

# **Suunnitteluprosessi kerrostalon paalu- ja perustussuunnittelusta**

## Tiivistelmä

|  |  |                         |
|--|--|-------------------------|
| Tekijä<br>Lehtonen, Veera  | Julkaisun laji<br>Opinnäytetyö, AMK<br>Sivumäärä<br>37 | Valmistumisaika<br>2021 |
| Työn nimi<br><b>Suunnitteluprosessi kerrostalon paalu- ja perustussuunnittelusta</b>   |  |                         |
| Tutkinto<br>Insinööri (AMK)  |  |                         |
| Ohjaavan opettajan nimi, titteli ja organisaatio<br>Heikki Vehmas, lehtori, LAB-ammattikorkeakoulu   |  |                         |
| Toimeksiantajan nimi, titteli ja organisaatio<br>Matti Honka-Hallila, osastopäällikkö, Sitowise Oy   |  |                         |
| Tiivistelmä<br><p>Tässä opinnäytetyössä käsiteltiin kohteen anturoiden ja paalumäärien mitoittamisen vaiheita ja niiden mallinnusta Fem Design 18 ja Tekla Structures 2018 -ohjelmistoilla ja yhteistyöprosessia Microsoft Teams -alustalla. Opinnäytetyön päätarkoituksena oli tarkastella mahdollisia ongelmakohtia. Työ oli prosessin esittelyä, jossa näytettiin, miten perustuksiin liittyvät liitteet ja piirustukset tehtiin sekä käydä läpi, miten kommunikointi toimi ja miten sitä olisi voitu parantaa.</p> <p>Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli käydä läpi Pääskyvuorenrinteen paalutus, anturakuvien ja laskennan vaiheet, ja käydä läpi vaiheet kriittisellä pohdinnalla ja oppia FEM design 18 ohjelmaa. Kohteena oli kahden kerrostalon ja niiden yhteisen parkkihallin yhdistelmä Turun Pääskyvuorella. Kohteen rakennukset olivat kahdeksan ja kuusikerroksisia asuinkerrostaloja ja niiden yhteinen autohalli kellarikerroksessa ja sen tasolla.</p> <p>Työ tehtiin, jotta pystyttäisiin näkemään, mitä kannattaisi tehdä tämän kokoisen rakennusurakan alussa toisin ja muuttaa, jos siihen on tarve. Työssä arvioitiin myös työn laatua ja kommunikaatiota eri osapuolten välillä sekä tarkasteltiin, miten tiedon kulkua voisi nopeuttaa.</p> <p>Työssä käytettiin apuna rakennusalan kirjallisuutta, mallinnus ja laskentaohjelmia ja -pohjia. Työn tuloksena saatiin paalukartta, anturat ja perustuskuvat ja huomattiin kommunikoinnin olleen puutteellista osapuolten välillä. Työ on tehty Sitowise Oy:lle keväällä 2021 ja kohteen tilaajana toimii Pohjola Rakennus Oy.</p> |  |                         |
| Asiasanat<br>Maarakennusurakka, FEM design, Tekla Structures, Paaluanturat, Paalukartta, Perustuskuva, Microsoft Teams   |  |                         |

## Abstract

|   |                                    |                   |
|---|------------------------------------|-------------------|
| Author<br>Lehtonen, Veera   | Type of Publication<br>Thesis, UAS | Published<br>2021 |
|   | Number of Pages<br>37              |                   |
| Title of Publication<br><b>The design process for the pile and foundation design of an apartment building</b>   |                                    |                   |
| Name of Degree<br>Civil and Construction Engineering  |                                    |                   |
| Name, title and organization of the supervising teacher<br>Heikki Vehmas, Lecturer, Civil and Construction Engineering  |                                    |                   |
| Name, title and organization of the client<br>Matti Honka-Hallila, Department Head, Sitowise Oy   |                                    |                   |
| Abstract<br><p>The purpose of this thesis was to go through the process of making the 3D modeling, pile foundations and footings to a building complex consisting of two apartment houses and their shared parking hall and to examine the communication between the related parties. The main softwares used during the process are Tekla Structures 2018, Fem Design 18, and Microsoft Teams.</p> <p>Through the process of this thesis: the pile foundations, foundation drawings, communication, and calculations of Pääskylvuorenrinne were critically taken into consideration. This process was made to gather information on how to make the progress faster and easier to redo on other similarly sized apartment complexes.</p> <p>The end results of this thesis were the completed foundation drawings, and the conclusion of the communication was that the parties did not communicate with each other or didn't use the given tools well enough.</p> <p>The work was commissioned by Sitowise Oy</p> |                                    |                   |
| Keywords<br>Foundations, FEM design, Tekla Structures, Pile foundation, Pile map, Microsoft Teams   |                                    |                   |

