} * 0,098 \text{ m}}{2 \text{ m}}$$

$$F_{1k} = 0,031 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$



Kiinnityspisteessä B vaikuttava voima on vaakasuuntaisen tasapainoehdon mukaan yhtä suuri, mutta vaikutussuunnaltaan vastakkainen.

Kulmaan asennettavan ankkurin vaakakomponentti:

Kulmaan asennettavan ankkurin vaakasuuntaisen voimakomponentin suuruus riippuu ankkurin pystykuormasta sekä asennuskulman suuruudesta. Tässä esimerkissä asennuskulmana käytetään suositusarvoa 45°, jolloin vaakakomponentin arvoksi saadaan:

$$F_{2k} = G = 2,03 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

(valitulla kulman arvolla voiman vaaka- ja pystykomponentit ovat yhtä suuria ankkurin päässä).

Tuulikuormitus:

Tuulen aiheuttama puristusvoima (painevaikutus):

$$F_{3k} = W_{e,paine} * 1,4 m = 0,45 \frac{kN}{m^2} * 1,4 m = 0,63 \frac{kN}{m}$$

Tuulen aiheuttama vetovoima (imuvaikutus):

$$F_{4k} = W_{e,imuv} * 1,4 m = 0,66 \frac{kN}{m^2} * 1,4 m = 0,92 \frac{kN}{m}$$

10.1.3 Ankkureiden rasitukset kiinnitystyypeittäin

Ankkureiden pystysuuntaiset rasitukset siirretään kulmaan asennettavalla ankkurilla, kohtisuoraan asennettava ankkuri mitoitetaan vaakasuuntaisia rasituksia vastaan. Kuormitusten mitoitusarvoissa huomioidaan vain ko. kiinniketyypin kannalta merkitsevimmät kuormitusyhdistelmät.

KIINNITYSPISTE A

Kulmaan asennettava ankkuri: kiinnityskulma 45° (ks. luku 9.2)

Ankkurirungon suuntaisen rasituksen ominaisarvo:

$$F_{A,kulma,k} = \frac{G}{\sin 45^\circ} = \frac{2,03 \frac{kN}{m}}{\sin 45^\circ} = 2,87 \frac{kN}{m}$$

Ankkurirungon suuntaisen rasituksen mitoitusarvo:

$$F_{A,kulma,d} = 1,35 * F_{A,kulma,k} = 1,35 * 2,87 \frac{kN}{m} = 3,88 \frac{kN}{m}$$

Kohtisuoraan asennettava ankkuri: veto (ks. luku 9.3)

Ominaisarvo:

$$F_{A,veto,k} = F_{1k} + F_{4k} - F_{2k} = 0,031 \frac{kN}{m} + 0,92 \frac{kN}{m} - 2,03 \frac{kN}{m} = -1,08 \frac{kN}{m}$$

Mitoitusarvo:

$$\begin{aligned} F_{A,veto,d} &= 1,15 * F_{1k} + 1,5 * F_{4k} - 0,9 * F_{2k} \\ &= 1,15 * 0,031 \frac{kN}{m} + 1,5 * 0,92 \frac{kN}{m} - 0,9 * 2,03 \frac{kN}{m} = -0,41 \frac{kN}{m} \end{aligned}$$

Vaakasuuntaiseen kiinnikkeeseen ei kohdistu vetoa (kiinnitettävien rakenteiden paino riittää tasapainottamaan tuulen imuvaikutuksen)

Kohtisuoraan asennettava ankkuri: puristus (ks. luku 9.4)

Ominaisarvo:

$$F_{A,puristus,k} = F_{2k} + F_{3k} - F_{1k} = 2,03 \frac{kN}{m} + 0,63 \frac{kN}{m} - 0,031 \frac{kN}{m} = 2,63 \frac{kN}{m}$$

Mitoitusarvo:

$$F_{A,puristus,d} = 1,15 * F_{2k} + 1,5 * F_{3k} - 0,9 * F_{1k}$$
$$= 1,15 * 2,03 \frac{kN}{m} + 1,5 * 0,63 \frac{kN}{m} - 0,9 * 0,031 \frac{kN}{m} = 3,25 \frac{kN}{m}$$

Pelkästään pysyviä kuormituksia sisältävä yhdistelmä

$$0,031 \frac{kN}{m} + 1,35 * 2,03 = 2,77 \frac{kN}{m}$$

ei mitoita puristusankkureita kiinnityspisteessä A.

