

Opinnäytetyö (AMK)

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikan koulutus, insinööri

Talonrakennustekniikka

2019

Santeri Valaranta

KERROSTALON PAALUTUKSEN SUUNNITTELU

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikan koulutusohjelma | Talonrakennustekniikka

2019 | 30 sivua, 16 liitesivua

Santeri Valaranta

KERROSTALON PAALUTUKSEN SUUNNITTELU

Opinnäytetyön tarkoituksena oli suunnitella paalutus kuusikerroksiseen kerrostalokohteeseen. Kohde tulee sijaitsemaan Kaarinassa Kartanontielle. Sitowise Oy toimi opinnäytetyön toimeksiantajana. Rakentaminen tullaan aloittamaan vuonna 2019.

Paalujen tarkoituksena on siirtää rakennuksen aiheuttamat kuormat kantavaan maaperään sekä estää rakennuksen painuminen. Työ tehtiin yhtiön oman prosessikaavion mukaisesti. Ensimmäinen vaihe alkoi kuormien laskennalla, kun kerrostalon rakennetyypit, perustamistapalausunto sekä arkkitehtisuunnitelmat olivat selvillä. Perustuskuormat selvitettiin FEM-Design 3D structure -ohjelmalla, joka on tarkoitettu eurokoodien mukaisten kantavien rakenteiden suunnitteluun. Ohjelma osaa jakaa kuormat kantavia rakenteita pitkin perustuksille asti. Kantavat seinät aukotettiin arkkitehtikuvien perusteella, jotta kuormat jakautuisivat tasaisesti. Samalla työssä tutustuttiin rakennuksen jäykistämiseen.

Lopputuotteena saatiin rakennukselle paalukartta. Paalukartasta selviävät paalujen numerot, paalutyyppi, sijaintitiedot sekä jokaisen paalun katkaisutaso. Lisäksi paalukartassa näkyvät yläpuoliset kantavat seinärakenteet.

Tämän avulla työmaalla pystytään toteuttamaan kerrostalon paalutus alusta loppuun. Työn yhteydessä saatiin selville kerrostalon tarkat kuormituslaskelmat, joita voidaan käyttää rakennuksen suunnittelun myöhemmässä vaiheessa hyväksi.

ASIASANAT:

paaluperustus, rakennesuunnittelu, kuormalaskenta, FEM-mallinnus

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Civil Engineering | Structural Engineering

2019 | 30 + 16

Santeri Valaranta

PILE FOUNDATION DESIGN FOR AN APARTMENT BUILDING

The purpose of the thesis was to design a pile foundation for a six-storey apartment building. The destination will be located in Kaarina, Kartanontie. The thesis was commissioned by Sitowise Oy. The construction will start in 2019.

The purpose of the piles is to transfer the loads to the supporting soil and prevent the building from sinking. The work was completed in accordance with the company's process chart which started with the calculation of loads. First the structure types, the foundation report and the architectural plans were needed. The foundation loads were determined by FEM-Design 3D structure program. The program transfer the loads along the supporting structures to the foundations. The load bearing walls were opened based on architectural drawings, so that the loads were distributed correctly. This work was focused also on the stiffening of the building.

The final product was a pile map for the building. The pile map shows the pile numbers, the pile type, position information and the top level for each pile. In addition, the map shows the upper load bearing walls. Therefore it is possible to complete a pile foundation on a construction site using a pile map. In the work, exact load calculations were conducted for the apartment building, which can be used later for building design.

KEYWORDS:

pile foundations, structural engineering, structural loads, modelling

SISÄLTÖ

KÄYTETYT LYHENTEET	6
1 JOHDANTO	7
2 LÄHTÖTIEDOT	8
2.1 Muiden suunnittelualojen lähtötiedot	8
2.2 Kohteen kuvaus	8
3 SUUNNITTELU	10
3.1 Kuormien laskenta	10
3.1.1 Rakenteiden omat painot	10
3.1.2 Lumikuorma	11
3.1.3 Hyötykuormat	13
3.1.4 Tuulikuormat	15
3.1.5 Lisävaakavoima	19
3.1.6 Kuormitusyhdistelmät	20
3.2 Rakenteiden jäykistys	24
3.3 Paalut	24
3.4 Paalujen sijoitus	24
3.4.1 Ulkoseinät	25
3.4.2 Väliseinät	25
3.4.3 Parveketornit	26
3.4.4 Hissikuilu	26
3.4.5 Portaat	26
3.5 Paalujen katkaisutasot	26
3.6 Paaluanturan mittojen määräytyminen	27
3.7 Paalukartta	28
4 YHTEENVETO	29
LÄHTEET	30

LIITTEET

- Liite 1. Rakennetyypit.
- Liite 2. Rakenteiden omat painot.
- Liite 3. Lumikuorman laskenta.
- Liite 4. Tuulikuorman laskenta.
- Liite 5. Lisävaakavoiman laskenta.
- Liite 6. Paalukartta.
- Liite 7. Perustuskuormat.
- Liite 8. 1. kerroksen lattian tasopiirustus.
- Liite 9. Rakenneleikkaus 1-1.
- Liite 10. Perustusleikkaus.

KUVAT

- Kuva 1. Maassa olevan lumen ominaisarvot S_k (kN/m²). 12

TAULUKOT

- Taulukko 1. Lumikuorman muotokerroin. 11
- Taulukko 2. Katon tuulensuojaisuuskertoimet. 12
- Taulukko 3. Rakennuksen hyötykuormat. 14
- Taulukko 4. Kohteen hyötykuormat. 15
- Taulukko 5. Maastoluokat ja niiden kuvaukset. 16
- Taulukko 6. Puuskanopeuspaineen arvot (kN/m²). 17
- Taulukko 7. Rakennuksen tehollinen hoikkuus. 18
- Taulukko 8. Rakennuksen sivujen suhde. 18
- Taulukko 9. Yhdistelykertoimien arvot rakennuksille. 21
- Taulukko 10. Seuraamusluokat ja kuormakertoimet. 23
- Taulukko 11. Paalujen keskiöetäisyyden vähimmäisarvot. 27

KAAVAT

- Kaava 1. Rakennuksen katolle kertyvä lumikuorma. 11
- Kaava 2. Rakennukseen kohdistuva kokonaistuulivoima. 17
- Kaava 3. Epätarkkuuden määrittäminen vinouden θ_1 avulla. 19
- Kaava 4. Lisävaakavoima. 20
- Kaava 5. Rakenteen tai rakenneosien kestävyys ja geotekninen kantavuus. 21

KÄYTETYT LYHENTEET

eurokoodit	kantavien rakenteiden suunnittelustandardit
FEM-Design 3D structure	eurokoodien mukaisten kantavien rakenteiden mitoitusohjelma
IFC	tiedosto mahdollistaa 3D-geometrian siirron tietokonejärjestelmästä toiseen
LVISA	lämmitys-, vesijohto-, ilmanvaihto-, sähkö- ja automaatiotekniikka
Moduulilinja	kiintoviiva rakennuksen osien paikantamisen helpottamiseksi
Parvekesarana	teräsosa, joka siirtää parvekkeiden vaakakuormat rakennukseen
Sisäkuorielementti	betonielementti esimerkiksi ulkoseinien kantavana rakenteena

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön aiheena oli suunnitella kerrostalon paaluperustus. Kerrostalo on kuusi-kerroksinen, ja tulee sijaitsemaan Kaarinan kaupungissa. Kohteen rakentaminen alkaa vuoden 2019 aikana. Opinnäytetyön suunnitteluosio on valmisteltu ennen varsinaisen rakentamisen aloittamista, joten opinnäytetyö ei ota kantaa mahdollisiin muutoksiin perustusten osalta.

Työ tehtiin Sitowise Oy:lle, joka tekee kohteen rakennesuunnittelun. Kohteen rakennuttamisesta ja pääurakoinnista vastasi Peab Oy. Lisäksi geosuunnittelusta vastasi SM Maanpää Oy, arkkitehtisuunnittelusta vastasi arkkitehtitoimisto Lehto Peltonen Valkama Oy, LVIAS-suunnittelusta vastasi Rejlers Finland Oy sekä sähkösuunnittelusta vastasi sähköinsinööri-toimisto Matti Leppä Oy.

Opinnäytetyössä perehdyttiin rakennetyyppien omien painojen sekä kuormien laskentaan eurokoodien ohjeiden mukaisesti. Kerrostalon kantavat rakenteet mallinnettiin FEM-Design 3D structure -ohjelmalla. FEM-mallissa seiniin sai tehtyä helposti ovi- ja ikkuna-aukot, joten kantavat rakenteet veivät kuormat perustuksille asianmukaisesti. Perustuskuormien avulla kohteelle suunniteltiin paalutus. Opinnäytetyön aihe rajattiin paalujen suunnitteluun, ja anturoiden mitoitus jätettiin aiheen ulkopuolelle. Tosin työssä perehdyttiin hieman anturan mitta-ehojen täyttymiseen. Anturat luonnosteltiin alapohjaan, jotta paalujen etäisyydet saatiin oikein.

Rakennetyyppien omien painojen laskeminen tehtiin Excel-taulukkolaskentaohjelmalla. Tulokset syötettiin FEM-Design 3D structure -ohjelmaan, jolla perustuskuormat laskettiin. Rakennepiirustusten luonnosteluun käytin apuna Autocad LT 2017 -piirto-ohjelmaa ja lopuksi perustukset mallinnettiin ja rakennepiirustukset tehtiin Tekla structures 2018i -ohjelmalla.

Tekstiosassa käsitellään kuormien laskennan teoriaa, lyhyesti rakennuksen jäykistämistä ja sen vaikutuksia perustuksille sekä paalujen sijoittamista. Lisäksi opinnäytetyössä kerrotaan lyhyesti, miksi on päädytty tiettyyn ratkaisuun. Lopuksi liitteissä on esitetty rakennetyypit sekä niiden omien painojen laskut, käsinlaskennat kuormituksista, perustuskuormat sekä tarpeelliset rakennepiirustukset.

2 LÄHTÖTIEDOT

2.1 Muiden suunnittelualojen lähtötiedot

Ennen rakennesuunnittelun aloittamista vaaditaan lähtötietoja muilta suunnittelualoilta, joka hieman tämänkin kohteen aloittamista venytti. Tässä tapauksessa vaadittiin geosuunnittelijalta maaperään ja perustamistapaan liittyviä selvityksiä sekä arkkitehdiltä yleisiä rakennuksen ulkonäköön liittyviä asioita. Arkkitehti määrittää myös tilaohjelman ja rakennuslupiin liittyviä asioita.

Kun arkkitehdiltä oli saatu alustavat pohja- ja asemapiirustukset, pystyi niiden pohjalta aloittamaan rakennesuunnitelmien luonnostelun. Myöhemmässä vaiheessa saatiin arkkitehdiltä avuksi vielä julkisivukuvia sekä IFC-malli. Ensimmäisenä tehtävänä oli piirtää jokaisesta kerroksesta oma tasokuva arkkitehtikuvien pohjalta, johon oli merkattu ovi-, ikkuna-aukot sekä moduulilinjat. Tasokuvista kävi ilmi kerrosten kantavat rakenteet, rakennetyypit sekä rakenteiden kuormitukset. Rakennuksen kantavasta rungosta tehtiin myös yksi iso leikkauskuva, jossa oli määritetty kerroskorkeudet.

Geosuunnittelijan pohjatutkimuslausunto oli myös tärkeä osa suunnittelua. Lausunnossa kerrottiin rakennusalueella olevan maaperän koostumus sekä kuvailtiin maaperän käyttäytymistä. Lausunnossa geosuunnittelija myös määrittä, kuinka rakennuksen perustaminen suoritetaan. Kohteessa käytettiin samoja TB300b-lyöntipaaluja kuin edeltävässä kohteessakin. Kyseiset betonipaalut ovat maksimissaan 15 m:n pituisia, joten pidemmät paalut tehdään useammasta paalusta ja ne liitetään yhteen jatkoskappaleilla. TB300b-paalut ovat poikkileikkausmitoiltaan 300 mm x 300 mm. (Rakenneteollisuus RT ry 2011.)

2.2 Kohteen kuvaus

Kohteen kerrostalo oli asuinkäyttöön tuleva kuusikerroksinen rakennus, jonka pinta-ala oli 2 348 m². Kerrostaloon oli suunniteltu yksiöitä, kaksioita sekä kolmioita, asuntoja oli kaiken kaikkiaan 37. Kohteeseen ei tule kellarikerrosta, joten kaikki kerrokset ovat maan päällä. Alimpaan kerrokseen oli suunniteltu neljän asunnon lisäksi tekniset tilat,

irtaimistovarastot sekä kuivaushuone. Keskellä rakennusta sijaitsi porraskäytävä, josta tapahtui kulku hissiin sekä kaikkiin asuntoihin. Rakennuksen julkisivumateriaalina oli pääosin käytetty tiiltä, mutta parvekkeiden taustaseinät tehtiin puuverhouksena.

Kohde oli pohjaratkaisultaan suorakulmainen, lähes neliö. Jokaiseen asuntoon oli suunniteltu joko terassi tai parveke, joten rakennuksen jokaista sivustaa täydensivät parveketornit. Parveketornit koostuivat parvekepielistä, -pilareista sekä -elementtilaatoista, joita perustukset kannattelivat. Parvekesaranat sitoivat parveke-elementtilaatat rakennuksen runkoon.

Kohde sijaitsee savimaalla, joten kohde perustetaan paaluilla kantavaan maakerrokseen (SM Maanpää Oy, henkilökohtainen tiedonanto 1.2.2018). Rakennuksen alapohjalaatta on paikallavalettava 270 mm paksu. Alapohja on maata vasten valettu kantava betoni-laatta. Asuntojen kohdalle, laatan alapuolelle asennetaan radonputkisto ehkäisemään haitalliset vaikutukset. Ulkoseinien kohdalla anturat tehdään siten, että niissä on betoniset ylösnostot, jotta alapohjalaatta voi tukeutua niihin. Periaate on esitetty liitteessä 10.

Rakennuksen kantavat väliseinät olivat pääosin paikallavalettavia 200 mm:n paksuisia betoniseiniä, poikkeuksena olivat porrashuoneen betoniset 200 mm:n paksuiset elementtiväliseinät. Kohteen ulkoseinät olivat valmistettu sisäkuorielementeistä, jotka olivat 150 mm:n paksuisia. Ainoana poikkeuksena oli kuudennen kerroksen sisäänvedetyn parvekkeen taustaseinä, joka valmistettiin puurunkoisena.

Kohteen välipohjalaatat valmistettiin 270 mm:n paksuisena paikallavalettavana teräsbetonilaattana. Rakennuksen yläpohjalaatta valmistettiin myös paikallavalettavana, mutta paksuudeksi suunniteltiin 240 mm. Ainoastaan porraskäytävän laatat valmistettiin elementteinä, sillä se nopeuttaa työmaalla rakentamista, ja tekee siitä turvallisempaa.

Kerrostalon vesikatto suunniteltiin puurakenteisina kattotuolipukkeina tehtäväksi. Kattotuolipukkien päälle tulee 23 mm:n raakaponttilaudoitus sekä kumibitumikermieristys. Vesikaton kaltevuus on vain noin 3 astetta, joten katto on suhteellisen loiva. Talon rakenneleikkaus on esitetty liitteessä 9 sekä rakennetyypit on esitetty liitteessä 1.

3 SUUNNITTELU

3.1 Kuormien laskenta

Suunnittelun ensimmäinen vaihe oli laskea perustuksille tuleva kuormitus. Kuormien laskentaan käytettiin Exceliä sekä FEM Design 3D Structure -ohjelmaa, joilla sai selville tarkat kuormat perustuksille. Excelillä laskettiin rakennetyyppien omat painot, jotka myöhemmin pystyttiin syöttämään FEM-ohjelmaan.