## Sisällys

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 1     | Johdanto.....                                  | 3  |
| 2     | Lähtötiedot.....                               | 4  |
| 2.1   | Kerrostalot A ja B.....                        | 4  |
| 2.2   | Kuormat.....                                   | 5  |
| 2.2.1 | Pysyvät ja muuttuvat tasokuormat .....         | 5  |
| 2.2.2 | Lumikuormat.....                               | 6  |
| 2.2.3 | Tuulikuormat.....                              | 7  |
| 2.2.4 | Lisävaakavoimat.....                           | 8  |
| 3     | FEM design Structures .....                    | 9  |
| 3.1   | FEM design .....                               | 9  |
| 3.2   | Mallintaminen .....                            | 9  |
| 3.3   | Laskenta.....                                  | 9  |
| 4     | Anturakuvat .....                              | 15 |
| 4.1   | Lähtötiedot.....                               | 15 |
| 4.1.1 | Betonirakenteiden rasitusluokat.....           | 15 |
|       | Taulukko 3. Rasitusluokat (mukaihen BY89)..... | 16 |
| 4.1.2 | Raudoitus .....                                | 16 |
| 4.2   | Laskenta.....                                  | 17 |
| 4.3   | AutoCAD kuvat.....                             | 17 |
| 4.4   | Mallinnus .....                                | 19 |
| 5     | Paalukartta .....                              | 21 |
| 5.1   | Paalukartan lähtötiedot.....                   | 21 |
| 5.2   | Paalukartta .....                              | 23 |
| 6     | Perustus kuvat.....                            | 25 |
| 6.1   | Mallinnus .....                                | 25 |
| 6.2   | Perustus kuvat.....                            | 25 |
| 7     | Kommunikointi .....                            | 27 |
| 7.1   | Johdanto.....                                  | 27 |
| 7.2   | Microsoft Teams .....                          | 27 |
| 7.3   | Kokoukset.....                                 | 28 |
| 7.4   | Projektityökaluna .....                        | 28 |
| 7.5   | Kanavat .....                                  | 29 |
| 7.6   | Planner ja aikataulut .....                    | 30 |
| 8     | Yhteenveto ja päätelmät .....                  | 31 |
|       | Lähteet .....                                  | 33 |

## Liitteet

Liite 1. Tuulesta johtuvan luomikuorman muotokerroin

Liite 2. Paalukartta

Liite 3. Perustuskuva A-talo ja perustuskuva B-talo

## 1 Johdanto

Tässä opinnäytetyössä käsitellään kohteen anturoiden ja paalumäärien mitoittamisen vaiheita, laskentaa ja mallinnusta Fem Design 18 ja Tekla Structures 18 -ohjelmistoilla sekä yhteistyöprosessia Microsoft Teams -alustalla.

Aluksi työssä käydään läpi Pääskytuorenrinteen talojen lähtötiedot ja ohjelmat. Ensin kerrotaan talojen tiedot ja prosessin aloitus, minkä jälkeen käydään läpi ohjelmat ja miten niitä käytetään kohteessa. Aloituksen jälkeen päästään paalutukseen, anturakuviin ja laskentaan, niiden lähtötietoihin ja toteuttamiseen, joiden mukaan kohteen mallintaminen ja piirustukset on tehty. Työn loppupuolella läpikäydään kommunikaation toimivuutta eri osapuolten välillä ja annetaan esimerkkejä sen parantamiseksi. Tämän jälkeen arvioidaan työn laadullista onnistumista.

Kohteena oleva Pääskytuorenrinne Oy on Sitowise Oy:n suunniteltavaksi saatu kahden kerrostalon ja parkkihallin yhdistelmä, jossa on yhteensä 94 asuntoa ja 57 autopaikkaa. Kohde tulee sijaitsemaan Pääskysillankatu 8:ssa Turun Pääskytuoressä. Kohteen rakennukset ovat kahdeksan- ja kuusikerroksisia asuinkerrostaloja, joiden yhteinen autohalli sijaitsee kellarikerrosten tasolla.



Kuva 1. Arkkitehdin IFC -malli kohteen havainnollistamiseksi.