KIINNITYSPISTE B

Kulmaan asennettava ankkuri: kiinnityskulma 45° (ks. luku 9.2)

Ankkurirungon suuntaisen rasituksen ominaisarvo:

$$F_{B,kulma,k} = \frac{G}{\sin 45^\circ} = \frac{2,03 \frac{kN}{m}}{\sin 45^\circ} = 2,87 \frac{kN}{m}$$

Ankkurirungon suuntaisen rasituksen mitoitusarvo:

$$F_{B,kulma,d} = 1,35 * F_{A,kulma,k} = 1,35 * 2,87 \frac{kN}{m} = 3,88 \frac{kN}{m}$$

Kulmaan asennettavan ankkurin rasitukset ovat samat molemmissa kiinnityspisteissä.

Kohtisuoraan asennettava ankkuri: veto (ks. luku 9.3)

Ominaisarvo:

$$F_{B,veto,k} = F_{4k} - F_{2k} - F_{1k} = 0,92 \frac{kN}{m} - 2,03 \frac{kN}{m} - 0,031 \frac{kN}{m} = -1,14 \frac{kN}{m}$$

Mitoitusarvo:

$$F_{B,veto,d} = 1,5 * F_{4k} - 0,9 * F_{2k} - 0,9 F_{1k}$$
$$= 1,5 * 0,92 \frac{kN}{m} - 0,9 * 2,03 \frac{kN}{m} - 0,9 * 0,031 \frac{kN}{m} = -0,48 \frac{kN}{m}$$

Vaakasuuuntaiseen kiinnikkeeseen ei kohdistu vetoa (oma paino riittää tasapainottamaan tuulen imuvaikutuksen)

Kohtisuoraan asennettava ankkuri: puristus (ks. luku 9.4)

Ominaisarvo:

$$F_{B,puristus,k} = F_{2k} + F_{3k} + F_{1k} = 2,03 \frac{kN}{m} + 0,63 \frac{kN}{m} + 0,031 \frac{kN}{m} = 2,69 \frac{kN}{m}$$

Mitoitusarvo:

$$F_{B,puristus,d} = 1,15 * F_{2k} + 1,5 * F_{3k} + 1,15 * F_{1k}$$
$$= 1,15 * 2,03 \frac{kN}{m} + 1,5 * 0,63 \frac{kN}{m} + 1,15 * 0,031 \frac{kN}{m} = 3,32 \frac{kN}{m}$$

Pelkästään pysyviä kuormituksia sisältävä yhdistelmä

$$(0,031 \frac{kN}{m} + 2,03 \frac{kN}{m}) = 2,78 \frac{kN}{m}$$

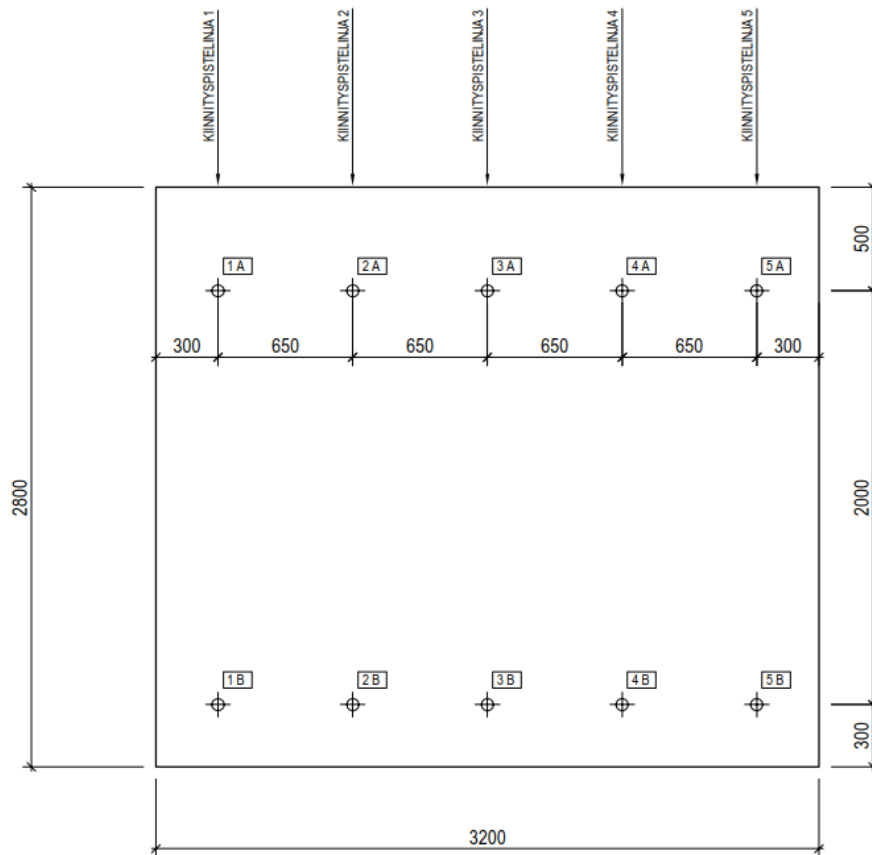
ei mitoita puristusankkuria kiinnityspisteessä B.

