

# **HB-VALUERISTEHARKKO suunnittelu- ja työohje EMG400**



# Viiden tähden betoni- tuottaja

## SISÄLTÖ

|                                         |    |
|-----------------------------------------|----|
| Yleistä .....                           | 3  |
| Rakenteiden suunnittelu .....           | 4  |
| Asennus .....                           | 5  |
| Kattorakenteen asennus.....             | 9  |
| Valueristeharkko EMG400:n mitoitus..... | 10 |
| Liitteet .....                          | 16 |
| kuva 9; EMG-400 seinärakenne .....      | 16 |
| Kuva 10; Perustusleikkaus .....         | 17 |
| Kuva 11; kellarin seinä .....           | 18 |

HB-Betoni on suomalainen perheyrius, jolla on tehtaas Jyväskylässä ja Somerolla. Pa-nostamme tuotekehitykseen, toimintavarmuuteen ja ihmis-läheiseen palveluun. Olemme toimineet alan kotimaisena edel-läkävijänä jo yli viisikymmentä vuotta. Tuotamme laadukkaita ja mittatarkkoja harkko-, mosa-iikki- ja ympäristöbetonituottei-ta.



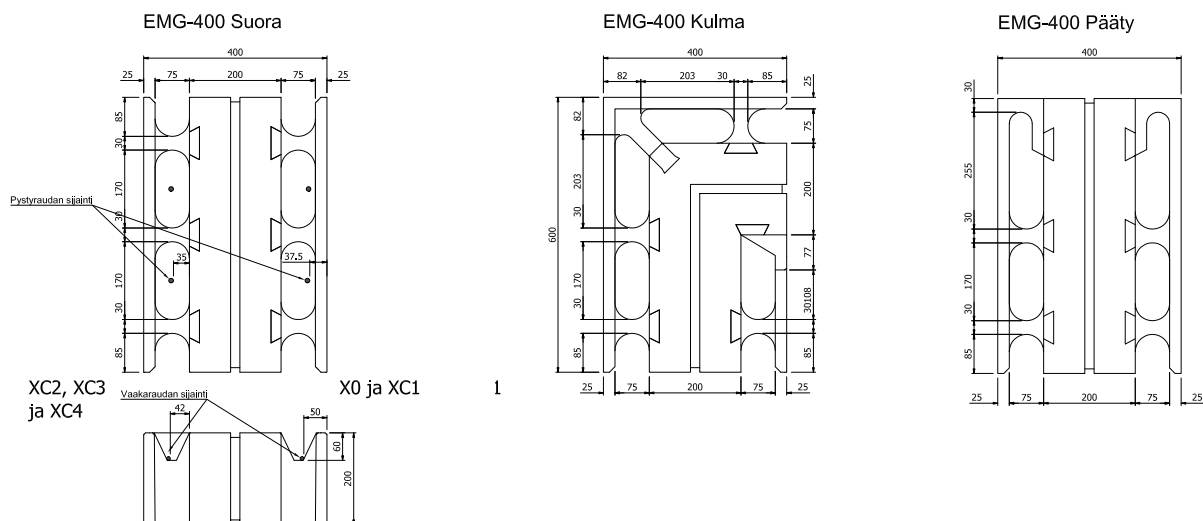
## 1. Yleistä

Tämä suunnittelu- ja työohje on tarkoitettu ainoastaan HB-Betoniteollisuus Oy:n betonisten valueristeharkkojen ohjeeksi, jotka on valmistettu vuodesta 2017 eteenpäin. Valueristeharkot poikkeavat aikaisemmista HB-Betoniteollisuus Oy:n valmistamista harkoista siten, että niiden valaukon leveys on 75 mm.

Valueristeharkon eristeenä on EPS-Grafit eriste. Harkon u-arvo on 0,16 W/(Km<sup>2</sup>). Harkon kuori ovat normaalipainoista betonia.

HB-Valueristeharkkojen käyttökohteita ovat muun muassa kantavat ulkoseinät, sokkelit sekä maanpainesseinät. Tässä suunnittelu- ja työohjeessa on esitetty ohjeellisia ratkaisumalleja rakenteiden suunnitteluun ja valmistamiseen. Toteutettavista rakenteista vastaa aina kohteen rakennesuunnittelija.

Valueristeharkkojen yhdisteleminen muiden harkkotyppejen kanssa on mahdollista, kun otetaan huomioon jo suunnitteluvaiheessa materiaalien erilaiset käyttäytymistavat. Valueristeharkot ovat ladottavia harkkoja, joiden välissä ei käytetä muurauslaastia. Valueristeharkot ovat lujaa materiaalia, jotka kestävät hyvin pakkasrasitusta ja muita mekaanisia rasituksia. Ammattitaitoisen asentajan käsissä niistä syntyy rakenne, joka on myös helppo pinnoittaa. Valueristeharkkojen ominaisuudet on esitetty taulukossa 1 ja mitat kuvassa 1. Pakkaustiedot ovat taulukossa 2.



Kuva 1; mittakuvat

| Harkkotyyppi    | Pit/lev/kork<br>[mm] | Paino<br>[kg] | Menekki<br>[kpl/m <sup>2</sup> ] | Valubetonin<br>menekki<br>[m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ]/[litraa/kpl] | Seinän paino<br>valettuna<br>[kg/m <sup>2</sup> ] | Ilmaääneneristävyys<br>R'W [dB] | Paloluokitus |
|-----------------|----------------------|---------------|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------|--------------|
| HB-EMG400 suora | 600/400/200          | 24,0          | 8,333                            | 0,125/15,0                                                               | 490                                               | 55                              | EI120, REI60 |
| HB-EMG400 kulma | 600/400/200          | 25,5          | 1 kpl/kulma                      | 0,125/15,0                                                               |                                                   | 55                              | EI120, REI60 |
| HB-EMG400 pääty | 600/400/200          | 25,5          | 8,333                            | 0,125/15,0                                                               |                                                   | 55                              | EI120, REI60 |

Taulukko 1; Valueristeharkkojen ominaisuudet

| Harkkotyyppi    | Lavalla harkkoja [kpl/lava] | Lavan paino [kg] |
|-----------------|-----------------------------|------------------|
| HB-EMG400 suora | 28                          | 700              |
| HB-EMG400 kulma | 28                          | 740              |
| HB-EMG400 pääty | 28                          | 740              |

Taulukko 2; Valuharkkojen pakkaustiedot

HB-Betoniteollisuus Oy valmistaa ja markkinoi kolmea eri valuharkkotyyppiä. Niin sanotut kylmät valuharkot ovat eristeettämiä betonisia harkkoja, joiden käyttökohteet ovat yleensä perusmuurit, kantavat seinät sekä maanpaineseinät. Valueristeharkkoissa on kahden valuharkkokuoren välissä lämmöneriste. Valueristeharkkoja käytetään rakennuksen ulkoseinissä sekä kellareissa. Valuanturaharkko on nimensä mukaisesti suunniteltu käytettäväksi rakennusten anturana. Yleisimmät käyttökohteet eri harkkoille on kuvattuna taulukossa 3. Tässä ohjeessa keskitytään HB-Valueristeharkkoihin.

| Harkkotyyppi        | Yleisimmät käyttökohteet                                                                             |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| HB-Valu - 150       | Perustukset, kantavat väli- ja ulkoseinät                                                            |
| HB-Valu - 200       | Perustukset, kantavat väli- ja ulkoseinät, kellarin seinät, tukimuurit                               |
| HB-Valu - 250       | Perustukset, kantavat väli- ja ulkoseinät, kellarin seinät, tukimuurit                               |
| HB-Valu - 300       | Perustukset, kantavat väli- ja ulkoseinät, kellarin seinät, tukimuurit, pien- ja rivitalojen anturat |
| HB-Valuantura - 500 | Pien- ja rivitalojen anturat                                                                         |
| HB-EMG400           | Talojen ulko- sekä kellarinseinät                                                                    |