## 2 Lähtötiedot

### 2.1 Kerrostalot A ja B

Kohteen asuntoyhtiö Pääskylvuorenrinteen talo A koostuu 49 asunnosta ja talo B 45 asunnosta. Rakennuksessa A on 6 asuinkerrosta sekä kellarikerroksessa yleisiä tiloja ja autohallia. Rakennuksessa B on 8 asuinkerrosta sekä kellarikerroksessa yleisiä tiloja. Autopaikat sijaitsevat talon yhteydessä yhteisessä puolilämpimässä autohallissa. Yhtiö sijaitsee vuokratontilla, joka on lunastettavissa taloyhtiölle Turun kaupungilta.

Perustukset tehdään kantavaan pohjaan pohjatutkimuksen mukaisesti teräsbetonipaaluilla. Alapohjana on paikallavalettu laatta. Välipohjien kantavana rakenteena on ontelolaatat. Ulkoseinät ovat betonielementtejä, joissa on paikalla muurattu julkisivu. Kylpyhuoneet ovat tehdasolosuhteissa valmistettuja elementtejä. Osa talo A:n kellarikerroksesta on yhteistä autohallia.

Talo A on pinta-alaltaan 2375 kem<sup>2</sup> ja kokonaiskorkeudeltaan 22,1 m maanpinnasta. Talo B on pinta-alaltaan 2481 kem<sup>2</sup> ja kokonaiskorkeudeltaan 28,4 m maanpinnasta.

Talo A:n lämmönjakojärjestelmänä on termostaatein ohjattava vesikiertoinen patterilämmitys, joka on liitetty kaukolämpöverkostoon. Talo B:n lämmönjakojärjestelmänä on termostaatein ohjattava vesikiertoinen lattialämmitys, joka on liitetty kaukolämpöverkostoon.

Kortteliin rakentuu kahden yhtiön yhteinen autohalli. A Asuntoyhtiölle on varattu 28 kpl autopaikkoja ja B asuntoyhtiölle 29kpl. Autopaikat myydään erillisinä osakkeina ja varustetaan lämmitystolpilla.

Tontille rakennetaan kahden yhtiön yhteinen väestönsuoja. Kellarikerroksessa sijaitsee autohallin lisäksi huoneistokohtaiset lämpimät irtaimistovarastot (1 kpl / asunto), 2 kpl erikseen myytäviä autopaikkakohtaisia osakevarastoja, ulkoiluvälinevarasto, kuivaushuone, lastenvaunuvarasto sekä tekniset tilat. Sisäpihalle rakennetaan yhtiön oma polkupyörä- / talovarasasto.

Perustukset tehdään kantavaan pohjaan pohjatutkimuksen mukaisesti teräsbetonipaaluilla.

Alapohja on paikallavalettu laatta rakennesuunnitelmien mukaisesti. Välipohjien kantavana rakenteena on ontelolaatta. Ulkoseinät ovat betonielementtejä, joissa on paikalla muurattu julkisivu. Kylpyhuoneet ovat tehdasolosuhteissa valmistettuja elementtejä.

## 2.2 Kuormat

Kuormien lähtötiedot saadaan lähtökohtaisesti Eurokoodi EC 1 -ohjeesta ja Rakennusinsinööriliiton Suunnittelun perusteet ja kuormat -kirjasta, soveltaen niitä kohteen tarpeisiin. Kuormista kerätään lähtökuormat ja lasketaan väliarvot, kohteen sijainnin ja siihen vaikuttavien olosuhteiden mukaan.

### 2.2.1 Pysyvät ja muuttuvat tasokuormat

Pysyviin kuormiin luokitellaan rakenteiden ja kiinteiden laitteiden omat painot sekä kutistumista ja epätasaisista painumista aiheutuvat välilliset kuormat. Rakenteiden omat painot saadaan nimellismittojen ja tilavuuspainojen ominaisarvojen avulla. Nimellismittoina tullaan käyttämään piirustuksissa annettuja arvoja. (Suunnitteluperusteet ja rakenteiden kuormat: RIL 201-1-2017, 29, 63.)