3.1.1 Rakenteiden omat painot

Rakennuksen eri rakennetyyppien omat painot laskettiin Excel-pohjaisella taulukolla. Rakennetyypeillä tarkoitetaan yleisesti rakennuksen ulko- ja väliseinissä sekä ala-, väli- ja yläpohjassa käytettäviä rakennusmateriaaleja.

Omien painojen laskemista hieman yksinkertaistettiin, sillä mallintaessa jätettiin seinien julkisivumateriaalin ovien ja ikkunoiden aukot huomioimatta painoa vähentävänä tekijänä. Näin ollen FEM-ohjelmassa sai käytettyä samaa viivakuormitusta koko rakennuksen ulkoseinien osalta.

Rakennuskohteessa oli käytössä kahta julkisivuverhoustyyppiä. Parvekkeiden taustaseinissä käytettiin puuta ja muuten julkisivuverhouksessa käytettiin tiiltä. Seinien omia painoja laskiessa käytettiin kuitenkin vain tiiliverhottua rakennetyppiä. Näin ollen seinien omat painot mitoitettiin hieman yläkanttiin, mutta samalla laskennan varmuutta lisättiin.

Yksikköinä rakenteiden omista painoissa käytettiin yleisesti vaakarakenteissa kN/m^2 ja pystyrakenteissa kN/m . Näin ollen seinärakenteen kuormat laskettiin kerroksittain yhden metrin matkalle ja laattarakenteiden kuormat laskettiin yhden neliömetrin alueelle. Excel-taulukko rakenteiden omista painoista löytyy liitteestä 2.

3.1.2 Lumikuorma

Lumikuormalla tarkoitetaan rakennuksen katolle kertyvää kuormaa lumen painosta. Lumikuorma huomioidaan muuttuvana kuormana perustuksille. Rakennuksen katolle kertyvä lumikuorma laskettiin kaavasta 1. (RIL 201-1-2017.)

Kaava 1. Rakennuksen katolle kertyvä lumikuorma (RIL 201-1-2017, 100).

$$s = \mu_i C_e C_t S_k, \text{ missä}$$

μ_i on lumikuorman muotokerroin

S_k on maassa olevan lumikuorman ominaisarvo (kN/m^2)

C_e on tuulensuojaiskerroin

C_t on lämpökerroin, jonka arvo tavallisesti on 1,0.

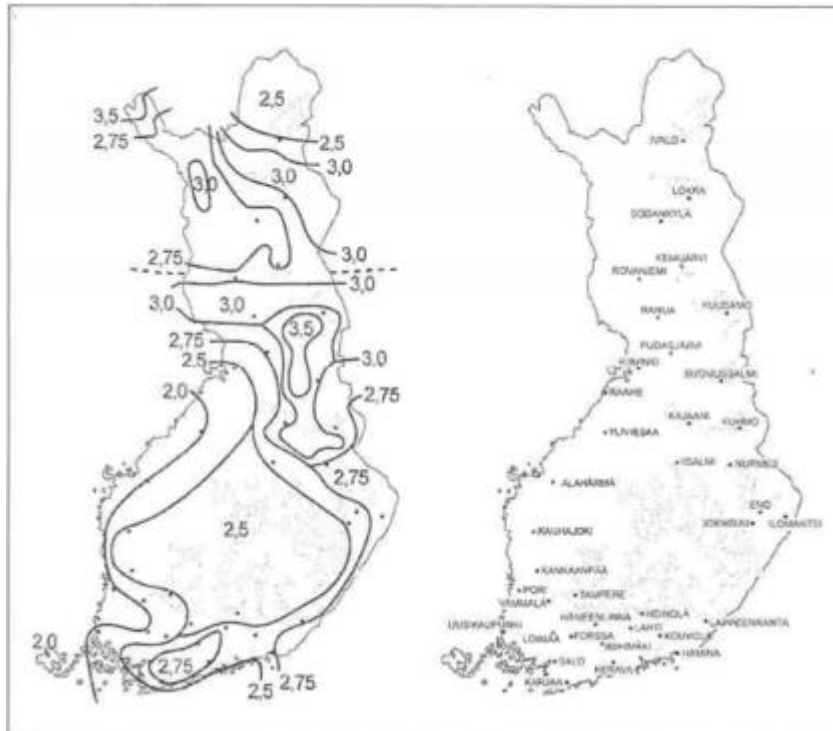
Kattokaltevuus vaikuttaa lumikuorman muotokertoimeen. Mitä suurempi katon kaltevuus on, sitä helpommin lumi pääsee putoamaan katolta pois. Muotokertoimen määrittämiseen vaikuttaa lisäksi se, onko lumella mahdollisuus kinostua katolla. Lumikuorman muotokerroin määritetään taulukosta 1. (RIL 201-1-2017, 102.)

Taulukko 1. Lumikuorman muotokerroin (RIL 201-1-2017, 102).

Katon kaltevuuskulma α	$0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$	$30^\circ < \alpha < 60^\circ$	$\alpha \geq 60^\circ$
μ_1, μ_2	0,8	$0,8(60 - \alpha)/30$	0,0
μ_3	$0,8 + 0,8 \alpha/30$	1,6	1,6

Tässä rakennuskohteessa katon kaltevuuskulma oli pieni, vain noin 3 astetta. Eikä normien mukaan vesikatolle kinostu lunta. Näin ollen taulukosta 1 määritettiin muotokertoimen arvoksi 0,8 (μ_1). (RIL 201-1-2017, 102.)

Rakennuksen sijainti määrittää maassa olevan lumikuorman ominaisarvon. Lumikuorman ominaisarvo perustuu kerran 50 vuodessa esiintyvän lumen maksimimäärään. Tämä rakennuskohde tulee sijaitsemaan Kaarinan kaupungissa, jossa maassa olevan lumikuorman ominaisarvo (S_k) on kuvan 1 perusteella $2,5 \text{ kN/m}^2$. (RIL 201-1-2017, 98.)



Kuva 1. Maassa olevan lumen ominaisarvot S_k (kN/m^2) (RIL 201-1-2017, 98).

Rakennusalueen tuulisuus vaikuttaa lumikuorman tuulensuojaisuskertoimeen. Mitä vähemmän rakennusalueella tuulee, sitä isomman arvon tuulensuojaisuskerroin voi saada. (RIL 201-1-2017, 100.)

Kaarinaan tulevan rakennuskohteen ympärillä on puustoa ja muita rakennuksia. Näin ollen voidaan ajatella, ettei tuuli poista lunta huomattavaa määrää rakennuksen katolta. Joten taulukosta 2 voidaan valita maastotyyppi normaali, eli katon tuulensuojaisuskertoimeksi saatiin 1,0. Laskennassa lumikuorman lämpötilakertoimena käytettiin perusarvoa 1,0. (RIL 201-1-2017, 100.)

Taulukko 2. Katon tuulensuojaisuskertoimet (RIL 201-1-2017, 100).

Maastotyyppi	C_e
Tuulinen	0,8 ($\geq 1,0$, mikäli lyhyempi sivumitta > 50 m)
Normaali	1,0
Suojainen	1,2

Kaavasta saatiin katolla olevan lumikuorman arvoksi $2,0 \text{ kN/m}^2$. Arvoa käytettiin myöhemmin FEM-mallissa perustuskuormia laskiessa. Katolla vallitsevan lumikuorman laskenta esitetään liitteessä 3.

Normien mukaan vesikatolle ei kinostu lunta, mutta parvekelaattojen päälle lunta voisi kinostua pienissä määrin. Laskennassa kuitenkin lumen kinostuminen jätettiin huomioimatta. Niiden vaikutus olisi ollut niin pieni, ettei sillä olisi ollut perustuskuormien laskennan kannalta vaikutusta. On kuitenkin huomioitavaa, että parveke-elementtilaattoja suunnitellessa kinostumisen tuomat lisäkuormitukset tulisi ottaa huomioon.

3.1.3 Hyötykuormat

Ennen kerrostalon perustuskuormien laskentaa määriteltiin rakennuksen hyötykuormat. Hyötykuormat ovat rakennuksen liikkuvia kuormia. Hyötykuormien suuruuteen vaikuttaa rakennuksen ja kerrosten käyttötarkoitus. Rakennuksen hyötykuormat määriteltiin taulukosta 3. (RIL 201-1-2017, 71-72.)

Taulukko 3. Rakennuksen hyötykuormat (RIL 201-1-2017, 71-72).

Luokka	Käyttötarkoitus	Pinta-ala-kuorma q_s (kN/m ²)	Pistekuorma Q_s (kN) (portaat suluissa)	Vaakuormat ks. huom. 5 (kN/m)
A	Asunto- ja majoitustilat – esim. asuinrakennusten huoneet, sairaaloiden polttias- ja toimenpidehuoneet, hotellien majoitustilat	välipohjat 2,0 portaat 2,0 parvekkeet 2,5	2,0 (2,0)	0,5
B	Toimistotilat	välipohjat 2,5 portaat 3,0 parvekkeet 2,5	2,0 (2,0)	0,5
C	Kokoontumistilat			
	C1: Tilat, joissa on pöytiä yms. esim. koulut, kahviat, ravintolat, ruokasalit, lukusalit, vastaanottotilat	välipohjat 2,5 portaat 3,0 parvekkeet 2,5	3,0 (2,0)	1,0
	C2: Tilat, joissa on kiinteät istuimet, esim. kirkot, teatterit, elokuvateatterit, konferenssisalit, luentosalit, kokoussalit, odotussalit, asemien odotustilat	välipohjat 3,0 portaat 3,0 parvekkeet 3,0	3,0 (2,0)	1,0

Luokka	Käyttötarkoitus	Pinta-ala-kuorma q_s (kN/m ²)	Pistekuorma Q_s (kN) (portaat suluissa)	Vaakuormat ks. huom. 5 (kN/m)
	C3: Tilat, joissa ei ole liikkumista rajoittavia esteitä, esim. museo- ja näyttelytilat, julkisten rakennusten ja toimistorakennusten, hotellien ja sairaaloiden eteistilat, asemahallit	välipohjat 4,0 portaat 3,0 parvekkeet 4,0	4,0 (2,0)	1,0
	C4: Liikuntatilat, esim. tanssisalit, voimistelusalit ja näyttämöt	välipohjat 5,0 portaat 3,0 parvekkeet 5,0	4,0 (2,0)	1,0
	C5: Tilat, joihin voi syntyä turgosta esim. yleisötapahtumien rakennuksissa; tällaisia ovat konserttisalit, urheiluhallit, katsomot, terassit ja eteistilat sekä rautatiealuturit	välipohjat 6,0 portaat 6,0 parvekkeet 6,0	4,0 (2,0)	3,0
D	Myymälätilat			
	D1: Tavallisten vähittäiskauppojen tilat	välipohjat 4,0 portaat 3,0 parvekkeet 4,0	4,0 (2,0)	1,0
	D2: Tavaratalojen tilat	välipohjat 5,0 portaat 6,0 parvekkeet 5,0	7,0 (2,0)	1,0
E	Varasto- ja tuotantotilat			
	E1: Varastotilat. Tilat, joissa tavaraa säilytetään, mukaan luetuna tavarantoimitustilat	välipohjat 7,5 portaat 3,0	7,0 (2,0)	1,0
	E2: Teollisuuskäyttö	ks. 6.3.2	ks. 6.3.2	1,0
F	Liikennöntilat Kevyiden ajoneuvojen liikennönti- ja pysäköintialue. Kokonaispaino ≤ 30 kN ja enintään 8 paikkaa kulkijalle lisäksi	välipohjat 2,5 portaat 3,0	20 (2,0)	ks. liite B
G	Liikennöntilat Keskiraskaiden ajoneuvojen liikennönti- ja paikoitusalueet. Ajoneuvokuormat, kun $30 \text{ kN} < \text{kok. paino} \leq 160 \text{ kN}$, 2 akselilla	välipohjat 5,0 portaat 3,0	90 (2,0)	ks. liite B
H	Vesikatot Vesikatot, joille on pääsy vain normaalla kunnossapitoa ja korjaamista varten	0,4	1,0	
I	Vesikatot Vesikatot, joille on pääsy luokkien A...G mukaisesti.	kuormat luokkien A...G mukaisesti		
K	Vesikatot Erityisoloimintoja varten olevat vesikatot, kuten helikoptereiden laskeutumisalueet		ks. kohta 6.3.4	

Tämä kerrostalo suunniteltiin normaalin asuinkäyttöön, joten taulukosta 3 nähdään, että kohde kuului hyötykuormaluokkaan A. Näin ollen välipohjien ja portaiden hyötykuorman arvoksi saadaan $2,0 \text{ kN/m}^2$ sekä parvekkeiden hyötykuorman arvoksi saadaan $2,5 \text{ kN/m}^2$. (RIL 201-1-2017, 71.)

Lisäksi kohteen vesikaton katsottiin olevan pääsy vain normaalia kunnossapitoa ja korjaamista varten, joten taulukosta vesikaton katsottiin kuuluvan hyötykuormaluokkaan H. Vesikaton hyötykuorman arvoksi saatiin näin ollen $0,4 \text{ kN/m}^2$. Parvekkeille huomioitiin myös parvekkeen ulkoreunoja kiertävä kaidekuorma parvekelaattojen hyötykuorman lisäksi. Kaidekuorma sisälsi myös tulevan lasitus-kaiderakenteen oman painon, joka ei etukäteen ollut tiedossa. Kaidekuorman arvoksi määriteltiin $2,0 \text{ kN/m}$.

Kohteessa vallitsevat hyötykuormat koottiin Excel-tilukoon (taulukko 4), jota pystyi myöhemmin käyttämään helposti apuna FEM-mallia tehdessä.

Taulukko 4. Kohteen hyötykuormat.

Hyötykuormat		
vesikatto	0,4	kN/m^2
välipohja	2,0	kN/m^2
alapohja	2,0	kN/m^2
portaat	2,5	kN/m^2
parveke	2,0	kN/m^2
parvekkeen kaidekuorma	2,0	kN/m

3.1.4 Tuulikuormat

Tuulikuormalla tarkoitetaan rakennuksen runkoon ja ulkopintoihin vaikuttavaa tuulenpainetta, joka kuormittaa rakennusta (RIL 201-1-2017).

Tuulikuorman laskemista varten määriteltiin kohteelle maastoluokka. Tuulikuorman voimakkuuteen vaikuttaa ympärillä olevan maaston muoto ja rosoisuus. Maastoluokka 4 on vähiten tuulinen alue, kun maastoluokka 0 on kaikkein tuulisin alue. (RIL 201.1.2017, 131.) Maastoluokkien ja niiden kuvaukset on esitelty taulukossa 5.

Taulukko 5. Maastoluokat ja niiden kuvaukset (RIL 201-1-2017, 131).

 <p>Maastoluokka 0: Meri, avoimen meren äärellä oleva rannikkoalue.</p>	 <p>Maastoluokka I: Järvi tai alue, jolla on vähäistä kasvillisuutta eikä esteitä.</p>
 <p>Maastoluokka II: Alue, jolla on matalaa kasvillisuutta, kuten heinää tai ruohoa ja erillisiä esteitä (puita, rakennuksia), jotka ovat vähintään esteen 20-kertaisen korkeuden etäisyydellä toisistaan.</p>	 <p>Maastoluokka III: Alue, jolla on säännöllinen kasvipeite tai rakennuksia tai erillisiä esteitä, jotka ovat esteen 20-kertaista korkeutta lähempänä toisiaan (kuten kylät, esikaupunkialueet, pysyvä metsä).</p>
<p>Maastoluokka IV: Alue, jolla vähintään 15 % alasta on rakennusten peitossa ja joiden keskimääräinen korkeus ylittää 15 m.</p>	

Kohteen maastoluokaksi määriteltiin luokka 2. Tuulikuormia syöttäessä FEM-malliin annettiin maastoluokan arvo (2) sekä rakennuksen korkeus (20,9 m), joiden avulla ohjelma osasi laskea rakennuksen ulkopintoihin kohdistuvan kokonaistuulivoiman ja antaa niiden kuormituksen vaikutuksen perustuksille.

