

# Teräsbetoni-laattojen raudoitus

## Case As Oy Laaksolankulma

Jesse Laitervo

OPINNÄYTETYÖ  
Lokakuu 2019

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka  
Talorakennustekniikka

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka  
Talonstrakennustekniikka

LAITERVO, JESSE:  
Teräsbetonilaattojen raudoitus  
Case As Oy Laaksoankulma

Opinnäytetyö 57 sivua, joista liitteitä 7 sivua  
Lokakuu 2019

---

Opinnäytetyö tehtiin yhteistyössä Sweco Oy:n kanssa heidän asiakaskohteeseensa Turun seudulle. Opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella uudiskohteen As Oy Laaksoankulman välipohjalaattojen terästys, huomioiden eurokoodit ja Suomen rakennusmääräykset.

Kohde oli alueelle tyypillinen viisikerroksinen kerrostalo, jossa välipohjalaatat toteutettiin paikalla valaen. Raudoitettava välipohja oli teräsbetonilaatta, joka tukeutui rakennuksen päätyseinille. Pidemmät sivuseinät olivat kevyitä kuorielementtejä, joilta syntyi kuormaa laatan reunalle.

Opinnäytetyön päätavoite oli suunnitella kohteen välipohjalaatan terästys ja lisäksi koota välipohjalaattojen raudoitussuunnittelua koskevat määräykset, laskukaavat ja yleiset toimintatavat. Työssä käytiin läpi myös, terästen esitystavat rakennepiirustuksissa.

---

Asiasanat: välipohjalaatta, teräsbetonilaatta, raudoitus suunnittelu, rakennussuunnittelu

## **ABSTRACT**

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
Degree Programme in Construction Engineering  
Building Construction

LAITERVO, JESSE:  
Reinforcement of concrete slabs  
Case: As Oy Laaksolankulma

Bachelor's thesis 57 pages, appendices 7 pages  
October 2019

---

The thesis was done in cooperation with Sweco Oy for their client project in the Turku region. The aim of this thesis was to design As Oy Laaksolankulma reinforced floor slabs, by taking into account the Eurocode and Finnish building regulations. The site was a typical five-story apartment block where the floor slabs are executed by casting on site.

The main objective of the thesis was to design the reinforced slabs of the project, and in addition to compile the rules, calculation formulas and general methods of reinforcement design of the slabs. The work also dealt with how to draw structural drawings and what is a good and clear presentation.

---

Key words: floor slab, reinforced concrete slab, reinforcement design, structural design

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	7
2	KOHTEEN TIEDOT .....	8
3	MATERIAALIT .....	9
3.1	BETONIN OMINAISUUDET .....	9
3.1.1	RASITUSLUOKKA .....	10
3.1.2	RAUDOITUKSEN BETONIPEITE .....	11
3.1.3	KÄYTTÖIKÄ .....	12
3.2	BETONITERÄKSEN OMINAISUUDET .....	13
3.3	TERÄKSEN JA BETONIN YHTEISTOIMINTA.....	14
3.4	YLEISTÄ TERÄSBETONILAATOISTA.....	15
4	KUORMITUKSET .....	16
4.1	KUORMITUSTAPAUKSET .....	16
4.1.1	OMAPAINO .....	16
4.1.2	HYÖTYKUORMA .....	17
4.1.3	LUMIKUORMA .....	18
4.1.4	VÄESTÖNSUOJA .....	20
4.2	KUORMITUSYHDISTELMÄT.....	21
4.2.1	MURTORAJATILA.....	23
4.2.2	KÄYTTÖRAJATILA .....	24
4.2.3	ONNETTOMUUSRAJATILA.....	25
5	KÄYTTÖRAJATILAMITOITUS.....	26
5.1	TAIPUMAN RAJOITTAMIEN .....	26
5.2	HALKEILUN RAJOITTAMINEN .....	28
5.3	PALOMITOITUS .....	30
6	MURTORAJATILAMITOITUS JA RAUDOITUKSEN MÄÄRITYS .....	31
6.1	LAATAN MITOITUS TAIVUTUKSELLE .....	31
6.2	LAATAN MITOITUS LEIKKAUKSELLE.....	32
6.3	LAATAN MITOITUS LÄVISTYKSELLE .....	34
6.4	MOMENTTIEN ARVOT FEM-DESIGN OHJELMALLA .....	35
7	LAATAN TERÄSTYKSEN YKSITYISKOHDAT .....	40
7.1	RAUDOITUSTAVAN VALINTA .....	40
7.1.1	IRTOTANKORAUDOITUS.....	40
7.1.2	VERKKORAUDOITUS .....	41
7.1.3	MATTORAUDOITUS.....	42
7.1.4	KAISTARAUDOITUS.....	42
7.2	TUKIRAUDOITUS.....	43

7.3 LAATAN REIÄT .....	44
8 KOHTEEN VÄLIPOHJALAATAN TERÄSTYS .....	45
9 TERÄSTYKSEN ESITYSTAPA RAKENNEPIIRUSTUKSISSA.....	47
10 POHDINTA .....	48
LÄHTEET .....	49
LIITTEET.....	50
Liite 1. Esimerkkikohde, Arkkitehdin asemakaava. ....	50
Liite 2. Esimerkkikohde, Arkkitehdin julkisivupiirustus (koillinen). ....	50
Liite 3. Esimerkkikohde, 1. kerroksen katon laudoituspiirustus. ....	50
Liite 4. Esimerkkikohde, Momentit X-suunnassa.....	50
Liite 5. Esimerkkikohde, Momentit Y-suunnassa.....	50
Liite 6. Esimerkkikohde, 1. kerroksen katon alapintaterästys.....	50
Liite 7. Esimerkkikohde, 1. kerroksen katon yläpintaterästys.....	50

**LYHENTEET**

$A_d$	Onnettomuuskuorma
$A_s$	Teräspinta-ala
$A_{s,min}$	Minimiteräsmäärä
$b$	Poikkileikkauksen leveys tai rakennuksen sivujen pituus (lumikuorma)
$d$	Betoni poikkileikkauksen tehollinen korkeus
$f_{bd}$	Betonin tartuntalujuus
$f_{cd}$	Betoni puristuslujuuden mitoitusarvo
$f_{ck}$	Betoni puristuslujuuden ominaisarvo
$f_{yd}$	Betoniteräksen myötölujuuden mitoitusarvo
$f_{yk}$	Betoniteräksen myötölujuuden ominaisarvo
$G_{k,j}$	Pysyvä kuorma
$h$	Laatan paksuus tai kattojen tasoero (lumikuorma)
$Q_{k,j}$	Muuttuva kuorma
$Q_{k,1}$	Määräävä muuttuva kuorma
$S_k$	Maassa oleva lumi
$\gamma$	Lumen tilavuuspaino
$\gamma_c$	Materiaaliominaisuuden osavarmuusluku betonille
$\gamma_s$	Materiaaliominaisuuden osavarmuusluku teräkselle
$\mu_i$	Lumen muotokerroin
$\psi$	Kuormien muotokerroin

## 1 JOHDANTO

Suomessa yleinen asuinrakennusten rakennustapa on käyttää ontelolaattoja ja elementtiseiniä eli tehdä täyselementtitalo. Varsinais-Suomessa tilanne on kuitenkin toinen. Turun seudulla lähes poikkeuksetta kaikki vaakarakenteet tehdään työmaalla paikalla valaen. Tämän takia laattarakenteiden raudoitusten suunnittelu on yksi tärkeä työvaihe asuinrakennuksen suunnittelussa.

Tässä opinnäytetyössä suunnitellaan Kaarinaan rakennettavan kerrostalokohteen välipohjien terästys, sekä tehdään tarvittavat terästyspiirustukset. Kohde on tyypillinen viisikerroksinen kerrostalo, jossa välipohjat ovat teräsbetonisia paikallavalu laattoja. Työ tehdään yhteistyössä Turun Sweco rakennetekniikka Oy:n kanssa ja tuotettuja piirustuksia hyödynnetään As Oy Laaksolankulman rakentamisessa.

Opinnäytetyössä kootaan raudoitussuunnittelussa tarvittavat tiedot, sekä huomioidtavat määräykset. Työssä syvennytään materiaaliominaisuuksiin ja materiaalien yhteistoimintaan sekä käydään läpi kohteen kuormitukset ja niiden yhdistely.

Työssä käydään läpi myös laatan raudoituksen suunnitteluun vaikuttavien voimasuureiden laskeminen FEM-Design ohjelmalla ja niiden vaikutus terästen asetteluun ja määrää. Myös laatan poikkeuskohtia, kuten hormien ja hissikuilun läpivientien raudoitukset esitetään esimerkkikohteen avulla.

Lopuksi suunnitellaan As Oy Laaksolankulman ensimmäisen kerroksen katon välipohjalaatan raudoitus. Raudoituksen määrittämisessä käytetään apuna FEM-Design sovelluksen avulla laskettuja laatan momentin arvoja, sekä edeltävien kappaleiden teoriaa. Raudoitussuunnittelun jälkeen kerrotaan lyhyesti yleispätevät terästen esitystavat terästyspiirustuksissa.

## 2 KOHTEEN TIEDOT

Opinnäytetyö pohjautuu As Oy Laakso-lankulma -nimiseen kohteeseen. Laakso-lankulma koostuu kahdesta rakennuksesta, Talo C:stä ja Talo D:stä. Lisäksi samalle tontille rakennetaan As Oy Eerikinhovi, johon kuuluu rakennus AB. Tontille rakennetaan lisäksi myös yhteinen parkkihalli, joka sijoittuu rakennusten muodostaman sisäpihan alle niin, että jokainen rakennus on yhteydessä parkkihalliin. Kaikki tontin rakennukset ovat Turun Sweco rakennetekniikan suunnittelema kohteita, mutta tässä opinnäytetyössä keskitytään As Oy Laakso-lankulman rakennukseen C.

Talo C on viisikerroksinen kerrostalo, jossa on neljä maanpäällistä kerrosta ja sen lisäksi yksi kellarikerros. Rakennus perustetaan savimaahan teräsbetonipaaluilla kovaan pohjaan savikerroksen läpi. Rakennuksen välipohjarakenteena käytetään paikalla valettavaa teräsbetonilaattaa, sekä huoneistojen, että porrashuoneiden kohdalla. Väliseinät ovat pääasiassa kantavia paikallavaluseiniä. Porrashuoneiden ja hissikuilujen väliseinät toteutetaan kantavilla väliseinäelementeillä.

Ulkoseinät ovat toteutettu kantavilla ja ei-kantavilla elementtisisäkuorilla. Julkisivut ovat tiilimuurattuja, lukuun ottamatta ylimmän kerroksen osittaista levyverhousta. Rakennus on jäykistetty kantavilla asuinhuoneiden väliseinillä ja kantavilla ulkoseinillä.

Kantavat rakenteet suunnitellaan eurokoodien SFS-EN 1990, SFS-EN 1991...SFS-EN1997 sekä näiden standardien Suomen kansallisten liitteiden mukaan. Kantavan rungon seuraamusluokka on CC2 ja luotettavuusluokka RC2. Kantavien rakenteiden paloluokka on R60, irtaimistovarastossa paloluokka on korotettu R120. Kerrostalon suunnittelu ikä on 50 vuotta.

Kohteen välipohjalaatat ovat 270 mm paksuja teräsbetonilaattoja. Laatat tukevat kantaviin päätyseiniin sekä kantaviin väliseiniin. Rakennuksen pitkät sivut ovat ei-kantavia sisäkuorielementtejä. Välipohjalaatoissa betonin lujuusluokkana käytetään C25/30 ja betonipeitteenä 20 mm.



## 3 MATERIAALIT

### 3.1 BETONIN OMINAISUUDET

Betonin tärkein rakennetekninen ominaisuus on puristuslujuus. Lujuus määritetään standardisoidulla lieriö- tai kuutiokokeen avulla. Eurokoodi 2:n mukaan betonit luokitellaan puristuslujuuden perusteella lujuusluokkiin. Lujuusluokkien avulla saadaan myös selvitettyä kaikki muut käytettävät betonin mekaaniset ominaisuudet.

Lujuusluokkien lisäksi betonille määritetään toteutus- ja toleranssiluokka. Toteutusluokka määrittää vaatimukset betonirakenteen toteuttamiselle sekä asennukselle työmaalla. Standardin, *SFS-EN 13670. Betonirakenteiden toteuttaminen*, mukaan betonit jaetaan kolmeen toteutusluokkaan; 1, 2 ja 3. Näistä toteutusluokka 3 on vaativin. Toteutusluokan valinta määräytyy betonin lujuuden, seuraamusluokan, toleranssiluokan sekä lujuusluokan mukaan. (Suomen Betoniyhdistys ry, By65 s.8-9)

Rakennesuunnitteluun vaikuttaa myös toleranssiluokat. Rakenteellisten toleranssien luokkia on kaksi: normaalitoleransseja vastaava luokka 1 ja erityistoleransseja vastaava luokka 2. Toleranssiluokka 1 rakennuksien mitoituksessa voidaan käyttää materiaalien osavarmuusluvussa perusarvoja, kun taas toleranssiluokassa 2 voidaan käyttää pienennettyjä osavarmuuslukuja. Osavarmuusluvun perusarvo betonille ( $\gamma_c$ ) on 1,50 ja betoniteräkselle ( $\gamma_s$ ) 1,15.

### 3.1.1 RASITUSLUOKKA

Suunnittelijan tehtävä on valita rakenteelle rasitusluokka rasitustekijöiden mukaan. Tällaisia rasitustekijöitä ovat karbonatisoitumisen, kloridien tai meriveden kloridien aiheuttama korroosio, jäätymis- ja sulamisrasitus sekä kemiallinen rasitus. Rasitusluokka valitaan normien mukaisen taulukon ympäristöolosuhteiden kuvausten mukaan. Sama rakenne voi kuulua samanaikaisesti moneen rasitusluokkaan. Betonirakenteiden rasitusluokat on jaettu kuuteen luokkaan, joiden tunnukset ovat X0, XC, XD, XS, XF ja XA.

Ensimmäisessä X0 rasitusluokassa ei ole ympäristön rasituksia, eli rakenteet ovat lämmitetyissä sisätiloissa, jossa kosteus on hyvin alhainen.

Seuraavassa XC rasitusluokassa ovat rakenteet, jotka altistuvat karbonatisoitumisen aiheuttamalle korroosiolle. Tässä luokassa rakenteet erotellaan neljään eri alaluokkaan niiden kosteuden mukaan (XC1, XC2, XC3, XC4)

Rasitusluokissa XD ja XS ovat kloridien aiheuttamalle korroosiolle altistuvat rakenteet. XD luokka on muiden kloridien kuin meriveden ja XS on pelkästään meriveden kloridien aiheuttaman korroosion luokka. Molemmat luokat jaetaan kolmeen alaluokkaan rakenteen kosteuden mukaan.

XF rasitusluokka on rakenteille, joihin kohdistuu jäädytys- ja sulatusrasituksia, kuten rakennusten julkisivut. Luokka jaetaan tarkemmin neljään alaluokkaan rakenteen vedellä kyllästymisen mukaan.

Viimeinen rasitusluokka XA on kemialliselle rasitukselle altistuvat rakenteet. Betonille haitallisia kemikaaleja ovat mm. sulfaatit ja hapot.

### 3.1.2 RAUDOITUKSEN BETONIPEITE

Betonipeite on betonipinnan ja sitä lähinnä olevan raudoituksen pinnan välinen etäisyys. Peitteen määrittämisessä huomioidaan sekä haat, että työteräkset. Rakennepiirustuksia tehdessä ja rakenteita mitoittaessa käytetään betonipeitteen nimellisarvoa  $C_{nom}$ . Nimellisarvo koostuu betonipeitteen vähimmäisarvosta ( $C_{min}$ ) ja siihen lisättävästä mittapoikkeamasta ( $\Delta C_{dev}$ ), joka on paikalla valetuissa rakenteissa yleensä 10mm.

Betonipeitteelle määriteltävällä vähimmäisarvolla varmistetaan, että terästen tartuntavoimat siirtyvät. Myös terästen säilyvyys korroosiota vastaan sekä rakenteen riittävä palokestävyys varmistetaan vähimmäisarvon avulla. Vähimmäisarvo määritetään edellä mainittujen tekijöiden vaikuttamilla arvoilla seuraavan kaavan mukaisesti.

$$c_{min} = \max \begin{cases} c_{min,b} \\ c_{min,dur} \\ 10mm \end{cases} \quad (1)$$

missä,

$C_{min,b}$  = tartuntavaatimusten vaikutus vähimmäisarvoon

$C_{min,dur}$  = säilyvyyden vaikutus vähimmäisarvoon

Tartunnan varmistamiseksi betonipeitteen vähimmäisarvo  $C_{min,b}$  voidaan laskea yhtälöllä:

$$c_{min,b} = \max \begin{cases} \phi_{päätanko} - \phi_{haka} \\ \phi_{haka} \end{cases} \quad (2)$$

Säilyvyyden asettama betonipeitevaatimus saadaan taulukkomitoituksella (taulukko 1) rasiusluokan, suunnittelukäyttöiän ja lujuusluokan avulla.

Kriteeri	X0	XC1	XC2	XC3X C4	XD1	XS1	XD2	XD3, XS2, XS3
Betoniteräs ( $c_{min,dur}$ )	10	10	20	25	30	30	35	40
100 vuoden suunnittelu käyttöikä	+0	+0	+5	+5	+5	+5	+5	+5
Lujuus- luokka $\geq$	C20/25 -5	C30/37 -5	C35/45 -5	C35/45 -5	C35/45 -5	C40/50 -5	C35/45 -5	C45/55 -5

*Taulukko 1. Betonipeitteen vähimmäisarvot eri rasitusluokissa 50 vuoden käyttöiälle*

Nimellisarvo saadaan edellä mainitusti betonipeitteen vähimmäisarvolla ja mittapoikkeamalla.

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} \quad (3)$$

### 3.1.3 KÄYTTÖIKÄ

Betonirakenteiden suunnittelukäyttöikä määrittää ajanjakson, jonka rakenne kestää siihen kohdistuvilta ympäristön rasituksilta sekä säilyttää rakenteellisen toimivuuden. Suunnittelukäyttöikä pohjautuu tilaajan määrittämään tavoiteikäikänsä. Suunnittelukäyttöikä arvioidaan normaalisti 95%:n varmuustasolla, eli ennen käyttöä saavuttamista viisi prosenttia rakenteista voi vaurioitua. (Betonin valinta ja käyttöikäsuunnittelu... By68 2016 By68 s.8-9)

Betonirakenteiden käyttöikää suunniteltaessa tulee rakennesuunnitelmissa esittää vähintään seuraavat tiedot rakenteista ja betonista.

Rakenteesta tarvittavia tietoja ovat, rasitusluokka ja suunniteltu käyttöikä. Betonipeitteen nimellisarvo ja sallittu mittapoikkeama. Betonista tarvittavia tietoja on

lujuusluokka, sideaineen erityisvaatimukset, betoninormeista poikkeavat koostumusvaatimukset, sekä käytettävän kiviaineksen maksimi raekoko. (Betonin valinta ja käyttöikäsuunnittelu... By68 2016, s.10-11)

Opinnäytetyössä tarkasteltavan kohteen perustusten ja kantavien rakenteiden suunnittelukäyttöä on valittu 50 vuotta, samoin kuin myös julkisivujen ja täydentävien rakenteiden osalta. 50 vuoden suunnittelukäyttöikä on hyvin tyypillinen ajanjakso tämän tyyppisille rakenteille. Käyttöikäsuunnittelussa suositaan yleensä 50, 100 ja 200 vuoden suunnittelukäyttöikä. Suunnittelu on siis hyvin karkea arvio, sillä betonin ominaisuuksissa sekä ympäristöolosuhteissa esiintyy runsaasti hajontaa, joka vaikeuttaa tarkan tuloksen saamista.

### 3.2 BETONITERÄKSEN OMINAISUUDET

Betoniteräkset ovat betonin raudoitukseen käytettäviä terästankoja. Betoniteräksiä valmistetaan joko kuumavalssaamalla tai kylmämuokkaamalla. Terästankojen pinnalle valssataan tartuntaan parantavia harjoja, tästä syystä tankoja kutsutaan useasti myös harjateräksiksi. Kaikki betonirakenteissa käytettävät betoniteräkset tulee olla ympäristöministeriön asetuksen 125/2016 *Hitsattavien betoniterästen ja betoniteräsverkkojen olennaiset tekniset vaatimukset* mukaan valmistettuja ja kelpoisuus tulee osoittaa tyyppihyväksyntämerkillä.

Teräksiä suunniteltaessa mitoituksen perustana on teräksen myötöraja ( $f_y$ ). Se on teräksen lujuuden määrittelyperuste ja siksi sitä kutsutaan myötölujuudeksi ( $f_{yk}$ ). Myötölujuuden avulla saadaan laskettua teräksen mitoituslujuus ( $f_{yd}$ ).

Betoniteräksien tärkein rakennetekninen ominaisuus on suuri vetolujuus. Betoniteräkset luokitellaan niiden myötölujuuden ominaisarvon mukaan lujuusluokkiin, joka perustuu teräksien vetolujuuteen. Lujuusluokkia ovat 400, 500, 600 ja 700Mpa.

Opinnäytetyössä tarkasteltavassa kohteessa betonirakenteet suunnitellaan RIL 202, Betonirakenteiden suunnittelu ohjeen mukaan. Kohteessa käytetään hitsat-

tavia harjatankoja, betoniteräsverkkoja sekä rst harjaterästankoja. Rakennesuunnittelussa teräkset luokitellaan teräsluokkiin, jotka osoitetaan tunnuksella. Esimerkiksi hitsattujen harjaterästankojen teräsluokka tässä kohteessa on B500B. Tunnuksessa ensimmäinen kirjain B viittaa, että teräs on kuumavalssattu harjatanko. Numero 500 on teräksen myötölujuuden ominaisarvo, jota käytetään muun muassa teräksen mitoitusarvon laskennassa. Viimeinen kirjain kertoo teräksen sitkeysluokan. Sitkeysluokkia on kolme; A, B ja C. Sitkeimmät teräkset ovat luokassa C ja vähiten sitkeimmät luokassa A.