|                                  |                                  |
|----------------------------------|----------------------------------|
| - Pintarakenne asunnoissa        | $g_k = 1,5 \text{ kN/m}^2$       |
| - Pintarakenne pihakannella      | $g_k = 5,0 \text{ kN/m}^2$       |
| - Ontelolaatasto 400, saumattuna | $g_k = 5,0 \text{ kN/m}^2$       |
| - Ontelolaatasto 320, saumattuna | $g_k = 4,65 \text{ kN/m}^2$      |
| - Ontelolaatasto 265, saumattuna | $g_{Ek} = 3,8 \text{ kN/m}^2$    |
| - Massiivilaatta porrashuoneissa | $g_{Ek} = 7,5 \text{ kN/m}^2$    |
| - Kylpyhuone-elementit           | $g_k = 4,5 \text{ kN/m}^2$       |
| - Vesikaton pintarakenteet       | $g_{1, Ek} = 1,0 \text{ kN/m}^2$ |

Taulukko 1. Tasojen pysyvät kuormat pääosin. (mukailtu SFS-EN 1991-1-1)

Muuttuvat kuormat ovat hyötykuormia. Hyötykuormiksi lasketaan muun muassa huonekalut, ihmiset, ajoneuvot ja siirrettävät väliseinät. Hyötykuormat väli- ja yläpohjille on jaettu eri luokkiin rakennuksen tai tilan käyttötarkoituksen mukaan. Hyötykuorma otetaan huomioon sen epäedullisimman vaikutuksen aiheuttavassa paikassa. (Suunnitteluperusteet ja rakenteiden kuormat: RIL 201-1-2017, 64.) Kuormaluokka A tarkoittaa asuin- ja majoitustiloja ja kuormaluokka F liikennöintialueen luokkaa, kun ajoneuvon kokonaispaino on 30 kN tai alle. (SFS-EN 1991-1-1.)

|                                    |  |
|------------------------------------|--|
| - Asuntojen                        | $q_{Ek} = 2,0 \text{ kN/m}^2$ , kuormaluokka A           |
| - Varastotilat, VSS                | $q_{Ek} = 5,0 \text{ kN/m}^2$                            |
| - Portaat                          | $q_{Ek} = 2,0 \text{ kN/m}^2$ , kuormaluokka A           |
| - Parvekkeet                       | $q_{Ek} = 2,5 \text{ kN/m}^2$ , kuormaluokka A           |
| - Kaidekuorma parvekkeella         | $q_{Ek} = 2,0 \text{ kN/m}$ , kuormaluokka A             |
| - Autosuoja, $G_k < 30 \text{ kN}$ | $q_{Ek} = 2,5 \text{ kN/m}$ , kuormaluokka F             |
| - Pihakansi                        | $q_{Ek} = 10,0 \text{ kN/m}^2$                           |
| - Pihakansi, liikennekuorma        | $q_{Ek} = 90 \text{ kN}$ , akselikuorma liikennealueella |



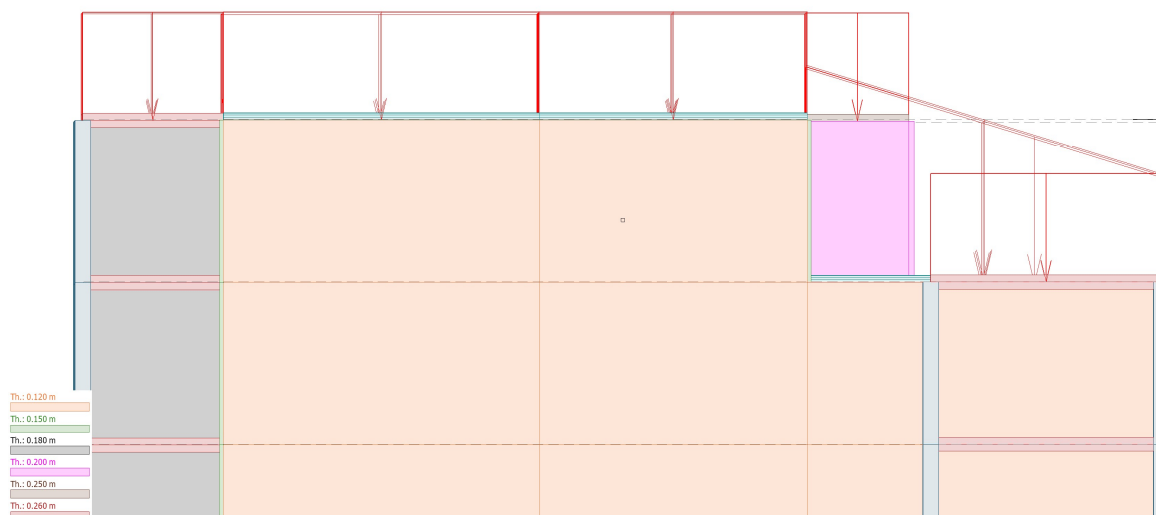
|             |                                |
|-------------|--------------------------------|
| - VSS paine | $q_{Ek} = 100 \text{ kN/m}^2$  |
| - VSS imu   | $q_{Ek} = 33,3 \text{ kN/m}^2$ |

Taulukko 2. Kuormaluokat ja hyötykuormien arvot on taulukoituina Eurokoodi 1 osan 1-1 Suomen kansallisessa liitteessä (mukailtu SFS-käsikirja 201 2011, 44 - 46).