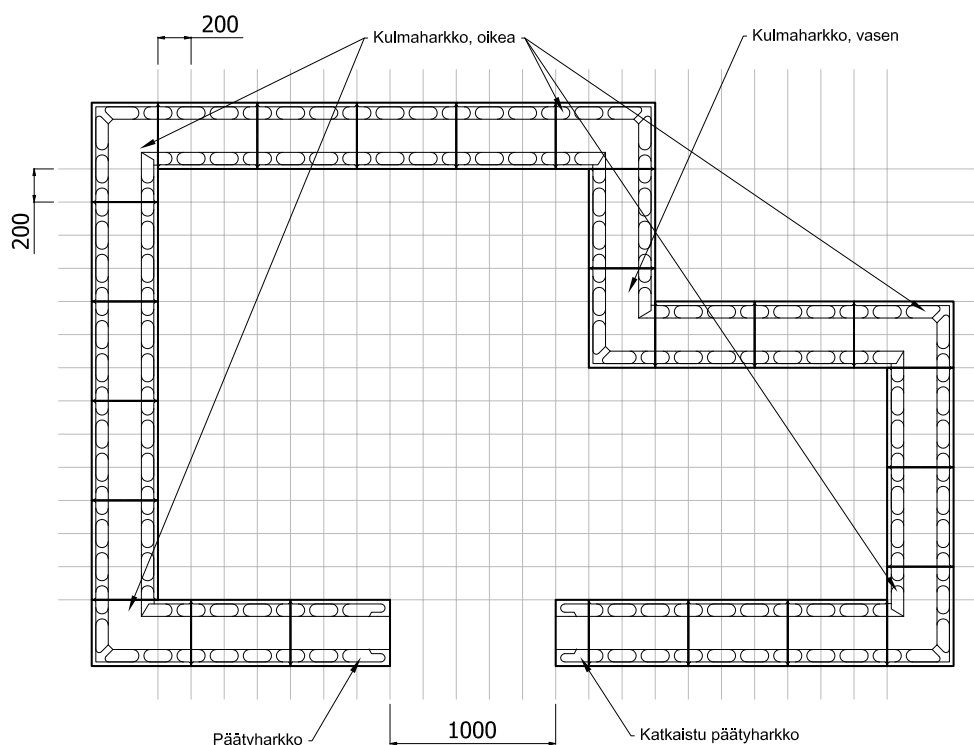
Taulukko 3; Valuharkkojen käyttökohteet

Kaikki valuharkot ovat CE-merkittyjä ja täyttävät kansallisen soveltamisstandardin SFS 7018:n vaatimukset. Tuotteiden tuotantoa ja laadunvalvontaa valvoo Kiwa Inspecta Oy, mistä on osoituksena FI-merkki. Valuharkot kuuluvat päästöluokkaan M1. HB-Betoniteollisuus Oy noudattaa sertifioitua ISO 9001 laatu- sekä ISO 14001 ympäristöstandardeja.

## 2. Rakenteiden suunnittelu

### 2.1. Moduulimitoitus

HB-Valueristeharkot on suunniteltu mitoitetavan 200 mm moduulimitoituksella korkeussuunnassa. Myös vaakasuunnassa mitoituksena käytetään 200 mm jakoa, jotta vältetään Valueristeharkkojen leikkaamiselta



Kuva 2; moduulimitoitus

## 2.2. Yleistä rakenteiden suunnittelusta

Valueristeharkkojen kantavuus perustuu valuonteloiden sisään valettavaan betoniin ja sisään sijoitettaviin teräksiin. Rakenteet suunnitellaan paikallavalurakenteina, joiden paksuus on valuharkon valuaukon leveys, jos rakenteet suunnitellaan Eurokoodien mukaan. Terästen suojaetäisyyteen voidaan laskea 50 % valuharkon kuoren paksuudesta. Jos suunnitellaan SRakMK B9:n mukaan, voidaan Valuersite-harkkojen kuoren lujuus huomioida mitoituksessa. Kohdassa 5. on taulukko EMG400:n kellarin seinän maksimi täyttökorkkeuksille eri teräs vaihtoehdoilla sekä palkkien kantavuuksille eri palkkikorkkeuksilla. Lisäksi kohdasta 5. löytyy myös mitoitus esimerkki kellarin seinän mitoitukseen. Valueristeharkkoja ei ole suunniteltu käytettäväksi ilman valua. Rakenteiden mitoituksessa käytetään seuraavia standardeja:

- SRakMK B9
- SFS-EN 1990. Eurokoodi. Rakenteiden suunnitteluperusteet
- SFS-EN 1991-1-1. Rakenteiden kuormat. Osa 1-1: Yleiset kuormat. Tilavuuspainot, oma paino ja rakennusten hyötykuormat
- SFS-EN 1992-1-1. Betonirakenteiden suunnittelu. Osa 1-1: Yleiset säännöt ja rakennuksia koskevat säännöt
- SFS-EN 1992-1-2. Betonirakenteiden suunnittelu. Osa 1-2: Yleiset säännöt. Rakenteiden palomitoitus
- SFS-EN 1997-1. Geotekninen suunnittelu. Osa 1: Yleiset säännöt.

Lisäksi suunnitteluapuna voidaan käyttää Harkkokäsikirja 2016:sta liitettä 2; Muottiharkkorakenteiden mitoitusohje. Mitoitusohjeesta löytyy esimerkkilaskelmia.

## 2.3. Liikuntasaumat

Rakenteisiin voidaan suunnitella liikuntasaumat. Liikuntasaumassa on koko rakenne katkaistava betonin ja terästen osalta. Liikuntasauvojen käyttöä kannattaa harkita tarkoin ja yleensä pientaloissa ne tulevat kysymykseen lähinnä kylmän ja lämpimän rakenteen yhtymäkohdassa. Liikuntasaumat suunnittelee rakennesuunnittelija.

## 2.4. Perustukset

Anturat tehdään kohteen rakennesuunnittelijan rakennekuvien mukaan valamalla. Anturat voidaan valmistaa muottiin valamalla tai käyttämällä HB-Betonin Valuanturaharkkoa. Jos rakenteeseen tulee anturan ja perusmuurin välille tartuntateräksiä, on ne sijoitettava anturaan tarkasti mitoittuihin kohtiin. Nurkkaladontakuissa (kuva 3) näkyy oikea pystyterästen jako eri harkkotyypeille. Pystyterästen määrän sekä ankkurointipituudet määrittää kohteen rakennesuunnittelija. Kuvassa 11 on kuvattuna periaate EMG-400:n perustuksesta ja kuvassa 12 kellarin seinä.

## 2.5. Minimiteräsmäärä

Pystykuormitetun seinärakenteen tai sokkelin vaakasuuntainen minimiteräsmäärä (kutistumateräkset) lasketaan kaavalla  $A_s, \text{vaad} = 0,001A$ , missä A on seinän poikkileikkauksen bruttopinta-ala, jossa on mukana harkon kuoret. Kaavalla saadaan minimiteräksiksi EMG-400 harkolle T8 mm K400/harkkokuori.

# 3. Asennus

## 3.1. HB-Valuanturaharkon asennus

Ennen työn aloittamista on tarkastettava, että harkot ovat puhtaita eikä niissä ole jäätä tai lunta. Anturan pohja on tavallisesti tiivistettyä 0-32 mm mursketta. Harkot asennetaan kulmatukiin kiinnitettyjen linjalankojen avulla oikeaan korkoon ja sijaintiin. Ristimitat on myös tarkastettava. Anturan pohjan tulee olla mahdollisimman tasainen, jotta harkkojen asennus helpottuu. Epätasaisuuksia voidaan tasata käyttämällä HB-Valuanturaharkon alla muovikiiloja tai asennushiekkää.

Anturan kutistumateräkset asennetaan ennen harkkoja oikeaan sijaintiin anturan pohjan päälle. Teräkset nostetaan raudoituskorokkeilla ( $\geq 50$  mm) irti pohjasta. Teräkset voidaan nostaa myös harkkojen asennuksen jälkeen, jotta ne eivät ole harkkojen edessä asennuksen aikana ja ne saadaan kerralla oikeaan kohtaan.

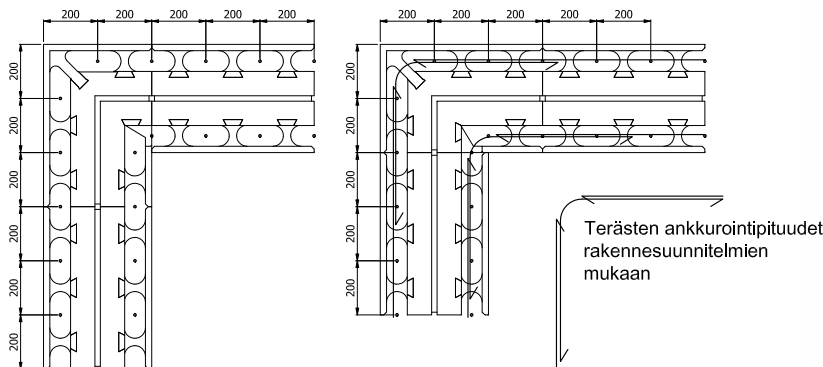
Asennus aloitetaan nurkasta erikseen työstetyllä kulmaharkolla. Tarvittaessa harkkoja voidaan työstää kulmahiomakoneella, jossa on timanttikatkaisulaikka tai harkkosirkkelillä (huom! terä materiaalin mukaan). HB-Valuanturaharkot on hyvä liimata päistä yhteen tarkoitukseen soveltuvalle kiviliimalla. Siten rakenteesta saadaan yhtenäinen valun ajaksi.

### 3.2. HB-Valueristeharkkojen asennus

Ennen työn aloittamista on tarkastettava, että harkot ovat puhtaita eikä niissä ole jäätä tai lunta.