10.1.4 Kiinnikkeiden sijoittelu ja käyttöasteet kiinnitystyypeittäin

Kiinnikkeiden sijoittelulla optimoidaan kiinnikkeille sopiva kuormitusleveys, johon päästään edellä metrin levyistä kaistaa kohden laskettuun kiinnikerasituksiin skaalaamalla.

Kiinnikkeiden sijoittelu elementin alueella:

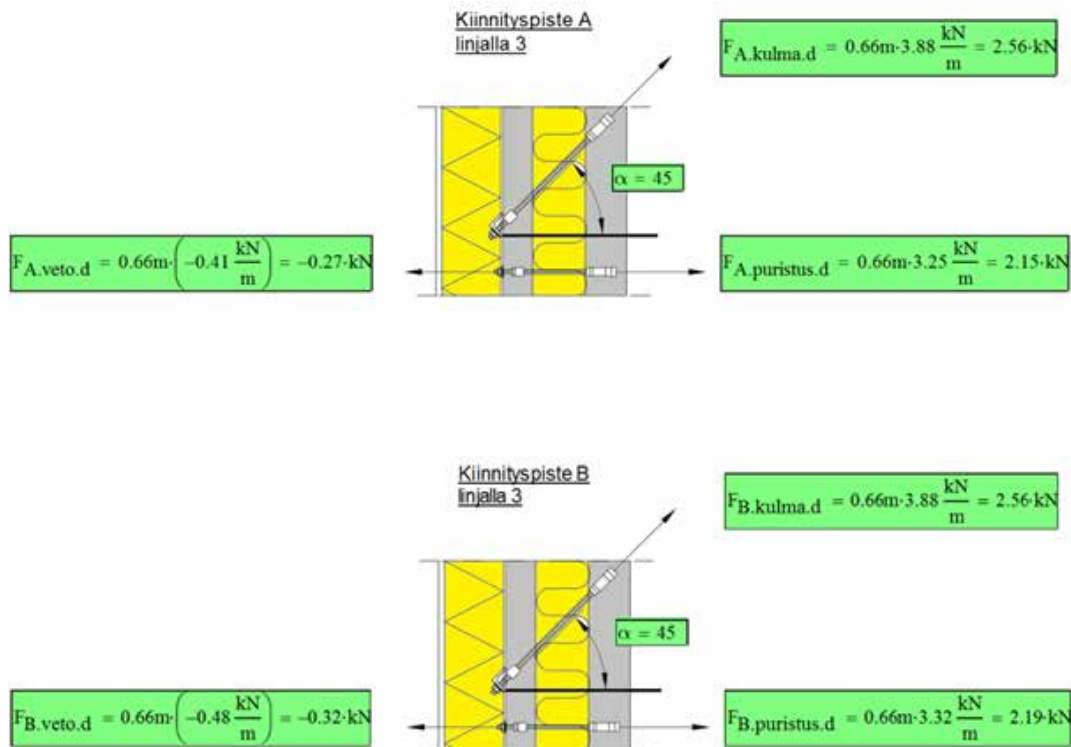
Sopivan kiinnikejaon arviointiin käytetään menekkitaulukoita (kts. 9.2 - 9.4), joita vertailemalla suurin kiinnikemäärä saadaan esimerkin olosuhteissa kulmaan kiinnitettäville ankkureille (taulukko 6, rakenteiden paino = 1,45 kN/m² -> kiinnikkeitä 1,1 kpl/m²). Korkeussuunnassa kiinnityspisteiden kuormitusalueen korkeus on 1,4 m, joten kokeillaan pituussuuntaiseksi kiinnikejaoksi tasajakoa k/k 650. Kiinnikelinjojen reunaetäisyytenä käytetään 300 mm. Kiinnikkeiden sijoittelu vanhan ulkokuoren ulkopinnan mukaan.