Tässä vaiheessa on kuitenkin hyvä varmistaa nopealla käsilaskennalla, että ohjelma osaa laskea oikein sekä on itse mallintanut oikein.

Rakennuksen ulkopintoihin vaikuttava kokonaistuulivoima voidaan laskea kaavalla 2 (RIL 201-1-2017, 140).

Kaava 2. Rakennukseen kohdistuva kokonaistuulivoima (RIL 201-1-2017, 140).

$$F_W = C_s C_d C_f q_p(h) A_{ref}, \text{ missä}$$

F_W on kokonaistuulivoima (kN)

$C_s C_d$ on rakennekerroin

C_f on voimakerroin

$q_p(h)$ on nopeuspaine, joka määritetään rakennuksen harjan korkeudella

A_{ref} on tuulikuorman vaikutusala.

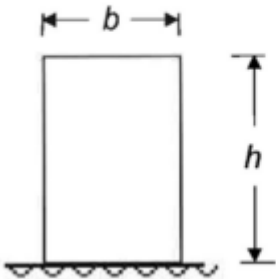
Laskiessa kokonaistuulivoimaa, tarvitaan puuskanopeuspaineen ominaisarvo, joka saadaan taulukosta 6. Puuskanopeuspaineen arvoon vaikuttaa maastoluokan lisäksi rakennuksen korkeus maan pinnalta vesikatolle asti. (RIL 201-1-2017, 137.)

Taulukko 6. Puuskanopeuspaineen arvot (kN/m²) (RIL 201-1-2017, 137).

z (m)	Maastoluokka				
	0	I	II	III	IV
0	0,66	0,42	0,39	0,35	0,32
1	0,66	0,42	0,39	0,35	0,32
2	0,78	0,52	0,39	0,35	0,32
5	0,96	0,65	0,53	0,35	0,32
8	1,05	0,73	0,61	0,43	0,32
10	1,09	0,76	0,65	0,47	0,32
15	1,18	0,83	0,72	0,55	0,40
20	1,24	0,88	0,77	0,60	0,45
25	1,29	0,92	0,82	0,65	0,50
30	1,33	0,95	0,85	0,68	0,54
35	1,37	0,98	0,88	0,72	0,57
40	1,40	1,01	0,91	0,74	0,60

Voimakerrointa laskiessa määriteltiin myös rakennukselle sen tehollinen hoikkuus, joka on rakennuksen korkeuden ja sivujen pituuksien suhde. Tehollinen hoikkuus suorakulmaiselle rakennukselle määriteltiin taulukosta 7. Taulukosta 8 saatiin rakennuksen lopullinen voimakerroin, jossa käytettiin rakennuksen sivujen suhdetta sekä rakennuksen tehollista hoikkuutta. (RIL 201-1-2017, 141).

Taulukko 7. Rakennuksen tehollinen hoikkuus (RIL 201-1-2017, 140).

Rakenteen mittasuhteet, tuuli kohtisuoraan tasoa vasten	Tehollinen hoikkuus λ
	kun $h < 15$ m, $\lambda = 2 h/b$ kun $h \geq 50$ m, $\lambda = 1,4 h/b$ Välialueella 15 m $< h < 50$ m sovelletaan interpolointia. Huom: Tämä ohje ei koske hyvin hoikkia rakennuksia, joille $\lambda > 10$.

Taulukko 8. Rakennuksen sivujen suhde (RIL 201-1-2017, 141).

λ	Sivusuhte d/b								
	0,1	0,2	0,5	0,7	1	2	5	10	50
≤ 1	1,2	1,2	1,37	1,44	1,28	0,99	0,60	0,54	0,54
3	1,29	1,29	1,48	1,55	1,38	1,07	0,65	0,58	0,58
10	1,40	1,40	1,60	1,68	1,49	1,15	0,70	0,63	0,63

Rakennekertoimen arvona käytettiin laskelmassa 1,0, joka on varmalla puolella matalien rakennusten mitoituksessa (RIL 201-1-2017, 140). Tuulikuormien vaikutusalana käytettiin tuulen suuntaan kohtisuorassa olevaa seinäpintaa. Laskiessa seinäpintojen leveyttä, huomioitiin myös rakennuksen leveyden lisäksi parveketornien leveydet. Käsilaskennassa tarkasteltiin epäedullisempi suunta, jossa päästiin hyvin lähelle FEM-ohjelman laskemaa kokonaistuulivoimaa. Karkealla käsilaskennalla kokonaistuulivoimaksi saatiin 607 kN ja FEM-malli antoi kokonaistuulivoimaksi 632 kN. Näin ollen voitiin todeta, että tuulikuorma oli laskettu mallissa oikein ja voitiin jatkaa kuormien laskemista. Käsillä laskettu tuulikuorma löytyy liitteestä 4.

3.1.5 Lisävaakavoima

Rakenteiden mahdollisten mittapoikkeamien johdosta rakennukseen syntyy lisävaakavoimia. Näitä aiheuttavat rakenteiden mittaepätarkkuudet laskettiin Eurokoodi 2 SFS-EN 1992-1-1:n mukaan kaavasta 3.

Kaava 3. Epätarkkuuden määrittäminen vinouden θ_1 avulla (SFS-EN 1992-1-1, 54-55).

$$\theta_1 = \theta_0 \cdot \alpha_h \cdot \alpha_m$$

missä

θ_0 on perusarvo

α_h on pituuteen tai korkeuteen perustuva pienennyskerroin $\alpha_h = 2/\sqrt{l}$; $2/3 \leq \alpha_h \leq 1$

α_m on rakenneosien määrään perustuva pienennyskerroin $\alpha_m = \sqrt{0,5(1 + 1/m)}$

l on pituus tai korkeus [m], ks. kohtaa (6)

m on kokonaisvaikutuksen aiheuttavien pystyrakenneosien määrä.

FEM-malli laski automaattisesti pituuteen tai korkeuteen perustuvan pienennyskerroimen sekä rakenneosien määrään perustuvan pienennyskerroimen eurokoodien mukaan. Tässä kohteessa arvo oli pienimmän arvon mukainen. Ohjelma tunnisti myös perusarvon automaattisesti, jonka suositusarvo on Suomessa 1/200. Lisävaakavoiman vaikutus jäi kuitenkin hyvin pieneksi rakennuksessa.

Lisävaakavoima tarkistettiin myös nopealla käsinlaskennalla. Näin ollen saatiin selville tässäkin, että osasi mallintaessa antaa oikeat arvot. Lisävaakavoima laskettiin kaavasta 4.

Kaava 4. Lisävaakavoima (SFS-EN 1992-1-1, 55).

$$H_i = 0_i N, \text{ missä}$$

H_i on rakennukseen kohdistuva lisävaakavoima (kN)

0_i on rakenteiden mittaepätarkkuuden arvo

N on koko rakennuksen pystysuuntainen kuormitus (kN).

Lisävaakavoima laskettiin FEM-mallista saadulla koko rakennuksen pystysuuntaisella kuormituksella kertomalla mittaepätarkkuuden arvolla. Käsinlaskennalla saatiin rakennukseen kohdistuvaksi lisävaakavoimaksi 98 kN ja FEM-malli antoi 86 kN lisävaakavoimaksi. Joten voitiin todeta, että käsilaskennassa päästiin hyvinkin lähelle samaa arvoa kuin ohjelmalla laskiessa. Rakennukseen kohdistuva lisävaakavoimalaskenta löytyy liitteestä 5.

3.1.6 Kuormitusyhdistelmät

Perustuskuormien laskennassa käytettiin murtorajatilan STR-kuormitusyhdistelmiä (RIL 201-1-2017, 40). Useiden kuormien vaikuttaessa samanaikaisesti tarkastellaan kaavasta 5, millä kuormayhdistelmällä perustuksille tulevat suurimmat vaikutukset. FEM-ohjelmassa sai lisättyä hyötykuormien yhdistelykertoimet automaattisesti. Ensimmäisessä kuormitusyhdistelyssä rakennuksen määräävä muuttuva kuorma (hyötykuorma) kerrottiin kertoimella 1,5 ja muiden muuttuvien kuormien laskennassa käytettiin yhdistelykerrointa taulukon mukaan. Kuormitusyhdistelmissä olivat kaikki muuttuvat kuormat mukana (hyötykuorma, lumikuorma sekä tuulikuorma). Taulukosta 9 nähdään, että lumikuormalle yhdistelykerroin on 0,7 ja tuulikuormalle yhdistelykerroin on 0,6. Rakenteiden omat painot kerrottiin kertoimella 1,15. Tämän lisäksi kaavassa 5 tarkasteltiin, tuleeko rakenteiden omien painojen arvo määrääväksi kuormitusyhdistelmäksi. FEM-mallista sai valittua, että ohjelma antaa suurimman kuorman kuormitusyhdistelmästä riippumatta.

Taulukko 9. Yhdistelykertoimien arvot rakennuksille (RIL 201-1-2017, 38).

Kuorma	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Hyötykuormat rakennuksissa, luokka (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 ≤ 30 kN	0,7	0,7	0,6 ^{**}
Luokka G: liikennöitävät tilat, 30 kN $<$ ajoneuvon paino ≤ 160 kN	0,7	0,5	0,3 ^{**}
Luokka H: vesikatot	0	0	0
Lumikuorma (katso SFS-EN 1991-1-3 ^{*)} , kun			
$s_k < 2,75$ kN/m ²	0,7	0,4	0,2
$s_k \geq 2,75$ kN/m ²	0,7	0,5	0,2
Jääkuorma ^{***)}	0,7	0,3	0
Rakennuksen tuulikuormat (SFS-EN 1991-1-4)	0,6	0,2	0
Rakennusten sisäinen lämpötila (ei tulipaloissa) (SFS-EN 1991-1-5)	0,6	0,5	0
Pakkomuodonmuutokset	1,0	1,0	1,0
Tukien painumat	1,0	1,0	1,0

Kaava 5. Rakenteen tai rakenneosien kestävyys ja geotekninen kantavuus (STR, sarja b) (RIL 201-1-2017, 40).

$$\left. \begin{matrix} 1,15K_{FI} \\ 0,9 \end{matrix} \right\} \sum_{j \geq 1} G_{k,j} + \gamma P + 1,5K_{FI} Q_{k,1} + 1,5K_{FI} \sum_{i > 1} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Kuitenkin vähintään:

$$\left. \begin{matrix} 1,35K_{FI} \\ 0,9 \end{matrix} \right\} \sum_{j \geq 1} G_{k,j} \quad , \text{ missä}$$

$G_{k,j}$ on rakenteiden oman painon arvo, ilman varmuuskertoimia

$Q_{k,i}$ on rakenteissa esiintyvä muuttuva kuorma

K_{FI} on kuormakerroin

$\psi_{0,i}$ on muuttuvan kuorman yhdistelykerroin

γ_p on esijännitysvoima kerrottuna osavarmuuskertoimella γ .

Rakennuksen kuormitusyhdistelyn luotettavuusluokka/kuormakerroin määräytyy sen mukaan, kuinka suuret vahingot ihmishenkien menetyksen suhteen onnettomuuden sattuessa rakennuksella on. Seuraamusluokkaan siis vaikuttaa rakennuksen kerrosten lukumäärä sekä kuinka paljon rakennuksessa voi ihmisiä samanaikaisesti oleskella. Seuraamusluokka (CC) ja kuormakertoimen arvo K_{FI} rakennukselle voidaan määrittää taulukosta 10. Seuraamusluokan kasvaessa rakennuksen kuormakerroin kasvaa myös. Kuormakerroin lisää siis hieman varmuutta rakennuksille, jotka kuuluvat seuraamusluokkaan CC3, ja päinvastoin hieman pienentää varmuutta, kun suunnitellaan pienempiä rakennuksia. (RIL 201-1-2017, 26.)

Tässä työssä suunnitellussa kerrostalossa on kuusi kerrosta, joten taulukosta 10 voidaan määrittellä, että se täyttää vain seuraamusluokan CC2 vaatimukset. Tämä antaa kuormakertoimen K_{FI} arvoksi 1,0.

Taulukko 10. Seuraamusluokat ja kuormakertoimet (RIL 201-1-2017, 26).

Seuraamusluokan (CC) kuvaus	Rakennuksia sekä rakenteita koskevia esimerkkejä	Luotettavuusluokka/ kuormakerroin K_{F1}
CC3 Suuret seuraamukset ihmishenkien menetysten tai hyvin suurten taloudellisten, sosiaalisten tai ympäristövahinkojen takia	Rakennuksen kantava runko ¹⁾ jäykistävine rakennusosineen sellaisissa rakennuksissa, joissa usein on suuri joukko ihmisiä, kuten - yli 8-kerroksiset ²⁾ asuin-, konttori- ja liikeyrakennukset - konserttisalit, teatterit, urheilu- ja näytelyhallit, katsomot - raskaasti kuormitettut tai suuria jännevälejä sisältävät rakennukset. Erikoisrakenteet, kuten esim. korkeat tornit. Luiskat sekä penkereet ja muut rakenteet, jotka sijaitsevat siirtymien haittavaikutuksille herkissä ympäristöissä erityisesti hienorakeisten maalajien alueilla.	RC3 $K_{F1} = 1,1$
CC2 Keskisuuret seuraamukset ihmishenkien menetysten tai merkittävien taloudellisten, sosiaalisten tai ympäristövahinkojen takia.	Rakennukset ja rakenteet, jotka eivät kuulu luokkiin CC3 tai CC1.	RC2 $K_{F1} = 1,0$
CC1 Vähäiset seuraamukset ihmishenkien menetysten tai pienten tai merkityksettömien taloudellisten, sosiaalisten tai ympäristövahinkojen takia	1- ja 2-kerroksiset ²⁾ rakennukset, joissa vain tilapäisesti oleskelee ihmisiä ³⁾ , kuten esim. pienehköt varastot ja maatalouden tuotantorakennukset, joiden pinta-ala on enintään 300 m ² tai suurin jänneväli enintään 6 metriä. Rakenteet, joiden vaurioitumisesta ei aiheudu merkittävää vaaraa, kuten - matalalla olevat alapohjat, ilman kellaritiloja - ryömintätilaiset vesikatot, kun yläpohja on varsinainen kantava rakenne - sellaiset ulko- ja väliseinät, ikkunat, ovet ja vastaavat, joihin pääasiassa kohdistuu ilman paine-eroista aiheutuva sivuttaiskuormitus ja jotka eivät toimi kantavan tai jäykistävän rungon osana.	RC1 $K_{F1} = 0,9$

Kuormitusyhdistelyssä esiintyvää esijännitysvoimaa ei otettu huomioon, sillä sen ei todettu esiintyvän merkittävässä määrin.

3.2 Rakenteiden jäykistys

Jäykistävien rakenteiden tehtävänä on ottaa vastaan rakennukselle syntyvät vaakasuuntaiset kuormitukset (Betoniteollisuus ry 2010). Tässä kohteessa vaakavoimina esiintyvät lisävaakavoima sekä tuulikuorma.