Jos harkot asennetaan etukäteen valetun anturan päälle, käytetään ensimmäisen harkon asennuksessa tarvittaessa muurauslaastia, jos anturan yläpinnan epätasaisuus niin vaatii. Harkot asennetaan kulmatukiin kiinnitettyjen linjalankojen avulla oikeaan korkoon ja sijaintiin. Ristimitat on myös tarkastettava. Harkot asennetaan 1/3 osa limityksin. Kulmissa käytetään kulmaharkkoja, jotka toimitetaan erikseen omilla lavoilla. (Katso kuvat 3 ja 4)

Asennuksessa voidaan käyttää tarkoitukseen soveltuvaa kiviliimaa. Käyttämällä kiviliimaa, voidaan valunaikaista tukea vähentää. Harkkoja ei tarvitse liimata koko matkalta kiinni. Riittävä liimamäärä on arvioitava tapauskohtaisesti. Siihen vaikuttaa suunniteltu valun korkeus ja käytettävän valubetonin notkeus. Ensimmäinen harkkokerroksen harkot asennetaan muurauslaastin avulla tarkalleen vaakasuoraan oikeaan korkoon. Valuanturaharkon ja perusmuuriharkon välissä ei käytetä muurauslaastia, mutta yläpinnan suoruuden varmistamiseksi käytetään tarvittaessa muovikiiloja. Tekemällä ensimmäinen harkkokerros tarkasti, helpottuu myöhempien harkkokerrosten asennus huomattavasti.



Kuva 3; nurkkaladonta



Kuva 4; nurkkaladonta

Nurkissa käytetään erillisillä lavoilla olevia kulmaharkkoja, joita on vasen- ja oikeakätisiä. Jos ladonta aloitetaan vasenkätisellä Valueristeharkolla, käytetään seuraavassa kerroksessa oikeakätistä harkkoa. Siten pystysuuntaiset valuontelot tulevat kohdakkain ja valusta saadaan yhtenäinen. Harkot pyritään asentamaan mahdollisimman tiiviisti yhteen, jotta valun aikana ei betoni tai sementtiliima valu harkkojen saumoista. Valueristeharkkoja asennettaessa tulee eristeen vaaka- ja pystysaumassa olevaan koloon pursottaa polyuretaania, jotta eristeiden saumoista tulee tiivis. Lisäksi polyuretaani auttaa pitämään harkot kiinni toisissaan valun ajan.

Jos harkkojako ei käy asennettavan seinän kanssa yhteen, joudutaan harkkoja katkaisemaan. Katkaisuja harkkoja ei suositella asennettavaksi nurkkiin tai lähelle niitä, koska pienemmät ja kevyemmät harkot liikkuvat helpommin pois paikoiltaan valun aikana.

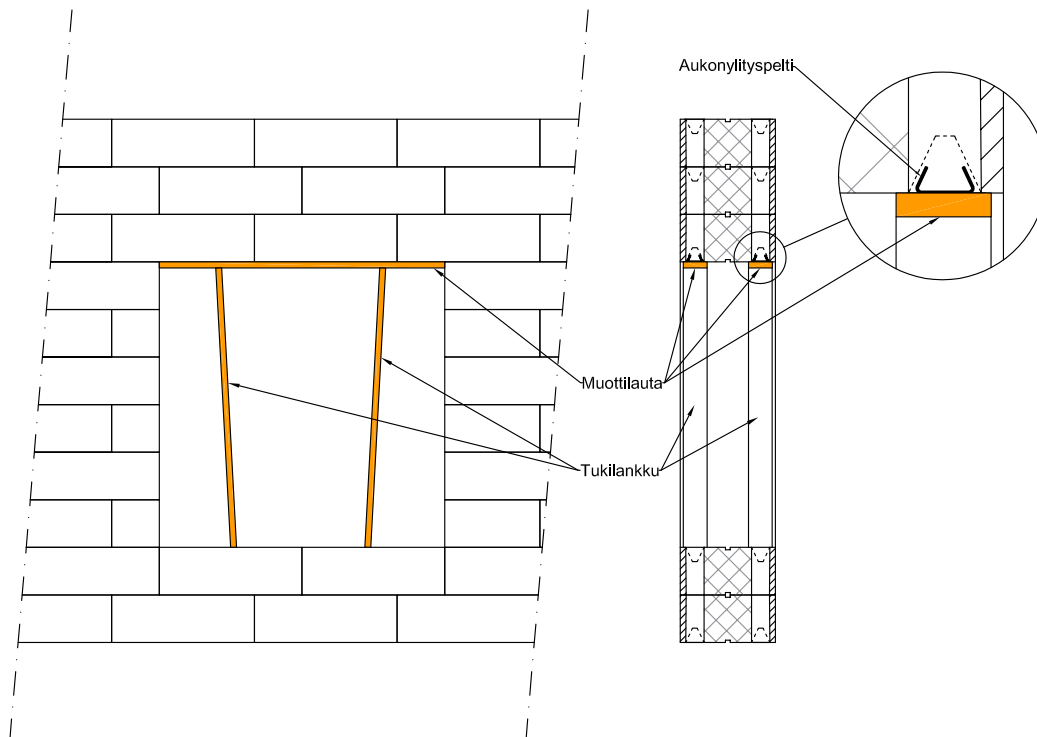
Aukkojen ja päätyjen kohdalla käytetään Valueristeharkkoissa päätyharkkoja, jotka ovat erillisellä lavalla. Ikkuna- ja oviaukkoja asennettaessa tulee huomioida riittävä asennusväli. Tavallisesti aukosta tehdään 30 mm leveämpi ja korkeampi, mitä ikkunan tai oven koko on. Harkkotaloissa käytetään yleensä 30 mm nimellismittaa kapeampia ja matalampia ikkunoita ja ovia, mitä ikkunakoot ovat yleensä (esim. ikkunakoko 1170x870mm). Tällä tavoin on helpompi saavuttaa harkkojen moduulimitoitus. Ikkunakoko tulee huomioida jo suunnitteluvaiheessa!

### 3.3. Raudoitus

Rakenteet raudoitetaan kohteen rakennesuunnittelijan suunnitelmien mukaan. Tässä ohjeessa olevat raudoitusmäärät ovat ohjeellisia (eivät tyyppirakenteita), eikä niitä voi sellaisenaan käyttää ilman rakennesuunnittelijan hyväksyntää. Tavallisesti käytetään teräslaatua A500HW, jonka halkaisija on 8...12 mm. Vaakaraudoituksen oikea sijainti on kuvattuna kuvassa 1.

### 3.4. Aukkojen ylitys

Aukkojen ylitykset tehdään normaaleja Valueristeharkkoja käyttäen. Kuvassa 5 on kuvattuna aukonylityisperiaate HB-Aukonylityspeltiä käyttäen. Aukon päälle asennetaan ensin HB-Aukonylityspelti ohjaamaan ja kannattelemaan harkkoja. Aukonylityspeltti ulotetaan 50 mm aukon pielessä pääty-harkon päälle, jotta pystysuuntainen valu ei katkea aukon nurkassa. Valueristeharkot asennetaan aukoissa ylösalaisin, jotta saadaan vetoteräksät lähelle palkin alareunaa. Kun harkot on asennettu, aukonylityspellin päälle asennetaan valunaikainen tuenta muottilautaa ja tukilankkua käyttäen. HB-Aukonylityspeltti tuetaan vähintään kahdella tukilankulla valun ajaksi. Kun aukko on  $\geq 900$  mm, tulee tukilankut olla vähintään 500 mm:n välein. Tukilankut tulee olla harkon molemmilla valettavilla osilla. Aukot raudoitetaan rakennesuunnittelijan suunnitelmien mukaan, kuitenkin siten, että vetoterästen minimirauditus on 2T10. HB-Aukonylityspellin päälle sijoitetaan aukon vetoteräksät niin, että riittävä suojaetäisyys 25 mm täyttyy. Suojaetäisyyden varmistamiseksi on syytä käyttää oikeankokoisia raudoituskorokkeita. Aukkojen kohdalla on myös syytä tukea valuharkot myös sivusuunnassa. EMG-400:n aukonylitykset voidaan toteuttaa myös ilman HB-Aukonylityspeltiä. Tällöin harkko aukon yläpuolisen harkon alapinta muotitetaan vanerilla/lankulla ja tuetaan vähintään kahdella tukilankulla ennen harkkojen asentamista. Tuet voidaan poistaa, kun betoni on saavuttanut muotinpurkulujuuden, joka on olosuhteista riippuen 2-14 pv.



Kuva 5; aukon ylitys

### 3.5. Valuharkkojen työstö

Valueristeharkot on valmistettu normaalipainoisesta betonista (nettokuivatiheys ~2250 kg/m<sup>3</sup>) ja niitä voidaan työstää esimerkiksi harkkosirkkelillä tai kulmahiomakoneella, jossa on timanttikatkaisulaikka. Harkkoja katkaistaessa on syytä huomioida valureikien koko ja valun aiheuttama valupaine. Katkaistuissa harkkoissa tulee olla vähintään kaksi kannasta. Pienempiä harkkoja tulee välttää tai harkot tulee tukea erityisen hyvin valun ajaksi. Harkkoja työstettäessä on huomioitava oikea suojavarustus; kuulo-, hengitys- sekä silmäsuojaimet.