### **3.3 TERÄKSEN JA BETONIN YHTEISTOIMINTA**

Teräs ja betoni muodostaa yhdistelmämaterialin, jota kutsutaan teräsbetoniksi. Teräsbetonin hyvät ominaisuudet perustuvat kummankin materialin hyvien ominaisuuksien hyödyntämiseen. Betoni antaa teräsbetonille hyvän puristuskestävyyden, kun taas teräs antaa veto- ja taivutuskestävyyttä. Lisäksi betoni suojaa terästä korroosiolta ja tulipalotilanteessa hidastaa raudoituksen kuumentumista ja pehmenemistä, mikä parantaa rakenteen palokestävyyttä. (Betonirakenteiden suunnittelun oppikirja By211 2014, s.55-57)

Betonin ja teräksen yhteistoiminta vaatii, että rakenteessa muodonmuutokset ja jännitykset siirtyvät tartunnan vaikutuksesta materiaalien välillä. Jotta tämä tapahtuu, on teräksen oltava kauttaaltaan hyvin tiiviisti kiinni betonissa eikä materiaalien välillä saa tapahtua liukumaa. Tärkeää on myös, että materiaalien lämpötilakertoimet ovat samaa suuruusluokkaa, jotta suurelta lämpötilaerot eivät aiheuta ylimääräisiä rasituksia ja muodonmuutoseroja. (Betonirakenteiden suunnittelun oppikirja By211 2014, s.55-57)

### 3.4 YLEISTÄ TERÄSBETONILAATOISTA

Rakenneosien luokittelu perustuu mittasuhteisiin ja toimintatapaan. Eurokoodi 2 mukaan laatta määritellään siten, että sen pienempi sivumitta on oltava isompi kuin viisi kertaa laatan paksuus eli  $L_x \geq 5 \times h$ .

Laatat ovat tyypillisesti rakennusten vaakasuuntaiset rakenteet. Yleisimpiä laattarakenteita ovat ontelolaatat sekä massiivilaatat eli paikalla valetut tasapaksut yhtenäiset laatat. Asuintaloissa näitä käytetään ylä-, ala- ja välipohjina. Laattojen toiminta perustuu kuormien ja oman painon siirtämiseen sitä tukeville seinille, pilareille tai palkeille.

Paikalla valetut laatat luokitellaan joko yhteen suuntaan tai ristiin kantaviksi. Yhteen suuntaan kantavalla laattalla tarkoitetaan laattaa, joka tukeutuu kahdelta vastakkaissuuntaiselta sivulta. Näin ollen laattaan syntyy yhteen suuntaan merkittävää taivutusta. Ristiin kantava laatta puolestaan on tuettu joko kolmelta tai neljältä reunalta, jolloin laattaan muodostuu kahteen suuntaan merkittävää taivutusta. Tässä opinnäytetyössä laskettavat teräsbetonilaatat ovat yhteen suuntaan kantavia sillä vain rakennuksen lyhyemmät päätyseinät ovat kantavia rakenteita.

Laatoissa raudoitukset sijoitetaan taivutusmomentin mukaisesti samalla tavalla kuin palkkien raudoituksessa. Palkkien ja laattojen raudoitus eroaa kuitenkin siinä, että laattoja raudoitetaan kahteen suuntaan, eikä laatoissa yleensä tarvita leikkausraudoitusta. Yleisimpiä laattojen raudoitustapoja ovat irtotangot tai hitsatut raudoitusverkot. Tankopaksuutena käytetään tyypillisesti 6-12 millimetriä.

## **4 KUORMITUKSET**

Tässä luvussa käsitellään opinnäytetyön case kohteen As Oy Laaksoankulman laattarakenteiden suunnitteluun vaikuttavia kuormia ja niiden yhdistelmiä. Tarkasteltavan rakenteen kuormitukset ovat määritetty SFS-EN 1991-1...SFS-EN 1991-7 mukaan.

Eurokoodipohjaisessa suunnittelussa rakenteet tulee suunnitella siten, että ne kestävät kaikki todennäköisesti esiintyvät kuormat ja niiden vaikutukset, sekä säilyttää käyttökelpoisuuden vaadittuun tarkoitukseen. Lisäksi rakenteet ovat toteutettava ja suunniteltava niin, että ne säilyttävät luotettavuustason koko suunnittelu käyttöiän ajan. Rakennuksen tulee kestää onnettomuustilanteita ilman laajoja vaurioita suhteutettuna onnettomuustilanteeseen. Palotilanteessa rakennuksen tulee kestää ajallisesti vaaditun tason.

### **4.1 KUORMITUSTAPAUKSET**

#### **4.1.1 OMAPAINO**

Rakenteen omapaino luokitellaan pysyväksi kuormaksi (G). Pysyvä kuorma on kuormaa, joka vaikuttaa koko tarkasteluajan, eikä kuorman suuruus muutu merkittävästi ajan myötä. Rakennuksen pysyviä kuormia ovat teräsbetoniset laatat, kantavat seinät ja pysyvät ei-kantavat seinät kuten osastoivat muuratut seinät. Rakenteiden omapainot lasketaan nimellismittojen ja materiaalin tiheyden perusteella.



#### 4.1.2 HYÖTYKUORMA

Asuinrakennuksen hyötykuormia ovat tilojen käytöstä aiheutuvat kuormat. Asuin-tiloissa kyseisiä kuormia ovat mm. huonekalut, kevyet väliseinät, ajoneuvot ja varastoitavat tavarat. Hyötykuormat luokitellaan ajallisen vaihtelun perusteella muuttuviin kuormiin (Q).

Tiloissa, joihin kerääntyy paljon ihmisiä tai tavaroita, kuten väestönsuoja, varasto tai kokoushuone, tulee hyötykuormassa huomioida henkilöiden kokoontuminen sekä vastaavat hyötykuormien hetkittäiset keskittymät. Varastotiloissa hyötykuormassa huomioidaan tavarankasautuminen, joten hyötykuorma on siellä normaalia asuintilaa suurempi, kuten taulukosta 2 huomataan. Vesikatolla hyötykuorma muodostuu huoltokuormasta.

Luokka	Käyttötarkoitus	Pinta-alakuorma $q_k$ (kN/m <sup>2</sup> )	Pistekuorma $Q_k$ (kN)	Vaakakuormat (kN/m)
A	Asunto- ja majoitustilat	välipohjat 2,0 portaatt 2,0 parvekkeet 2,5	2,0 Portaat 2,0	0,5
E1	Varastotilat	7,5 Portaat 3,0	7,0	1,0
H	Huoltokuorma vesikatolla	0,4	1,0	

*Taulukko 2, hyötykuorman minimiarvoja asuinrakennuksessa.*

### 4.1.3 LUMIKUORMA

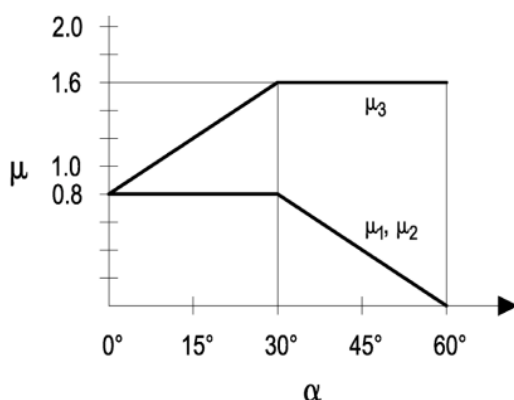
Opinnäytetyössä käydään läpi tyypillisen asunrakennuksen pulpetti- ja harjakaton lumikuormat sekä kinostumistapaukset, jotka vaikuttavat yläpohjalaatan kuormitukseen. Lumikuormat luokitellaan myös ajallisen vaihtelun perusteella muuttuviin kuormiin (Q).

Lumikuormitus määräytyy paikkakohtaisesta maassa olevan lumen ominaisarvosta ja katon muotokertoimesta. Lisäksi lumikuormitukseen vaikuttaa tuulensuojaiskerroin sekä lämpökerroin. Tyypillisesti asuinkerrostaloja mitoitettaessa molempien arvot ovat 1,0, sillä asuintalot ovat lämpimiä rakenteita eivätkä usein sijaitse erittäin tuulisilla alueilla.

Lumikuormituksen määrittämiseen muodostuu seuraavanlainen kaava,

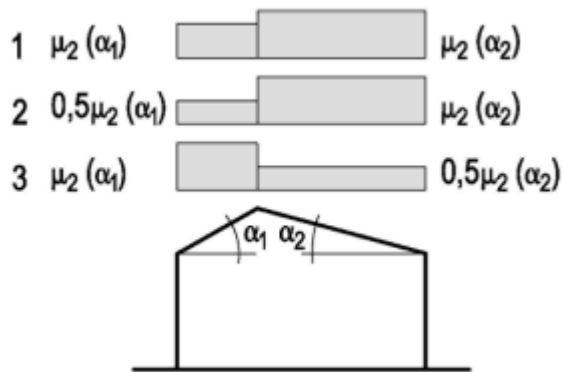
$$s = \mu_i \cdot s_k \quad (4)$$

Case kohde rakennetaan Turun seudulle, jossa maassa olevan lumikuorman ominaisarvo on ( $s_k$ ) 2,5 kN/m<sup>2</sup>. Katon muotokerroin  $\mu_i$  määräytyy kattokulmasta kaavion 1 mukaan.



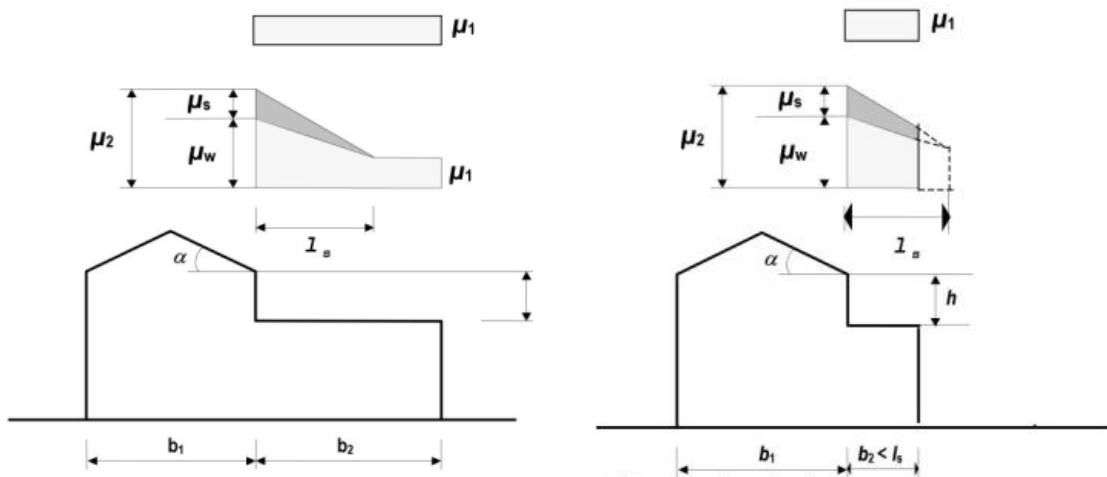
Kaavio 1, lumikuorman muotokerroin.

Harjakatolla oleva lumi voi olla kinostunutta tai kinostumatonta. Lisäksi lumi saattaa olla epätasaisesti kinostunut, jolloin toisella lappeella on isompi lumi-kuorma kuin toisella. Lumen kinostuminen huomioidaan mitoituksessa alla olevan kuormituskaavion avulla.



kaavio 2. lumen kuormituskaavio.

Mikäli kyseessä on korkeampaa rakennusta vasten oleva katto, täytyy lumikuorman laskennassa huomioida ylemmältä katolta liukuvan lumen aiheuttama lumi-kuorma sekä tuulesta johtuva lumikuorma. Tällaisessa tilanteessa lumi kinostuu kaavion 3 mukaan.



kaavio 3. Korkeampaa rakennusta vasten olevan katon lumikuorman muotoker-  
toimet.

Kaaviossa  $\mu_s$  kuvaa ylemmältä katolta liukuvan lumen aiheuttamaa kuormaa. Mikäli kattokulma on alle  $15^\circ$ , ei liukuvan lumen aiheuttamaa kuormaa tarvitse huomioida. Jos kattokulma on yli  $15^\circ$ ,  $\mu_s$  on puolet ylemmän katon viereisen lappeen lasketusta maksimilumikuormasta. Tuulen aiheuttama lisäkuormitus laske-  
taan seuraavalla kaavalla:

$$\mu_w = \frac{(b_1 + b_2)}{2h} < \frac{\gamma h}{s_k} \quad (5)$$

#### 4.1.4 VÄESTÖNSUOJA

Väestönsuojat luokitellaan neljään eriluokkaan; K, S1, S3 ja S6. Näistä yleisin asuinrakentamisessa on S1-luokka, jota käytetään myös opinnäytetyön case kohteessa As Oy Laaksoankulmassa. Tähän osioon on kerätty erityisvaatimuksia S1-luokan väestönsuojan suunnitteluun liittyen.

”Teräksen ja betonin ominaislujuuksia voi korottaa 20% ja osavarmuuskerroin on tällöin vähintään 1,0.” Valtioneuvoston väestönsuoja asetus 5.5.2011/408 11§)

”S1-luokan teräsbetonisen väestönsuojan katto, ympäryseinät ja painekuormitukselle altistuva lattia on mitoitettava tavanomaisten kuormitusten lisäksi myös  $100 \text{ kN/m}^2$  paineaallostaa aiheutuvalle kuormalle. Hätäpoistumiskäytävän rakenteet ja väestönsuojan oven aukeamista suojaavat rakenteet ja hätäpoistumisreitien katto on mitoitettava tavanomaisten kuormitusten lisäksi  $25 \text{ kN/m}^2$  suuruiselle sortumakuormalle.” (Sisäasiainministeriön asetus väestönsuojien teknisistä vaatimuksista ja väestönsuojien laitteiden kunnossapidosta 506/2011.)

”S1-luokan teräsbetonisen väestönsuojan rakenteet tulee mitoittaa mielivaltaisesta suunnasta vaikuttavalle tärähdyskuormalle, jonka suuruus on vähintään väestönsuojan rakenteen massa kaksinkertaisena.” (Sisäasiainministeriön asetus väestönsuojien teknisistä vaatimuksista ja väestönsuojien laitteiden kunnossapidosta 506/2011.)

## 4.2 KUORMITUSYHDISTELMÄT

Eurokoodien mukainen rakenteiden mitoitus kuormituksille perustuu rajatilamenetelmään. Rajatilamenetelmässä rakennetta tarkastellaan erikseen murto- ja rajatiloissa.

Murtorajatilat ja käyttörajatilat tulee käsitellä erikseen ja niitä liitetään mitoituslanteisiin. Yleisimpiä mitoituslanteita ovat normaalisti vallitseva mitoituslante, tilapäinen mitoituslante tai onnettomuusmitoituslante. Normaalisissa mitoituslanteissa huomioidaan rakennuksen normaaleja käyttötilanteita. Tilapäisessä mitoituslanteissa huomioidaan rakennus- ja korjausaikaisia tilanteita. Onnettomuuslanteita ovat mm. tulipalot, räjähdys, törmäys tai paikallinen vaurio. (RIL 201-1-2017 2017, s-29-31)

Rakennetta suunniteltaessa on huomioitava, että rakenne säilyttää tasapainonsa murtorajatilassa, kestää siihen kohdistuvat kuormitukset sekä täyttää käyttökelpoisuuslanteit käyttörajatilassa. ( RIL 201-1-2017 2017, s.29-30)

Rajatilamenetelmässä kuormat luokitellaan kestoajan mukaan ja niille on määrätty seuraavanlaiset tunnuks: Pysyvä kuorma on G, Muuttuva kuorma on Q ja Onnettomuuskuorma on A. Tunnuksiin liitetään myös usein alaindeksi. Alaindeksi k kertoo, että kuorma on ominaisarvo ja alaindeksi d, että kyseessä on mitoitusarvo. Kuormien lisäksi useimmissa rajatilojen kuormitusyhdistelyissä käytetään seuraamusluokasta määräytyvää kuormakerrointa,  $K_{F1}$ . Seuraamusluokkien luokittelu perusteet on kerrottu taulukossa 3. Kuormakerroin seuraamusluokassa CC1 on 0,9. Kun seuraamusluokka suurenee pienennyskerroin kasvaa. Näin ollen CC2 kuormakerroin on 1,0 ja CC3 on 1,1.

Lisäksi rajatilan kuormitusyhdistelmiä laskiessa käytetään muuttuvissa kuormissa yhdistelykertoimia. Yhdistelykertoimet on kerätty eurokoodeihin taulukkoarvoiksi.

Kuorma	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
Hyötykuormat rakennuksissa, luokka (katso SFS-EN 1991-1-1)			
Luokka A: asuintilat	0,7	0,5	0,3
Luokka B: toimistotilat	0,7	0,5	0,3
Luokka C: kokoontumistilat	0,7	0,7	0,3
Luokka D: myymälätilat	0,7	0,7	0,6
Luokka E: varastotilat	1,0	0,9	0,8
Luokka F: liikennöitävät tilat, ajoneuvon paino $\leq 30$ kN	0,7	0,7	0,6
Luokka G: liikennöitävät tilat, $30\text{kN} < \text{ajoneuvon paino} \leq 160$ kN	0,7	0,5	0,3
Luokka H: vesikatot	0	0	0
Lumikuorma (katso SFS-EN 1991-1-3) <sup>*)</sup> kun $s_k < 2,75$ kN/m <sup>2</sup>	0,7	0,4	0,2
$s_k \geq 2,75$ kN/m <sup>2</sup>	0,7	0,5	0,2
Jääkuorma <sup>**)</sup>	0,7	0,3	0
Rakennusten tuulikuormat (katso SFS-EN 1991-1-4)	0,6	0,2	0
Rakennusten sisäinen lämpötila (ei tulipalossa) (katso SFS-EN 1991-1-5)	0,6	0,5	0
<sup>*)</sup> Ulkotasoilla ja parvekkeilla $\psi_0 = 0$ luokkien A, B, F ja G yhteydessä. Huom: Mikäli rakennuksessa on eri kuormaluokkia, joita ei voi erotella omiin selviin ryhmiinsä, käytetään $\psi$ -arvoja, jotka antavat epäedullisimman vaikutuksen. <sup>**)</sup> Lisätty Suomen kansalliseen liitteeseen.			

Taulukko 3. Yhdistelykertoimet, Suomen Rakennusinsinöörien Liitto,  
RIL 201-1-2017, s.51

#### 4.2.1 MURTORAJATILA

Murtorajatila on tila, jolloin rakenne tai sen osa sortuu, tai murtuu. Murtorajatiiloja ovat mm. rakenteen tasapainon menetys, vaurioituminen tai rakenteen väsymisen aiheuttama murtuma.

Opinnäytetyössä keskitytään vain jännittämättömiin rakenteisiin, joten tämä on huomioitu seuraavissa eurokoodien murtorajatilan kuormitusyhdistelmissä.

Murtorajatilan kuormitusyhdistelystä saadaan kuormituksen määräävä mitoitusarvo valitsemalla alla olevista kaavoista suurempi, jota käytetään mitoituksessa.

Murtorajatila yhdistely 1.

$$1,15 \cdot K_{fI} \sum_{j \geq 1} G_{k,j} + 1,5 \cdot K_{fi} Q_{k,1} + 1,5 \cdot K_{fi} \sum_{i > 1} \psi_{0,i} Q_{k,i} \quad (6)$$

Murtorajatila yhdistely 2.

$$1,35 \cdot K_{fi} \sum_{j \geq 1} G_{k,j} \quad (7)$$

## 4.2.2 KÄYTTÖRAJATILA

Käyttörajatilalla tarkoitetaan sitä tilaa, jonka ylittäessä rakenne menettää käyttökelpoisuuden. Käyttörajatilassa tarkastellaan rakenteiden siirtymiä, värähtelyitä, sekä vaurioita, jotka vaikuttavat rakenteen ulkonäköön, käyttömukavuuteen tai rakenteen toimivuuteen ja säilyvyyteen. Laattarakenteeseen kohdistuvia käyttörajajiloja ovat esimerkiksi laatan halkeilu ja taipuma.

Opinnäytetyössä keskitytään vain jännittämättömiin rakenteisiin, joten tämä on huomioitu seuraavissa eurokoodien kolmessa käyttörajajilojen kuormitusyhdistelmässä.

Ominaisyhdistelmä. Käytetään palautumattomille rajajiloille eli rakenteille, jotka eivät palaudu kuormitustilanteesta, kun kuormat poistetaan.

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{0,i} Q_{k,i} \quad (8)$$

Tavallinen yhdistelmä. Käytetään tavallisesti palautuville rajajiloille eli rakenteille, jotka palaavat kuormitustilanteesta ilman haittavaikutuksia rakenteelle tai siihen liittyville rakenteille.

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + \psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} Q_{k,i} \quad (9)$$

Pitkäaikaisyhdistelmä. Käytetään tavallisesti pitkäaikaisvaikutuksille ja rakenteen ulkonäön kannalta.

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} Q_{k,i} \quad (10)$$



### 4.2.3 ONNETTOMUUSRAJATILA

Onnettomuuskuormien kuormitusyhdistelmiä laskettaessa pysyvää kuormasta ja onnettomuuskuormasta käytetään niiden ominaisarvoja. Muuttuvalle kuormalle käytetään yhdistelykertoimilla pienennettyjä arvoja kuormitustapauksen mukaan.