Kuormitusalueiden määrittämisessä huomioidaan rakenteen jatkuvuus, jolloin kuormitusalojen tarkat leveydet ovat (määritettävissä esim. FEM-laskennalla):

LINJA	KUORMITUSLEVEYS [m]
1,5	0,64
2,4	0,62
3	0,66

Kiinnikerasitukset rasitetuimmalla kiinnityspistelinjalla (linjalla 3):



KIINNIKKEIDEN SUUNNITTELUKUORMAT:

KIINNIKE	SUUNNITTELUKUORMA F_{td} [kN]
Puristushylsyn ulkokuoren kiinnitin	2,9
Kulmaan asennettava ankkuri	2,6
Kohtisuoraan asennettava ankkuri (puristushylsy, ankkuriosan vetokuorma asennussyvyydellä 60 mm)	2,3

Rasitetuin kiinnike kulmaan asennettava ankkuri. Korkeimmat käyttöasteet kiinnityslinjoittain:

KIINNITYSLINJA	KÄYTTÖASTE [%]
1, 5	95
2, 4	93
3	98

$$\text{Käyttöaste} = \frac{\text{Rasituksen mitoitusarvo}}{\text{Kiinnikkeen suunnittelukuorma}}$$

-> KIINNITYSTEN KAPASITEETTI TODENNETTU.

Sijoittamalla esimerkkielementtiin 5 kiinnityspistelinjaa k-jaolla 650 mm (yht. 10 kiinnityspistettä) saavutetaan kiinnityksille riittävä varmuustaso.

10.2 Esimerkki 2: Paksurappaus

Toisessa esimerkissä kiinnikerasitukset määritetään korvaamalla ensimmäisen esimerkin rappauskerros paksurappauksella.

10.2.1 Laskennan lähdötiedot

Laskennan lähdötiedot ovat edellistä esimerkkiä vastaavat (kts. 10.1.1) lukuun ottamatta uutta pintaverhousta.

Lähtötiedot (uusi pintaverhous):

Lisälämmöneristeenä käytetään 100 mm:n mineraalivillakerrosta (65 kg/m^3). Eristekerroksen pinnalle asennetaan 20 mm:n paksurappaus (60 kg/m^2).

Paksurappauksen paksuus Lisäeristeen paksuus

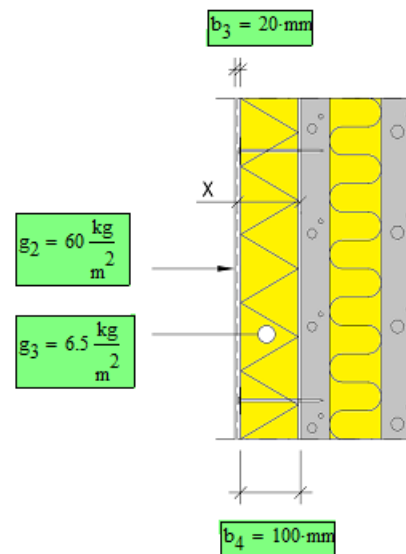
$$b_3 = 20 \text{ mm}$$

$$b_4 = 100 \text{ mm}$$

Paksurappauksen paksuus Lisäeristeen paino

$$g_2 = 60 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$g_3 = 100 \text{ mm} * 65 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 6,5 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$



10.2.2 Kiinnikkeisiin kohdistuvat kuormitukset

KIINNITETTÄVIEN RAKENTEIDEN PAINO:

Kiinnitettävän rakenteen kokonaispaino:

$$G = (g_1 + g_2 + g_3) * 1,4 \text{ m} = 2,63 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Verhousrakenteen epäkeskisyydestä aiheutuva momentti:

Verhousrakenteen painopisteen etäisyys vanhan ulkokuoren ulkopinnasta:

$$x = \frac{g_2 * (\frac{b_3}{2} + b_4) + g_3 * \frac{b_4}{2}}{(g_2 + g_3)} = 104 \text{ mm}$$