Rakennuksen jäykistys tapahtui mastolevyjäykistysenä. Kerrostalon monet kantavat väliseinät jäykistivät rakennuksen levyinä molempiin suuntiin sekä samalla siirsi rakennuksen vaakasuuntaiset voimat perustuksille asti. Kaikki kantavat väliseinät ovat 200 mm:n paksuisia teräsbetoniväliseiniä. Kohteessa katsottiin, että pelkästään monet aukottomat väliseinät molempiin suuntiin jäykistävät näin matalan kerrostalon, joten ulko-seiniä ei katsottu jäykistävinä rakenteina.

Rakennuksen vaakasuuntaiset voimat aiheuttavat jäykistäviin rakenteisiin pystysuuntaisia voimia, jonka vuoksi ne otettiin huomioon suunnitellessa paaluperustusta. FEM-ohjelma oli huomionnut jäykistysen aiheuttamat pystysuuntaiset kuormitukset. Todettiin, ettei jäykistykseen tarvitse kiinnittää erillistä huomiota.

3.3 Paalut

Suunniteltu asuinkerrostalo perustetaan tukipaaluilla (TB300b) kovaan pohjaan. Tuki-paalut tukeutuvat kallioon tai muuhun kantavaan kerrokseen, jonka avulla kuormat välit-tyvät rakennuksesta paalujen kärkien avulla maakerrokseen. (RIL 254-2011, 20.) TB300b-paalujen puristuskestävyyden mitoitusarvona voitiin käyttää $R_d = 874$ kN/paalu. (SM Maanpää Oy, henkilökohtainen tiedonanto 1.2.2018.) Kapasiteetti kertoo, kuinka paljon yhtä paalua voi kuormittaa maksimissaan menettämättä sen ominaisuuksia ja muotoaan. Paalut varustettiin kalliokärjillä.

3.4 Paalujen sijoitus

Perustuskuormien selvittämisen jälkeen alettiin suunnitella paalujen sijoittamista raken-nuksen alapohjaan. Tämän apuna käytettiin FEM-malliin sijoitettujen tukireaktioita. Tukia oli sijoitettu jokaisen kantavan seinän risteävälle kohdalle, rakennuksen ulkonurkkiin, his-sin kohdalle, porraspilarin kohdalle, parvekepielien ja -pilareiden kohdalle sekä pitkille ja kuormitetuille jänneväleille.

Rakennuksen yksittäiset paalut pyrittiin sijoittamaan suoraan pilarin alle tai keskelle kantavaa seinälinjaa. Useamman paalun anturat sijoitettiin symmetrisesti kuormitetun alueen kohdalle. Näin ollen kuormitus jakaantuu tasaisesti paaluanturassa oleville paaluille, eikä synny vääntöä (Leskelä 2008). Paalukartta on esitetty liitteessä 6 sekä perustuksille tulevat kuormat ovat esitetty liitteessä 7.

3.4.1 Ulkoseinät

FEM-mallia tehdessä sijoitettiin tukia ulkoseinien nurkkiin, väliseinien liitoskohtiin sekä oviaukkojen vierelle. Näille tuille tuleva kokonaiskuorma jaettiin yhden paalun kapasiteetilla. Näin saatiin selville kullekin tuelle tarvittava paalumäärä. Ulkoseinät aukotettiin FEM-malliin, joten kuormat kulkeutuivat oikein perustuksille ja lisäksi tuetkaan eivät menneet esimerkiksi oviaukon kohdalle vaan ehjän seinän kohdalle. Ulkoseinälinjoilla käytettiin kaikkialla paaluanturoita, jotka mahdollistavat anturoiden päälle tuleville sokkelielementeille hyvän tukipinnan.

Ulkoseinän ja kantavan väliseinän liittymien kohdalla tuli suurempia kokonaiskuormia, joten näissä paikoissa käytettiin yleensä kolmen tai neljän paalun anturoita. Lisäksi rakennuksen ulkoseinien nurkkiin tuli yksi ylimääräinen paalu, sillä niihin laitettiin kahden paalun antura, joka mahdollistaa sokkelielementeille hyvän tukipinnan.

3.4.2 Väliseinät

Kantavien väliseinien kohdalla pyrittiin paalut sijoittamaan siten, että ne tulevat suoraan seinän alapuolelle ilman anturaa. Ainoastaan kantavien väliseinien risteämäkohtiin sijoitettiin paaluanturat, jos siinä oli suuri kuormitus. Paaluanturat mahdollistivat paalujen sijoittamisen paremmin pieneen tilaan sekä antamalla tuen useammalle seinälle samanaikaisesti. Kantavien väliseinien kohdalle sijoitettiin tukia valmiiksi tasavälein FEM-malliin, josta perustuskuormat selvisivät ja sai tarvittavan paalumäärän.

3.4.3 Parveketornit

Rakennuksen jokaisella seinustalla oli parveketorneja, jotka koostuivat parvekepilareista sekä -pielistä. Jokaisen pielen ja pilarin kohdalle riitti yksi paalu, jotka sidottiin rakennuksen ulkoseinälinjan anturoille. Näin varmistettiin, että parveketorni liikkuu rakennuksen suhteen samassa suunnassa. Anturat ovat esitetty 1. kerroksen lattian tasopiirustuksessa (liite 8).

3.4.4 Hissikuilu

Hissikuilun seinämien alle päätettiin sijoittaa neljä paalua. Rakennuksen keskellä sijaitseva hissikuilu ei olisi kuormien puolesta vaatinut neljää paalua, mutta rakenteen stabiiliuden vuoksi päädyttiin jokaisen nurkan alle sijoittamaan paalu. Joten hissikuilukin aiheutti rakennukselle niin sanotusti ylimääräisiä paaluja. Muuten rakenteelle olisi voinut aiheutua vääntövoimaa paalujen mahdollisesta sijaintipoikkeamasta johtuen.

3.4.5 Portaat

Kerrostaloon tuli Ruduksen Elemento 6 -elementtiporras, joka on keskipilarillinen, eli askelmat tukeutuvat keskipilariin. Kuorma saatiin selvitettyä, kun laskettiin portaiden oma paino sekä hyötykuorma yhteen. Näin ollen keskipilarin alle sijoitettiin yksi paalu. Lisäksi alapohjalaatan alle suunniteltiin 100 mm:n laattavahvistus huomioimaan keskipilarin aiheuttamaa lävistystä.

3.5 Paalujen katkaisutasot

Paalujen katkaisutaso määritettiin niin, että paalut uppoavat 50 mm anturan tai alapohjalaatan sisälle (RIL 254-2011, 172). Ainoana poikkeuksena oli yhden paalun antura, johon paalu määriteltiin 200 mm anturan sisälle jäykemmän kiinnityksen vuoksi. Tämä haluttiin tehdä, koska antura oli labiilimpi kuin useamman paalun anturat. Katkaisutasot on esitetty paalukartassa liitteessä 6.

3.6 Paaluanturan mittojen määräytyminen

Kuormien suuruuden mukaan perustuksiin suunniteltiin 1–4 paalun anturoita. Paalujen reuna- ja keskiöetäisyydet yleensä määrittävät paalujen sijoittumisen anturassa. Jos paalut ovat liian lähekkäin, voivat vierekkäiset paalut vähentää toistensa kantavuutta tai vahingoittaa toisiansa. Paalujen keskiöetäisyyden vähimmäisarvot voidaan määrittää taulukosta 11. (RIL 254-2011, 173-174.)

Taulukko 11. Paalujen keskiöetäisyyden vähimmäisarvot (RIL 254-2011, 173).

Paalun pituus [m]	Tuki- ja kitkapaalu		Koheesiopaalu	
	Pyöreä	Neliömäinen	Pyöreä	Neliömäinen
10	2,7d	3d	4d	4,5d
10–25	Väliarvot interpoloidaan		5d	5,6d
25	3,5d	4d	6d	6,8d

Kohteessa oletettiin paalut 25 m:n pituisiksi, joten keskiöetäisyyden arvoksi saadaan 4d taulukosta 11. TB300b-paalua käytettäessä keskiöetäisyydeksi tulee 1200 mm (4 x 300 mm).

Paalun koko määrittää anturan reunan etäisyyden paalun reunasta. Tämän tulisi olla vähintään puolet paalun halkaisijasta sekä tähän lisättyä paalujen sijaintipoikkeama (RIL 254-2011, 174). Rakennesuunnittelijan toimesta kohteeseen oli valittu sallituksi sijaintipoikkeamaksi 50 mm, joten reunaetäisyyden tulisi olla vähintään 200 mm.

Anturoiden paksuudeksi määriteltiin tässä kohteessa 800 mm, joten anturan yläpuolisen rakenteen läpileikkautuminen ei tullut määrääväksi. Ainoastaan yhdessä 1-paalun anturassa käytettiin paksuutena 500 mm. Opinnäytetyössä ei varsinaisesti keskitytty anturoiden mitoitukseen, vaan ne rajattiin työn aiheen ulkopuolelle. Paaluanturan tyypik kuva on kuitenkin esitetty liitteessä 10. Paalujen sekä -anturoiden sijoittuminen alapohjaan on näytetty liitteessä 8.

3.7 Paalukartta

Lopuksi saatiin valmis paalukartta. Jokainen paalu on numeroitu ja kartasta selviää jokaisen tarvittavan paalun paikka, käytettävän paalun tyyppi ja jokaisen paalun katkaisutaso. Paalukartasta selviävät myös yläpuoliset kantavat seinät sekä perustamistapalautus. Tämän avulla työmaalla pystytään suorittamaan paalutus alusta loppuun. Paalukartta löytyy liitteestä 6.

4 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli tuottaa suunnitelmat paaluperustuksen toteuttamiseksi kerrostalokohteeseen. Työssä tehtiin tarkat kuormalaskennat perustuksille tietokonelaskentaohjelmalla. Osassa laskuissa tehtiin hieman yksinkertaistuksia, mutta niiden vaikutus kuormien kannalta eivät olleet merkittäviä ja niiden vaikutukset valittiin aina laskennan varmalle puolelle. FEM-mallilla laskiessa onkin tärkeää osata tehdä yksinkertaistuksia tietyissä kohdissa, jotka nopeuttavat laskentaa sekä helpottavat FEM-mallin käyttöä.

Tietokonelaskentaohjelmia onkin hyvä osata käyttää, sillä tulevaisuudessa niitä varmasti tullaan tarvitsemaan muissa kohteissa. Ohjelman käyttäminen oli aluksi hieman vaikeaa, mutta pienellä käytöllä mallintaminen ja laskeminen alkoi sujua. Lisäksi ohjelmalla kantavien rakenteiden aukottaminen onnistuu suhteellisen pienellä vaivalla, joka lisää huomattavasti perustuskuormien jakautumisen tarkkuutta. Vaikka perustuskuormien laskenta tehtiinkin FEM-ohjelmalla, piti työn aikana perehtyä tarkasti rakennuksien hyötykuormien määräytymiseen ja tarkistamiseen sekä rakenteiden omien painojen laskemiseen.

FEM-Design 3d structure -ohjelma on kehittynyt laskentaohjelma, joka on tarkoitettu eurokoodien mukaisten kantavien pohjarakenteiden suunnitteluun. Perustukset ovat rakennukselle tärkeä rakenne, joten niiden on tärkeä kestää sille tulevat kuormitukset.

Opinnäytetyön lopputuotteena saatiin kohteelle paalukartta, jolla kerrostalon paalutukset pystytään toteuttamaan työmaalla alusta loppuun. Paalukartasta selviävät paalujen oikea sijainti, paalutyypit sekä paalujen yläpäiden katkaisutasot. Paalut ovat sijoitettu moduulilinjoja apuna käyttäen.

LÄHTEET

Betoniteollisuus ry 2010. Jäykistysjärjestelmät. Viitattu 5.3.2018 <http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/rakennejarjestelmat/rakennuksen-jaykistys/jaykistysjarjestelmat>.

Leskelä, M.V. 2008. Betonirakenteiden suunnittelu ja mitoitus 2008: by 210. Helsinki: Suomen Betonitieto Oy. Rakennusteollisuus RT

Rakennusteollisuus RT ry 2011. Tuotelehti PO-2011 mukaiseen paalutustyöhön. Saatavissa https://htmyhtiot.fi/assets/files/pdf/paalutuotelehti_RT2011.pdf.

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

RIL 254-2011. Paalutusohje 2011. PO-2011. Helsinki: Suomen rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.

SFS-EN 1992-1-1. Eurokoodi 2. Betonirakenteiden suunnittelu. Osa 1-1 Yleiset säännöt ja rakennuksia koskevat säännöt. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto SFS ry.

SITOWISEVaihde p.
www.sitowise.com

Muutos

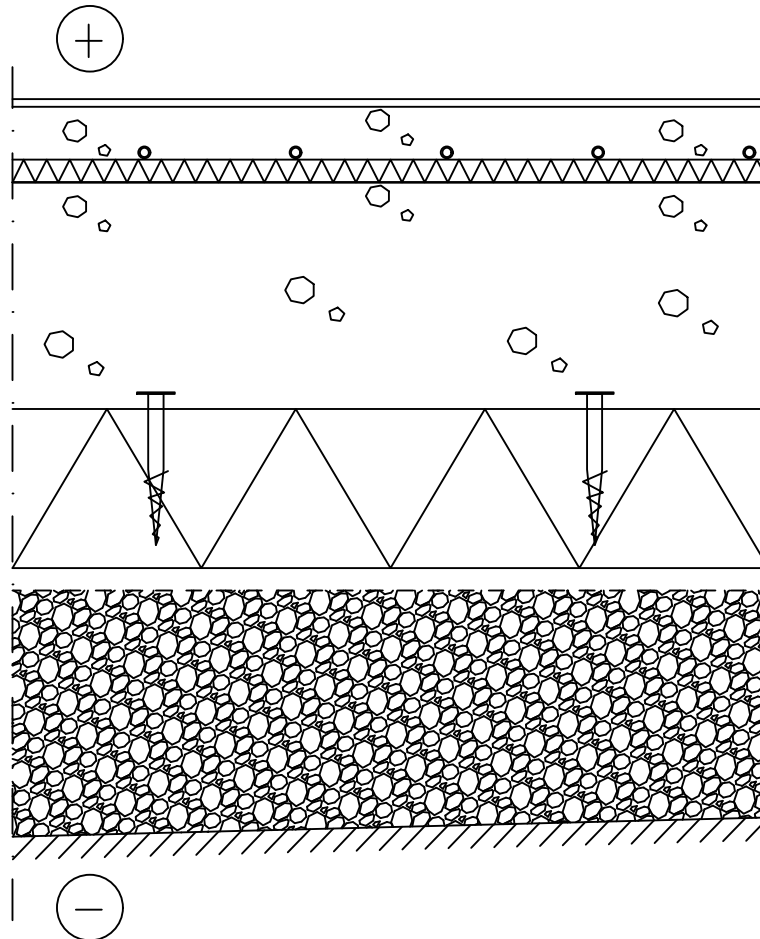
Tark.