Onnettomuustilanteessa käytettävä kaava, kun  $Q_{k,1}$  on lumi-, jää- tai tuulikuorma.

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + A_d + \psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} Q_{k,i} \quad (11)$$

Kun  $Q_{k,1}$  on muu kuin lumi-, jää-, tai tuulikuorma, käytetään onnettomuustilanteessa alla olevaa kaavaa:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + A_d + \psi_{2,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} Q_{k,i} \quad (12)$$

## 5 KÄYTTÖRAJATILAMITOITUS

Käyttörajatilamitoituksessa rajoitettavat rajatilat ovat jännitysrajatilat, siirtymära-jatilat sekä halkeamarajatilat. Laattarakenteissa laatan jännitysrajatilaan kuuluu betonin puristusjännitys ja teräksen vetojännitys. Siirtymärajatila on laatan taipu-mista ja halkeamarajatila on laatan halkeilu. Laattarakenteissa jännitysrajatilat jäävät selvästi murtolujuutta pienemmäksi, joten niitä ei tässä kappaleessa käydä. Tästä huolimatta betonirakenteissa tapahtuvan pitkäaikaisen rasituksen synnyttämä viruma aiheuttaa laattarakenteelle lisätaipumaa, joka huomioidaan taipuman rajatilassamitoituksessa.

### 5.1 TAIPUMAN RAJOITTAMIEN

Laattarakenteiden käyttörajatilamitoituksessa taipuma on usein rajatiloista mää-räävä. Käyttörajatilaa rajoitetaan, jotta rakenteeseen ei synny ulkonäöllistä eikä toiminnallista haittaa. Laatan taipuma voidaan laskea käsin likimääräismenette-lyllä tai tarkasti FEM-pohjaisilla tietokoneohjelmilla.

Likimääräismenettelyllä laattarakenteiden taipuman rajoitus tehdään samalla ta-valla kuin palkeille, mutta laatoissa rakenteen halkeilutilan ja voimasuureiden ar-viointi on erityisen hankalaa. Tämä johtuu käyttörajatilan kuormituksista, jotka ovat huomattavasti murtorajatilan kuormia pienempiä aiheuttaen huomattavasti pienemmän halkeilun murtorajatilaan verraten, eli laatan jäykkyysuhteet poik-keavat murto- ja käyttörajatiloissa. Tästä syystä laattojen taipumaa rajoitetaan likimääräismenettelyllä.

Laatan taipumaa rajoitettaessa likimääräismenetelmällä tutkitaan jännemitan ja tehollisen korkeuden suhdetta. Taipuman katsotaan pysyvän sallituissa rajoissa, jos suhde jää pienemmäksi kuin kaavan 13 ja 14 antamat arvot. Mikäli raudoitus-suhteen vertailuarvo jää alle raudoitussuhteen. Käytetään kaavaa 13. Muussa tapauksessa käytetään kaavaa 14. Kaavoilla laskiessa oletetaan, että teräksen myötölujuus on  $500 \text{ N/mm}^2$  ja sen käyttöaste on 100%. Mikäli näin ei ole voidaan

L/d suhdetta korjata kaavalla 18. (Betonirakenteiden suunnittelun oppikirja By211 2014, s.89.)

$$\frac{L}{d} = K \left[ 11 + 1,5\sqrt{f_{ck}} \cdot \frac{\rho_0}{\rho} + 3,2\sqrt{f_{ck}} \cdot \left( \frac{\rho_0}{\rho} - 1 \right)^{\frac{3}{2}} \right] \quad (13)$$

$$\frac{L}{d} = K \left[ 11 + 1,5\sqrt{f_{ck}} \cdot \frac{\rho_0}{\rho - \rho'} + \frac{1}{12}\sqrt{f_{ck}} \cdot \sqrt{\frac{\rho'}{\rho_0}} \right] \quad (14)$$

Raudoitussuhteen vertailuarvo:  $\rho_0 = 10^{-3}\sqrt{f_{ck}}$  (15)

Vetorausoitussuhde:  $\rho = \frac{A_{s,veto}}{d}$  (16)

Puristusraudoitussuhde:  $\rho' = \frac{A_{s,puristus}}{d}$  (17)

Kaavoissa esiintyvät K-kertoimien arvot riippuvat rakennejärjestelmästä, ja määrittyvät eurokoodi 2 taulukon mukaan.

Rakennejärjestelmä	K -kerroin
Vapaasti tuettu laatta	0,8
Jatkuvan laatan reunakenttä	1,0
Jatkuvan laatan keskikenttä	1,2
Uloke	0,3

Taulukko 4. K-kertoimet rakennejärjestelmän mukaan.

$$\left( \frac{L}{d} \right)_{korj} = \frac{310 \frac{N}{mm^2}}{\sigma_s} \cdot \left( \frac{L}{d} \right) \approx \frac{500 \frac{N}{mm^2}}{f_{yk}} \cdot \frac{A_{s,prov}}{A_{s,req}} \cdot \left( \frac{L}{d} \right) \quad (18)$$

$\sigma_s$  = teräsiin vaikuttava jännitys

$A_{s,prov}$  = käytetyn raudituksen pinta-ala

$A_{s,req}$  = vaadittu raudituksen pinta-ala

## 5.2 HALKEILUN RAJOITTAMINEN

Käyttörajatilamitoituksessa lattarakenteen poikkileikkaus voi olla, joko haljenneessa tai halkeamattomassa tilassa. Rakenne on haljenneessa tilassa, kun betonin vetojännitys ylittää vetolujuuden arvon taivutuksen, leikkauksen tai väännön vaikutuksesta. Halkeamia voi myös syntyä, jos betonin plastinen kutistuminen estyy tai rakenteeseen kohdistuu suuria lämpöliikkeitä.

Rakenteeseen saa muodostua halkeamia, mikäli ne eivät vaikuta merkittävästi rakenteen toimintaan tai ulkonäköön. Eurokoodissa on annettu halkeamaleveyksien maksimiarvot pitkäaikaisen käyttörajatilan kuormitusyhdistelyllä eri rasitusluokissa. (Suomen Betoniyhdistys ry 2013, s.208–209.)

Halkeamaleveys $W_{max}$	Rasitusluokka
0,4 mm	X0, XC1
0,3 mm	XC2, XC3, XC4, XD1, XS1
0,2 mm	XD2, XD3, XS2, XS3

Taulukko 5. Halkeamaleveyden maksimiarvot.

Kuten edellisessä kappaleessa todettiin, laatan jäykkyysuhteet eri kenttien välillä vaihtelee erittäin paljon. Tämä tekee halkeamaleveyden tarkasta määrittämisestä mahdotonta käsin laskenta menetelmillä. Laatan tarkka halkeamaleveys saadaan laskettua vain FEM-pohjaisien tietokoneohjelmien avulla.

Laattarakenteelle ei tarvitse tehdä halkeama tarkastelua, mikäli seuraavat ehdot toteutuvat. Laatan kokonaispaksuus on enintään 200mm, rakenteeseen vaikuttaa taivutus ilman vetävää normaalivoimaa, sekä laatta täyttää eurokoodin 9.3 rakenteelliset ehdot (SFS-EN 1992-1-1+A1+AC, 121).

Halkeamaleveyden maksimi arvo lasketaan kaavalla 19. jota verrataan taulukon 5 maksimiarvoihin. Mitoitusehto täyttyy, jos halkeamaleveys jää taulukkoarvoa pienemmäksi. Mikäli halkeamaleveys on maksimiarvoa suurempi, leveyttä voidaan pienentää lisäämällä raudoitusta.

$$W_k = S_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) \quad (19)$$

Kaavassa 19  $S_{r,max}$  on halkeamavälin enimmäisarvo, joka muodostuu apusuureista, teräksen tankopaksuudesta sekä pääraudoituksen betonipeitteestä kaavan 20, 21 ja 22 mukaan.

$$S_{r,max} = k_3 \cdot c + k_1 \cdot k_2 \cdot k_4 \cdot \frac{\phi}{\rho_{p,eff}} \quad (20)$$

$$\rho_{p,eff} = \frac{A_s}{b \cdot h_{c,eff}} \quad (21)$$

$$h_{c,eff} = \min \begin{cases} 2,5(h - d) \\ \frac{h - X}{3} \\ \frac{h}{2} \end{cases} \quad (22)$$

Apusuure	Arvo	Selite
K <sub>1</sub>	0,8	hyvä tartunta
	1,6	huono tartunta
K <sub>2</sub>	0,5	taivutus
	1,0	suora veto
K <sub>3</sub>	3,4	kansallinen kerroin
K <sub>4</sub>	0,425	kansallinen kerroin

Taulukko 6. apusuureet kaava 20.

Kaavassa 19,  $(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm})$  on teräksen ja betonin venymä ero, jotka saadaan kaavalla 23. (Suomen Betoniyhdistys ry 2013, 212–213.)

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = \frac{\sigma_s - k_t \cdot \frac{f_{ct,eff}}{\rho_{p,eff}} \cdot (1 + \alpha_e \cdot \rho_{p,eff})}{E_s} \geq 0,6 \cdot \varepsilon_s \quad (23)$$

$\sigma_s$  on pitkäaikaisen kuormitusyhdistelmän ja halkeilleen poikkileikkauksen arvoilla laskettu teräksen jännitys. Kerroin  $\alpha_e$  on lyhytaikaisen kuormitusyhdistelmän mukainen kerroin, joten viruman vaikutusta ei oteta huomioon.  $k_t$ -kerroin on lyhytaikaiselle kuormalle 0,6 ja pitkäaikaiselle kuormitukselle 0,4.

### 5.3 PALOMITOITUS

Rakenteille määritetään palonkestovaatimukset paloluokitusten avulla. Paloluokitukset ilmoitetaan tunnuksella, joka koostuu kirjainyhdistelmästä ja numeroista. Kirjainyhdistelmiä ovat R, REI, RE, EI ja E, ja numeroyhdistelmät ovat 15, 30, 45, 60, 90, 120, 180 ja 240. Numerot kertovat rakenteen palonkestävyyssajan minuutteina. Kirjaimista R on rakenteen mekaaninen kestävyys ja kantavuus palotilanteessa, E on rakenteen tiiveys ja I rakenteen eristävyys. Yhdessä EI kuvaa rakenteen osastoivuutta eli palon leviämisen estämistä. Kaikki palonkestovaatimukset tulee täyttyä palotilanteessa paloluokituksen mukaan.

Esimerkiksi As Oy Laaksolankulman kantavien rakenteiden paloluokitus on R60. Paloluokitus R60 vaatii, että rakenteen mekaaninen kestävyys tulee säilyä palotilanteessa vähintään 60 minuutin ajan.

Betonirakenteiden palomitoituksessa käytetään usein taulukkomenetelmää, jonka avulla rakenteelle määritetään paloluokitus. Betonirakenteiden palomitoitukseen vaikuttaa betonin ominaisuudet, rakenteen dimensiot, sekä keskiöetäisyysmitta. Keskiöetäisyysmitta on pääraudoituksen keskipisteen etäisyys lähimpään palolle alttiiseen pintaan. Palomitoituksessa käytettäviä taulukoita on monia eri tyyppisille rakenteille. Taulukko 7 on palomitoitustaulukko yhteen suuntaan kantaville massiivilaatoille.

	Laatan vähimmäispaksuus $h_s$ (mm)		Keskiöetäisyys $a$ (mm)
	$\leq$ C50/60	Korkealujuusbetoni	
REI 30	60	63	10
REI 60	80	86	20
REI 90	100	109	30
REI 120	120	132	40
REI 180	150	167	55
REI 240	175	195	65

Taulukko 7. Yhteen suuntaan kantavien massiivilaattojen palomitoitus taulukko.

## 6 MURTORAJATILAMITOITUS JA RAUDOITUKSEN MÄÄRITYS

Tässä luvussa käydään läpi paikallavalulaatan kriittisimmät mitoitustilanteet murtorajatilassa, jotka ovat taivutus- ja leikkauksimitoitus. Lisäksi kappaleessa tutkitaan kuormien aiheuttaman momentin vaikutusta laatan raudoituksen määrään.

### 6.1 LAATAN MITOITUS TAIVUTUKSELLE

Paikallavalulaatan mitoitus taivutukselle tapahtuu samalla tavalla kuin suora-kaidepalkille. Poikkileikkauksen korkeus on laatan paksuus ja leveydeksi valitaan yksi metri. Mitoituksessa taivutusmomentin tulee olla pienempi kuin poikkileikkauksen taivutuskestävyyden mitoitusarvo, jotta laatta kestää taivutuksen.

$$M_{Ed} \leq M_{Rd} \quad (24)$$

Mitoitus aloitetaan laskemalla suhteellinen momentti  $\mu$ :

$$\mu = \frac{M_{Ed}}{f_{cd} \cdot b \cdot d^2} \quad (25)$$

Tasapainoraidoitettu poikkileikkauksella tarkoitetaan poikkileikkausta, jossa vetoterästen jännitys saavuttaa myötörajan samanaikaisesti, kun poikkileikkauksen puristusvyöhykkeessä tapahtuu puristusmurto. (Lindberg, R. & Kerokoski, O. 2010. Teräsbetonirakenteet. Tampereen teknillinen yliopisto, versio 15.11.2010. Luentomoniste. 294 s.)

Poikkileikkauksen arvoja teräslaadulle B500B:

$$\beta_b = 0,495$$

$$\mu_b = 0,358$$

Tarkistetaan, onko suhteellinen momentti pienempi kuin tasapainoraidoituksen mukainen suhteellinen momentti

$$\mu \leq \mu_{bd} \quad (26)$$

Suhteellisella momentilla lasketaan puristusvyöhykkeen suhteellinen korkeus  $\beta$  sekä poikkileikkauksen sisäinen momenttivarsi  $z$ :

$$\beta = 1 - \sqrt{1 - 2\mu}, \beta \leq \beta_b \quad (27)$$

$$z = d \cdot \left(1 - \frac{\beta}{2}\right) \quad (28)$$

Yllä laskettujen arvojen avulla saadaan laskettua vaadittu teräsmäärä:

$$A_s = \frac{M_{Ed}}{z \cdot f_{yd}} \quad (29)$$

Eurokoodissa määritetään teräsbetonilaatan pääraudoituksen minimiraudoitusmäärä kaavalla:

$$A_s \leq A_{s,min} = 0,26 \cdot \left(\frac{f_{ctm}}{f_{yk}}\right) \cdot b \cdot d \quad (30)$$

kuitenkin vähintään  $A_{s,min} = 0,0013 \cdot b \cdot d \quad (31)$

## 6.2 LAATAN MITOITUS LEIKKAUKSELLE

Tavanomaisissa kerrostaloissa käytettävät välipohjalaatat ovat pääsääntöisesti riittävän paksuja, että ne voidaan suunnitella leikkausraudoittamattomana. Paikallavalulaattaa suunniteltaessa on kuitenkin huomioitava, että laatta kestää leikkausrasitukset. Laatta mitoitetaan leikkausraudoitukselle samalla tavalla kuin leikkausraudoittamaton suorakaidepalkki.

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,c} \quad (32)$$



Jännittämättömän betonirakenteen leikkauskestävyyden mitoitusarvo saadaan kaavalla:

$$V_{Rd,c} = \left[ C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}} \right] \cdot b_w \cdot d \quad (33)$$

$$C_{Rd,c} = \frac{0,18}{\gamma_c} \quad (34)$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \leq 2,0 \quad (35)$$

tehollisen korkeuden (d) yksikkö on [mm]

$$\rho_1 = \frac{A_{sl}}{b_w \cdot d} \leq 0,02 \quad (36)$$

Leikkauskestävyyden vähimmäisarvo määritetään kaavalla:

$$V_{Rd,c,min} = 0,035 \cdot k^{\frac{3}{2}} \cdot f_{ck}^{\frac{1}{2}} \cdot b_w \cdot d \quad (37)$$

Leikkauskestävyyden vähimmäisarvoa käytetään vain siinä tapauksessa, jos mitoitusarvon sulkulausekkeen arvo on vähemmän kuin leikkauskestävyyden vähimmäisarvo.

$$\left[ C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}} \right] < V_{Rd,c,min} \quad (38)$$

Mikäli laatan leikkausvoima on suurempi kuin leikkauskestävyys, voidaan laatan leikkauskestävyyttä parantaa kasvattamalla lujuusluokkaa tai laatan dimensioita. Myös parantamalla vetoraidoituksen ankkurointia saadaan leikkauskestävyyttä nostettua. Jos kestävyttä ei silloinkaan saada riittävän suureksi, laatta täytyy mitoittaa leikkausraudoitukselle.

### 6.3 LAATAN MITOITUS LÄVISTYKSELLE

Suomessa teräsbetoni-laattojen lävistysmitoitusta ei tehdä Eurokoodin Suomen kansallisen liitteen standardilla SFS-EN 1992-1-1, vaan mitoitus tehdään vanhan Suomen rakentamismääräyskokoelman B4 "Betonirakenteet, ohjeet" mukaan. Tämä johtuu havaittujen koetuloksien ristiriitaisuuksista. Eurokoodin Suomen kansallisen liitteen mukaan laskettaessa kapasiteetit ovat tietyissä tilanteissa epävarmalla puolella. Mitoituksessa mitoituskormat, materiaalilujuudet, sekä materiaalien osavarmuuskertoimet määräytyvät kuitenkin eurokoodien EC1 ja EC2 mukaan.

Lävistysmitoituksessa mitoitusehtona on, että laatan tarkastuspiiriin kohdistuva leikkausjännitys on pienempi kuin saman alueen laatan kapasiteetti. Mitoitusehdon kaavaksi saadaan:

$$V_{Rd,c} \geq V_{Ed} \quad (39)$$

Leikkausraudoittamattoman laatan kapasiteetti  $V_{Rd,c}$  lasketaan kaavalla 40.

$$V_{Rd,c} = k \cdot \beta (1 + 50\rho) u \cdot d \cdot f_{ctd} \quad (40)$$

$$d = \sqrt{d_x \cdot d_y} \quad (41)$$

$$\rho = \sqrt{\rho_x \cdot \rho_y} \leq 8\text{‰} \quad (42)$$

$$\beta = \frac{0,4}{1 + \frac{1,5e}{\sqrt{A_u}}} \quad (43)$$

$\rho_x$  ja  $\rho_y$  ovat toisiaan vastaan kohtisuorassa suunnassa etäisyydellä  $0,5d$  tuen reunasta sijaitsevista poikkileikkauksissa olevat suhteelliset teräspinta-alat. Kaavassa 43 tunnus  $e$  kuvaa lävistysvoiman epäkeskisyyttä. Samassa kaavassa

oleva  $A_u$  on tuen reunasta etäisyydellä  $0,5d$  olevan leikkauksen rajoittama pinta-ala, eli  $u$  on lävistysmitoituksessa tarkasteltava ns. tarkistuspiiri.

Mikäli laatan kapasiteetti ei ole riittävän suuri, eikä laatta kestä leikkausjännitystä  $V_{Ed}$ , voidaan laatan kapasiteettia lisätä. Kapasiteetin lisääminen onnistuu mm. paksuntamalla laattaa, nostamalla betonini lujuusluokkaa tai suurentamalla laatan perusraudoitusta. Mikäli kriittinen leikkausjännitys muodostuu pilarin kohdalle, voidaan pilarin kokoa suurentaa tai lisätä sieni- /laattavahvistus parantamaan laatan kestävyyttä. Mikäli laattaa ei saada tästä huolimatta kestäväksi, laattaan tulee lisätä leikkausraudoitus. Leikkausraudoitus muodostuu haoista tai ylös taivutetuista tangoista, jotka jaetaan tasaisesti leikkautuvalle alueelle.