### 3.6. Sähköjohdot ja putkitukset

Sähköjohdot asennetaan valun sisällä aina suojaputkeen. Suojaputket asennetaan harkkojen asennusvaiheessa. Vesi- ja keskuspolymurin putket asennetaan samalla. Putkien paikallapysyvyys on tärkeää varmistaa ennen valua.

### 3.7. Valun valmistelu

Tarkista valettavan seinän ja yläpinnan suoruus. Jos yläpinta ei ole riittävän suora, voidaan yläpintaan asentaa laudat muoteiksi oikeaan korkoon. Täytä mahdolliset kolot ja reiät muurauslaastilla. Älä käytä polyuretaania! Isommat reiät voidaan muotittaa. Tarkista raudoitusten sijainti ja suojaetäisyydet sekä niiden paikallapysyvyys valun aikana. Tue Valueristeharkkoseinä erityisen hyvin nurkista, mutta myös nurkkien välillä tulee olla riittävä määrä tukia estämässä harkkojen sivuttaissiirtymisen. Kostuta harkkojen sisäpinnat, jotta valubetoni leviää harkkojen joka onteloon. Tarkista suunnitteluasiakirjoista betonin vaatimukset. Laske tarvittava betonin määrä. Ylimmän Valueristeharkon eristeen päälle on suositeltavaa asentaa suojamuovi valun ajaksi, jotta eriste pysyy betonista puhtaana.

### 3.8. Valubetonin vaatimukset

Valubetonin lujuusluokan määrittää kohteen rakennesuunnittelija, mutta minimilujuus on C30/37 ja maksimiraekoko 8 mm (IT-betonissa maksimiraekoko on 12 mm). Betonin vaadittu rasisluokka tulee ottaa huomioon betonin valittaessa. Betonin tulee olla säänkestävää. Betonimassan notkeusluokka (BY50:n mukainen) on S3 tai S4.

### 3.9. Valaminen

Helpon valun onnistuu pumpulla. Valaminen aloitetaan nurkista edeten eteenpäin. Valettaessa massan korkeusero on enintään 0,5 m (2,5 harkkoa) ja yhdellä kertaa valetaan 1,5 m (7,5 harkkoa). Työsauma tulee aina harkkokerroksen puoleen väliin. Valun aikana tarkkaillaan koko ajan harkkojen paikallapysymistä. Harkot valetaan täyteen välipohjien tuilla, aukkojen alapinnoissa sekä seinän yläpäässä. Täryttäminen suoritetaan ohuella sauvatäryttimellä joka toisesta valaukosta hyvin kevyesti. Täryttäessä tulee olla varovainen, ettei tärytys liikuta tai riko harkkojen sisällä olevia teräksiä tai putkituksia. Kun käytetään itsestivistävää betonia, jätetään täryttäminen suorittamatta. Valun jälkeen betonipurseet poistetaan harjaamalla. Betonivalun jälkihoitona suositellaan rakenteen sisäpintojen kevyttä kastelua ja peittämistä. Jälkihoitoa suositellaan tehtäväksi viisi vuorokautta valun jälkeen. Jälkihoidon laiminlyönti saattaa heikentää betonin loppulujuutta oleellisesti.

Kun käytetään HB-Valuanturaharkkoa anturana, voidaan antura ja sen yläpuoliset Valueristeharkot valaa kerralla, kuten HB-Valuharkkoperustusjärjestelmässä. Tuolloin betonin notkeus tulee olla S3:sta.

### 3.10. Pinnoittaminen

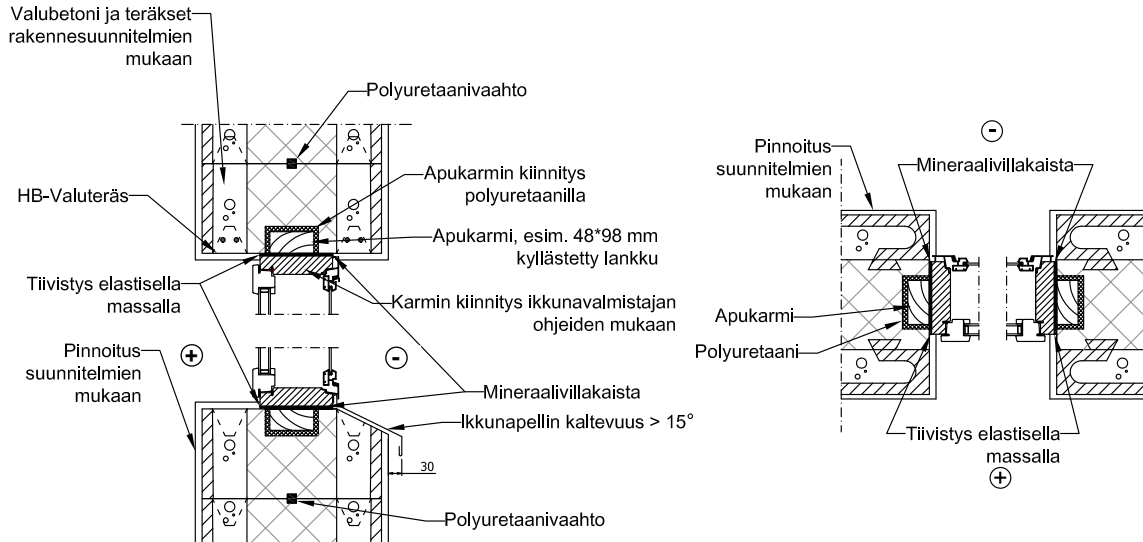
Pinnoittaminen suositellaan tehtäväksi yhden lämmityskauden jälkeen, jolloin seinän tasapainokosteuden voidaan olettaa olevan normalisoitunut rakennusaikaisen kosteuden poistuttua. Vaihtoehtoisesti pinnoitettavan seinän kosteutta voidaan mitata. Oikea kosteus riippuu käytettävästä pinnoitusmateriaalista.

Valueristeharkkoseiniä ulko- ja sisäpinnat pinnoitetaan tavallisesti kaksikerrosrappauksella. Myös vaihtoehtona on ohutrappaus, kun viimeistelyllä ei ole suurta merkitystä.

Perusmuurien pintakäsittelyssä tulee noudattaa RakMk C2:n määräyksiä ja ohjeita. Tavallisesti perusmuuri tasoitetaan, jonka jälkeen asennetaan perusmuurin vedeneristys. Näkyvä sokkelin osuus pinnoitetaan halutulla tavalla.

### 3.11. Karmien kiinnitys

Valueristeharkon eristeeseen kiinnitetään ns. apukarmi, johon ikkunan tai oven karmi kiinnitetään. Eriste lovetaan ja siihen kiinnitetään tavallisesti 98\*48 mm tai 48\*48 mm kyllästetty lankku polyuretaanilla, kts kuva 6. Karmi kiinnitetään apukarmiin karmiruuveilla. Apukarmin ja karmien välinen rako tiivistetään joko mineraalivillalla, polyuretaanilla tai itsepaisuvalla nauhalla. Ikkunat asennetaan ikkunavalmistajan ohjeiden mukaan.