Muutospvm

AP1

Rakennuskohde
AS OY KARTANONPIHA
KARTANONTIE 7 B
20780 KAARINASisältö
Alapohjarakenne, kantava, yleensä

1:10



- pintarakenne ARK mukaan
- 70 mm uiva kuitubetoninen pintalaatta, irroitettu ympäröivistä rakenteista + lattialämmitysputket
- valusuojaoksi suodatinkangas saumat teipaten, tai alustan tiivistys valitun eristeen mukaan
- 30 mm Thermisol Step askeläänieriste, asennus valmistajan ohjeen mukaan
- kantava betonilaatta tasopiirustusten mukaan
- 200 mm EPS 100 Lattia $\lambda_D=0,036$ W/mK , kiinnitetty mekaanisesti betonilaattaan, esim Okaria eristekiinnikkeillä
- mahdollisesta painumasta johtuva rakotila
- >300 mm salaojasorastus # 8...16 mm + Radon-putkisto tasopiirustuksen mukaan. Radon-detajit RT 81-11099 mukaan.
- suodatinkangas (N3)
- perusmaa kallistettu salaojiin 1:100

U-arvo: 0,16 W/m²

SITOWISEVaihde p.
www.sitowise.com

Muutos

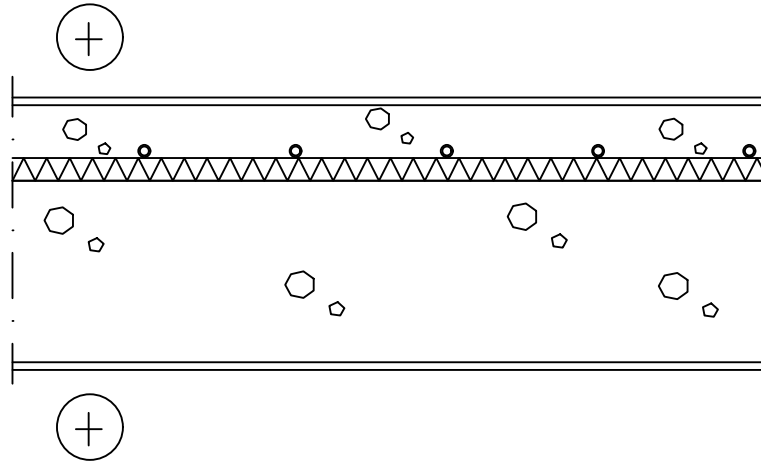
Tark.

Muutospvm

VP1

Rakennuskohde
AS OY KARTANONPIHA
KARTANONTIE 7 B
20780 KAARINASisältö
Väliohjarakenne yleensä

1:10



- Pintarakenne arkkitehdin mukaan
- 70 mm uiva kuitubetoninen pintalaatta, irroitettu ympäröivistä rakenteista
- + lattialämmityspotkisto
- Valusuojaksi suodatinkangas saumat teipaten tai alustan tiivistys valitun eristeen mukaan
- 30 mm Thermisol Step askeläänieriste, asennus valmistajan ohjeen mukaa
- Kantava teräsbetoni-laatta rakennesuunnitelmien mukaan
- Pintakäsittely arkkitehdin mukaan

SITOWISEVaihde p.
www.sitowise.com

Muutos

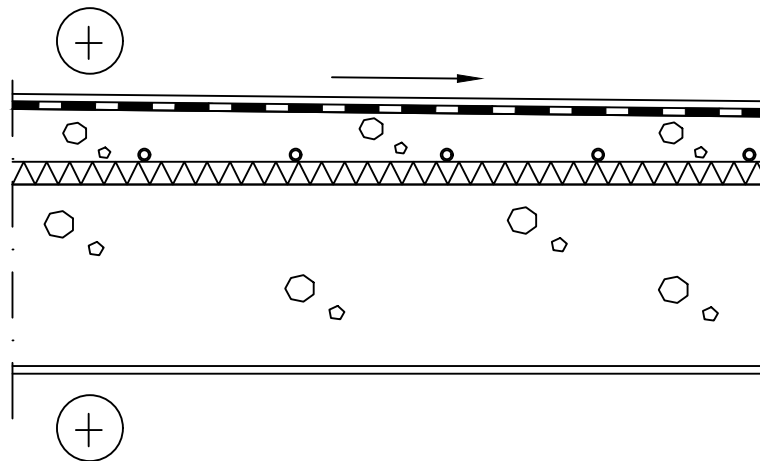
Tark.

Muutospvm

VP2

Rakennuskohde
AS OY KARTANONPIHA
KARTANONTIE 7 B
20780 KAARINASisältö
Väliohjarakenne, märkätilat

1:10

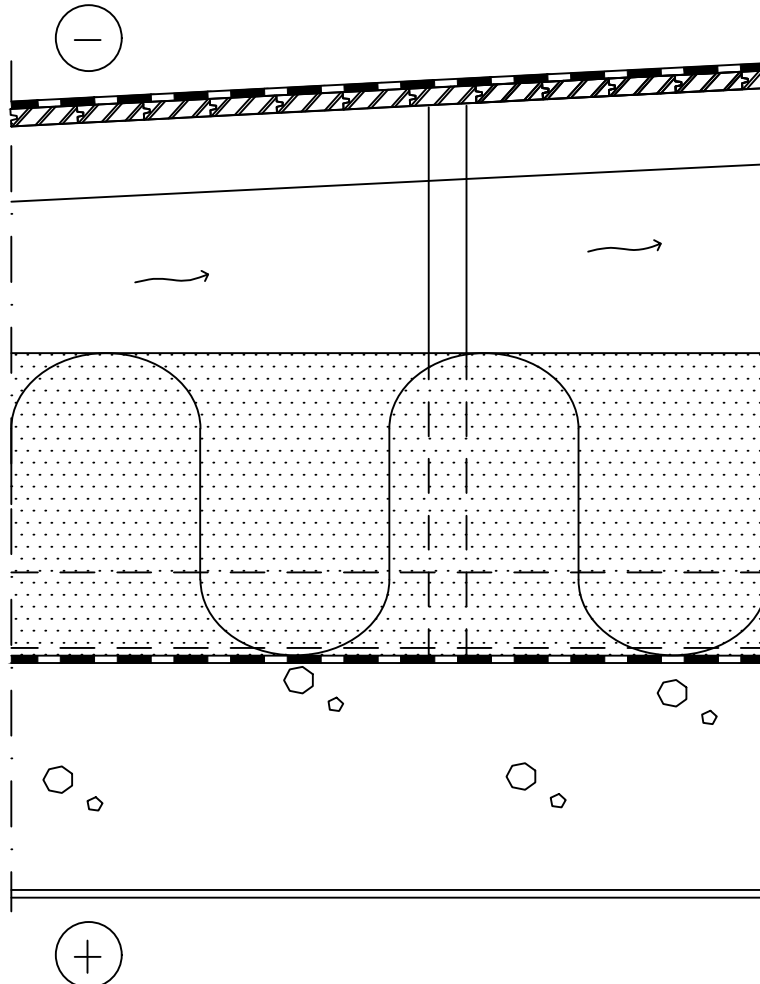


- Pintarakenne arkkitehdin mukaan
- CE-merkitty vedeneristysjärjestelmä, valittujen kaivojen tulee olla yhteensopivia valitun järjestelmän kanssa. 1:100, kaivojen lähellä 1:50
- 35...70 mm kallistettu uiva kuitubetoninen pintalaatta, irroitettu ympäröivistä rakenteista + lattialämmitysputket
- Valusuojaksi suodatinkangas saumat teipaten
- 30 mm Thermisol Step askeläänieriste, asennus valmistajan ohjeen mukaan
- Kantava teräsbetoni-laatta rakennesuunnitelmien mukaan
- Pintakäsittely arkkitehdin mukaan

Rakennuskohde
AS OY KARTANONPIHA
KARTANONTIE 7 B
20780 KAARINA

Sisältö
Yläpohjarakenne, yleensä

1:10



- kumibitumikermieristys VE40:
K-PS 170/5000, kauttaaltaan bitumilla hitsaten
K-TMS 170/3300, piste- ja saumaliimaus,
- 23 mm raakaponttilaudoitus tai 18 mm homesuojattu katevaneri RT 85-10851 mukaan, ulotettava vähintään kahden kattokannattajan yli
- kattotuolipukit k900 rakennesuunnitelmien mukaan
- >200 mm tuuletettu ilmatila, räystäällä tuulenhajain
- 450 mm puhallusvilla Isover InsulSafe, $\lambda_d=0,041$ W/mK
- höyrynsulkukerros bitumikermi K-ES AL (BHA2) kauttaaltaan bitumilla liimaten, alustassa bitumiliuossively
- kantava betonilaatta rakennesuunnitelmien mukaan
- pintakäsittely arkkitehdin mukaan

U-arvo: $0,09$ W/m²K

Vesikatön suojapellitykset RT80-10632.

Sadevesi-, tuuletus-, um. putkien läpiviennit tiivistetään kumisin läpivientiholkein myös höyrynsulkuun.

SITOWISEVaihde p.
www.sitowise.com

Muutos

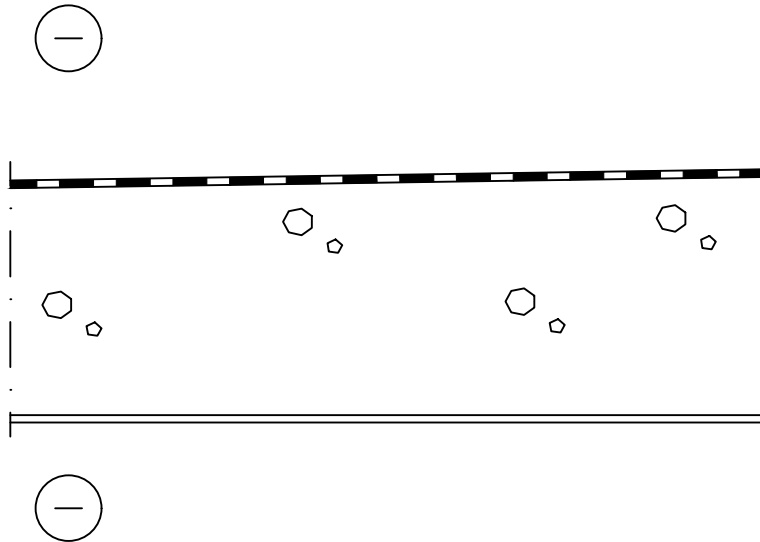
YP3

Tark.

Muutospvm

Rakennuskohde
AS OY KARTANONPIHA
KARTANONTIE 7 B
20780 KAARINASisältö
Yläpohjarakenne, parveke

1:10



- kumibitumikermieristys:
K-PS 170/5000, kauttaaltaan bitumilla hitsaten
bitumisively tai Icopal duo
- kantava elementtilaatta rakennesuunnitelmien mukaan
- pintakäsittely arkkitehdin mukaan

HUOM!

Pintarakenteiden sallittava veden esteetön virtaaminen kaivoihin
Vedeneristetyö RIL 107-2012 mukaan.

Vedeneristysten ohjeet, kaivot ja ylösnostot RT85-10729

SITOWISEVaihde p.
www.sitowise.com

Muutos

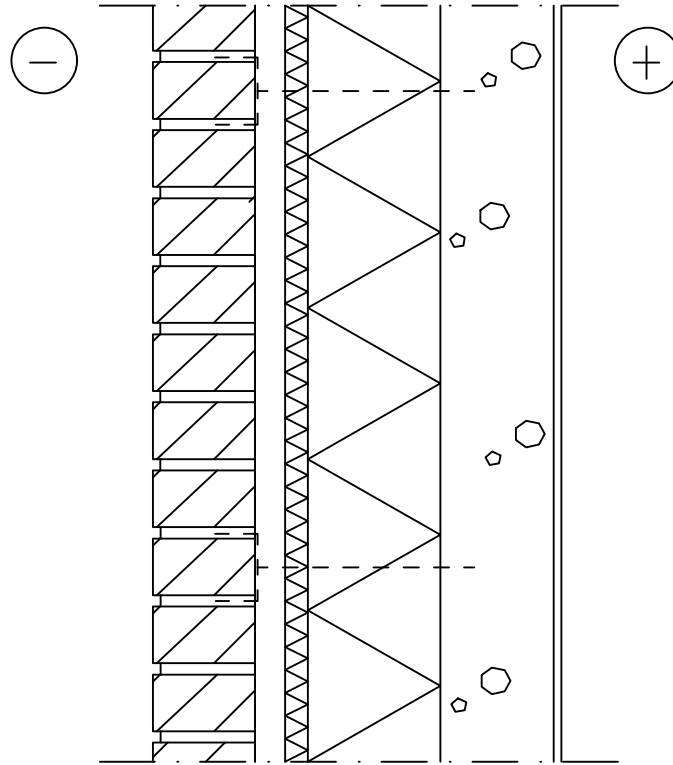
Tark.

Muutospvm

US1

Rakennuskohde
AS OY KARTANONPIHA
KARTANONTIE 7 B
20780 KAARINASisältö
Ulkoseinärakenne yleensä, tiiliverhous

1:10



- 135 mm julkisivutiili arkk. mukaan
- 40 mm tuuletusrako
- 30 mm tuulensuojaeriste Iover Facade, $\lambda=0,031$ W/mK, A2 - s1, d0
- 175 mm Iover KL33, $\lambda=0,033$ W/mK, A1 + tiilisiteet rst
- 150 mm betoninen sisäkuorielementti
- pintakäsittely arkkitehdin mukaan

U-arvo: 0,16 W/m²KMuuraussiteet rst. 4 kpl/m², aukkojen pielissä k300,
asennetaan ulospäin kalteviksiAukkojen päällä raudoitettut tiilipalkit
(palkkitiilet, ruostumattomat raudoitteet)Muuraustöissä ja tarvikkeissa noudatetaan
RIL 85-1989 annettuja ohjeita

SITOWISEVaihde p.
www.sitowise.com

Muutos

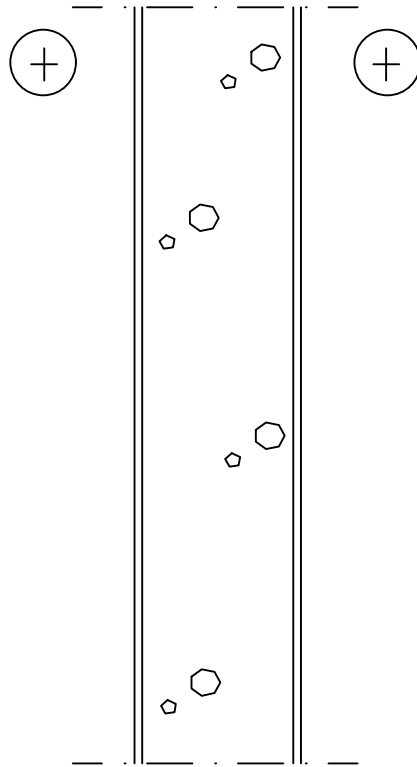
Tark.