Kiinnityspisteessä A vaikuttava momentista aiheutuvan vaakavoiman ominaisarvo kiinnityspisteen B suhteen:

$$F_{1k} = \frac{(g_2 + g_3) * h_1 * 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} * x}{y}$$

$$F_{1k} = 0,095 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

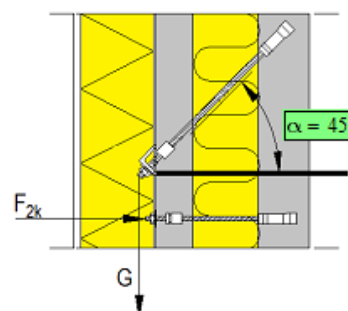
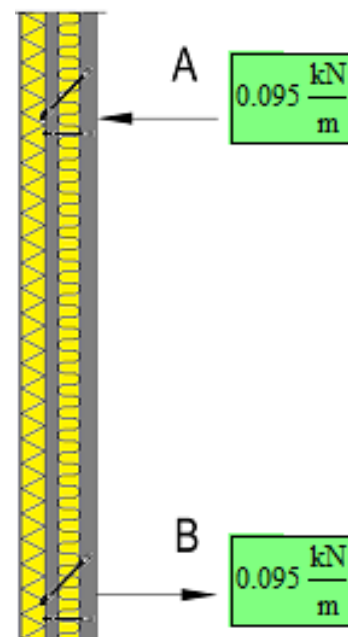
Kiinnityspisteessä B vaikuttava voima on vaakasuuntaisen tasapainoehdon mukaan yhtä suuri, mutta vaikutussuunnaltaan vastakkainen.

Kulmaan asennettavan ankkurin vaakakomponentti:

Vaakakomponentin arvo asennuskulmalla 45° :

$$F_{2k} = G = 2,63 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

(Valitulla kulman arvolla voiman vaaka- ja pystykomponentit ovat yhtä suuria ankkurin päässä).



Tuulikuormitus:

Tuulen aiheuttama puristusvoima (painevaikutus):

$$F_{3k} = W_{e,paine} * 1,4 \text{ m} = 0,45 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} * 1,4 \text{ m} = 0,63 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Tuulen aiheuttama vetovoima (imuvaikutus):

$$F_{4k} = W_{e,imu} * 1,4 \text{ m} = 0,66 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} * 1,4 \text{ m} = 0,92 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

10.2.3 Ankkureiden rasitukset kiinnityspisteittäin KIINNITYSPISTE A

Kulmaan asennettava ankkuri: kiinnityskulma 45° (ks. luku 9.2)

Ankkurirungon suuntaisen rasituksen ominaisarvo:

$$F_{A,kulma,k} = \frac{G}{\sin 45^\circ} = 3,72 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Ankkurirungon suuntaisen rasituksen mitoitusarvo:

$$F_{A,kulma,d} = 1,35 * F_{A,kulma,k} = 5,02 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Kohtisuoraan asennettava ankkuri: veto (ks. luku 9.3)

Ominaisarvo:

$$F_{A,veto,k} = F_{1k} + F_{4k} - F_{2k} = -1,62 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Mitoitusarvo:

$$F_{A,veto,d} = 1,15 * F_{1k} + 1,5 * F_{4k} - 0,9 * F_{2k} = -0,88 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Vaakasuntaiseen kiinnikkeeseen ei kohdistu vetoa (kiinnitettävien rakenteiden paino riittää tasapainottamaan tuulen imuvaikutuksen)

Kohtisuoraan asennettava ankkuri: puristus (ks. luku 9.4)

Ominaisarvo:

$$F_{A,puristus,k} = F_{2k} + F_{3k} - F_{1k} = 3,17 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Mitoitusarvo:

$$F_{A,puristus,d} = 1,15 * F_{2k} + 1,5 * F_{3k} - 0,9 * F_{1k} = 3,88 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Pelkästään pysyviä kuormituksia sisältävä yhdistelmä

ei mitoiteta puristusankkureita kiinnityspisteessä A.

$$0,9 * F_{1k} + 1,35 F_{2k} = 3,64 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

KIINNITYSPISTE B

Kulmaan asennettava ankkuri: kiinnityskulma 45° (ks. luku 9.2)

Ankkurirungon suuntaisen rasituksen ominaisarvo

$$F_{B,kulma,k} = \frac{G}{\sin 45^\circ} = 3,72 \frac{kN}{m}$$

Ankkurirungon suuntaisen rasituksen mitoitusarvo:

$$F_{B,kulma,d} = 1,35 * F_{A,kulma,k} = 5,02 \frac{kN}{m}$$

Kulmaan asennettavan ankkurin rasitukset ovat samat molemmissa kiinnityspisteissä.