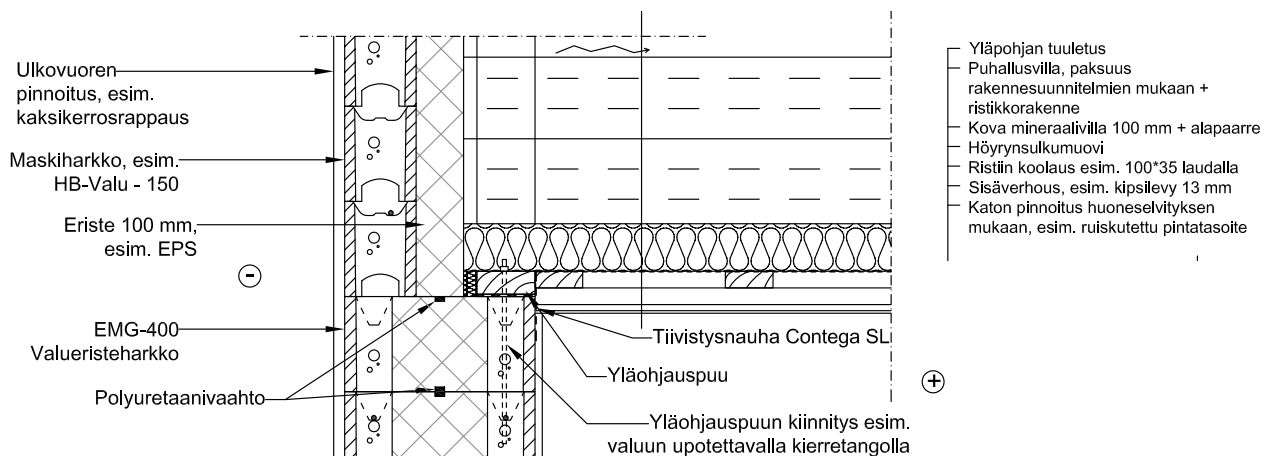


Kuva 6; aukon ylitys ja karmien kiinnitys

## 4. Kattorakenteen asennus

### 4.1. Kattoristikoiden asennus

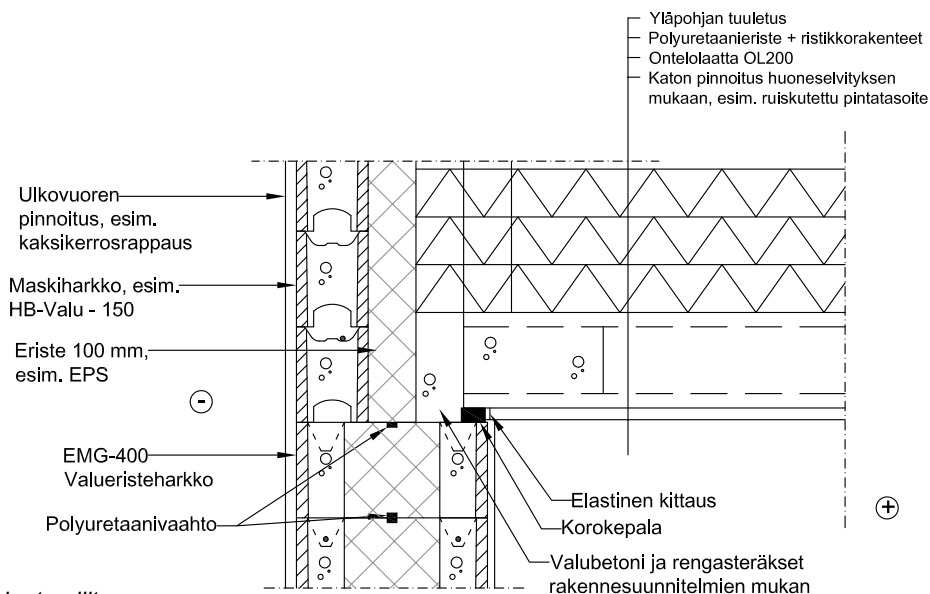
Kattoristikkoja varten kiinnitetään ylimmän Valueristeharkon päälle yläohjauspuu. Valueristeharkon yläpinta tulee olla tasainen. Epätasaisuudet voidaan hioa hiomakivellä pois. Yläohjauspuun leveys riippuu kattoristikkosuunnitelmista selviävästä tuen vähimmäisleveydestä. Yläohjauspuun ja Valueristeharkon väliin asennetaan yläohjauspuun levyinen bitumikermi tai solumuovinauha. Yläohjauspuu voidaan kiinnittää valuharkkoon etukäteen Valueristeharkon valuu upotettuihin kierretankoihin. Jos kiinnikkeet halutaan asentaa valun jälkeen, voidaan käyttää betoniruuveja. Kiinnikemäärät ja laadut määrittelee kohteen rakennesuunnittelija. Kun käytetään kierretankoa, tulee ne sijoittaa oikealla jaolla riittävän syväälle valubetoniin. Kun yläohjauspuuta aletaan kiinnittämään, porataan ensin oikeankokoinen reikä kierretankojen kohdalle. Kun reiät on porattu, asennetaan yläohjauspuu paikoilleen niin, että kierretangot menevät yläohjauspuuhun poratuista rei'istä läpi. Kun yläohjauspuu on paikoillaan, kiinnitetään yläohjauspuu Valueristeharkkoon ruuvaamalla oikeankokoinen mutteri kierretankoon ja kiristämällä mutteri tiukalle. Mutterin alla tulee käyttää aluslevyä.



Kuva 7; kattoristikon asennus

## 4.2. Ontelolaatan asennus

Ontelolaatan asentamista varten tulee ontelolaatan kanssa samalle tasolle tulevana Valueristeharkko-na käyttää työmaalla halkaistua Valueristeharkkoa tai HB-Valu-150:stä kuten kuvassa 8. Se onnistuu parhaiten sahaamalla eristeen ja harkon saumasta käsisahalla. Vaihtoehtoisesti voidaan ontelolaatan kohdalle tehdä muotti. Valueristeharkkoseinässä tulee olla asennettuna tartuntateräkset ontelolaattaa ja mahdollisesti välipohjalta jatkuvaa seinää varten. Ontelolaatan alle tuleva Valueristeharkko täytetään valuvaiheessa puolilleen. Ontelolaatat asennetaan sisemmän harkkokuoren päälle niin, että ontelolaatan reuna tulee 50 mm harkon ulkokuoren sisäpuolelle valuontelon kohdalle. Harkkokuoren ja ontelolaatan välissä käytetään muovisia korokepaloja, jotta ontelolaatta saadaan oikeaan korkoon. Ontelolaatan reikiin asennetaan rakennesuunnitelmien mukaiset teräkset. Valueristeharkko, joka on ontelolaatan kanssa samalla tasolla, on syytä kiinnittää esimerkiksi kiviliimalla alempaan harkkoon kiinni, ettei se irtoa valun aikana. Ontelolaatan ja valuharkkoseinän välinen liitos valetaan rakennesuunnitelmissa määritetyllä betonilla. Ontelolaatan sauma - ja pintavalussa noudatetaan ontelolaatta-valmistajan ohjeita.



Kuva 8; otelolaatan liitos

## 5. Valueristeharkko EMG400:n mitoitus

### 5.1. Palkin mitoitus

Taulukon arvot on laskettu käyttäen seuraavia lähtötietoja:

Betonin lujuus C30/37,  $f_{cd} = 11,1 \text{ N/mm}^2$   $f_{ctd} = 0,83 \text{ N/mm}^2$

Vetoteräs A500HW 2T10,  $f_{yd} = 417 \text{ N/mm}^2$

Hakateräs A500HW (paksuus taulukosta)

Betonin suojaetäisyys 25 mm

Valuaukon leveys 75 mm

Laskennassa on käytetty kaavoja:

Taivutuskapasiteetti

$$M_u = 0,85 \cdot A_s \cdot f_{yd} \cdot d$$

Leikkauskapasiteetti

$$V_c = 0,4 \cdot f_{ctd} \cdot b \cdot d$$

Taulukko 7; Leikkausraudoittamaton palkki

| Palkin korkeus   | 1 harkkokerros (200 mm) | 2 harkkokerrosta (400 mm) | 3 harkkokerrosta (600 mm) |
|------------------|-------------------------|---------------------------|---------------------------|
| d =              | 160 mm                  | 360 mm                    | 560 mm                    |
| M <sub>u</sub> = | 8,9 kNm                 | 20,0 kNm                  | 31,2 kNm                  |
| V <sub>c</sub> = | 4,0 kN                  | 9,0 kN                    | 14,0 kN                   |
| Aukko [m]        | q <sub>u</sub> [kN/m]   |                           |                           |
| 0,6              | 21,0                    | 62,0                      | 62,0                      |
| 0,8              | 13,0                    | 61,0                      | 62,0                      |
| 1,0              | 9,0                     | 41,0                      | 62,0                      |
| 1,2              | 7,5                     | 27,0                      | 62,0                      |
| 1,4              | 6,0                     | 20,0                      | 54,0                      |
| 1,6              | 5,0                     | 16,0                      | 38,0                      |
| 1,8              | 4,5                     | 13,5                      | 29,0                      |
| 2,0              | 4,0                     | 11,0                      | 23,0                      |
| 2,2              | 3,5                     | 9,5                       | 19,5                      |
| 2,4              | 3,2                     | 8,8                       | 17,0                      |
| 2,6              | 2,9                     | 7,9                       | 14,5                      |
| 2,8              | 2,7                     | 7,1                       | 13,0                      |
| 3,0              | 2,5                     | 6,5                       | 12,0                      |

Paikallinen puristuskestävyys määräävä

Leikkauskapasiteetti leikkausraudoitetulle palkille

Leikkaushaoilla vastaan otettava leikkausvoima:

$$V_s = 0,9 \cdot (A_{sv} / s) \cdot f_{yd} \cdot d, \text{ jossa}$$

$$s = \text{hakaväli} = 200 \text{ mm}$$

Taulukko 8; Leikkausraudoitettu palkki

| Palkin korkeus                                                 | 1 harkkokerros (200 mm) | 2 harkkokerrosta (400 mm) | 3 harkkokerrosta (600 mm) |
|----------------------------------------------------------------|-------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 1 leikkeinen UHT6 K200; A <sub>sv</sub> = 28,3 mm <sup>2</sup> |                         |                           |                           |
| d =                                                            | 154 mm                  | 354 mm                    | 554 mm                    |
| M <sub>u</sub> =                                               | 8,6 kNm                 | 19,7 kNm                  | 30,8 kNm                  |
| V <sub>c</sub> =                                               | 12,0 kN                 | 27,6 kN                   | 43,2 kN                   |
| Aukko [m]                                                      | q <sub>u</sub> [kN/m]   |                           |                           |
| 0,6                                                            | 34,8                    | 62,0                      | 62,0                      |
| 0,8                                                            | 26,1                    | 60,0                      | 62,0                      |
| 1,0                                                            | 20,8                    | 48,0                      | 62,0                      |
| 1,2                                                            | 17,4                    | 40,0                      | 62,0                      |
| 1,4                                                            | 14,7                    | 34,2                      | 53,6                      |
| 1,6                                                            | 13,0                    | 30,0                      | 46,9                      |
| 1,8                                                            | 11,6                    | 26,6                      | 41,7                      |
| 2,0                                                            | 10,4                    | 24,0                      | 37,5                      |
| 2,2                                                            | 9,4                     | 21,8                      | 34,1                      |
| 2,4                                                            | 8,7                     | 20,0                      | 31,3                      |
| 2,6                                                            | 8,0                     | 17,6                      | 27,5                      |
| 2,8                                                            | 7,4                     | 15,1                      | 23,7                      |
| 3,0                                                            | 6,9                     | 13,2                      | 20,7                      |