Muutospvm

VS1

Rakennuskohde
AS OY KARTANONPIHA
KARTANONTIE 7 B
20780 KAARINASisältö
Asuntojen väliseinä

1:10



- pintakäsittely arkk. mukaan
- 200 mm kantava teräsbetoneinä rakennepiirustusten mukaan
- pintakäsittely arkk. mukaan

Ilmaääneneristysluku $R'w \geq 55$ dB

Rakennetyyppien omat painot						
	materiaali	paksuus (m)	tilavuuspaino (kg/m ³)	paino (kg/m ²)		
YP1	bitumikermi			20		
	raakaponttillaudoitus	0,023	460	11		
	kattotuolipukit (k900)			15		
	puhallusvilla Isover	0,41	16	7		
	bitumikermi			2		
	teräsbetonilaatta	0,24	2500	600		
			yht.	654	6,6	kN/m ²

	materiaali	paksuus (m)	tilavuuspaino (kg/m ³)	paino (kg/m ²)		
YP3	bitumikermi			10		
	betonielementtilaatta	0,26	2500	650		
			yht.	660	6,6	kN/m ²

	materiaali	paksuus (m)	tilavuuspaino (kg/m ³)	paino (kg/m ²)		
VP1	väliseinät			50		
	pintarakenne			20		
	pintalaatta	0,07	2500	175		
	askeläänieriste	0,03		1		
	teräsbetonilaatta	0,27	2500	675		
				yht.	921	9,3

	materiaali	paksuus (m)	tilavuuspaino (kg/m ³)	paino (kg/m ²)		
VP2	väliseinät			50		
	pintarakenne			20		
	pintalaatta	0,07	2500	175		
	askeläänieriste	0,03		1		
	teräsbetonilaatta	0,27	2500	675		
				yht.	921	9,3

	materiaali	paksuus (m)	tilavuuspaino (kg/m ³)	seinän korkeus (m)	paino (kg/m)	
US1	tiilimuuraus	0,135	1800	3	729	
	Isover Facade	0,03	50	3	5	
	Isover KL33	0,175	30	3	16	
	sisäkuorielementti	0,15	2500	2,73	1024	
			yht.		1773	17,8 kN/m

	materiaali	paksuus (m)	tilavuuspaino (kg/m ³)	seinän korkeus (m)	paino (kg/m)	
VS1	pintarakenne				5	
	teräsbetoniseinä	0,2	2500	2,7	1350	
	pintarakenne				5	
			yht.		1360	13,6 kN/m

lumikuorman laskenta

$$\mu_1 := 0.8$$

$$S_k := 2.5 \frac{kN}{m^2}$$

$$C_e := 1.0$$

$$C_t := 1.0$$

$$s := \mu_1 \cdot S_k \cdot C_e \cdot C_t = 2 \frac{kN}{m^2}$$

lumikuorman muotokerroin

maassa olevan lumen ominaisarvo

tuulensuojaisuuskerroin

lämpötilakerroin

rakennuksen katolle kertyvä lumikuorma

tuulikuorman laskenta pidemmälle sivulle:

maastoluokka 2

$$C_s C_d := 1.0$$

rakennekerroin

$$b := 26.6 \text{ m}$$

rakennuksen pidemmän sivun pituus

$$h := 20.9 \text{ m}$$

rakennuksen korkeus

$$\lambda := 1.91 \cdot \frac{h}{b} = 1.501$$

tehollinen hoikkuus

$$A_{ref} := h \cdot b = 555.94 \text{ m}^2$$

tuulikuorman vaikutusala

$$d := 22.5 \text{ m}$$

rakennuksen lyhyemmän sivun pituus

$$\frac{d}{b} = 0.846$$

sivujen suhde

$$C_f := 1.4$$

voimakerroin taulukosta

$$q_p(h) := 0.78 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

puuskanopeuspaine (20,9m) taulukosta

$$F_w := C_s C_d \cdot C_f \cdot q_p(h) \cdot A_{ref} = 607.086 \text{ kN}$$

kokonaistuulivoima

lisävaakavoiman laskenta

$$\theta_0 := \frac{1}{200} = 0.005$$

perusarvo Suomessa

$$\alpha_h := 0.667$$

pituuteen tai korkeuteen perustuva pienennyskerroin,
FEM-mallista (minimiarvo)

$$\alpha_m := 0.710$$

rakenneosien määrään perustuva pienennyskerroin,
FEM-mallista

$$\theta_i := \theta_0 \cdot \alpha_h \cdot \alpha_m = 0.002$$

vinouden θ_i arvo

$$N := 41275 \text{ kN}$$

koko rakennuksen pystysuuntainen kuormitus

$$H_i := \theta_i \cdot N = 97.733 \text{ kN}$$

rakennukseen kohdistuva lisävaakavoima

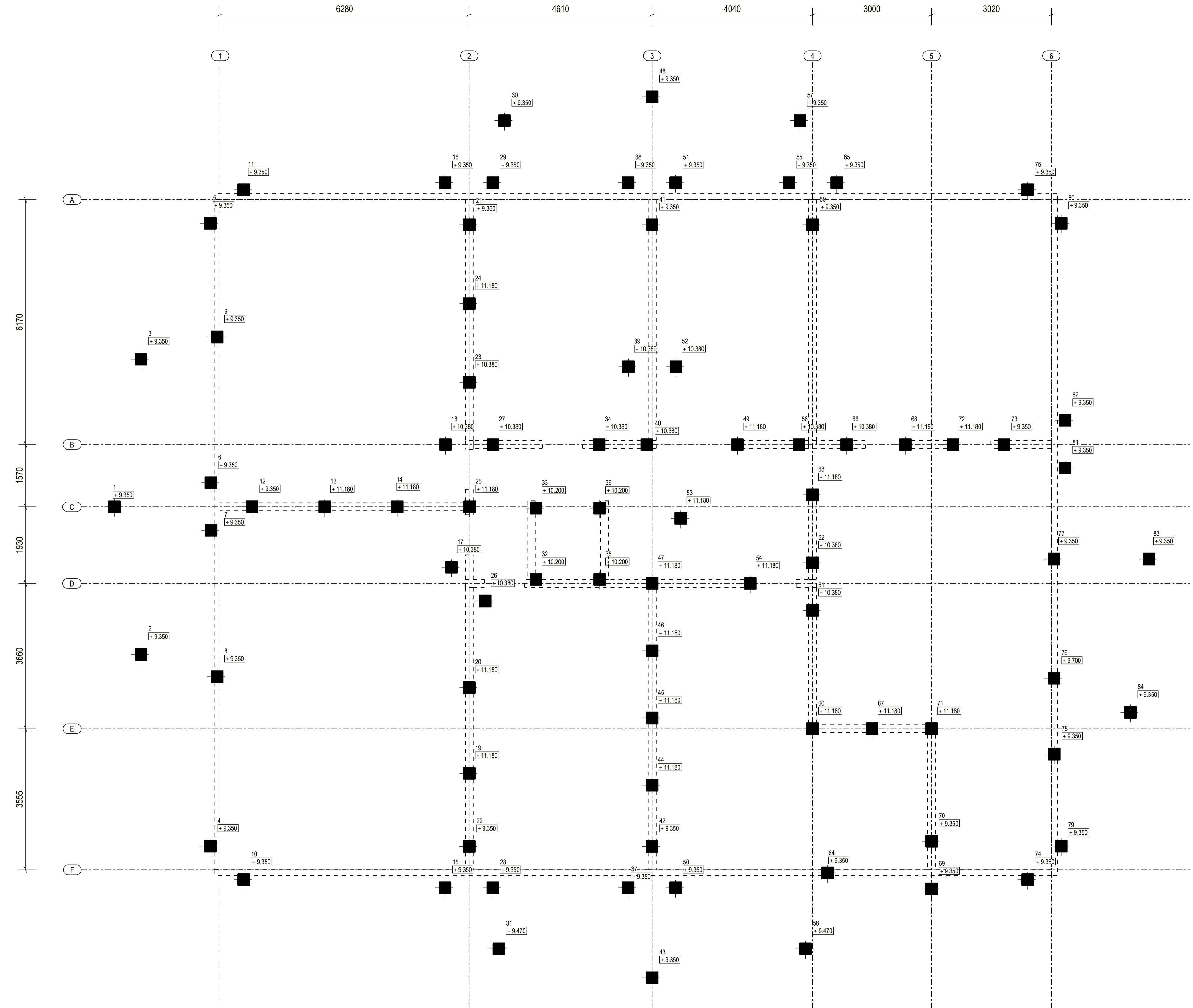
LYÖNTIPAALUTUS:

Perustaminen tehdään tukipaaluilla kovaan pohjaan perustamistapalalusnon mukaan.
(Insinööritoimisto SM Maanpää Oy)

- Paalujen lyöntöi tarkoin PO-2016 mukaan
- Seuraamusluokka CC2
- Luotettavuusluokka RC2, $K_{F1} = 1.0$
- Geotekninen luokka GL2
- Paalutustyyppi PTL2
- Paalujen sijainnin laskettu max. sijaintipikkeama 50 mm, seinien suunnassa 200mm.
- Mikäli paalujen sijaintipikkeamat ylittävät sallitun arvon, on näistä aiheutuvat perustusten muutokset sovittava rakennesuunnittelijan kanssa ennen paalutuskoneen poistamista.
- Paalutusta suojeltava roudalta ja työn aikaisilla vaakakuormilla.
- Paalujen katkaisukorkeudet on ilmoitettu paalujen vieressä +x.xxx

TERÄSBETONIPAALUT:

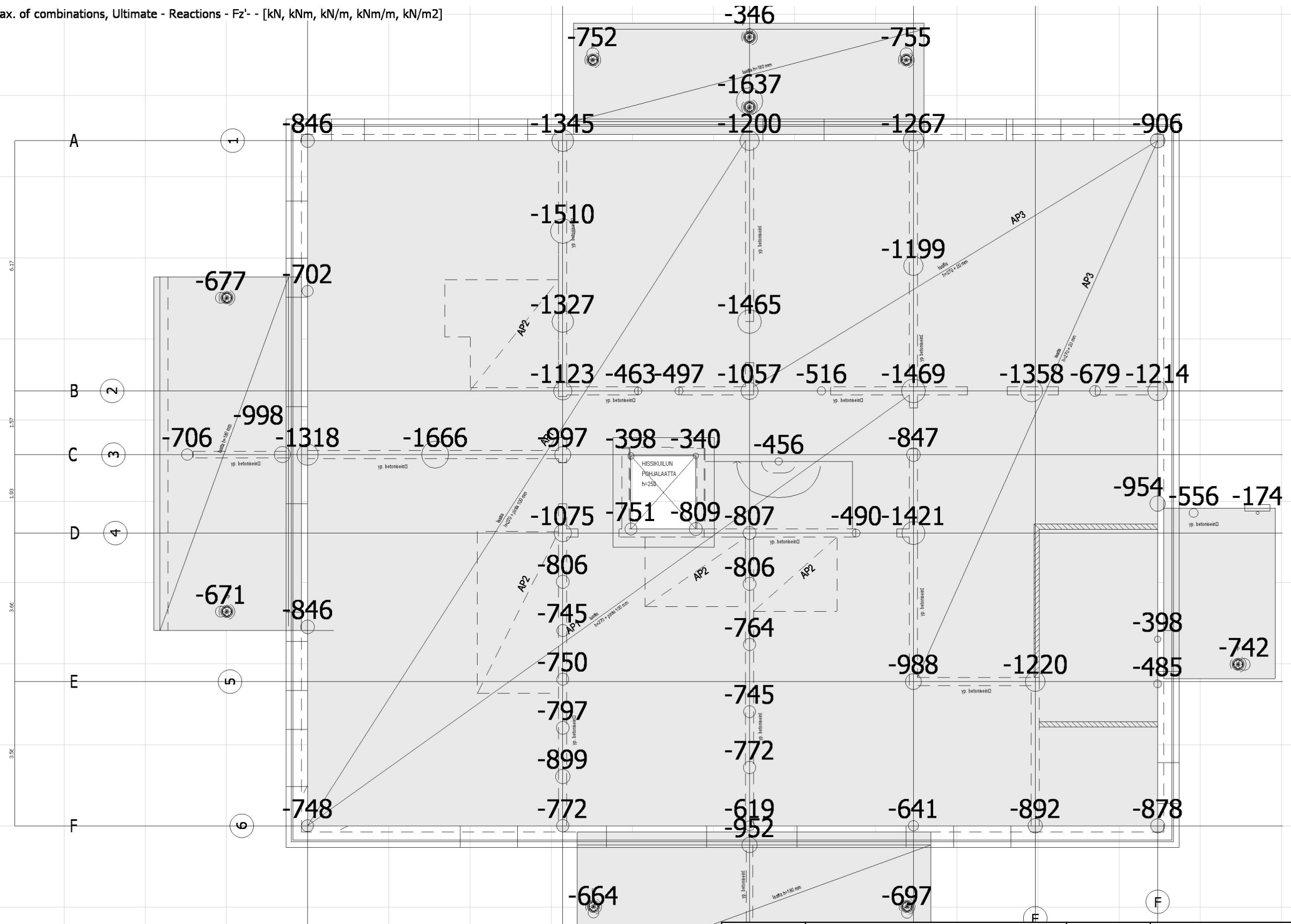
- TB300b, numerot 1...84
- pituus yli 5m
- Rd = 874 kN, 84 kpl
- Paalukärjet: GEO suunnittelijan mukaan



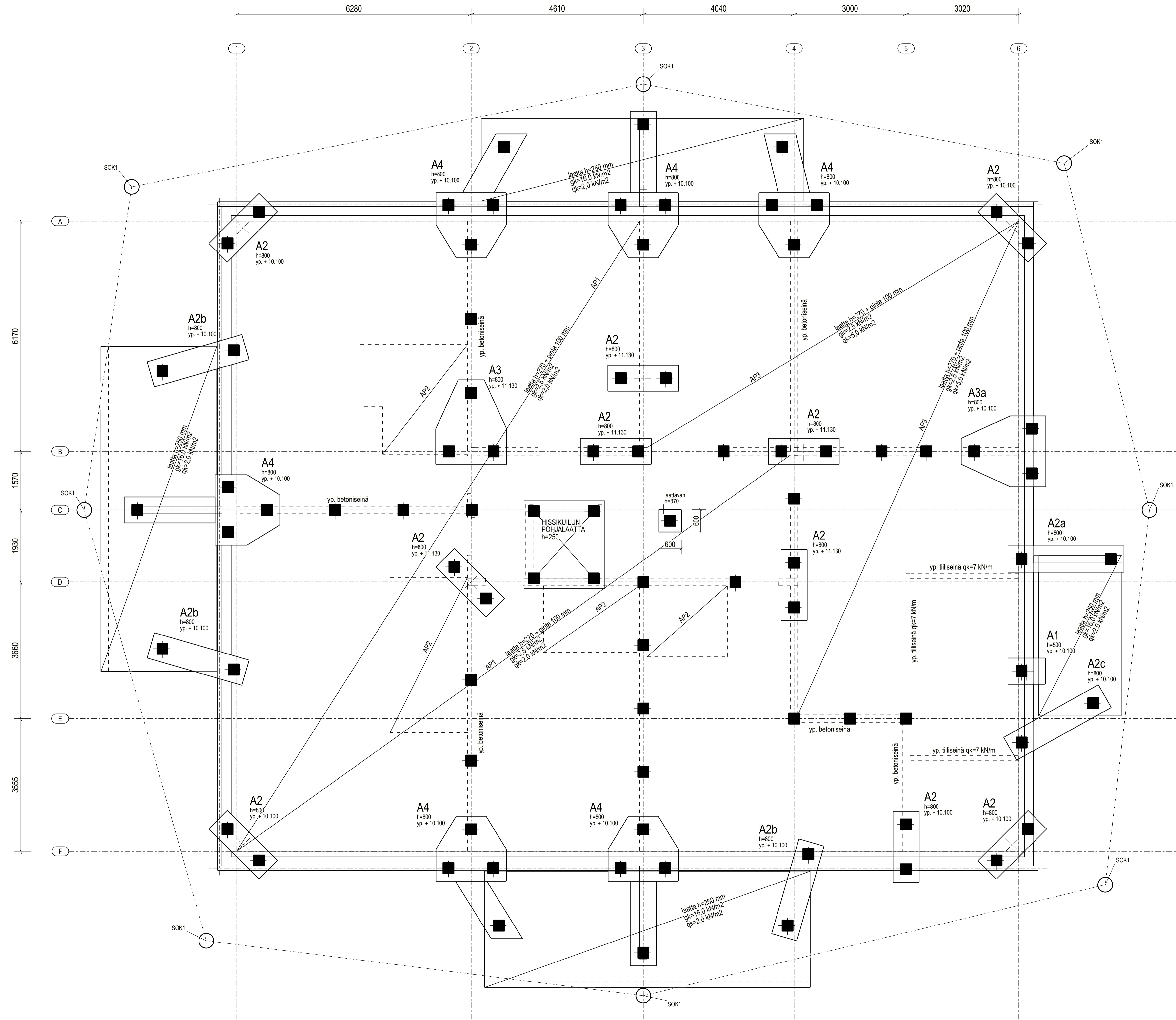
LASKENTAA VARTEN

Kaup./osa/Kylä 5.KESKUSTA	Korttel/Tila 5282	Tontti/Rno 1	Viranomaisen merkintä
Pyyhke rakennustunnus	N2000	Korkaus- ja koord. järjestelmä	
Rakennusvaihe	UUDISRAKENNUS	Piirustaja	RAK
Rakennuskohteen nimi ja osoite	ASUNTO OY KARTANONPIHA ASUINRAKENNUS KARTANONTIE 7B, 20780 KAARINA	Piirustuksen sisältö	PAALUKARTTA
Suunnittelija	SVAL	Tarkastaja	MHON
Piirtäjä	SVAL	Yhteystiedot	Lassi Kuokkanen, INS AMK
Suunnittelu		Tiedostointi	
		Päiväys	15.03.2019
		Tiedosto	TS
		Suunn.ala	
		Työnumero	RAK L19182
		Piir.no	RAK-3001
		Muutos	
		029 005 9201 www.sitowise.com	