Kohtisuoraan asennettava ankkuri: veto (ks. luku 9.3)

Ominaisarvo:

$$F_{B,veto,k} = F_{4k} - F_{2k} - F_{1k} = -1,81 \frac{kN}{m}$$

Mitoitusarvo:

$$F_{B,veto,d} = 1,5 * F_{4k} - 0,9 * F_{2k} - 0,9 F_{1k} = -1,07 \frac{kN}{m}$$

Vaakasuuntaiseen kiinnikkeeseen ei kohdistu vetoa

(kiinnitettävien rakenteiden paino riittää tasapainottamaan tuulen imuvaikutuksen)

Kohtisuoraan asennettava ankkuri: puristus (ks. luku 9.4)

Ominaisarvo:

$$F_{B,puristus,k} = F_{2k} + F_{3k} + F_{1k} = 3,36 \frac{kN}{m}$$

Mitoitusarvo:

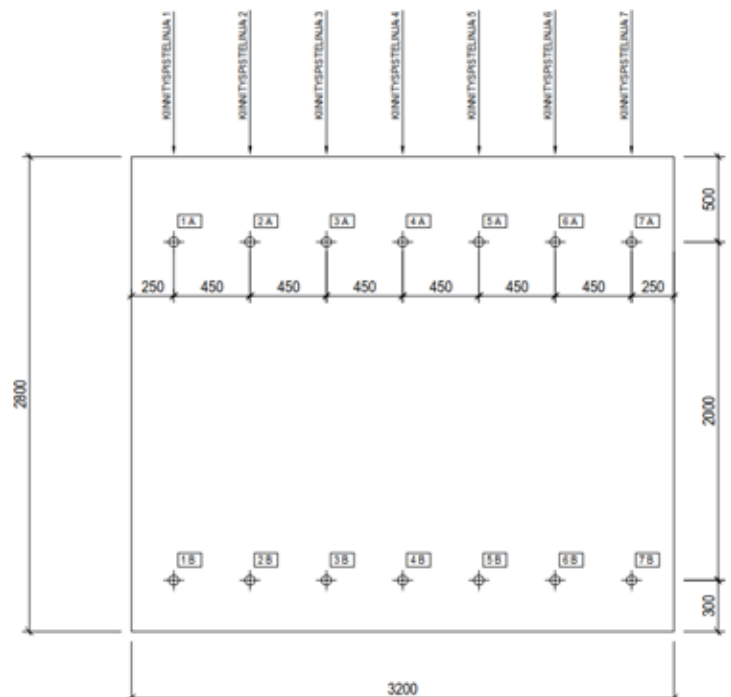
$$F_{B,puristus,d} = 1,15 * F_{2k} + 1,5 * F_{3k} + 1,15 * F_{1k} = 4,08 \frac{kN}{m}$$

Pelkästään pysyviä kuormituksia sisältävä yhdistelmä $1,35 * (F_{1k} + F_{2k}) = 3,68 \frac{kN}{m}$
ei mitoiteta puristusankkuria kiinnityspisteessä B

Kiinnikkeiden sijoittelu elementin alueella:

Sopivan kiinnikejaon arviointiin käytetään edellisen esimerkin tapaan menekkitaulukoita (kts. 9.2 - 9.4). Kokeillaan elementin kiinnikejaoksi tasajakoa k/k 450. Kiinnikelinjojen reunaetäisyytenä käytetään vähimmäisarvoa 250 mm.