Leikkausraudoitetun laatan lävistyskestävyys lasketaan kaavalla 44, jossa  $V_{Rd,c}$  lasketaan kaavan 40 mukaan.

$$(0,25 \cdot V_{Rd,c} + V_{Rd,s}) \leq 2 \cdot V_{Rd,c} \quad (44)$$

$$V_{Rd,s} = A_{sv} \cdot f_{yd} \cdot \sin(\alpha) \quad (45)$$

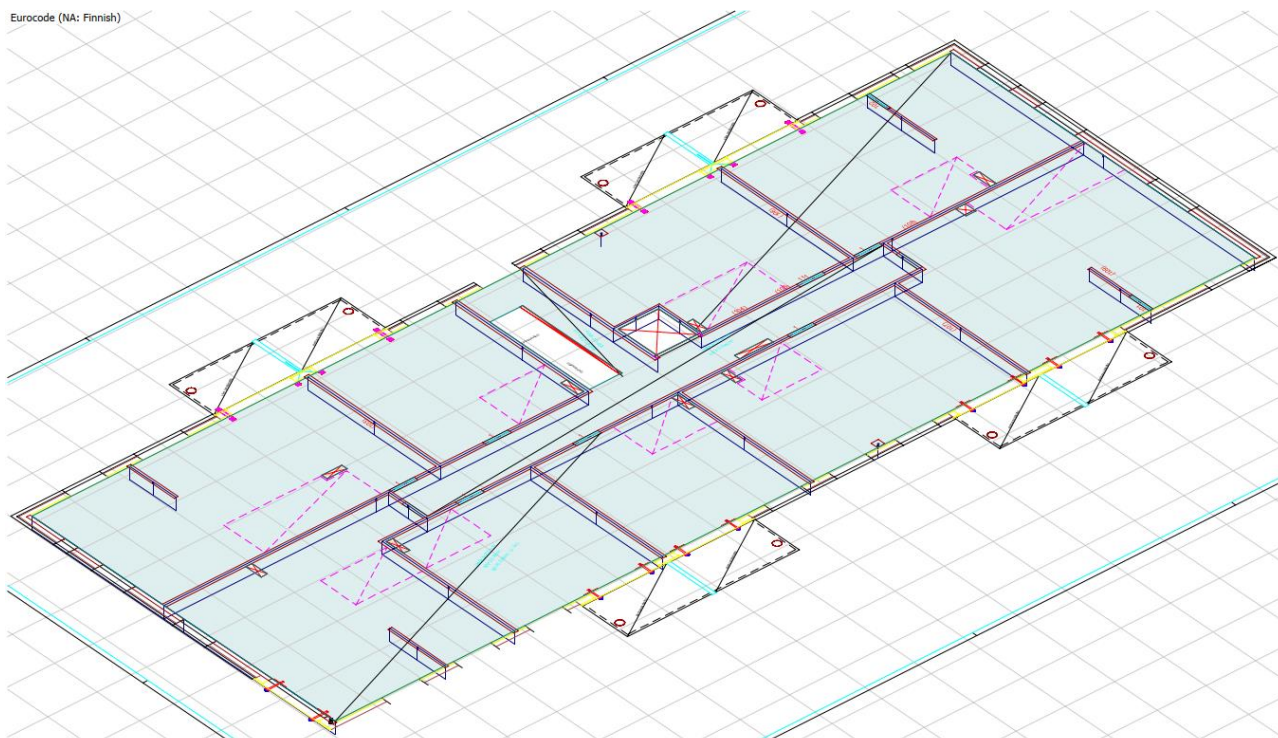
$$f_{yd} = 300 \text{ N/mm}^2 \quad (46)$$

#### 6.4 MOMENTTIEN ARVOT FEM-DESIGN OHJELMALLA

Välipohjalaatan voimasuureiden määrittämiseen on monta tapaa. Voimia voidaan laskea käsin laskennalla tai hyödyntämällä FEM-laskentaa. Tämän työn esimerkkikohde on laskettu StruSoft FEM-Design -ohjelmiston Plate moduulilla. FEM-laskennan tulokset ovat luotettavia, mikäli tietyt asiat on otettu oikealla tavalla huomioon ja malli on tehty oikein. FEM-laskennan tulokset on mahdollista tarkastaa edellä mainitulla käsin laskentamenetelmällä.

Laattarakenteen mitoitus FEM ohjelmalla alkaa laatan mallintamisella. Laatan mallintamisessa voidaan hyödyntää pohjana ulkoista tiedostoa, kuten Autocad

piirustusta. Kuvassa 1 on esitetty FEM-Design ohjelman näkymä kohteen välipohjalaatan mallista. Kantavina linjoina toimii päädyn ulkoseinät sekä mallinnetut kantavat väliseinät. Kevyitä väliseiniä ei mallinneta malliin, vaan niiden kuormat huomioidaan tasaisena kuormana.

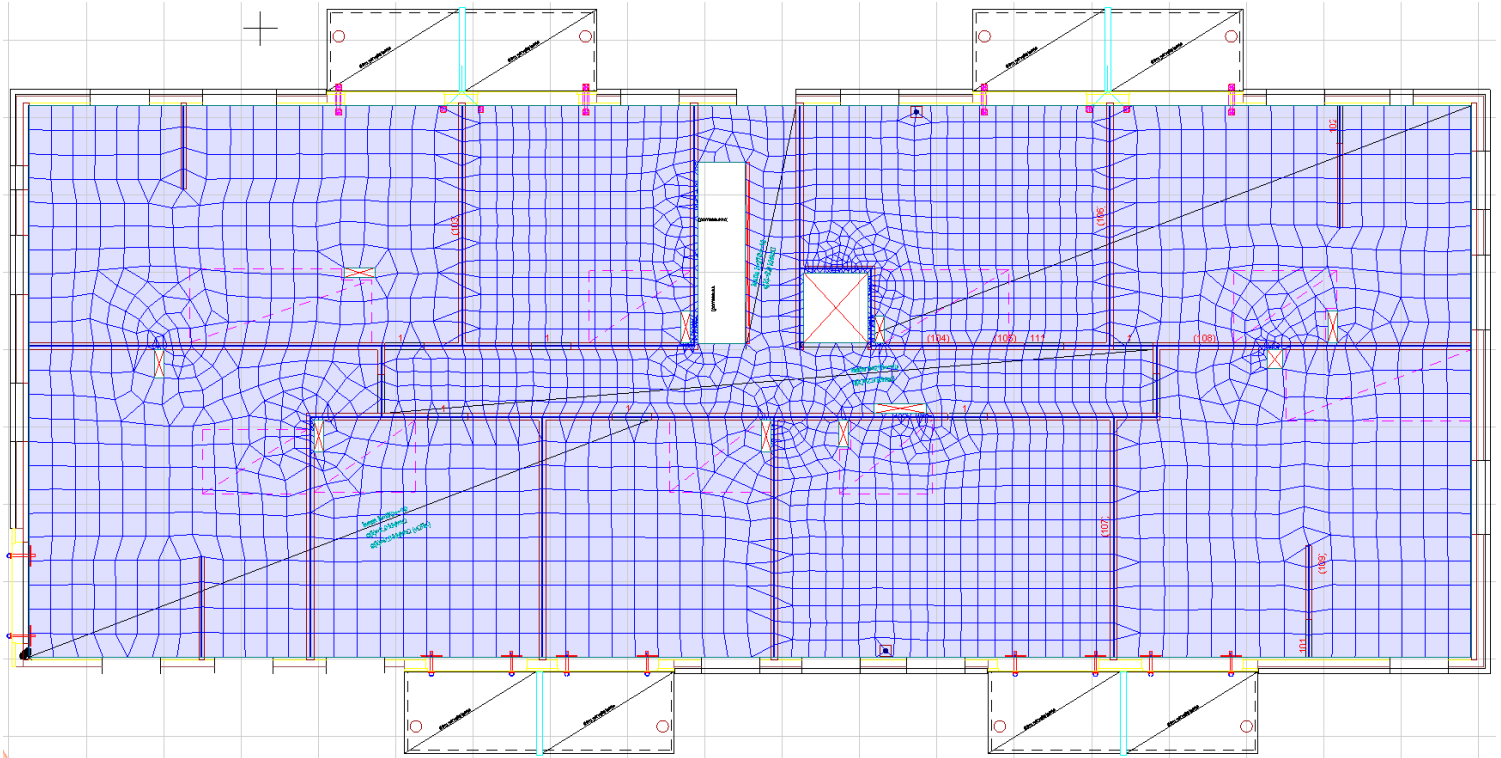


*Kuva 1. Paikallavalulaatan FEM-malli*

Malliin mallinnetaan laatan rakenteen ja materiaalin lisäksi tuet. Tukien mallinuksessa olennaista on, että tuet ovat mahdollisimman todenmukaisia. Seinien kohdalla käytetään jäykkää jatkuvaa tukea, kun taas pilarin kohdalla käytetään pistetukea. Laatan aukot pitää piirtää rakennemalliin mahdollisimman tarkasti, jotta aukkojen reunamomentit ovat oikeat. Aukkojen raudoitukseen liittyviä ohjeita käydään läpi seuraavassa kappaleessa.

Seuraavaksi FEM-rakennemalliin lisätään kohteen kuormitus. Kuormia lisättäessä on huomioitava, että kuormien suuruudet ja kuormitusyhdistelmät ovat oikein. Lisäksi tulee huomioida hyötykuorman liikkuvuus. Yleisimmistä kuormituksista sekä kuormitusyhdistelyistä on kerrottu kappaleessa 4.

Välipohjalaatan laskennassa haetaan rasittavinta kuormitusilannetta. Tämä saadaan kuormittamalla laatta ns. shakkilautakuviolla eli lisäämällä FEM-rakennemalliin elementtiverkko kuvan 2 mukaisesti.

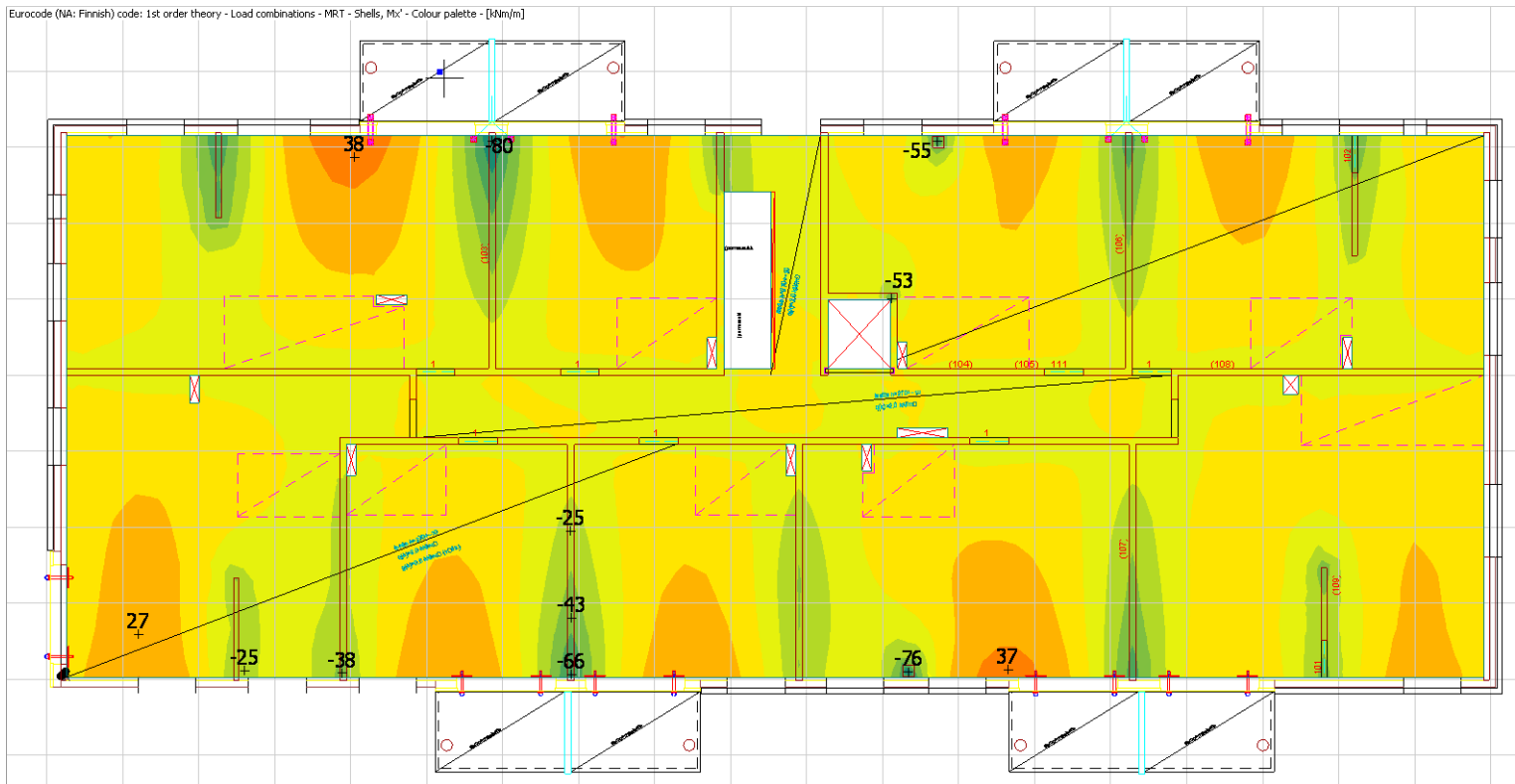


Kuva 2. Paikallavalulaatan elementtiverkko

Elementtiverkon avulla voidaan määrittää, kuinka tiheästi mittapisteitä laatasta halutaan, eli kuinka tarkasti voimasuureet määritetään.

Kun Rakennemalliin on lisätty tuet, kuormat ja elementtiverkko, voidaan malli laskea läpi. Mikäli mallissa ei ole mitään ristiriitoja, laskemiseen menee 10-20 sekuntia. Jos mallista löytyy ristiriitoja, laskenta keskeytyy ja FEM ilmoittaa ongelman.

Kun laskenta on valmis, sen tuloksista saadaan mm. voimasuureiden koosta ja sijainnista. FEM-Design ohjelma tarjoaa paljon erilaisia vaihtoehtoja tulosten havainnointiin. Tuloksista saadaan mm. värikoordinoituja tai numeerisia tulosteita. Alla on esitetty muutamia tapoja havainnollistaa FEM-Designin laskemia momentin arvoja.

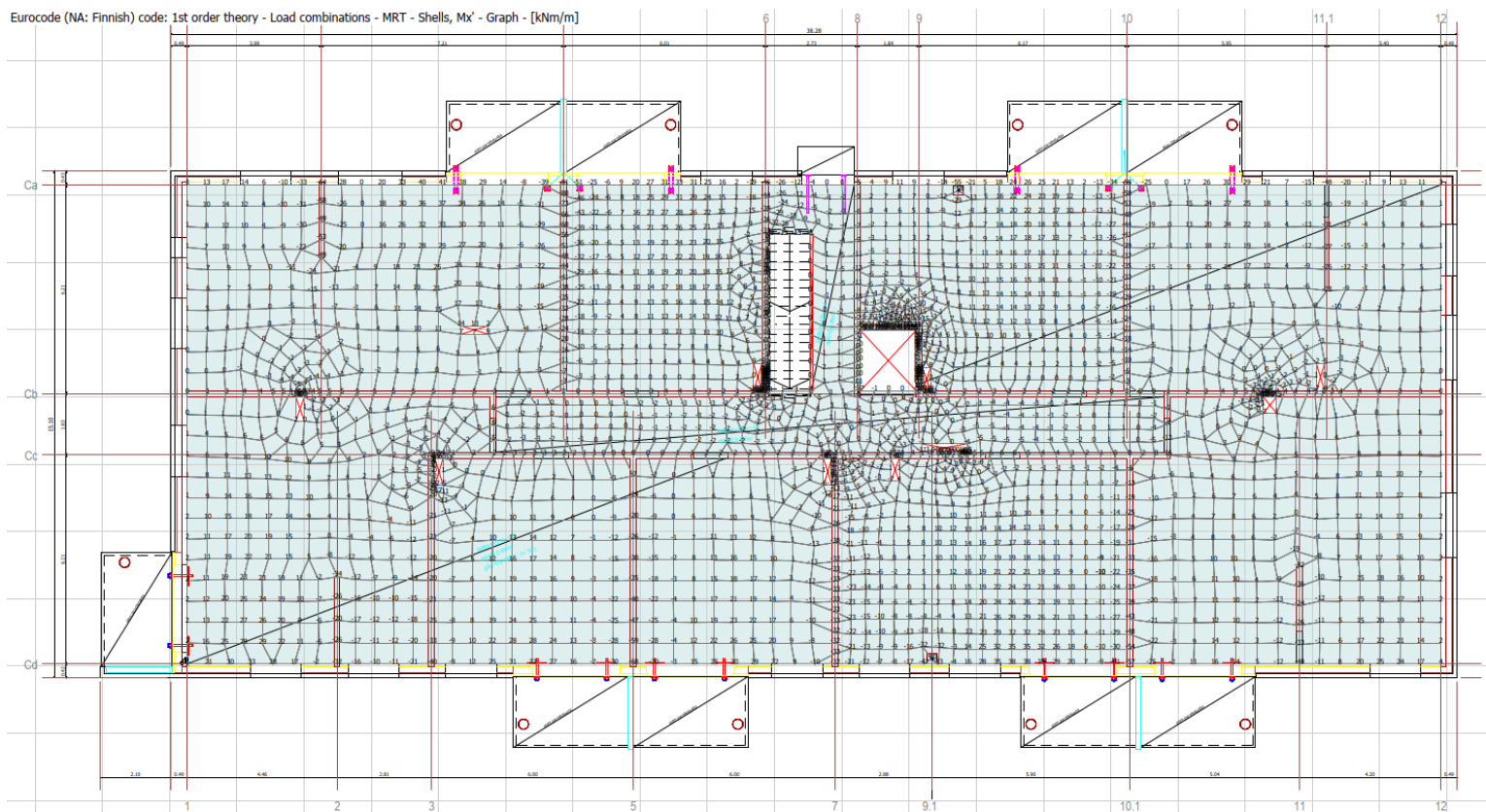


Kuva 3. Esimerkinä Laaksoankulman 1. kerroksen välipohjan värikoordinoitu X-suunnan momenttikartta.

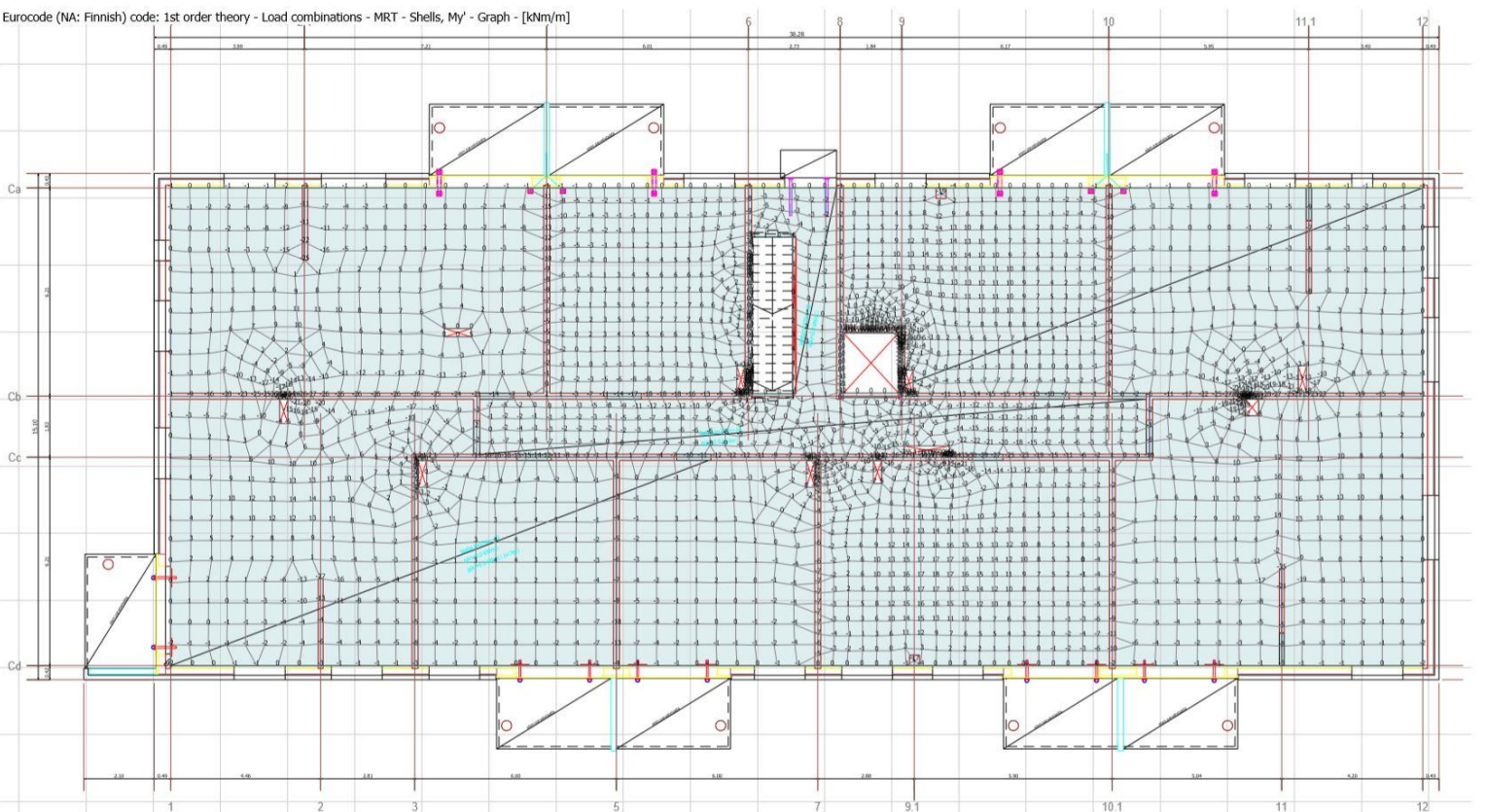
Väreillä on ilmoitettu, onko momentti positiivinen vai negatiivinen. Lisäksi värisävy kertoo momentin arvon suuruusluokan. Punertavat värit ovat positiivisia momentin arvoja ja vihertävät värit negatiivisia. As Oy Laaksoankulman rakennemallin tuloksia tarkasteltaessa käytettiin numeerista esitystapaa selkeyden ja totuttujen toimintatapojen vuoksi. Seuraavan sivun kuvissa 4 ja 5 on esitetty kohteen todelliset momentit X- ja Y-suunnassa.

FEM-Design on erittäin kätevä ja helppokäyttöinen työkalu voimasuureiden laskemiseen niin laattarakenteissa, kuin muissakin rakenteissa. Ohjelmistolla mitoittaessa on kuitenkin aina muistettava tulosten kriittinen tarkastelu. Tulokset vääristyvät pienistäkin virheistä, joten oikeellisuus on hyvä tarkistaa joka kerta käymällä tulokset ajatuksella läpi. Myös FEM-laskenta ohjelmassa on puutoksia ja rajoituksia, jotka saattavat vaikuttaa tuloksiin.



Eurocode (NA: Finnish) code: 1st order theory - Load combinations - MRT - Shells,  $M_x'$  - Graph - [kNm/m]

Kuva 4. Laakso-lankulman 1. kerroksen välipohjan numeerinen esitystapa X-suunnan momenteista.