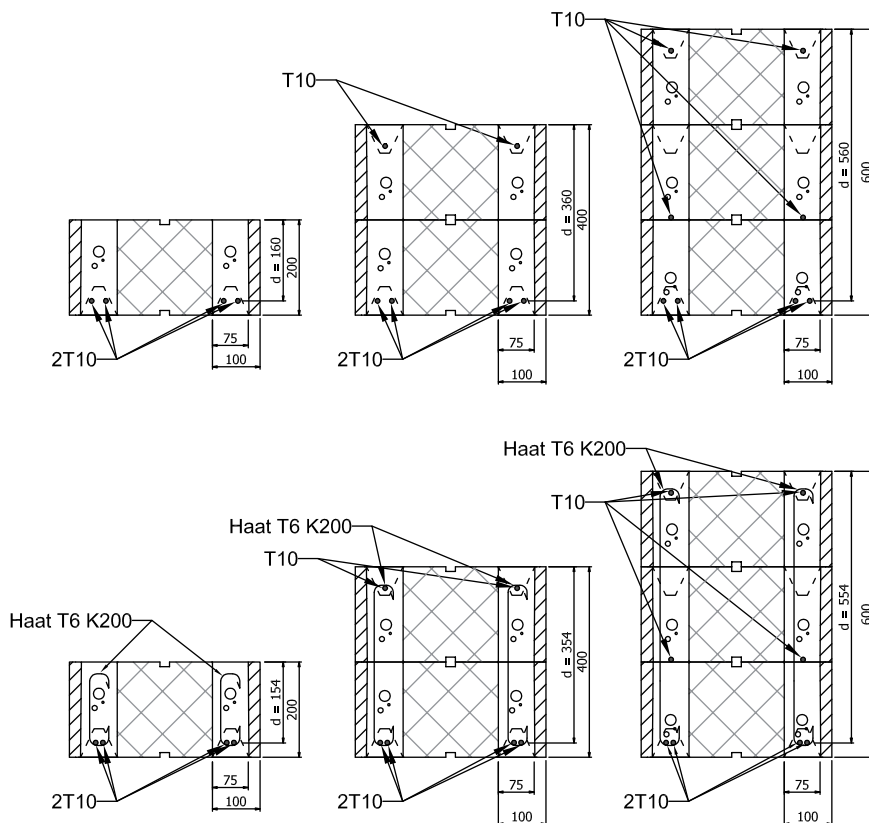
Paikallinen puristuskestävyys määräävä

Taivutusvastus määräävä

Tarvittava ankkurointipituus tuella lasketaan kaavalla

$$l_b = V_d / (1,7 \cdot f_{ctd} \cdot u_s)$$

jossa u<sub>s</sub> on tangon ympärysmitta.



Kuva 9; palkkirakenteet

## 5.2. Kellarin seinän mitoitus

### 5.2.1. Mitoitusesimerkki

#### 5.2.1.1. Lähtötiedot mitoitukseen

Kellarin seinän korkeus  $L = 3,0$  m      Täytön korkeus  $H = 2,2$  m  
Harkon tiedot: EMG-400  
Harkkokuoren leveys = 100 mm    Valuontelon leveys  $h = 75$  mm  
Kuoren paksuus = 25 mm      Eristeen leveys = 200 mm  
Paino valettuna = 5,1 kN/m<sup>2</sup>

Betonin tiedot:

Lujuusluokka C30/37

$f_{cd} = 11,1$  N/mm<sup>2</sup>

$f_{ctd} = 0,83$  N/mm<sup>2</sup>

$f_{ck} = 30$  N/mm<sup>2</sup>

$f_{ctk0,05} = 2,03$  N/mm<sup>2</sup>

$E_{cm} = 33000$  N/mm<sup>2</sup>

Teräket tiedot:

$f_{yk} = 500$  N/mm<sup>2</sup>

$f_{ywd} = 400$  N/mm<sup>2</sup>

$f_{yd} = 417$  N/mm<sup>2</sup>

$E_s = 200000$  N/mm<sup>2</sup>

Muut lähtötiedot:

Betonin suojapeite  $c = 25$  mm

Valitaan pystyteräs T10 K200  $A_s = 393$  mm<sup>2</sup>

$d = 47,5$  mm (etäisyys vetoterästen painopisteestä poikkileikkauksen yläpintaan)

### 5.2.1.2. Kuormat:

Sisäkuoreen kellarin seinän puolivälissä vaikuttava normaalivoima metrin levyisellä kaistalla:

$$N_{d,VP+VP+KS} = 47,9 \text{ kN/m}$$

Kellarin seinän vaakakuormat:

$$\text{Kitkamaa } p_1 = 6,5H = 14,3 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Pintakuorma } q_k = 2,5 \text{ kN/m}^2$$

$$p_2 = 0,5q = 1,25 \text{ kN/m}^2$$

$$M_{p1,max} = \frac{p_1 H^2}{6L} \left( L - H \left( 1 - \frac{2}{3} * \sqrt{\frac{H}{3L}} \right) \right) = 5,9 \text{ kNm}$$

Maksimimomentti on korkeudella  $H_{p1}$  seinän alareunasta

$$H_{p1} = H * \left( 1 - \sqrt{\frac{H}{3L}} \right) = 1,11 \text{ m}$$

$$M_{p2,max} = \frac{p_2 * H^2}{2} * \left( 1 - \frac{H}{2 * L} \right) = 2,3 \text{ kNm}$$

Maksimimomentti on korkeudella  $H_{p2}$  seinän alareunasta

$$H_{p2} = H * \left( 1 - \frac{H}{2L} \right) = 1,4 \text{ m} < H, OK$$

Vaakavoimista aiheutuvat kuormitukset voidaan jakaa kummallekin kuorelle tasan. Tarkastellaan sisäkuoren kuormituksia ja kantokykyä seinän puolivälissä. Valitaan sisäkuoren ja ulkokuoren mitoitusmomentiksi maanpaineen ja pintakuorman aiheuttamien momenttien summa

$$M_d = M_{d,p1+p2}/2 = 4,1 \text{ kNm/m}$$

### 5.2.1.3. Kellarin seinän normaalivoimakapasiteetti

Kapasiteetti lasketaan kaavalla

$$N_u = \frac{1 - 2 * e_d/h_c}{1 + 0,001 * (L_c/h)^2} * A_c * f_{cd} = 138,5 \text{ kN/m}$$

ja tarkastellaan puristuskestävyyttä seinän puolivälissä 1 metrin levyisellä kaistalla.

$$L_c = 3000$$

5.2.1.3. Kellarinseinän maksimitukiväli sekä kerroin  $k_c$  saadaan taulukosta 9.

|                                                       |                                                                                                                    |                                                                                                                           |
|-------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                       |                                                                                                                    |                                                                                                                           |
| Sivutukien välimatkan ja seinän korkeuden suhde $b/L$ | Sivutukien välimatkan ja rakenteen paksuuden (126 mm) suhde $b/h < 30$ ( $0,126 \text{ m} * 30 = 3,78 \text{ m}$ ) | Sivutuen etäisyys vapaaseen reunaan jaettuna rakenteen paksuudella $b/h < 15$ ( $0,126 \text{ m} * 15 = 1,89 \text{ m}$ ) |
| 0,3                                                   | 0,2                                                                                                                | 0,5                                                                                                                       |
| 0,5                                                   | 0,3                                                                                                                | 0,7                                                                                                                       |
| 1,0                                                   | 0,6                                                                                                                | 0,9                                                                                                                       |
| 1,5                                                   | 0,8                                                                                                                | 1,0                                                                                                                       |
| 2,0                                                   | 0,9                                                                                                                | 1,0                                                                                                                       |
| > 2,0                                                 | 1,0                                                                                                                | 1,0                                                                                                                       |

## 5.2.1.4. Kellarin seinän mitoitus normaalivoimalle ja vaakakuormille

Epäkeskisyydet:

Oletetaan normaalivoimien vaikuttavan sisäkuoreen keskeisesti, joka on tässä tapauksessa varmalla puolella oleva oletus.