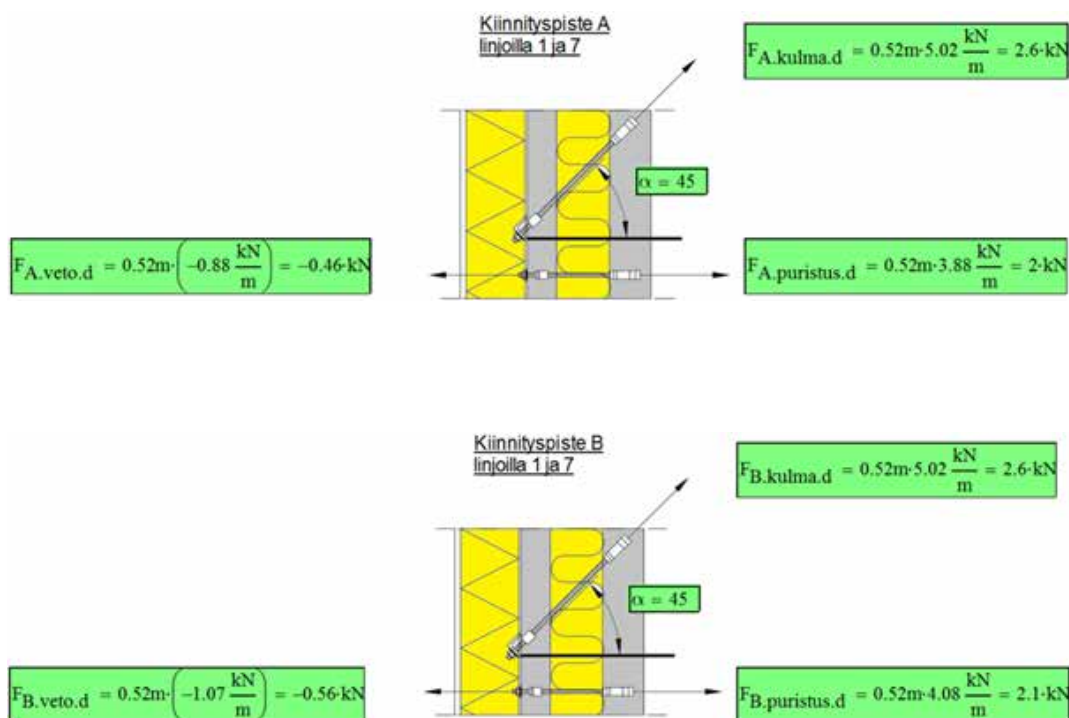
Kiinnikkeen sijoittelu vanhan ulkokuoren ulkopinnan mukaan.



Kuormitusalueiden määrittämisessä huomioidaan rakenteen jatkuvuus, jolloin kuormitusalojen tarkat leveydet ovat:

LINJA	KUORMITUSLEVEYS [m]
1,7	0,52
2,6	0,40
3,5	0,47
4	0,44

Kiinnikerasitukset rasitetuimmalla kiinnityspistelinjalla (linjoilla 1 ja 7):



KIINNIKKEIDEN SUUNNITTELUKUORMAT:

KIINNIKE	SUUNNITTELUKUORMA F_{td} [kN]
Puristushylsyn ulkokuoren kiinnitin	2,9
Kulmaan asennettava ankkuri	2,6
Kohtisuoraan asennettava ankkuri (puristushylsy, ankkuriosan vetokuorma asennussyvyydellä 60 mm)	2,3

Rasitetuin ankkuri kulmaan asennettava ankkuri. Korkeimmat käyttöasteet kiinnityslinjoittain:

KIINNITYSLINJA	KÄYTTÖASTE [%]
1, 7	100
2, 6	77
3, 5	91
4	77

$$\text{Käyttöaste} = \frac{\text{Rasituksen mitoitusarvo}}{\text{Kiinnikkeen suunnittelukuorma}}$$

-> KIINNITYSTEN KAPASITEETTI TODENNETTU.

Sijoittamalla esimerkkielementtiin 7 kiinnityspistelinjaa k-jaolla 450 mm (yht. 14 kiinnityspistettä) saavutetaan kiinnityksille riittävä varmuustaso.

10.3 Huomioitavaa

Laskentaesimerkkien tapaukset on tehty kiinnikkeiden mitoitusperiaatteiden havainnollistamiseksi eivätkä ne siksi edusta kaikkiin tilanteisiin soveltuvaa tai optimoitua kiinnitysratkaisua. Myös muut sijoitteluvaihtoehdot ovat mahdollisia ja valittavissa aina tapauskohtaisesti.

Esimerkeissä on kuvattu julkisivukiinnikkeiden kannalta pahin mahdollinen kuormitustilanne (vanhalla rakenteella ei kuormituskapasiteettia). Kiinnikemääriä voidaan vähentää, jos vanhan rakenteen kantokyky voidaan luotettavasti osoittaa.

VALMISTAJA:

SORMAT 

EJOT Sormat Oy
Vähäkorventie 10
21250 Masku

020 794 0200
infoFI@ejot.com

ver.22102614