Eurocode (NA: Finnish) code: 1st order theory - Load combinations - MRT - Shells,  $M_y'$  - Graph - [kNm/m]

Kuva 5. Laakso-lankulman 1. kerroksen välipohjan numeerinen esitystapa Y-suunnan momenteista.

## **7 LAATAN TERÄSTYKSEN YKSITYISKOHDAT**

### **7.1 RAUDOITUSTAVAN VALINTA**

Laatan raudoituksessa käytetään neljää erilaista tekniikkaa tapauskohtaisesti. Monissa kohteissa voidaan myös käyttää useampaa eri tekniikkaa sekaisin. Tarkasteltavista menetelmistä perinteisin on irtotangoilla raudoittaminen, joka on selkeästi työvoimakeskeisin. Muut raudoitustavat ovat teollisia tuotteita, jotka valmistetaan tehdasolosuhteissa ja toimitetaan valmiina työmaalle asennettavaksi.

Tarkasteltavan kohteen paikallavalulaatta raudoitetaan ylä- ja alapinnasta suurimpien taivutusmomenttien mukaan. Lisäksi laatan ympäri kulkee tukiraudoitukset, jotka mitoitetaan kiinnitysmomentille. Tässä luvussa käsitellään vain laattojen ylä- ja alapinnan terästyksiä.

Paikallavalulaatta raudoittaessa ensimmäisenä laatan alue muotitetaan eli tehdään tarvittavat muottityöt huomioiden laatan aukot ja varaukset. Seuraavaksi aloitetaan terästen sijoittelu niin, että ensimmäisenä laitetaan terästyspiirustuksien mukaisesti alapinnan teräkset. Teräkset laitetaan raudoitusvälikkeiden varaan, jotta teräksen ja muottipinnan väliin jää tarvittava suojabetonipeite laattaa valaessa. Seuraavaksi tehdään laattaan tulevat läpiviennit, sekä viemäri- ja sähköputkiasennukset. Lopuksi yläpintaan sijoitetaan suunnitelmien mukainen terästys työpukkien varaan ja laatta valetaan.

#### **7.1.1 IRTOTANKORAUDOITUS**

Turun seudulla yleinen paikallavalulaatan raudoitustapa on irtotankoraudoitus. Irtotankoraudoitus sopii rakenneteknisesti kaiken tyypisille ja muotoisille laatoille. Irtotangoilla raudoittaessa voidaan laatan raudoituksen määrä optimoida hyvin tarkasti jokaisessa kohdassa erikseen. Raudoitusmenetelmä saattaa kuitenkin tulla, joissain tapauksissa kalliiksi suuren työmäärän ja siitä aiheutuvien asennuskustannuksien takia. Laattoja, joissa on paljon aukkoja, laatan muoto vaihtelee tai raudoitusmäärät ovat suuria, on tämä raudoitusmenettely kuitenkinärkevin valinta.



Irtotangoilla raudoittaessa, tulisi pyrkiä jo suunnittelu vaiheessa sijoittamaan teräksiset siten, että niiden asentaminen helpottuisi mahdollisimman paljon. Esimerkiksi perusterästyksen lisäksi laitettavien lisäterästankojen jako tulisi olla perusterästyksen jaon kerrannainen. Tämä helpottaa raudoittajaa löytämään terästen paikat "silmämääräisesti". Myös lisäterästen jakoalueen aloitus tulisi määrittää sellaiseen kohtaan, jonka raudoittaja nopeasti havaitsee. Tällaisia paikkoja ovat mm. laatan reuna, väliseinät tai aukkojen kulmat. (Betonirakenteiden suunnittelun oppikirja By211 2014, s.79-80)

### **7.1.2 VERKKORAUDOITUS**

Verkkoraudoitus sopii parhaiten laatalle, joka on säännöllisen muotoinen ja sen teräsmäärät pysyvät kohtuullisina. Verkkoraudoituksen optimointi ei onnistu samalla tavalla kuin irtotangoilla, sillä verkko valmistetaan homogeeniseksi. Raudoitusverkon suunnittelussa pitää erityisesti huomioida verkkojen limijatkosten järjestely, sillä jatkosalueelle saattaa limittyä useita verkkoja ja näin muodostaa paksuja verkkonippuja, joita tulee välttää. Tästä huolimatta, jos kohde on sopiva verkkoraudoittamiselle, on se helppo ja edullinen vaihtoehto.

Verkkoraudoitteet valmistetaan kylmämuokatuista irtotangoista. Yleisimmin käytettävä verkkoteräs on B500K, jonka sitkeys luokka on A. Suurin saatavissa oleva tankohalkaisija verkkoraudoitteissa on 12 mm. (Betonirakenteiden suunnittelun oppikirja By211 2014, s.79-80)

### 7.1.3 MATTORAUDOITUS

Mattoraudoitus on kohde kohtaisesti esivalmistettu mattomainen raudoite. Raudoite valmistetaan koneellisesti hitsaamalla terästenkäsittelykeskuksessa, josta se kuljetetaan työmaalle rullalle pakattuna. (Celsa Steel Service Oy, verkkosivut)

Yleisin Suomessa käytettävä mattoraudoitetuote on saksalainen BAMTEC. Suomessa BAMTEC mattoja valmistaa lisenssisopimuksella Celsa Steel Service Oy, joka toimii Åminneforsissa. (Celsa Steel Service Oy, verkkosivut)

Mattoraudoitusta valmistaessa teräsmäärä voidaan optimoida niin, että se on momenttikäyrän mukainen maton eri pisteissä ja näin juuri käytettävään kohteeseen optimoitu. Valmistuksen aikana pystytään myös huomioimaan laatan muodot ja aukot. Työmaalla työ jää huomattavasti vähäisemmäksi, kuin irtotangoilla raudoittaessa, joten asennuksen suorittaa usein pääurakoitsija.

### 7.1.4 KAISTARAUDOITUS

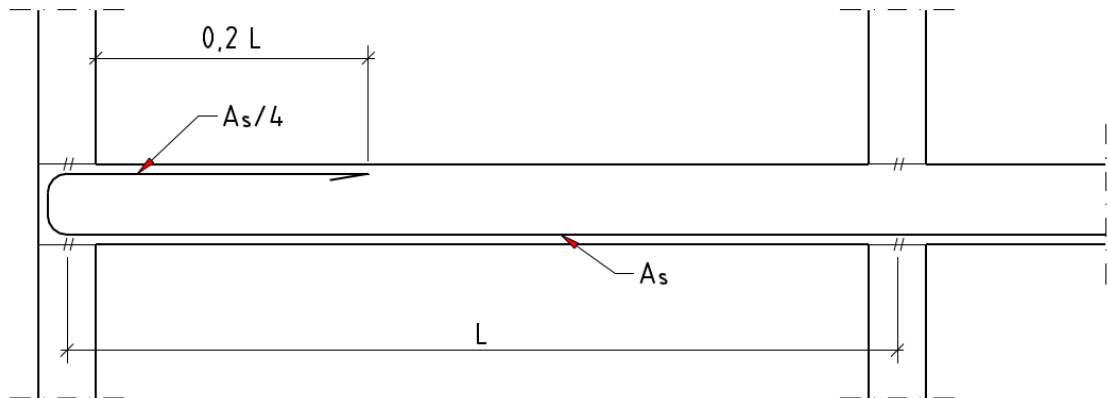
Kaistaraudoite on teollisesti hitsaamalla valmistettu raudoite. Raudoite toimii yhteen suuntaan kantavana, jossa toisessa suunnassa on pääteräkset ja toisessa sideteräkset. Pääterästen pituus valitaan niin, että ne ulottuvat koko jänteen yli eikä pääterästen jatkoksia ei tarvita. Sideteräksien tarkoitus on sitoa raudoitus raudoite-elementti muotoon. Sideterästen väli vaihtelee 0,6 – 1,2 m välissä ja kaistojen kokonaisleveys on noin yhden metrin.

Kaistaraudoitteen asennustyön suorittaa yleensä pääurakoitsija, kuten mattoraudoitteita käytettäessä. Kaistaraudoitteet ovat kuitenkin mattoraudoitteita kevyempiä käsin nostettavia raudoite-elementtejä, joten nostokalustoa ei sen asennuksessa tarvita.

Kaistaraudoite on edellä tarkasteltavista raudoitemenetelmistä vähiten käytetyin Turun seudulla. (Betonirakenteiden suunnittelun oppikirja By211 2014, s.79-80)

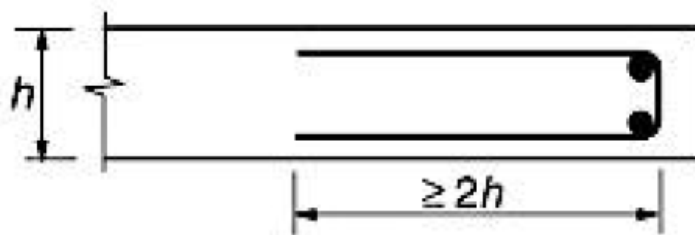
## 7.2 TUKIRAUDOITUS

Voimasuureita laskiessa asuinrakennus kohteissa, laatan kaikki tuet oletetaan vapaiksi tuiksi eli ne oletetaan olevan momenttijäykkiä. Todellisuudessa tuille syntyy kuitenkin yläpuolisen seinärakenteen pystykuormista osittainen kiinnitys. Tästä johtuen laatan yläpinnan raudoitusta mitoitetaan kiinnitysmomentille, joka on 25% kentän maksimi momentin arvosta. Vapaaksi suunniteltu reunatuki tulee raudoittaa kiinnitysmomentin mukaan. Yleisesti raudoituksena käytetään epäsymmetrisiä U-lenkkejä, eli palautushakoja. Tämä raudoitusta sijoitetaan 0,2-kertaiselle etäisyydelle tukeen liittyvän kentän pituudesta ( $0,2 \cdot L$ ). Raudoitusta tulee myös ankkuroida reunatuelle.



Kuva 6. Vapaasti tuetun reunan reunateräkset.

Vapaasti tuetun reunan lisäksi myös laatan tukemattomalle reunalle täytyy suunnitella pitkittäis- ja poikittaisraudoitus. Tässä tapauksessa momentinarvoa voidaan pienentää 15% tukeen liittyvän kentän maksimi momentista. Raudoituksena käytettävien hakojen vaaditut mitat saadaan kuvan 7 mukaan. Vaikka haat usein jäävät pienemmiksi kuin vapaasti tuetun reunan haat, käytetään samoja hakoja molemmissa tapauksissa raudoituksen yksinkertaistamiseksi.

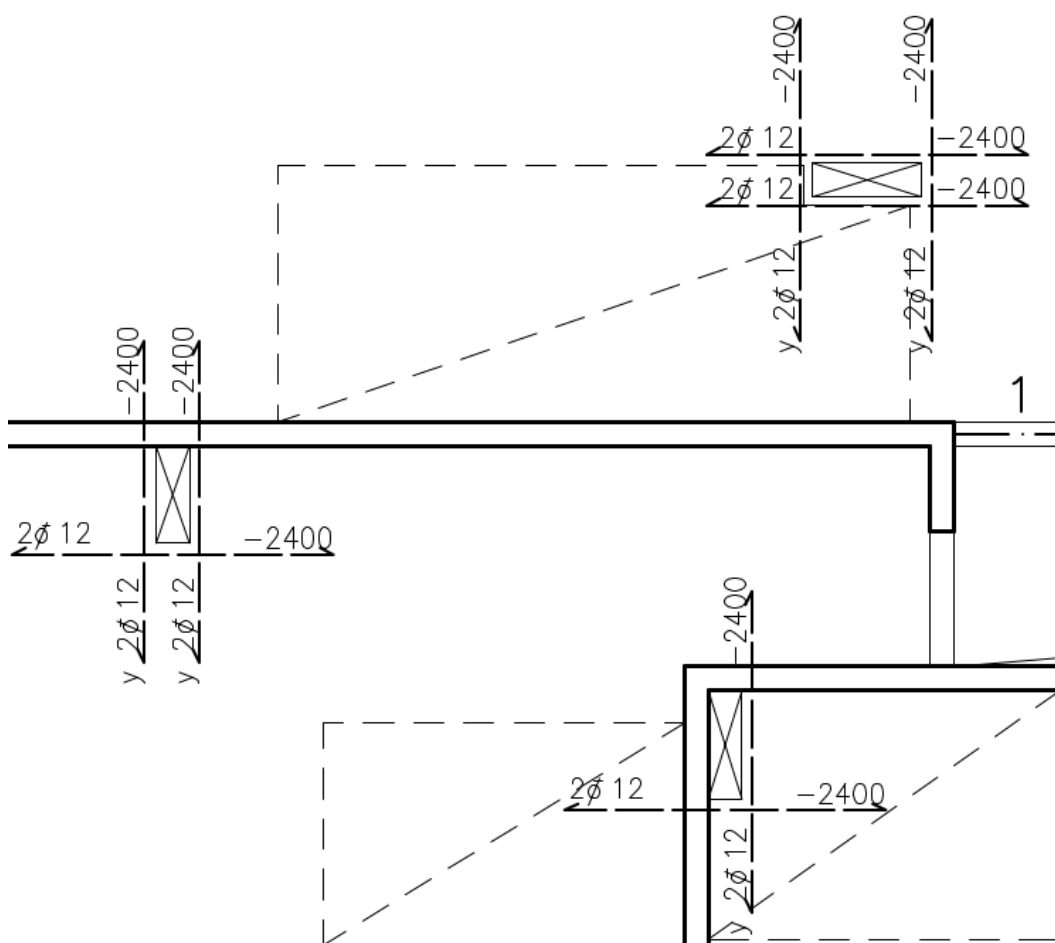


Kuva 7. Vapaan reunan reunaterästys.

### 7.3 LAATAN REIÄT

Reikien vaikutus laatan kantokykyyn vaikuttaa reiän koko, muoto, sekä sijainti laatussa. Pienikin reikä heikentää huomattavasti laatan lävistyskestävyyttä, mikäli se sijaitsee lähellä pilaria. Reikää pidetään pienenä, jos sen suurempi sivumitta on  $1/5$  laatan lyhyimmästä sivumitasta. Isommat laatan reiät edellyttävät voimasuureiden laskentaa. Reikien vaikutusta voidaan huomioida FEM-laskentamenetelmällä tai vaihtoehtoisesti käsin laskennalla ajattelemalla reiän pielet sisäisinä palkkeina.

Rauditus sovitetaan aina reiän ympärille, eikä teräksiä katkaista. Normaali jaollisten terästen katkeavaa teräsmäärää vastaava teräsmäärä sijoitetaan puoliksi aukon sivuille lisäteräksillä, niin ylä- kuin alapinnassa. Teräkset vietään vähintään ankkurointi pituuden verran reiän reunan yli ja tarvittaessa tuelta tuelle. Eteenkin suorakaiteen muotoiset reiät on hyvä raudoittaa ympäri, sillä reiän kulmiin muodostuu jännityshuippuja, jotka aiheuttavat reiän nurkkien halkeamisen.



Kuva 8. Ote esimerkkikohteen hormien varauskolan raudoituksesta

## 8 KOHTEEN VÄLIPOHJALAATAN TERÄSTYS

Tässä osiossa käydään läpi As Oy Laaksolankulman ensimmäisen kerroksen katon terästys.

Välipohjalaataksi on valittu 270 mm paksu paikallavalettu teräsbetoni-laatta. Betonin lujuusluokaksi on määritetty C25/30 ja betonipeitteeksi 20 mm. Rakenteiden suurin paloluokka on R60, joka ei aiheuta laatalle toimenpiteitä, sillä laatan paksuus riittää kyseiseen paloluokitukseen. Tilat ovat kuivia sisätiloja, joten rasitusluokka on XC1.

Välipohjalaatta on mallinnettu edeltävien ohjeiden mukaan FEM-Design ohjelmalla. Laattaa kuormittaa omapainon lisäksi hyötykuorma sekä ylemmiltä kevyiltä väliseiniltä tuleva kuorma. Kevyiden väliseinien aiheuttaman kuormituksen suuruutena käytetään  $0,5 \text{ kN/m}^2$ . Hyötykuorman arvo saadaan kappaleen 4.1.2 mukaan eli arvoksi saadaan  $2,0 \text{ kN/m}^2$ . Lisäksi rakennuksen pitkien sivujen kevyet kuorielementit kuormittavat laatta. FEM-Design ohjelmassa kuormitus huomioidaan sisäseinälinjoilla viivakuormana, jonka suuruus on  $10 \text{ kN/M}^2$ .

Suunniteltavan laatan raudoituksien määrät ja sijainnit määräytyvät momenttien mukaan, joiden arvot saadaan FEM-Design ohjelmalla. Momentit muodostuvat laatalle kahteen suuntaan, X-suuntaan ja Y-suuntaan. Laatan momenttien arvot molempiin suuntiin on nähtävissä liitteistä 4 ja 5. Lisävarmuutta raudoitukseen saadaan kasvattamalla 20% momenttien arvoja reunakentillä. Tämä momenttien korotus tehdään kuormien mahdollisen liikkuvuuden huomioimiseksi. Laaksolankulman kerroksissa reunakentät ovat talon kulmien kuormituskentät.

Laatan toiminnan perusajatus raudoituksen kannalta on, että kun momentin arvo on negatiivinen laatan yläpinta pyrkii kaareutumaan ja venymään, jolloin yläpinta vaatii raudoituksen. Vastaavasti positiivinen momentti venyttää alapinta, jolloin alapinta lisätään raudoitusta.

Ensimmäisen kerroksen laatan ollessa 270 mm paksu ja suojabetoni on 20mm, teholliseksi korkeudeksi saadaan  $d = 245$  mm. Tehollisella korkeudella määritetään vaadittu minimiterästys määrä,  $A_{s,min} = 326.8$  mm<sup>2</sup>/m. Perusterästyksenä käytetään vähimmäisterästys molempiin suuntiin laatan alapinnassa. Perusterästyksiksi valitaan koko laatan alueelle 10 k250, jonka momenttikapasiteetti on noin 32 kNm. Tämä riittää laatan keskellä, mutta kevyiden kuorielementti ulkoseinien edustalla momentit kasvavat lähes joka kuormituskentässä yli perusterästyksen kapasiteetin. Näillä alueilla käytetään 10 k500 lisäterästystä. Kantamattomien ulkoseinien aiheuttaman kuorman seurauksena laattaan laitetaan lisäterästys, joka on 2φ12 ja kulkee koko laatan läpi. Laatan aukot terästetään myös ympäri, kappaleen 6.3 mukaan.

Laatan yläpinnan terästyksessä ei käytetä verkkomaista perusterästystä vaan laatta terästetään vain momenttien vaatimista kohdista. Laatan reunalla kiertää 10 mm tukiraudoitus haka 250 mm jaolla, samoin kuin hissikuilun ja porrasaukon ympärillä. Tukiraudoituksen teoriaa on käsitelty enemmän luvussa 6.2.

Laatan yläpinnan suurimmat raudoitettavat momentit sijoittuvat kantavien väliseinien kohdalle ja porrasaukon ympärille. Näiden raudoitukseen on käytetty 10 k250 perusterästystä ja lisäterästyksenä joko 10 k250 tai 10 k500. Terästen pituus määräytyy aina momenttikenttien suuruudesta.

Esimerkkikohteen ensimmäisen kerroksen katon ylä- ja alapinnan terästyspiirustukset on esitetty liitteissä 6 ja 7 ja näiden materiaaliominaisuudet on kirjattu ensimmäisen kerroksen katon laudoituspiirustukseen (liite 3).

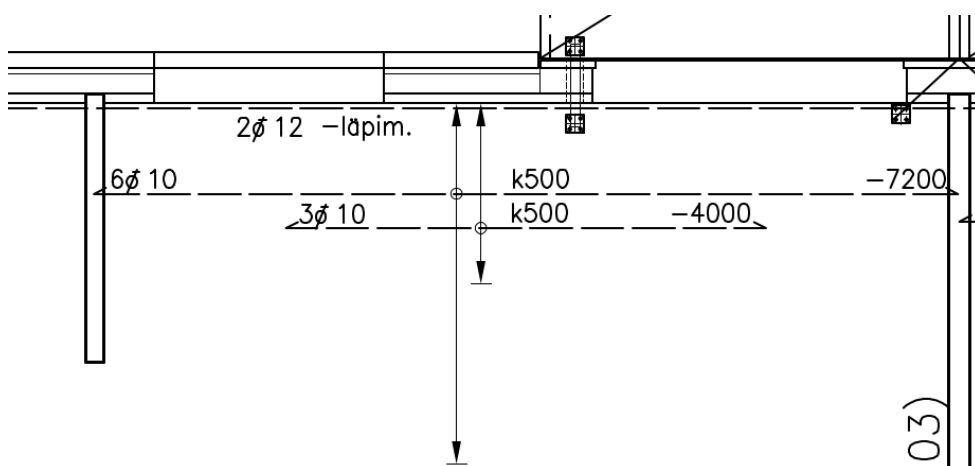
## 9 TERÄSTYKSEN ESITYSTAPA RAKENNEPIIRUSTUKSISSA

Tässä kappaleessa käydään läpi mitä sääntöjä ja toimintatapoja esimerkkikohteen terästyspiirustuksissa tehdessä on käytetty.

Terästyspiirustukset tulee olla kokonaisvaltaisesti selkeitä ja helppo lukuisia. Piirustukset aloitetaan laudoituskuvan pohjalta, josta poistetaan kaikki ylimääräiset merkinnät, jotka eivät vaikuta laatan terästyksen. Terästyspiirustuksissa esitetään raudoitustankojen lukumäärä ja jako sekä halkaisija ja pituus numeroarvoina. Taivutusmuoto, taivutussäde, sijoitus ilmoitetaan piirtämällä ne mittakaavassa piirustuksiin.