a) Perusepäkeskisyys  $e_a$  (työnsuoritukseen liittyvä epäkeskisyys)

$$e_a = h / 20 + l_o / 500 = 9,75 \text{ mm}$$

b) Lisäepäkeskisyys  $e_2$  (rakenteen hoikkuuden vaikutus)

$$e_2 = (\lambda / 145)^2 * h = 24,3 \text{ mm}$$

$$\text{Hoikkuusluku } \lambda = l_o / i = 82 \text{ mm}$$

$$\text{Suorakaidepoikkileikkaukselle jäyhyys säde } i = h / 12^{1/2} = 36,4 \text{ mm}$$

Otetaan ulkokuoren jäykistävä vaikutus hoikkuutta laskettaessa huomioon kaavalla

$$h = (h_1^3 + h_2^3)^{1/3} = 126,0 \text{ mm}$$

jossa  $h_1 = h_2 = 75+25 \text{ mm}$ .c) Kuorman epäkeskisyys  $e_o$ 

$$e_o = M_{oEd} / N_{Ed} \text{ tai } e_o = \max(0,6e_{o1} + 0,4e_{o2}, 0,4e_{o1})$$

$$e_o = 85 \text{ mm}$$

d) Mitoitusepäkeskisyys  $e_d$ Mitoituksessa käytettävä epäkeskisyys  $e_d$  on edellä laskettujen epäkeskisyyksien summa

$$e_d = e_a + e_2 + e_o = 119 \text{ mm}$$

Rakenne mitoitetaan normaalivoimalle  $N_d = 47,9 \text{ kN/m}$ ja epäkeskisyydelle  $e_d = 119 \text{ mm}$  seinän puolivälissä

## 5.2.1.5. Puristetun ja taivutetun teräsbetonirakenteen mitoitus

1) Valitaan poikkileikkauksen mitat leveys  $b$  ja korkeus  $h$  sekä veto- ja puristusraudoitus  $A_s, A_{sc}$ Tarkasteltavassa rakenteessa ei käytetä puristusteräksiä ja  $A_{sc} = 0$ , jolloin em. kaavoissa kyseiset termit jäävät pois

2) Lasketaan keskeisen puristuksen normaalivoimakkestävyys

$$N_{R,0} = (A_s + A_{sc})f_{sd} + b * h * f_{cd} = 996,1 \text{ kN}$$

$$b = 1000 \text{ mm}$$

sekä tasapainomurtoon kuuluvat normaalivoima  $N_{Rd,b}$  ja epäkeskisyyden  $e_{d,b}$

Jos  $N_{Rd,b} < N_{Ed} > N_{Rd,0}$  pilarissa tapahtuu puristusmurto

$$\epsilon_{cu} = 0,0035$$

$$N_{Rd,b} = 0,8 * b d f_{cd} \frac{\epsilon_{cu} E_s}{f_{sd} + \epsilon_{cu} E_s} + (A_{sc} - A_s) f_{sd} = 264,4 \text{ kN}$$

$$x_b = \frac{d \epsilon_{cu} E_s}{f_{sd} + \epsilon_{cu} E_s} = 29,8 \text{ mm}$$

$$y_b = 0,8 x_b = 23,8 \text{ mm}$$

$$d_s = d - x_b = 17,7 \text{ mm}$$

$$e_{d,b} = \frac{f_{cd} y_b b \left( d - d_s - \frac{y_b}{2} \right) + A_{sc} f_{cd} (d - d_c - d_s) + A_{sc} f_{cd} d_s}{N_{Rd,b}} = 17,9 \text{ mm}$$

3) Pilarin puristuskestävyys

$$N_{Rd} = \frac{N_{Rd,0}}{1 + \frac{e_d}{e_{d,b}} \left[ \frac{N_{Rd,0}}{N_{Rd,b}} - 1 \right]} = 51,3 \text{ kN}$$

tai Whitneyn menetelmän perusteella arvioitu kaavalla:

$$N_{Rd} = \frac{A_{sc} f_{cd} (d - d_c) + 0,4 f_{cd} b d^2}{e_d + d - h/2} = 77,6 \text{ kN}$$

Valitaan pienempi arvo 51,3 kN

Jos  $N_{Rd,b} < N_{Ed} > N_{Rd,0}$  pilarissa tapahtuu puristusmurto.

Nyt  $N_{Rd,b} > N_{Ed} < N_{Rd,0}$ , joten  $N_{Ed}$  on OK.

Jos  $N_{Ed} \leq N_{Rd}$

47,9 < 51,3 kN → mitoitus on hyväksyttävä.

Teräsjännityksen tarkistus:

$$\sigma = M/z * A_s = M/0,85 * d * A_s \leq f_{yd} \rightarrow \sigma = 257,0 \text{ N/mm}^2 < 417 \text{ N/mm}^2$$

$$A_{s,vaad} = M/0,85 * d * f_{yd} = 242,2 \text{ mm}^2$$

Valitaan ulkokuoreen teräs T10 K200

Tarkistetaan puristetun pinnan korkeus

$$x/d \leq x_b/d$$

$$x = A_s f_{sd} / (b f_{cd}) = 14,7 \text{ mm}$$

$$x_b/d = 0,63 > x/d = 0,31 \text{ OK}$$

Kutistuma teräkset lasketaan kaavalla

$$A_s = 0,001 A = 100 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$A = (75 \text{ mm} + 25 \text{ mm}) * 1000 \text{ mm} = 100000 \text{ mm}^2$$

$$\text{Vaakasauomoihin sijoitetaan T8 K400 } A_s = 125,7 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Seinän kuoren leikkausvoimakkestävyys seinän alapäässä

$$V_c = 0,4 f_{ctd} b d = 15,8 \text{ kN/m}$$

$$V_d = V_{Ap1} + V_{Ap2} = 13,6 \text{ kN/m OK}$$

Leikkausvoima seinän alapäässä

$$V_{Ap1} = p_1 * \frac{H \left( 1 - \frac{H}{3L} \right)}{2} = 11,9 \text{ kN/m}$$

$$V_{Ap2} = p_2 * \frac{H(2L - H)}{2L} = 1,7 \text{ kN/m}$$

### 5.2.1.6. Raudoituksen ankkurointikestävyys

Ankkurointikestävyys  $F_{bu}$  rakenteen tuella lasketaan kaavasta

$$F_{bu} = 1,7f_{ctd}u_s l_b \geq \sigma_s A_s$$

$$f_{ctd} = 0,83 \text{ N/mm}^2$$

$$u_s = \text{tangonympärysmitta} = 2\pi r = 31,4 \text{ mm}$$

$$\sigma_s = \text{murtorajatilän laskentakuormaa vastaava teräsännitys} = 257 \text{ N/mm}^2$$

$$l_b = \text{ankkurointipituus} = V_d / (1,7f_{ctd}u_s) = 306 \text{ mm}$$

$$A_s = 78,5 \text{ mm}^2$$

$$\sigma_s A_s = 20,2 \text{ kN} > F_{bu}, \text{ ankkurointi pituus ei riitä}$$

Valitaan ankkurointipituudeksi 500 mm  $\rightarrow F_{bu} = 22,2 \text{ kN}$

### 5.2.2. Mitoitustaulukot

Taulukon 10 arvot on mitoitettu laskentaesimerkin mukaisilla lähtötiedoilla, mutta normaalivoimaksi on valittu 45,0 kN/m. Kun kuormat muuttuvat, muuttuu myös kellarin seinän epäkeskisyydet ja siten myös kapasiteetti. Tästä syystä taulukon arvot ovat vain suuntaa antavia. Kellarin seinä tulee mitoittaa aina tapauskohtaisesti, mitoituksesta vastaa kohteen rakennesuunnittelija.

Taulukko 10; kellarin seinän maksimitäyttökorkeudet

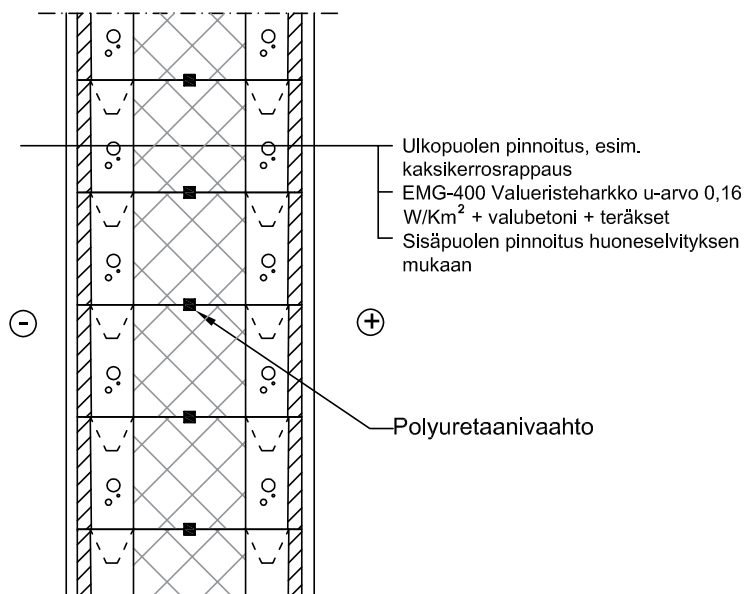
| Teräskoko                   | 10                     | 10   | 8    | 8    |
|-----------------------------|------------------------|------|------|------|
| Teräsjako                   | K400                   | K200 | K400 | K200 |
| Kellarin seinän korkeus [m] | Max täytön korkeus [m] |      |      |      |
| 1,8                         | 1,8                    | 1,8  | 1,8  | 1,8  |
| 2,0                         | 2,2                    | 2,2  | 1,7  | 2,2  |
| 2,2                         | 2,0                    | 2,5  | 1,6  | 2,3  |
| 2,4                         | 1,9                    | 2,4  | 1,6  | 2,2  |
| 3,4                         | 1,9                    | 2,2  | 1,6  | 2,1  |
| 3,8                         | 1,8                    | 2,1  | 1,5  | 2,1  |