Eurocode (NA: Finnish) code: Max. of combinations, Ultimate - Reactions - Fz' - [kN, kNm, kN/m, kNm/m, kN/m2]



Project		Scale	1 : 100
Description		File name	kuormien laskenta.str
Designer		Date/Time	03/21/19 09:28:48
Signature		Comments	



Betonirakenteet

Rakennusosa	Lujuusluokka	Rasitusluokka	Suojabetoni	Betoniteräs	Max raekoko #
Anturat, hissiikulisyvennykset	C30/37	XC 2	35 mm	A500HW/ B500B	32
Alapohja	C25/30	XC 1	20 mm	A500HW/ B500B	32
Sokkeli-, pieliementit	C35/45	XC4, XF1	35 mm	A500HW/ B500B	16

Betonirakenteiden toleranssit BY 65 mukaan
 Terästen sallittu mittapoikkeama yleensä 10 mm
 Rakenteiden palonkestoalka yleensä R60, irtaimistovarastoissa R120
 Anturoiden yläpinnassa kapillaarikatko

Salaojat: TUPLA 110 SN8, minimi kaltevuus 5 ‰
 Salaojat rakennuksen alla: TUPLA 110 SN8, kalt. 8 ‰
 Salaojan ympärillä salaojatoraa vähintään 100 mm, yläpuolella kuitenkin vähintään 200 mm

- SOK1 Salaojan tarkastuskaivo 315 Sakkapesä 300 mm
- SVK Sadevesikaivo LV-suunn. mukaan
- PVK Salaojen kokoojakaivo LV-suunn. mukaan
- Salaojaputki

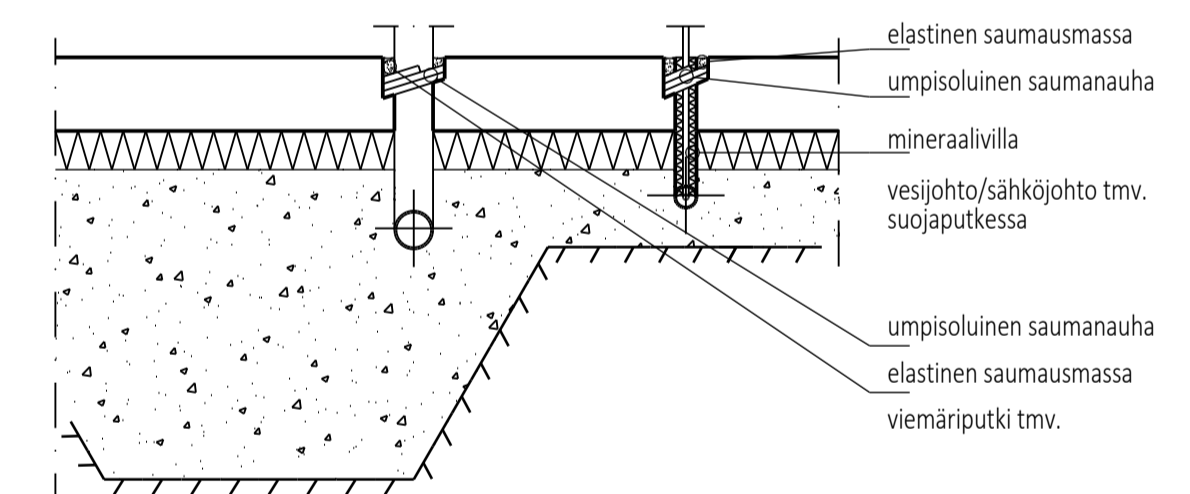
Salaojat ja kaivot rakennetaan RIL 126-2009 mukaan
 RIL 107-2012

Minimi peitesyvyys 700 mm sokkellinjalla rautasuojan alla
 Salaojat on lämpöeristettävä, mikäli peitesyvyys on muualla alle 1200 mm

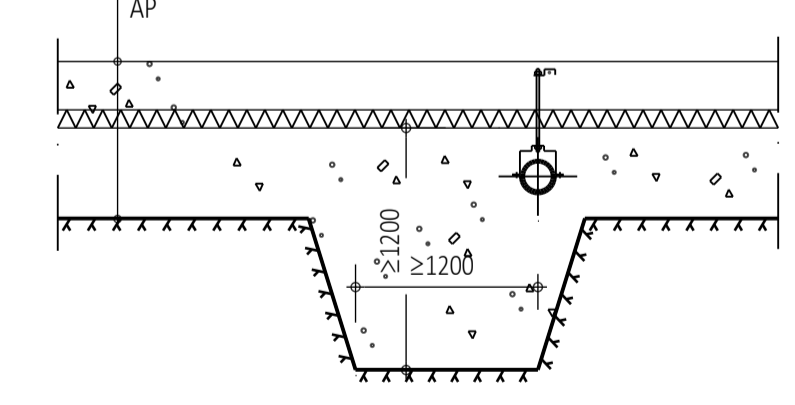
= perusvesikaivosta lähtevän putken pohjan korko

= lähtevän salaojaputken vesijuoksu korkeusasema

Alapohjan lävistävien putkien tiivistäminen RT-kortin 81-11099 mukaan

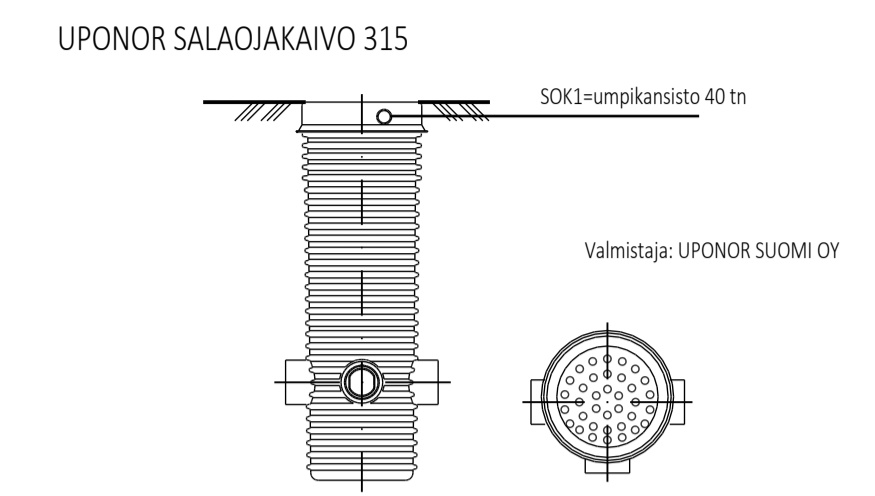


Alapohjalaatan alapuoliset viemärijohdot:



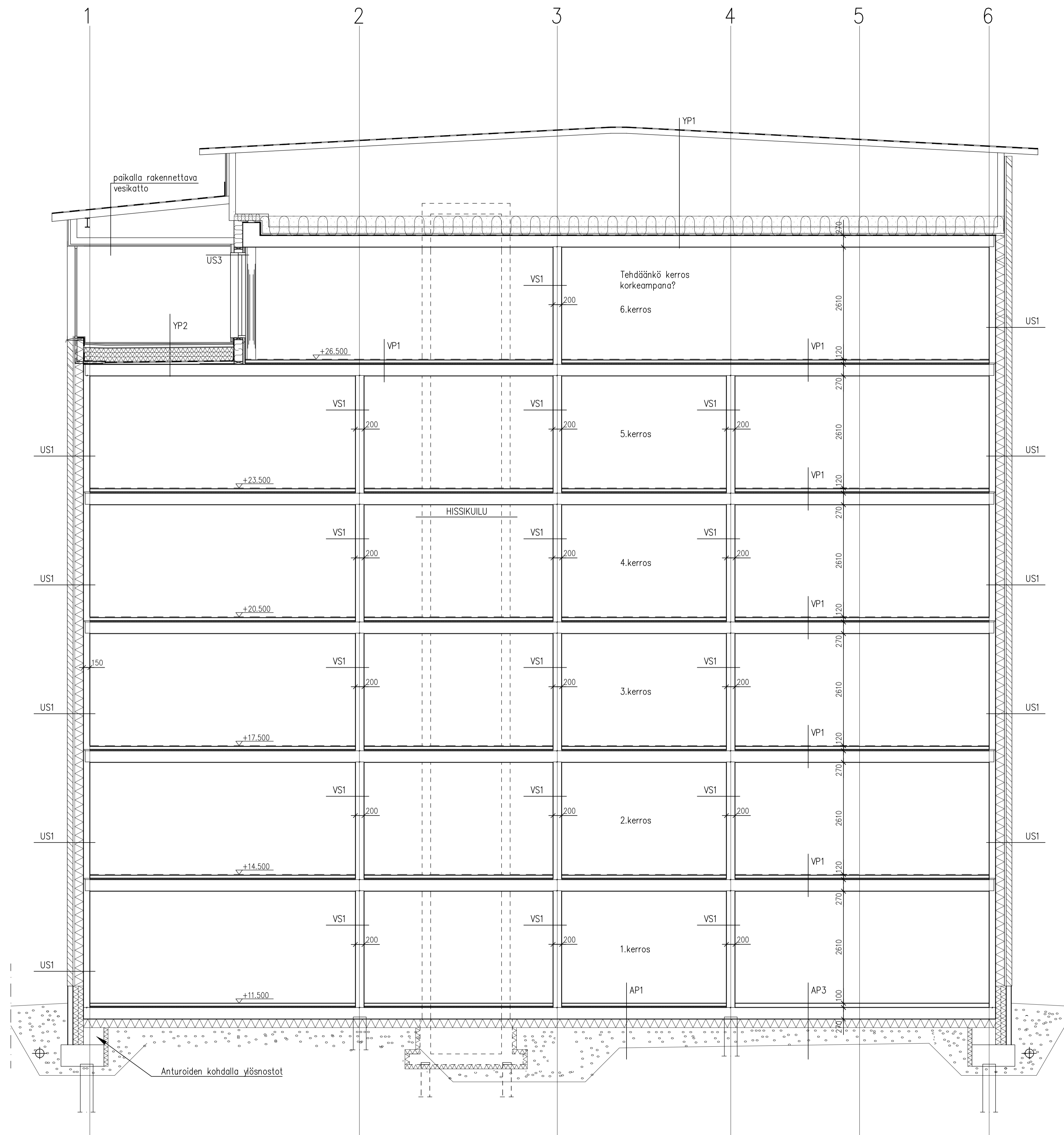
- tuenta ja asennus vesi- ja viemäripiirustusten mukaan
- viemäriinjojen kohdille soratäyttö max. raekoko 65 mm tarvittaessa imetään koneellisesti ulkokautta pois ja suoritetaan viemäriin korjaus
- viemäriputket ripustetaan alapohjaan