Terästankojen piirustustapa poikkeaa hieman, riippuen onko kyseessä ylä- vai alapinnan terästyskuva. Alapinnan kuvassa terästangot piirretään katkoviivalla ja niiden päättymistä kuvaavat "koukut" osoittavat vasemmalle tai ylös, riippuen onko teräs vaaka vai pysty suunnassa. Yläpinnan piirustuksessa terästangot piirretään ehjällä viivalla ja "koukut" osoittavat päinvastaisiin suuntiin.

Teräkset sijoitetaan piirustuksessa haluttuun paikkaa ja mittanuolen avulla ilmoitetaan, kuinka pitkälle teräksiä laitetaan, ilmoitettu jakoväli huomioiden. Esimerkinä tästä alla oleva kuva 9. Kuvasta ilmenee myös, miten terästangon pituus, jakoväli, kappale määrä ja tankohalkaisija ilmoitetaan piirustuksissa.



Kuva 9. Ote esimerkkikohteen terästen sijainnin ja merkintöjen määräytyksestä.

## 10 POHDINTA

Opinnäytetyön tavoitteena oli kerätä tietoa laattarakenteiden yleisimpien materiaalien ominaisuuksista sekä laattoihin kohdistuvien kuormien muodostumisesta ja yhdistelystä. Työ perustui hyvin vahvasti Betoniyhdistyksen julkaisemiin oppikirjoihin sekä eurokoodeihin ja sen kansallisiin liitteisiin.

Opinnäytetyön pääaihe oli kertoa paikalla valettavien välipohjien raudoituksesta ja niiden suunnittelusta. Työssä käytiin läpi teoreettisesti laatan mitoitus taivutukselle ja leikkaukselle, sekä FEM-design ohjelmalla laattaan kohdistuvien voimasuureiden laskeminen. Työssä esiteltiin myös erilaisia laattojen raudoitustapoja sekä niiden ominaisuuksia ja käyttökohteita.

Mielenkiintoisin osuus opinnäytetyön tekemisessä oli case kohteen välipohjien suunnittelu. Työtä varten suunnittelin kohteen kaikkien välipohjien raudoitukset ja piirsin niistä ylä- ja alapintojen terästyspiirustukset. Opinnäytetyössä käydään läpi ensimmäisen kerroksen katon terästyspiirustukset yksityiskohtaisesti, FEM-Design ohjelmalla laskettujen momenttikuvien avulla. Muita kohteen kerroksia en sisällyttänyt opinnäytetyöhön, sillä loput kerrokset tehdään samalla idealla, eikä kerrokset poikenneet toisistaan kovinkaan paljon.

Opinnäytetyön tavoitteet tuli täytettyä. Työstä tuli tiivis kokonaisuus, joka käy läpi selkeästi laattarakenteiden suunnittelun tärkeimmät asiat. Tämän lisäksi As Oy Laaksolankulman kohteen kaikkien välipohjien raudoitussuunnitelmat ja raudoituspiirustukset tuli tehtyä. Piirustukset on lähetetty eteenpäin työmaalle ja raudoittajalle.



## LÄHTEET

Sisäasiainministeriön asetus väestönsuojien teknisistä vaatimuksista ja väestönsuojien laitteiden kunnossapidosta 506/2011. Luettu 22.11.2019. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2011/20110506#Pidp446218368>

RIL 201-1-2017. Suunnitteluperusteet ja rakenteiden kuormat. 2017. Helsinki. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.

Suomen Betoniyhdistys ry. By 65 betoninormit 2016. 2016. Helsinki. BY-koulutus Oy.

Lindberg, R., Kerokoski, O. 2010. Teräsbetonirakenteet. Tampereen teknillinen yliopisto, Luettu 15.11.2019. Versio 15.11.2010. Luentomoniste. s. 294

Suomen rakentamismääräyskokoelma B4 Betonirakenteet. Ohjeet 2005. Helsinki. Ympäristöministeriö.

Suomen Betoniyhdistys ry. By 68 betonin valinta ja käyttöikäsuunnittelu -opas suunnittelijoille 2016. 2017. Helsinki. BY-koulutus Oy.

Suomen Betoniyhdistys ry. By 211 betonirakenteiden suunnittelun oppikirja -osa 1 2013. 2015. Helsinki. BY-koulutus Oy.

BAMTEC-mattorautoite, Celsa Steel Service Oy  
Luettu 30.11.2019. <https://celsa-steelservice.fi/tuotteet/bamtec/>

Suomen Betoniyhdistys ry. By 47 betonirakentamisen laatuohjeet 2019. 2019. Helsinki. BY-koulutus Oy.

## LIITTEET

Liite 1. Esimerkkikohde, Arkkitehdin asemakaava.

Liite 2. Esimerkkikohde, Arkkitehdin julkisivupiirustus (koillinen).

Liite 3. Esimerkkikohde, 1. kerroksen katon laudoituspiirustus.

Liite 4. Esimerkkikohde, Momentit X-suunnassa.

Liite 5. Esimerkkikohde, Momentit Y-suunnassa.

Liite 6. Esimerkkikohde, 1. kerroksen katon alapintaterästys.

Liite 7. Esimerkkikohde, 1. kerroksen katon yläpintaterästys.



17.4

15.9

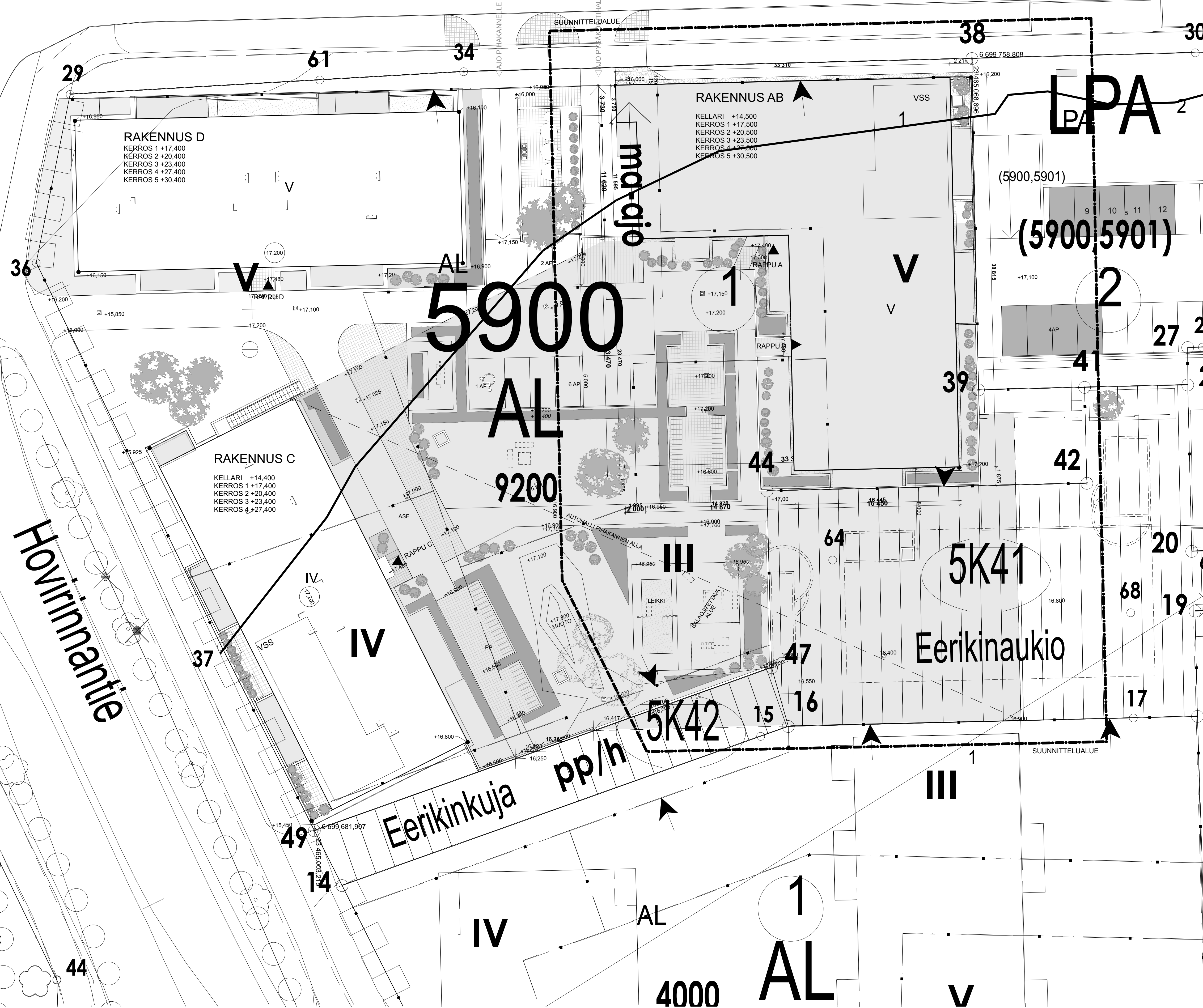
49

44

11

19

# Lautakunnankatu



1. Aluevarausmerkinnät.

- AL** Asuin-, liike- ja toimistorakennusten korttelialue.
- LPA** Autopaikkojen korttelialue.

2. Muut määräykset.

- 3m kaava-alueen ulkopuolella oleva viiva.
- Korttelin, korttelinosan ja alueen raja.
- Osa-alueen raja.
- Ohjeellinen alueen tai osa-alueen raja.
- Poikkiviiva osoittaa rajan sen puolen johon merkintä kohdistuu.

## 5. KESK

- 5901 Korttelin numero.
- 2 Ohjeellisen tontin numero.
- PUNTARIKATU Kadun, tien, katuaukion, torin, puiston tai muun yleisen alueen nimi.
- 2500 Rakennusoikeus kerrosalanelometriä.
- V Roomalainen numero osoittaa rakennuksen, rakennuksen tai sen osan suurimman sallitun kerrosluvun.
- Rakennusala.

### ASUINRAKENNUSTEN KERROSALA

RAKENNUS	kem2
C	2 216
D	2 769
<b>4 985 m<sup>2</sup></b>	

### ASUINRAKENNUSTEN BRUTTOALA

RAKENNUS	brn2
C	2 884
D	2 882
<b>5 766 m<sup>2</sup></b>	

### BRUTTOALA PARKKIHALLI

Kerros	kem2
<b>519 m<sup>2</sup></b>	

### PORRASHUONEIDEN PINTA-ALAT

PORRASHUONE	htm2
C	265
PRH D	254
<b>519 m<sup>2</sup></b>	

### ASUINRAKENNUSTEN VARASTOT

RAKENNUS	VARASTON NIMI	m2
A003	UV/VLVV	55
A004	IRT VAR	69
A010	VAR 5	69
A011	VAR 4	6
A012	VAR 3	6
A013	VAR 2	6
A014	VAR 1	5
A016	IRT VAR/UVV	83

### ASUNTOJAKAUMA:

RAK AB	65 AS
RAK C	36 AS
RAK D	40 AS
<b>YHTEENSÄ</b>	<b>141AS.</b>

### RAKENNUSOIKEUSLASKELMA

TONTIN PINTA-ALA	5278 m2
SALLITTU RAKENNUSOIKEUS	9200 m2
<b>YHTEENSÄ</b>	<b>9200 m2</b>

### ASUINRAKENNUSTEN TILAVUUS:

RAK AB	14705 m <sup>3</sup>
RAK C	8780 m <sup>3</sup>
RAK D	8580 m <sup>3</sup>
AUTOHALLIN TILAVUUS	10380 m <sup>3</sup>

RAKENNUS AB:SSA JA C:SSÄ ON KELLARI  
 \*AL-korttelialueella on rakennettava varastotiloja vähintään 0,1 m<sup>2</sup> / toteutettava asuink-m<sup>2</sup>\*

### KAAVAN MUKAINEN VARASTOTILATARVE (0,1 x AK-m<sup>2</sup>-(PRH)):

RAK AB; 4215 (-267+201) x 0,1 = 3747 x 0,1 = 374,7m <sup>2</sup>	
RAK C; 2216 (-265) x 0,1 = 1951 x 0,1 = 195,1m <sup>2</sup>	
RAK D; 2769 (-255) x 0,1 = 2514 x 0,1 = 251,4m <sup>2</sup>	
<b>YHTEENSÄ</b>	<b>≈ 821,5m<sup>2</sup></b>

### SUUNNITELMAN MUKAINEN VARASTOTILA:

LAAKSOLANKULMA, VARASTOTILAA	333m <sup>2</sup>
EERIKINHOVI, VARASTOTILAA	342,0m <sup>2</sup>
PIHALLA/AUTOHALLISSA VARASTOTILAA	156,0m <sup>2</sup>
<b>VARASTOTILAA YHTEENSÄ</b>	<b>831,0m<sup>2</sup></b>

\*AL-korttelialueella 1 ap. / 85 k-m<sup>2</sup>, kuitenkin vähintään 1 ap / asunto\*

### AUTOPAIKKALASKELMA

<b>KAAVAN MUKAISET AUTOPAIKAT:</b>
- KERROSALA, (9200/85 k-m <sup>2</sup> ) = 108 AP
- ASUNTOJA, (1AP / ASUNTO)
RAK AB, 65 AS = 65 AP
RAK C, 36 AS = 36 AP
RAK D, 40 AS = 40 AP
<b>YHT. 141 AP</b>

### KAAVA EDELLYTTÄÄ MIN. 141AP

### SUUNNITELMAN MUKAISET PYSÄKÖINTIPAIKAT:

<b>AUTOHALLISSA AUTOPAIKKOJA:</b>
- NORMIMITOITUS 119 AP
- SMART PAIKAT 4 AP
<b>PYSÄKÖINTIPAIKKOJA AUTOHALLISSA YHTEENSÄ 123KPL.</b>
- LAAKSOLANKULMA 58AP + 3AP (SMART)= 61AP
- EERIKINHOVI 61AP + 1AP (SMART)= 62AP

PIHAKANNELLA 9AP  
 LPA-TONTILLA 9AP  
**PYSÄKÖINTIPAIKKOJA YHTEENSÄ 123 + 9 + 9 = 141AP.**

- m Merkintä osoittaa rakennusalan, jolla katutason kerroksen alasta on käytettävä myymälätilojen rakentamiseen vähintään 50%.
- ma Maanalaista tilaa, joka on tarkoitettu pääasiassa pysäköintiä varten. Maanalaista tilaa yhteystien saa sijoittaa vss- ja varastotiloja. Merkinnän osoittamalle alueelle saa sijoittaa kaksi kellarikerrosta.
- Maanalaisiin tiloihin johtava ajoluiska.
- Nuoli osoittaa rakennusalan sivun, johon rakennus on rakennettava kiinni. Rakennuksen saa rakentaa kuitenkin enintään kahden metrin etäisyydelle Eerikinankatu ja Eerikinankatu puoleisesta rakennusalan rajasta.
- Jalankululle ja polkupyöräilylle varattu katu/tie.
- Jalankululle ja polkupyöräilylle varattu katu/tie, jolla huoltoajo on sallittu.
- Katualueen rajan osa, jonka kohdalta ei saa järjestää ajoneuvoliittymää.

3. Erinäisiä määräyksiä.
- Autopaikkoja on rakennettava AL-korttelialueella 1 ap. / 85 k-m<sup>2</sup>, kuitenkin vähintään 1 ap / asunto.
  - AL-korttelialueella on rakennettava varastotiloja vähintään 0,1 m<sup>2</sup> / toteutettava asuink-m<sup>2</sup>.
  - Oleskelupaikat on suojattava Pyhän Katarinan tien ja Hovirintantien liikennemelulta.
  - Lautakunnankadun varteen rakennettavat asunnot on suunniteltava niin, että niiden päätiet avautuvat ensisijaisesti sisäpuolelle. Pyhän Katarinan tien ja Hovirintantien rajoittuvien julkisivujen parvekkeet tulee suojata liikennemelulta lasitalla tai vastaavalla tavalla.
  - Parveke saa ulottua ulokkeena tontin rajan yli katualueen puolelle enintään 1,5 metrin verran Pyhän Katarinan tien ja Puntarikadun varressa. Vapaan korkeuden maan pinnan ja ulokkeen alapinnan välillä tulee olla vähintään 3,0 m.
  - Korttelialueen osat, joita ei käytetä rakentamiseen tai pihaa- ja liikennealueiksi, tulee kunnostaa ja hoitaa istutettuna.
  - Pihalle saa rakennusalan ulkopuolelle rakentaa vähäisiä katoksia jätehuoltoa ja polkupyöriä varten. Toimenpiteille tulee hakea erilliset luvat.
  - Tämän asemakaavan alueelle laaditaan erillinen tonttijako.
  - AL-korttelialueella on RakMA2:n mukainen suunniteltava pätevyys A-luokka.
  - Korttelin 5900 ja 5901 saa myöntää rakennuslupia, kun Kaavoitus- ja rakennuslautakunta on hyväksynyt erikseen laadittavan korttelisuunnitelman. Siinä tulee esittää alueenkäytön ja pihasuunnitelman lisäksi julkisivuluonnoksia, joista ilmenee värit ja käytettävät materiaalit.
  - Rakentaminen tulee suunnitella ja tarvittavat sopimukset laatia siten, että viemäri- ja sadevesiviemäri on olemassa olevaan vesihuoltoverkostoon. Tontit 5900/1 ja 5901/1 liittyvät Lautakunnankadulle sekä 5900/2 ja 5901/2 Puntarikadulle. Mahdollisten kiinteistökohtaisten pumppaamoiden rakentamisesta ja ylläpidosta vastaa maanomistaja.
  - Väestönsuojapaikat tulee sijoittaa Kaarinan keskustan yhteisväestönsuojaan.

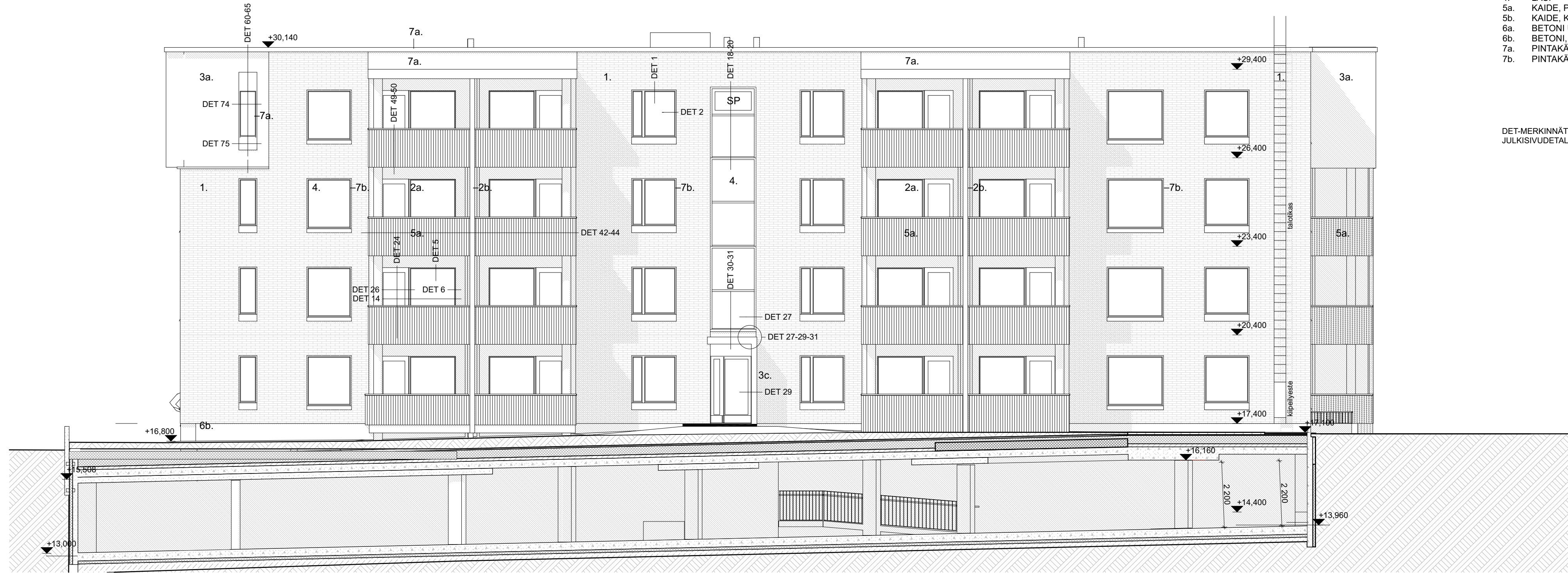
<b>Kaupunginosa</b>	Korttelitila	Tontti/Rno	<b>RATU:</b>
5 KESKUSTA	5900	1	Viranomaiset
Talonselitys			Laji
UUDISRAKENNUS			PÄÄPIIRUSTUS
Kohde			Sisältö
<b>EERIKINHOVI</b>			ASEMPIIRUSTUS
ASUNTO OY EERIKINHOVI KAARINA			RAKENNUS AB
			1:200

LAUTAKUNNANKATU 14A JA 14B, 20780 KAARINA  
 Suunnittelija puh: 040 846 5297 Tiedosto AC20:

Jyrki Kyheröinen arkkitehti SAFA 28.6.2019 Suunnitelma AR Piiustuksen numero Muutos

**C&J** CEDERQVIST & JÄNTTI ARKITEHDIT SALOMONKATU 17 A 00100 HELSINKI puh +358 40 8452159 www.caj.fi





JULKISIVUMATERIAALIT

- 1. TIILI, VALKOINEN
- 2a. PARVEKETAUSTASEINÄ, MAALATTU VAALEA HARMAA
- 2b. PARVEKEPIELI BETONI, MAALATTU VALKOINEN
- 2c. BETONI, MAALATTU HARMAA
- 3a. RAKENNUSLEVY, PUUN VÄRI
- 3b. RAKENNUSLEVY, HARMAA
- 3c. RAKENNUSLEVY, TEHOSTEVÄRI
- 4. LASI
- 5a. KAIDE, PYSTYRAITAKUVIOITU LASI
- 5b. KAIDE, KIRKAS LASI
- 6a. BETONI URITETTU, TUMMANHARMAA
- 6b. BETONI, VALETTU
- 7a. PINTAKÄSITELTY METALLI, TUMMANHARMAA
- 7b. PINTAKÄSITELTY METALLI, VAALEANHARMAA