## 6. Liitteet

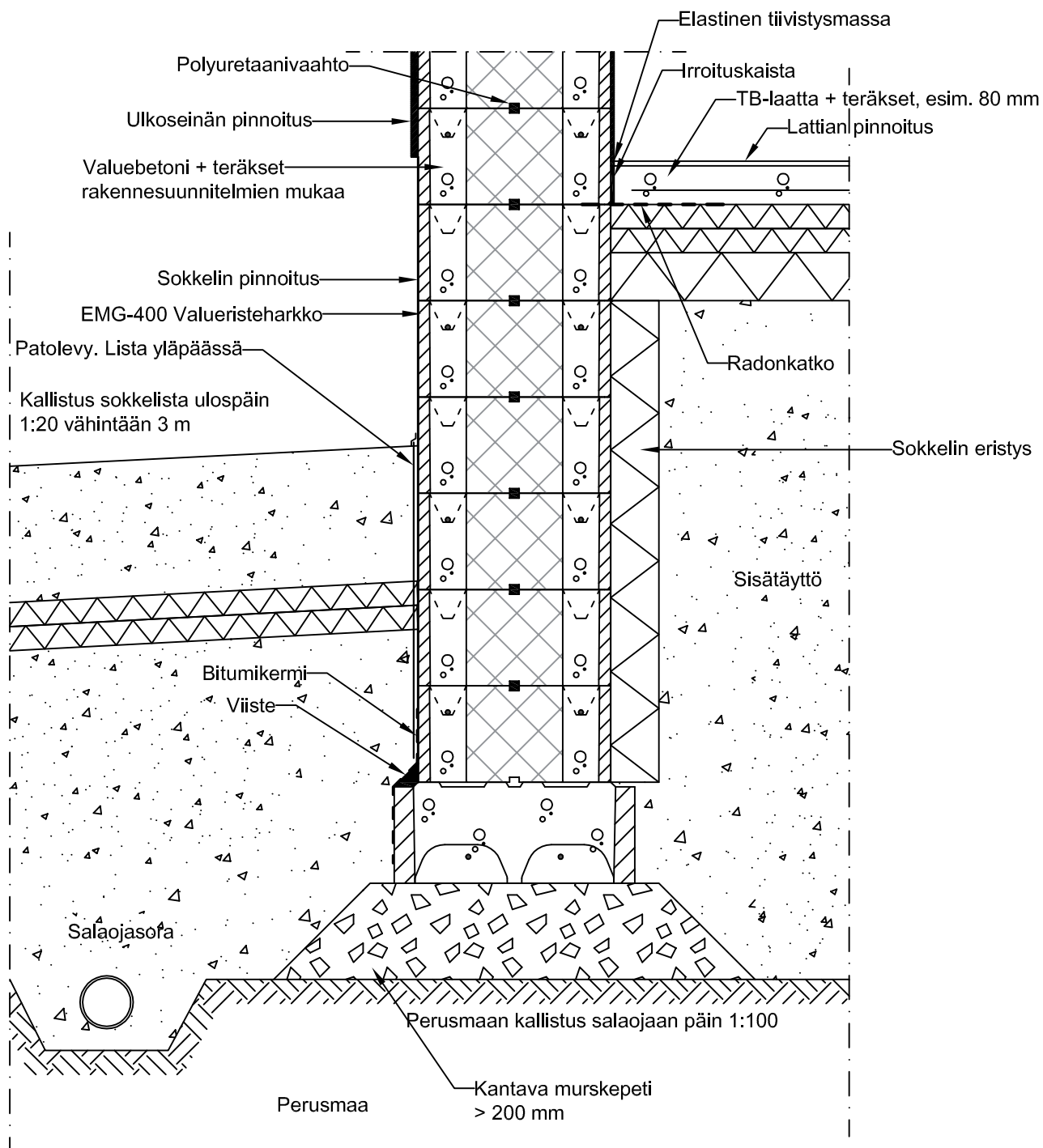
Kuva 9; EMG-400 seinärakenne

Kuva 10; Perustusleikkaus

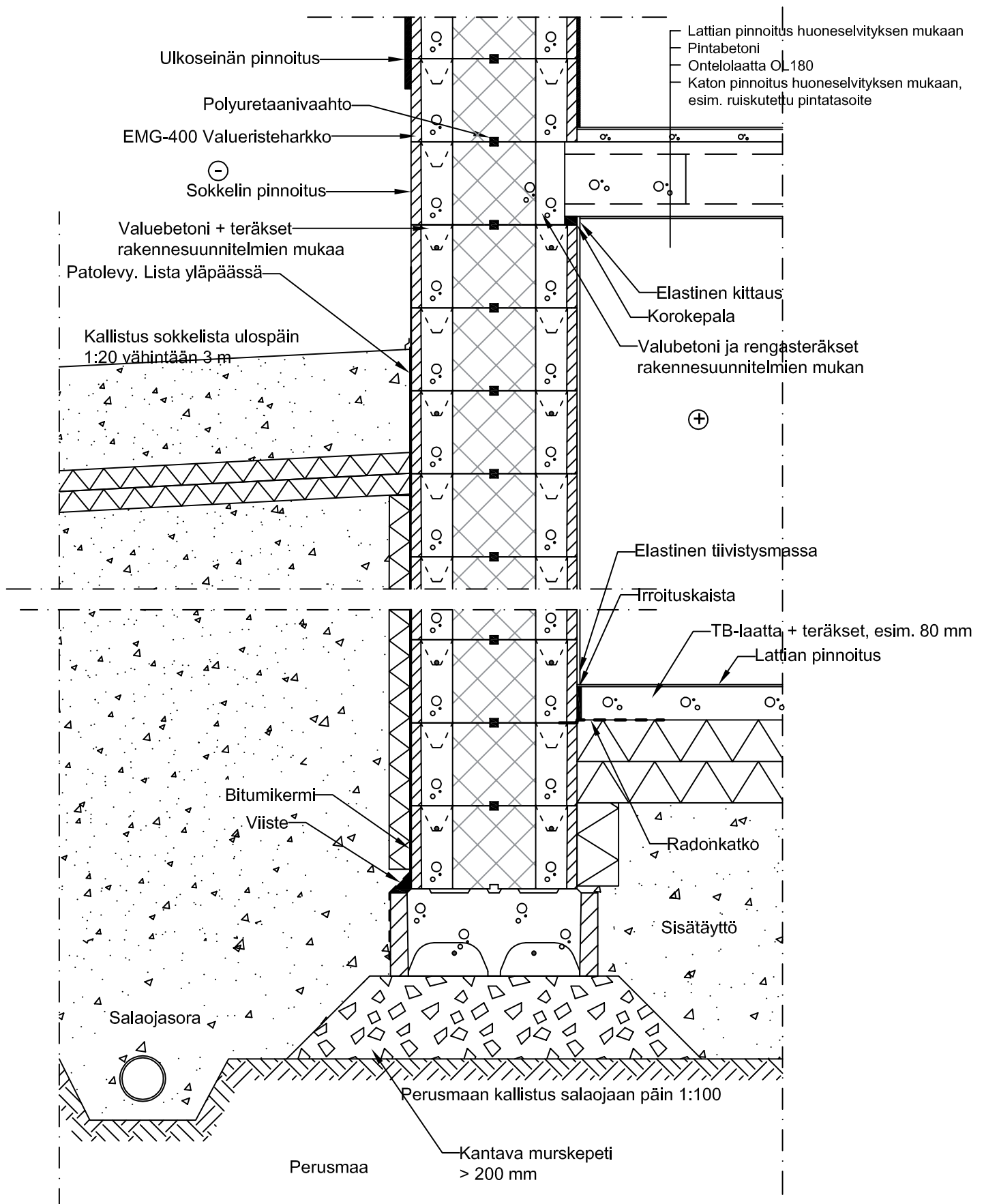
Kuva 11; kellarin seinä



Kuva 10; EMG-400 seinärakenne



Kuva 11; Perustusleikkaus



Kuva 12; kellarin seinä

[illegible]



**HB-BETONITEOLLISUUS OY**

Betonitehtaantie | 40320 Jyväskylä | Puh. 020 788 1800  
[www.hb-betoni.fi](http://www.hb-betoni.fi)