SOK-Salaojakaivo

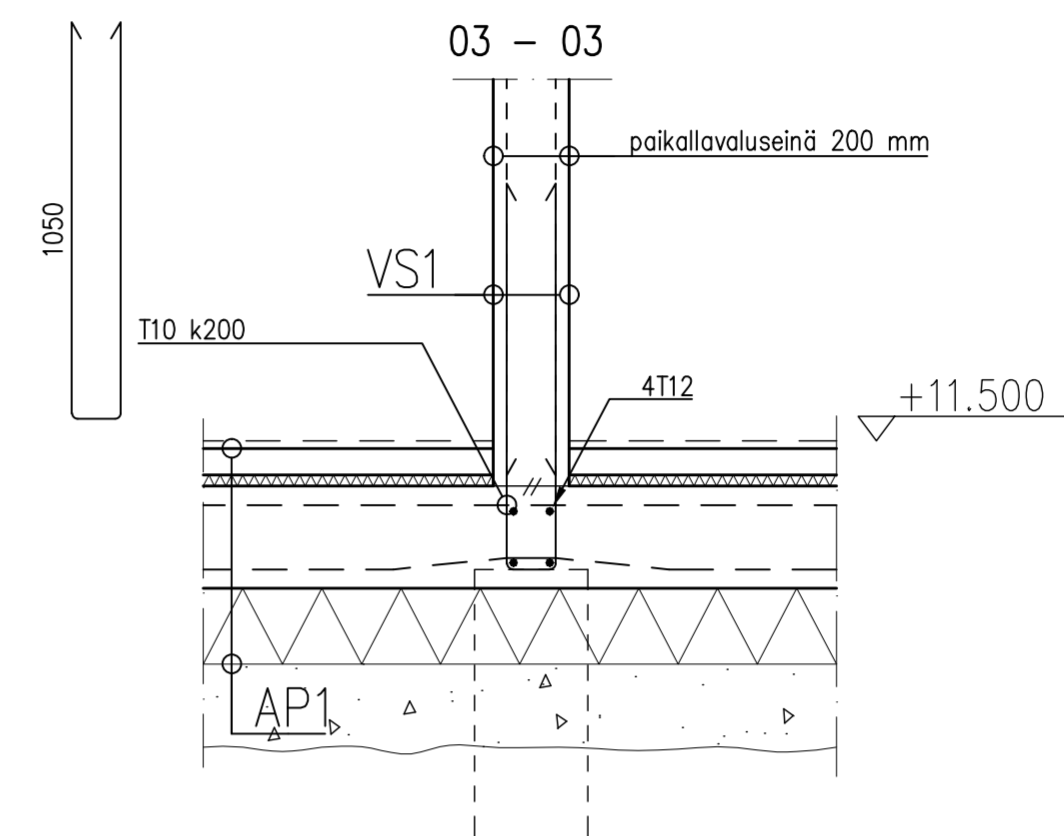
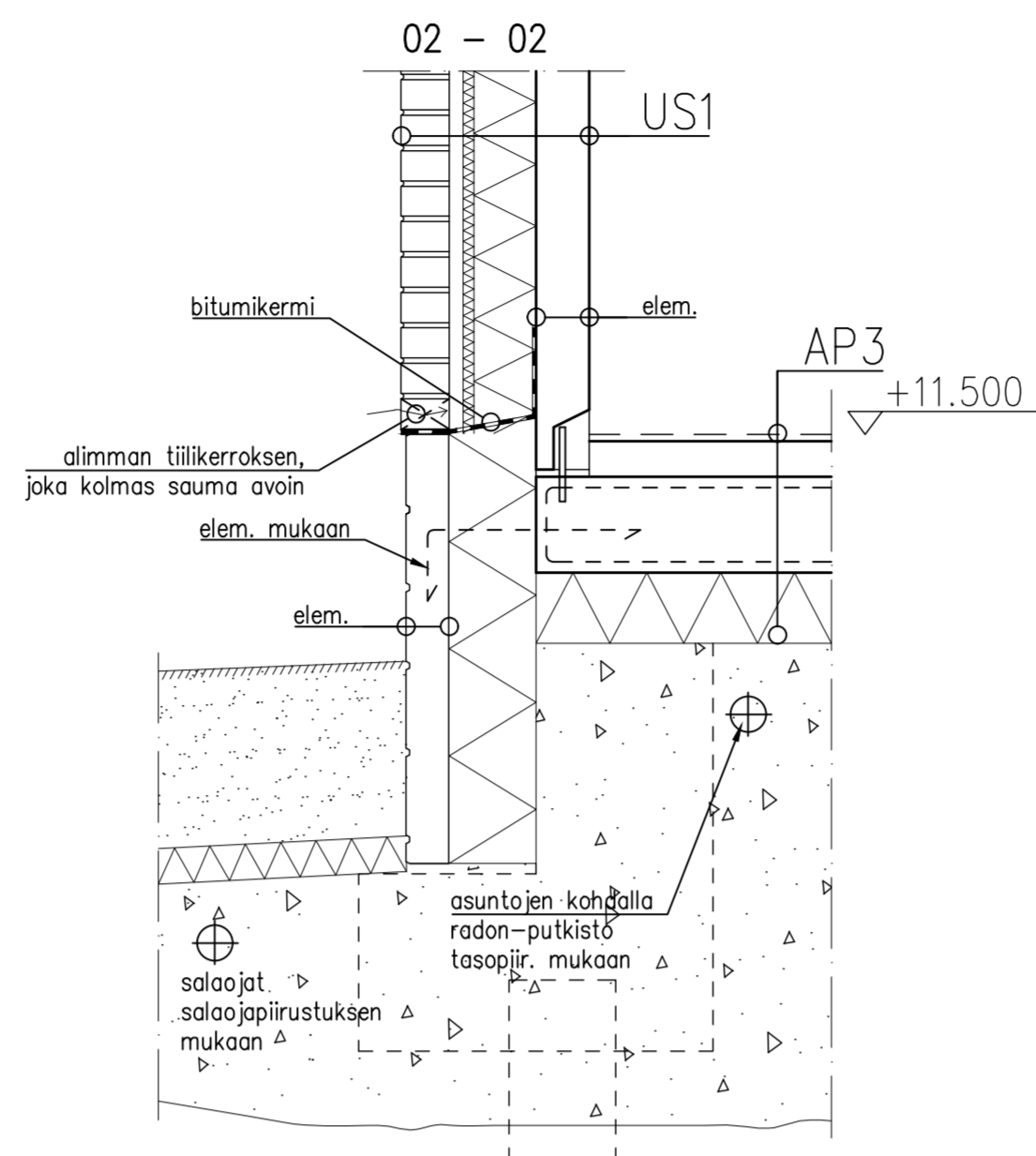
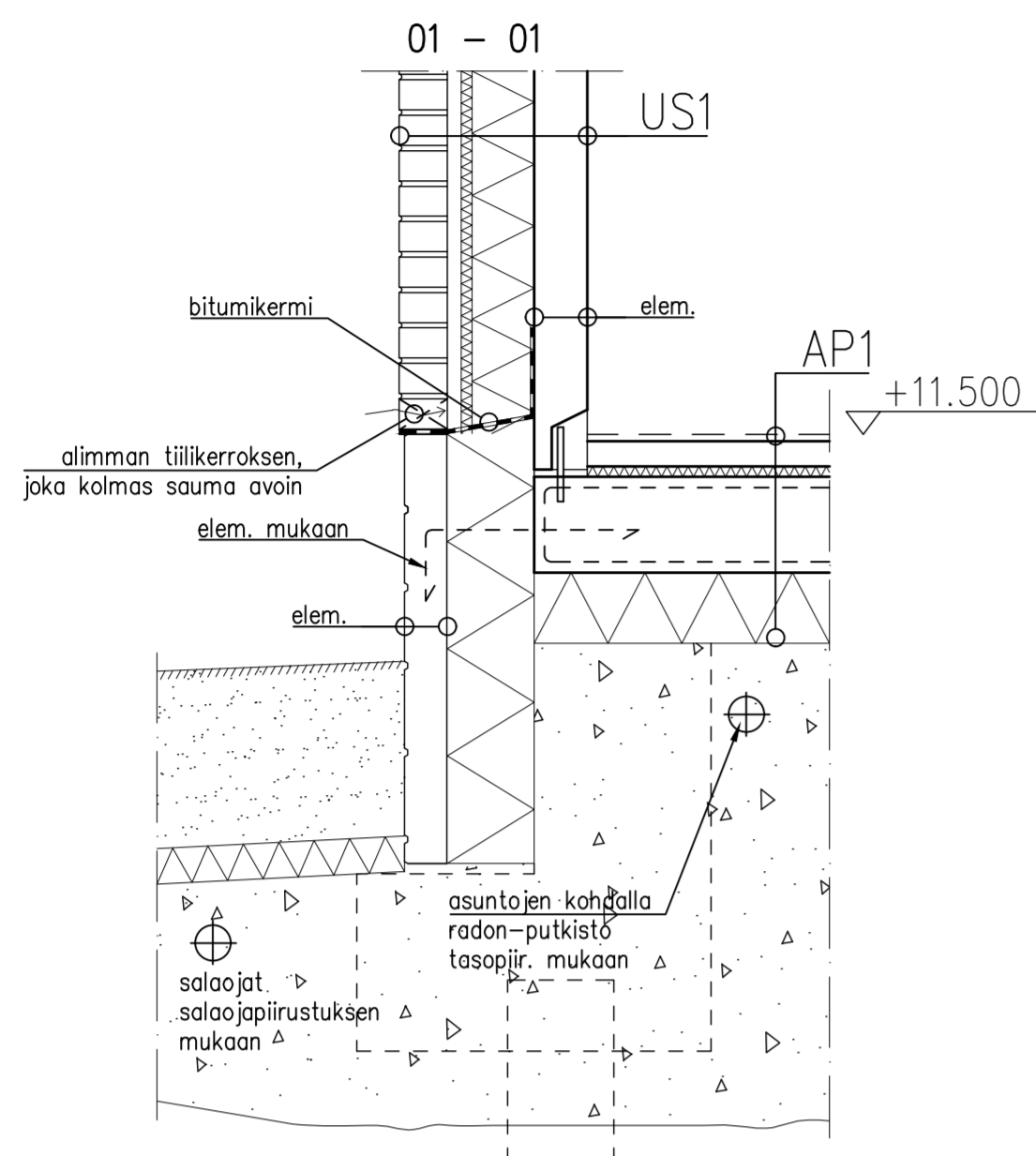


LASKENTAA VARTEN

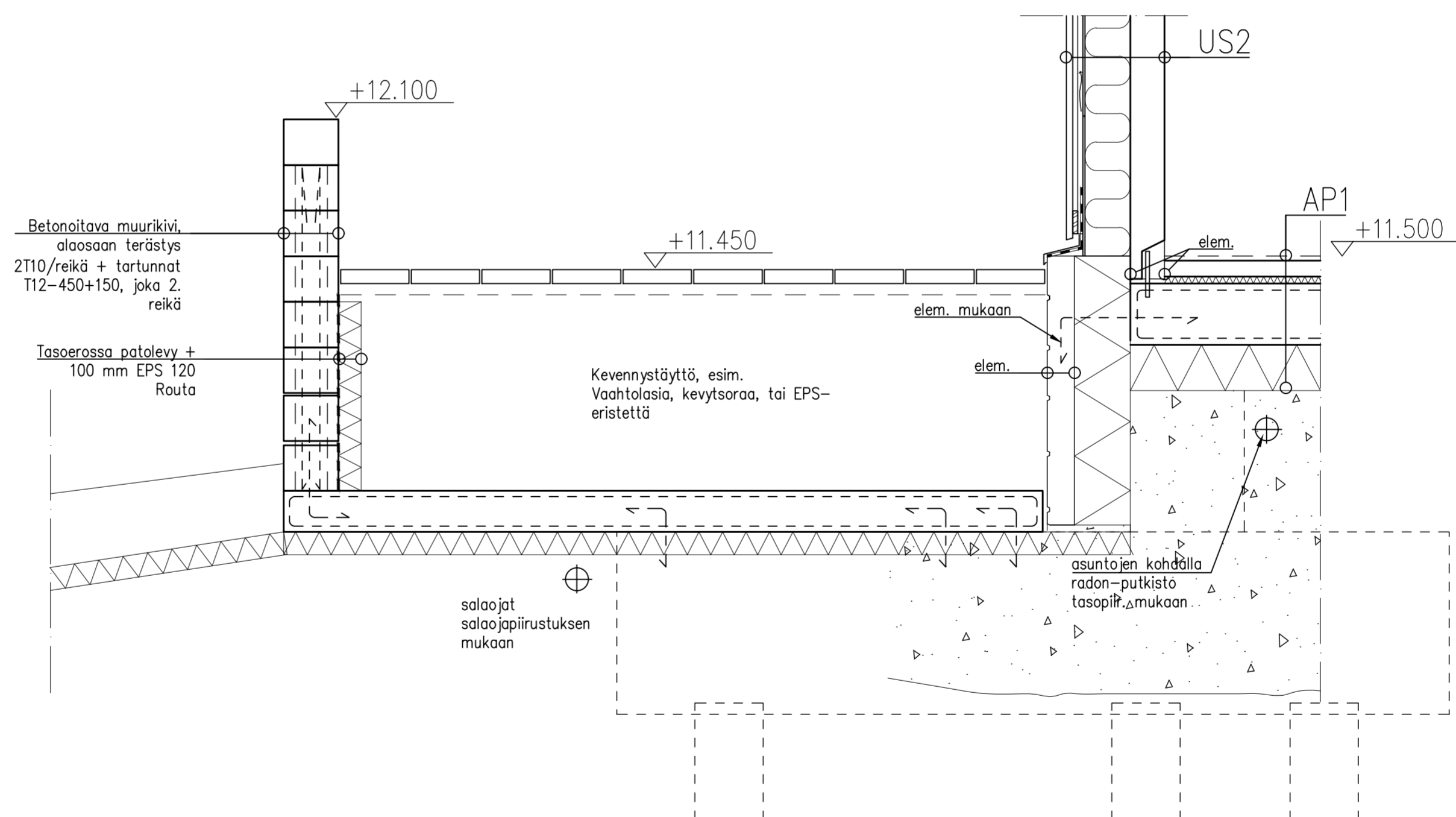
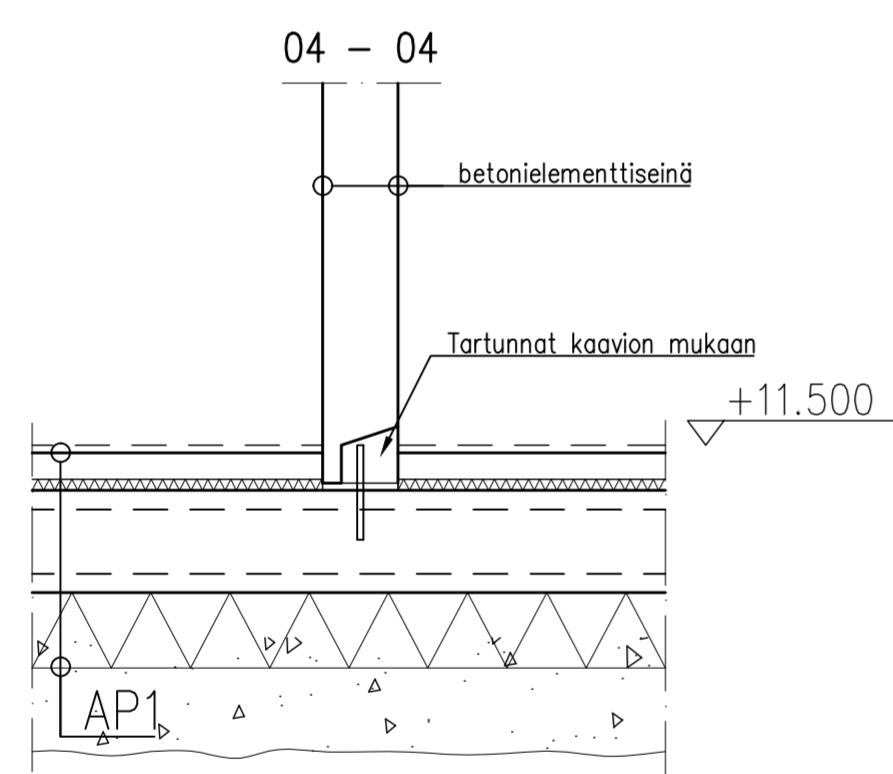
Kaupunki	Korttelin/tila	Tuottila	Veronumeron merkintä
5.KESKUSTA	5282	1	
Projektin rakennusvaihe	N2000		Kortteeri- ja koord. järjestelmä
Rakennusvaihe	RAK		Projektin nimi
Rakennuskohde	ASUNTO OY KARTANONPIIHA ASUINRAKENNUS		Projektin vaihe
	KARTANONTIE 7B, 20780 KAARINA		1. KERROKSEN LATTIAN TASOPIIRUSTUS
			Mittakaava
			1:50
Suunnittaja	SITOWISE	Työnumero	RAK L19182
Yhteyshenkilö	MHON	Proj. no	RAK-3002
Yhteyshenkilön puhelin	029 005 9201		
Yhteyshenkilön sähköposti	www.sitowise.com		
Yhteyshenkilön osoite			
Yhteyshenkilön työnro			
Yhteyshenkilön pöytäkirja			
Yhteyshenkilön päivä	15.03.2019		



Korttelit/tila		Korttelit/tila		Korttelit/tila	
5.KESKUSTA		5282		1	
Viranomaisen merkintä		Korkeus- ja koord. järjestelmä		No	
Pyyhkeiden rakennus		N2000		No	
Uudisrakennus		RAK		No	
ASUNTO OY KARTANONPIHA		RAKENNELIKAUS 1 - 1		1:50	
KARTANONTIE 7 B					
20780 KAARINA					
SITOWISE		VAIHD. P. www.sitowise.com		Suom. al. Työnumero	
Matti Honka-Hallila, INS.AMK		RAK		L19182	
Lassi Kuokkanen, INS. AMK		RAK-3101		Muuks.	
15.03.2019		RAK-3101_Rakenneliikkauk 1-1.dwg			



05 - 05



Kaup.osa/Kylä 5.KESKUSTA	Kortteli/Tila 5282	Tontti/Rno 1	Vranomaisen merkintöjä			
Pysyvä rakennustunnus			Korkeus- ja koord. järjestelmä N2000			
Rakennustoimenne UUDISRAKENNUS			Piirustustyyppi RAK			
Rakennuskohteen nimi ja osoite ASUNTO OY KARTANONPIHA KARTANONTIE 7 B 20780 KAARINA			Piirustuksen sisältö PERUSTUSLEIKKAUKSET			
Suunnittelija Matti Honka-Hallila, INS.AMK			Suunn.ala RAK		Työnumero L19182	Piir.no RAK-3102
Tarkastaja Lassi Kuokkanen, INS. AMK			Tiedostojänti 02\Kiviteh\Kartanontie 7, Kaarina, P14B\2019, Rakennus ja elementtisuunnitelma\2019_rakennus ja elementtisuunnitelma\03 RAK03		Mittakaava 1:20	
Pirttäjä VAUR			Päiväys 15.03.2019		Tiedosto RAK-3102_Perustusleikkaukset 01-01...06-06.dwg	