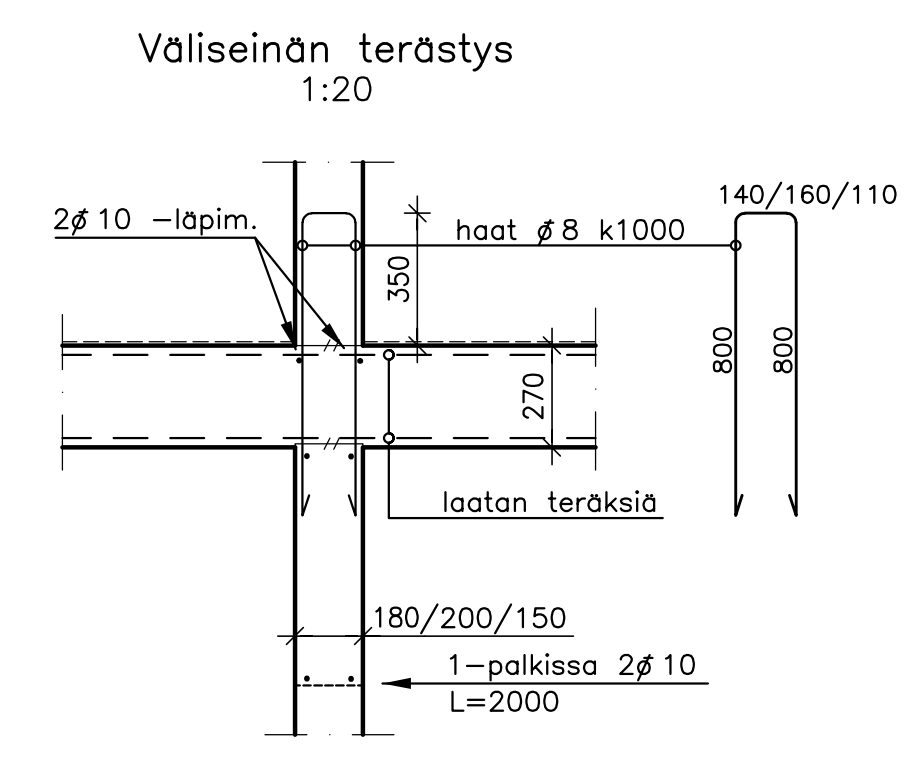
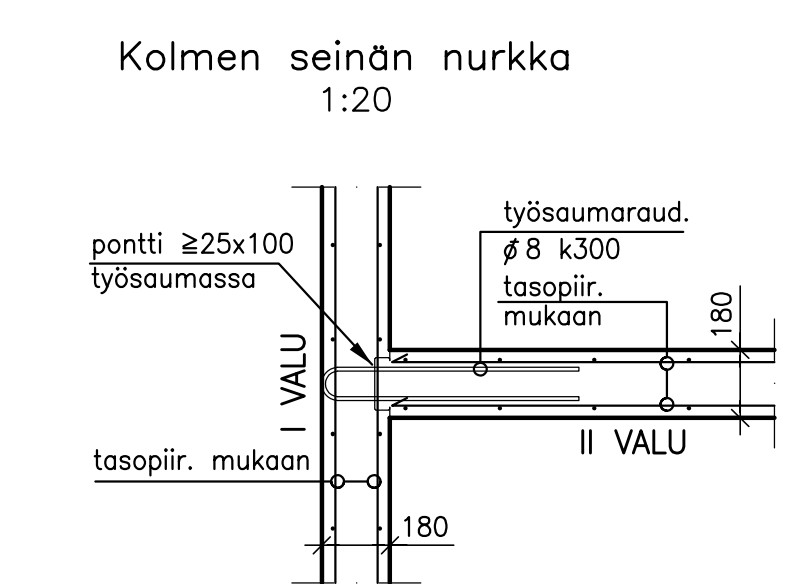
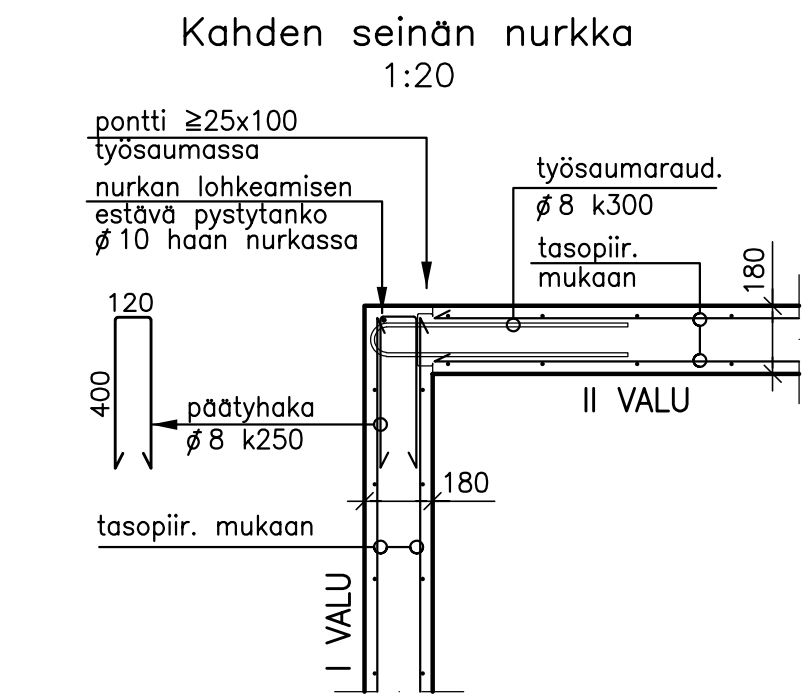
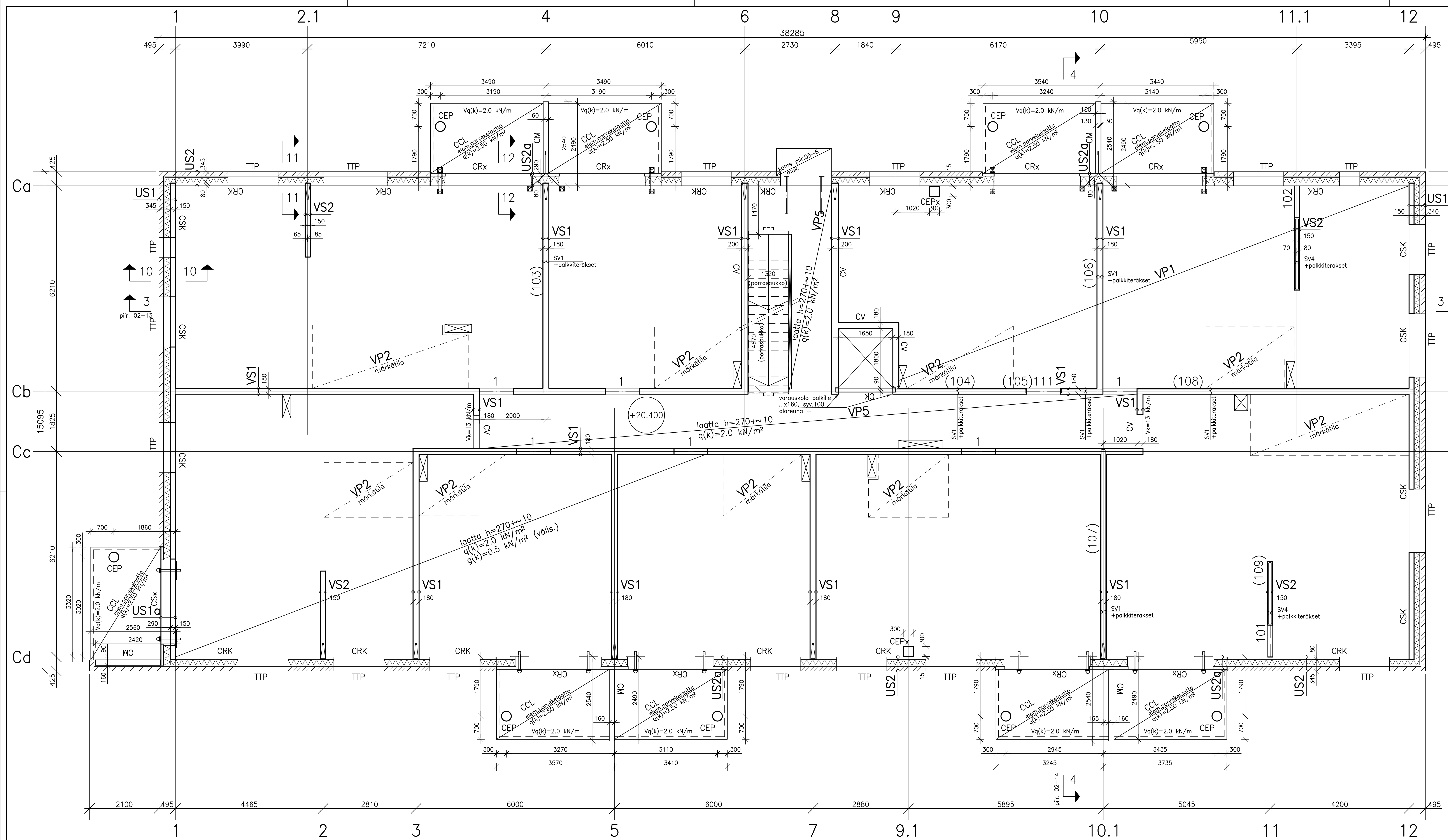
DET-MERKINNÄT VIITTAAVAT PIIRUSTUKSEEN  
JULKISIVUDETALJIIT AR\_1241-001

Muutos	Kuvaus	Lkm	Pvm
A	Talotikas ja detaljimerkinnät lisätty	1	JKy 04.09.2019

Kaupunginosa	Kortteli/tila	Tontti/Rno	Viranomaiset
5 KESKUSTA	5900	1	Laji TYÖPIIRUSTUS
Toimenpide UUDISRAKENNUS			No
Kohde <b>LAAKSOLANKULMA</b> ASUNTO OY LAAKSOLANKULMA KAARINA			Sisältö JULKISIVU RAKENNUS C
			Mittakaava KOILLINEN 1:100

LAUTAKUNNANKATU 14 C, 20780 KAARINA  
Suunnittelija puh: 040 846 5297 Tiedosto AC20: 1258\_Emo A

Suunnitteluala	Piirustuksen numero	Muutos
Jyrki Kyheröinen arkkitehti SAFA 11.06.2019	<b>AR 105-340</b>	<b>A</b>



**KÄYTETTY SUUNNITTELUNORMISTO: EUROKOODI-STANDARDIT**  
**KANSALLISINE LIITTEINEEN**  
 Rakenteiden suunnittelussa käytetään seuraamaluokkaa CC2 ja luotettavuusluokkaa RC2  
 Luotettavuusluokan kuormakerroin KFI=1.0  
 Toteutusluokka 2  
 Kuormaluokka A  
 - käytettävät tasokuormat tasopiiirustusten mukaan  
 - tasokuormat eivät sisällä laatan painoa

Muut tiedot: "Rakenteiden suunnittelu ja toteutus perusteet"  
 Kantavien rakenteiden paloluokka: R60  
 porrasyksyt ja parvekkeet R30

Betonirakenteiden suunnittelukäyttöikä: 50 vuotta, jolloin suunnittelukäyttöikä luokka on 4  
 Betonin muut koostumusvaatimukset by 65 kohdan 3.1.1 mukaan  
 Terästen betonipeitteen sallittu mittapoikkeama : 10 mm

RAKENNEOSA	RASITUSLK.	BETONI	TERÄS	BETONIPETE	MAX.RAEKOKO
Normaalit kuivat sisätilat	XC1	C25/30	φ B500B	20 mm	16...32 mm

Verkkoteräskset φ B500K.

- Elementtirakenteiden betoni- ja teräslaatu elementtisuunnitelmien ja -työselostuksen mukaan
- Elementtien pystysauma piir. 03-2
  - Elementtiparvekkeen kiinnitys piir. 03-4
  - Betoniseinien pilleteräskset 2φ10, ellei toisin mainita
  - Huomi! ei sähkörasioita seinissä kohdakkain
  - Reiät reikäpiir. ja erikoispiir. mukaan
  - Elementtien alareunan saumavalu painevaluna
  - Laatasta ei yksinään kestä ylimpien tasojen muotti- ja betonointikuormia. Alimpien tasojen tuenta tehdään erillisen ohjeen mukaan.
  - Lisäksi on varmistettava, ettei laatasta kuormitusta ylitetä.
  - Vapaiden reunojen ja aukkojen ympärille osennetaan työaikainen putoamissuojaus urakoitsijan tukiratkaisulla

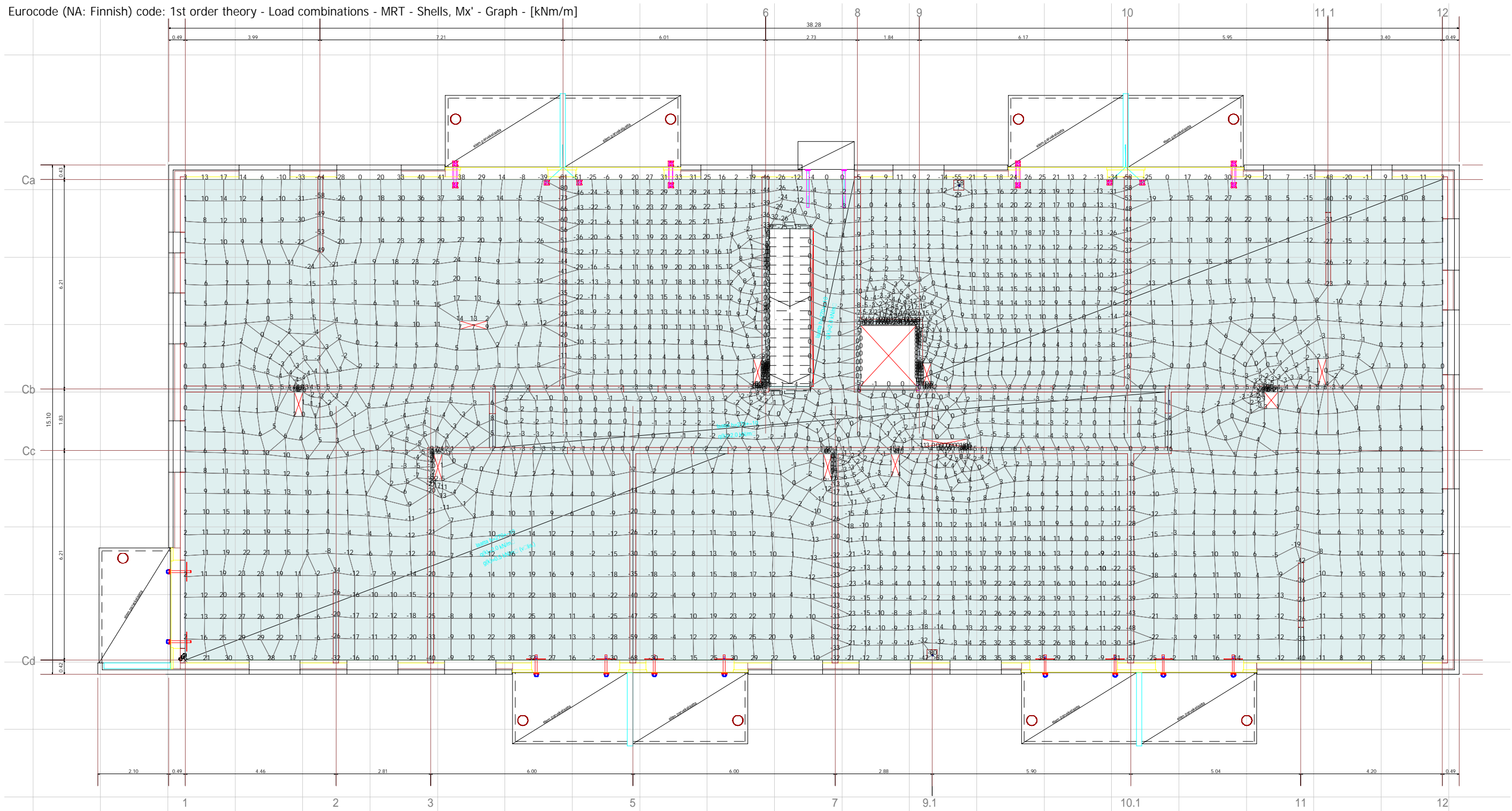
Laatan alapinnan pluskorkeus  $\pm 20.120$  ellei toisin mainittu  
 TTP = julkisivumuurauksen aukkojen ylityspalkki, piir. 05-5 mukaan

☒ Reikä laatasta

SEINÄVERKKO	PYSTYTERÄS	VAAKATERÄS	HUOM.
SV1	φ 8 k250	φ 8 k250	sb. 20 mm, ellei toisin mainittu
SV4	φ 8 k300	φ 8 k300	sb. 20 mm, ellei toisin mainittu

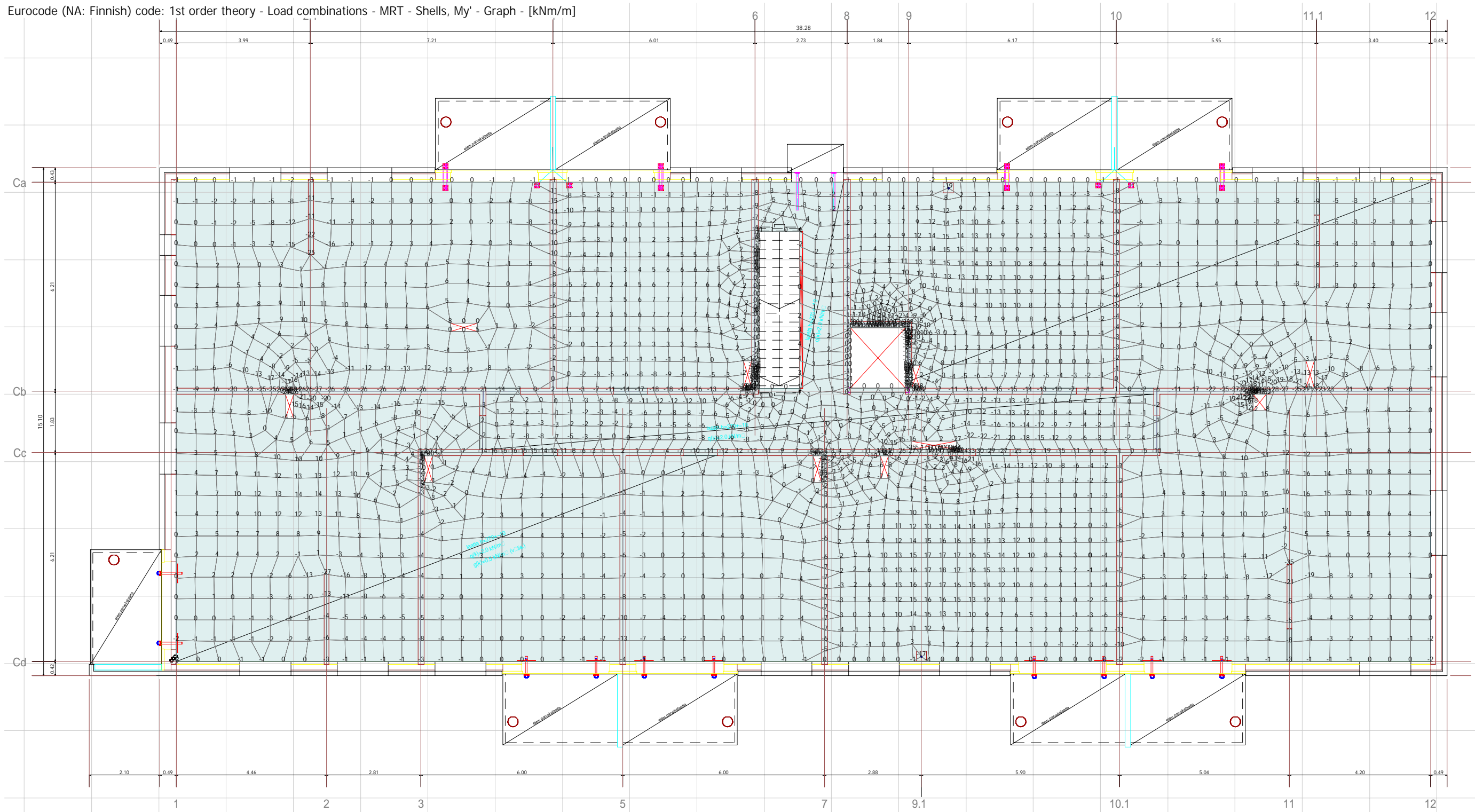


Eurocode (NA: Finnish) code: 1st order theory - Load combinations - MRT - Shells, Mx' - Graph - [kNm/m]



Project		Scale	1 : 120
Description		File name	C1krs.pla
Designer		Date/Time	11/04/19 13:28:30
Signature		Comments	

Eurocode (NA: Finnish) code: 1st order theory - Load combinations - MRT - Shells, My' - Graph - [kNm/m]



Project		Scale	1 : 120
Description		File name	C1krs.pla
Designer		Date/Time	11/04/19 13:29:12
Signature		Comments	

# BETONI JA TERÄS LAUD. PIIR. MUKAAN

- Ylämpi alapintaterästys
- Alempi alapintaterästys

Läpimenevät teräkset jatketaan eri paikoissa siten, että korkeintaan joka toinen teräs voidaan jatkaa samassa kohdassa. Jatkospituus vähintään 60 x  $\phi$  ja jatkoskohtien keskiväli vähintään 100 x  $\phi$ .

Reikiä takia katkaistava perusterästys korvataan vähintään 1,5 -kertaisella lisäterästyksellä reikiä sivustoilta. Lisäterästen pituus vähintään aukko + 1200 mm.

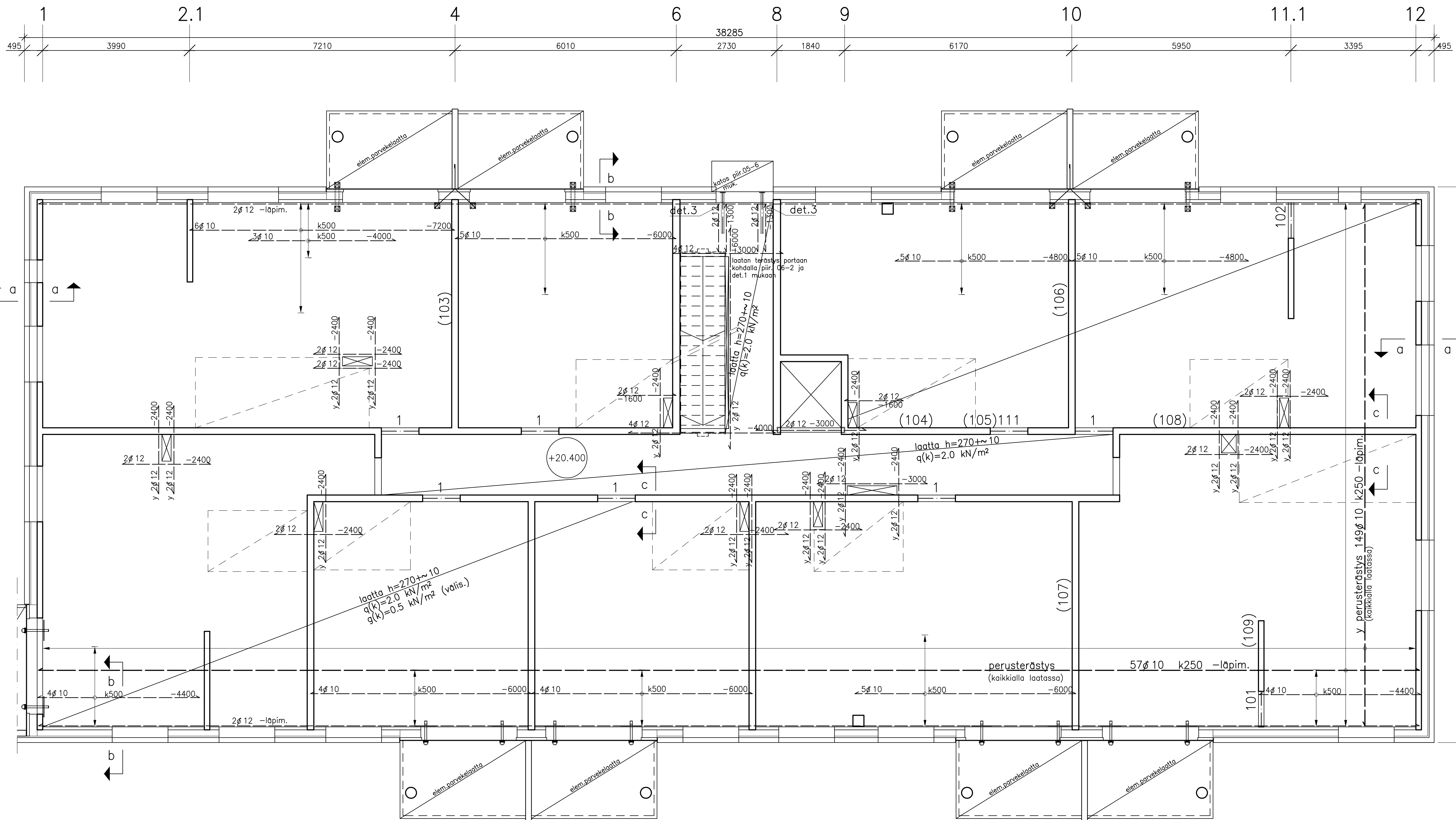
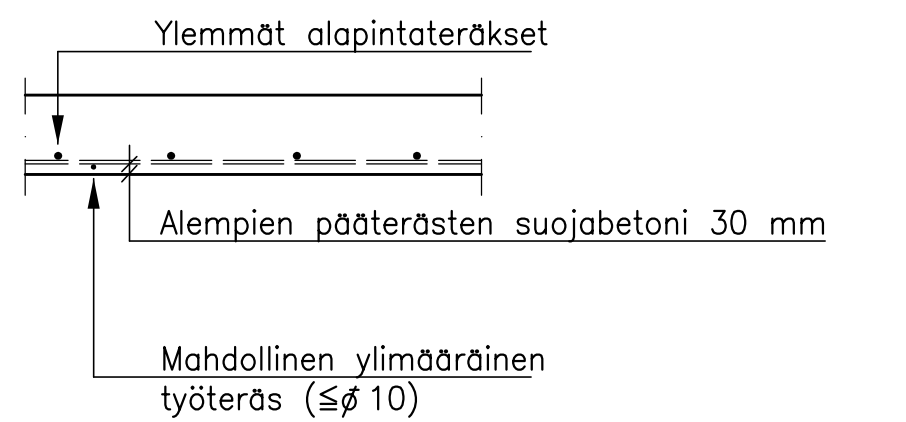
Muuta kuin perusterästystä ei reikiä takia katkaista, vaan ne sijoitetaan reikiä väleihin ja sivustoilta muutamalla tarvittaessa teräsjakoa tai niputtamalla muutama teräs parittain, tai loivasti taivuttamalla.

Teräkset asennetaan keskeisesti tukijöiden suhteen, ellei toisin ole merkitty.

## MUUT LAATTAAN TULEVAT TERÄKSET:

- Elementtien tartunnat tartuntakaavion mukaan
- Laatan työsaumat ja viemäridetallit piir. 01-30 mukaan
- Laatan reunan terästys portaan kohdalla piir. 06-2 ja det.1 mukaan
- Palkkien terästys piir. 02-41 mukaan

## Terästen asennus



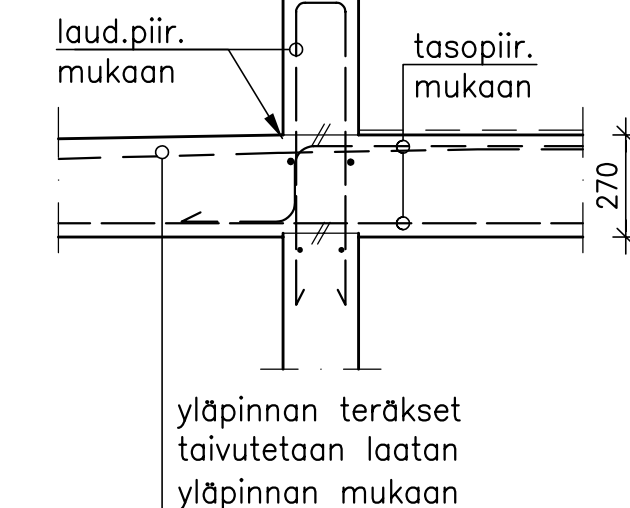
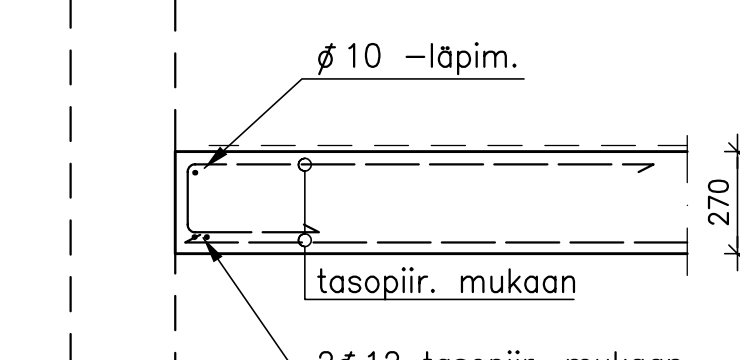
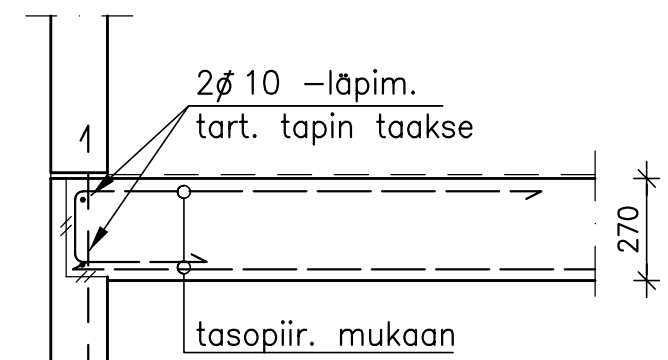
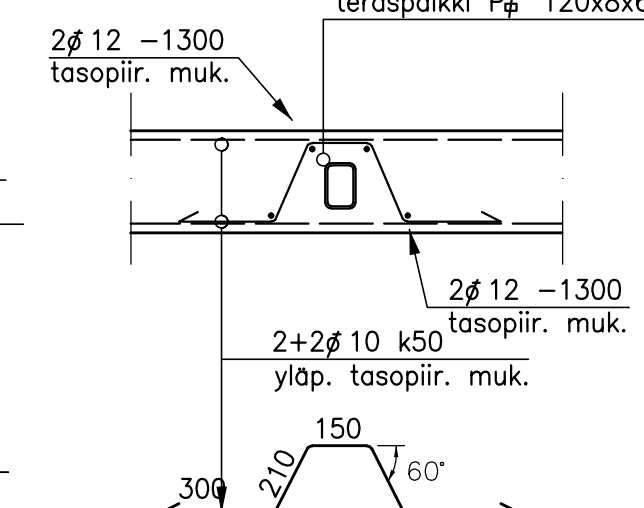
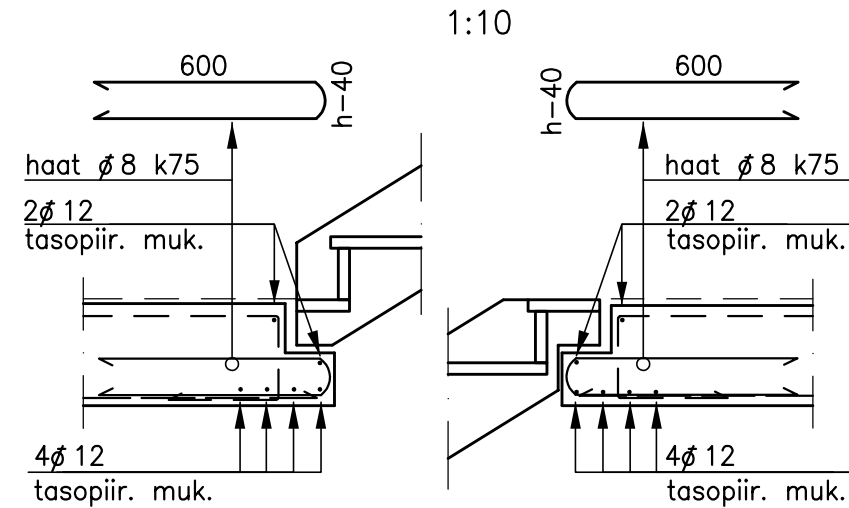
Portaan varauskolo det.1

det.3

a - a

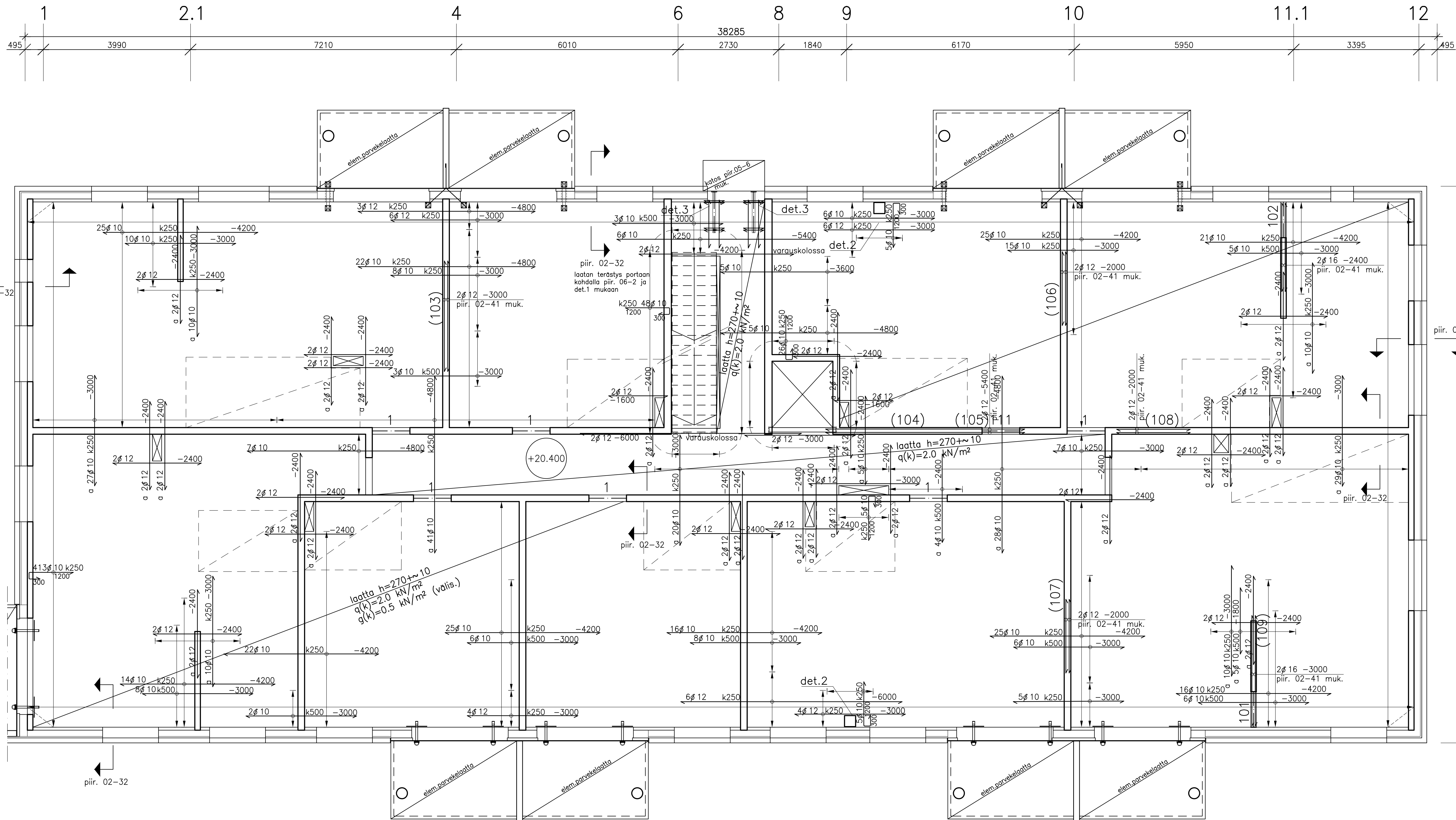
b - b

c - c



KUUSI/KYLA	KORTTELI/VALA	TONTTI/NRO	RAKENNUSTYYPIN TUNNUS
5 KESKUSTA	5900	1	
Uudisrakennus		Rakennepiirustus	KORR. JÄRJESTELMÄ
AS OY LAAKSOLANKULMA KAARINA LAUTAKUNNANKATU 14 20780 KAARINA		PROJEKTOIJAN SEALTO TALO C 1. KERROKSEN KATON ALAPINTATERÄSTYS	N 2000 MITTAKAVA 1:50
SWECO Sustainable engineering and design		TARKASTAJA Samuli Madekivi, DI	SUUNNITTELIJA RAK
PVM 22.11.2019		PIIRITÄJÄ FUJELS	SUUNNITTELUVAIHE 5478
SUUNNITTELIJA Jesse Laitervo		S.LAIH	LÖNNK
		KRS	LAI
		NRO	02-32
		MUUTOS	





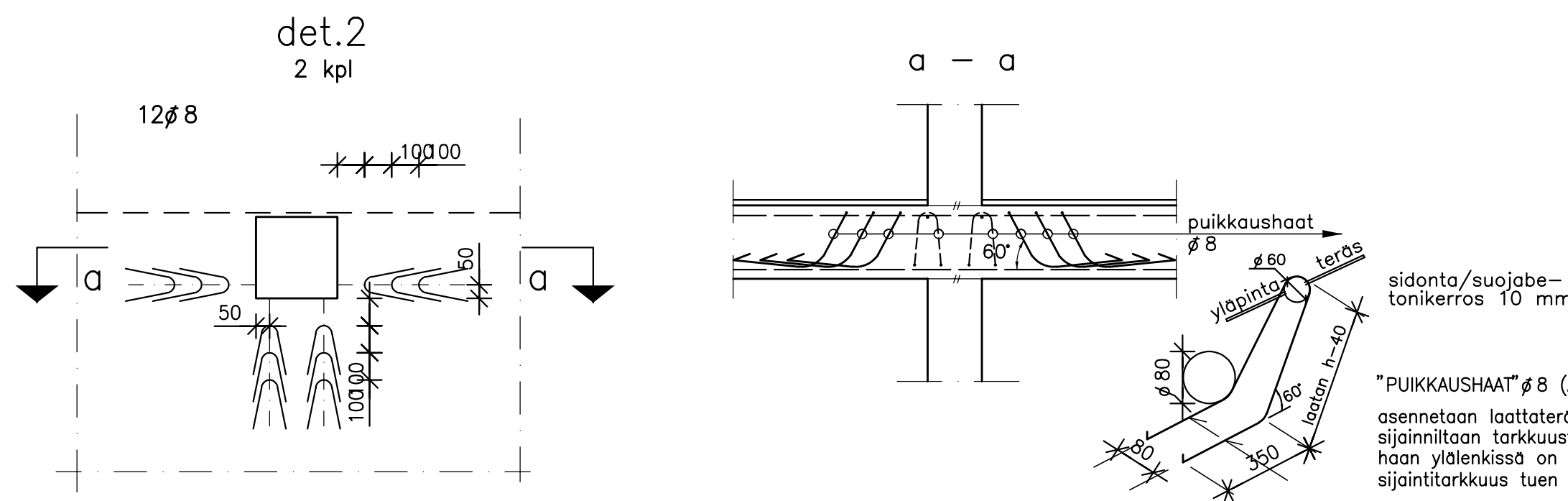
BETONI JA TERÄS LAUD. PIIR. MUKAAN

→ Ylempi yläpintateräs  
← Alemmpi yläpintateräs

- Yläpintaterästys on ehdottomasti tuettava siten, ettei se pääse esim. valuvaiheessa painumaan alemmaksi.
- Läpimenevät teräkset jatketaan eri paikoissa siten, että korkeintaan joka toinen teräs voidaan jatkaa samassa kohdassa. Jatkositus vähintään 60 x φ ja jatkoskohtien keskiläi vähintään 100 x φ.
- Reikiä ei terästä katkaista, vaan ne pyritään sijoittamaan reikiä sivustoille ja väleihin muuttamalla teräsjakoa, tai niputtamalla muutama teräs parittain, tai loivasti taivuttamalla
- Yiimpien terästen suojaetoni on 20 mm.
- Teräkset asennetaan keskeisesti tukiliinjojen suhteen, ellei toisin ole merkitty.

MUUT LAATTAN TULEVAT TERÄKSET:

- Elementtien tartunnat tartuntakaavion mukaan
- Laatan työsaumat ja viemäridetaljit piir. 01-30 mukaan
- Laatan reunan terästys portaan kohdalla piir. 06-2 ja det.1 mukaan
- Leikkaukset piir. 02-32 mukaan
- Palkkien terästys piir. 02-41 mukaan



\*PUIKKAUSHAATA φ8 (A500H) 24 kpl asennetaan laattaterästen asennuksen jälkeen sijainnalla tarkkuudella siten, että jokaisen haan yläpinnassa on joku laatan yläpintateräs sijaintitarkkuus tuen reunasta ±20

KIOSKI/VIILÄ		KORTTELI/VIILÄ		TONTTI/NRO		RAKENNUSLUVAN TUNNUS	
5 KESKUSTA		5900		1			
RAKENNUSTEN PIIRI-TUNNUKSET							
Uudisrakennus				Rakennepiirustus		KORR. JÄRJESTELMÄ	
AS OY LAAKSOLANKULMA KAARINA LAUTAKUNNANKATU 14 20780 KAARINA				PROJEKTIJOJA/SÄÄLÖ TALO C 1. KERROKSEN KATON YLÄPINTATERÄSTYS		N 2000 MITTAVAIHTO 1:50	
SWECO				RAKENNETEKNIikka Oy		RAKENNETEKNIikka Oy	
Sustainable engineering and design				Päämajantie 4 A, 20250 Turku Puh. 020 739 3000 Välitkatu 2-11, 20100 Rauma Puh. 020 739 3000 www.sweco.fi		TARKASTAJA Samuli Madekivi, DI	
PVM 22.11.2019				PIIRITÄJÄ FUJELS		SUUNNITTELIJA RAK	
				SUUNNITTELIJA Jesse Laitervo		SUUNNITTELU NRO 5478	
				S.LAIK		LÖYKÖ KRS LAI NRO	
				R		02-33	