### 2.2.2 Lumikuormat

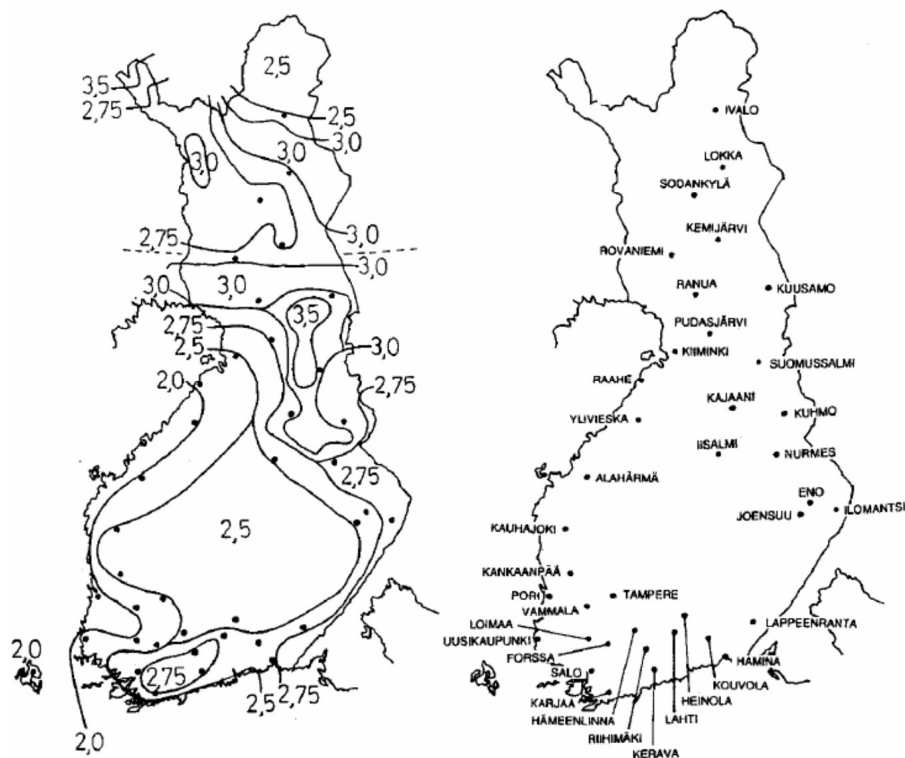
Lumikuorma on lumen painosta aiheutuva muuttuva kiinteä kuorma. Lumikuormaa määrittäessä tulee ottaa huomioon lumen kinostuminen eri tavoin katolle. Katon muoto ja sen lämpöominaisuudet tulee ottaa huomioon suunnittelussa. Myös vallitseva ilmasto tulee ottaa huomioon, koska esimerkiksi tuulisilla alueilla lumi voi kinostua johonkin tiettyyn paikkaan tuulen vaikutuksesta. (Suunnitteluperusteet ja rakenteiden kuormat: RIL 201-1-2017, 94.)

Vesikattojen tasoerojen lisälumikuormat lasketaan RIL 201-1-2017 5.3.6 mukaan ja lisätään FEM -laskentaan alla olevan kuvan mukaisesti. Tuulen aiheuttama kinostuva lumi lasketaan kummallekin rakennukselle erikseen käsin (liite 1).



Kuva 2. A-talon kinoslumikuorma 5. kerroksen katolla.

Maanpinnalla olevan lumen laskennallinen määrä otetaan Suunnittelun perusteet ja kuormat kirjassa olevien lumikuormakarttojen mukaan.



Kuva 3. Maanpinnan lumikuormien ominaisarvot (RIL 201-1-2017.)

Lumikuorman kuormituskaavioissa huomioidaan kinostunut ja kinostumaton lumi. Lumikuorma saadaan kaavasta  $s = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k$  (RIL 201-1-2017, 94.), missä  $\mu_i$  on lumikuorman muotokerroin = 0,8,  $s_k$  on maassa olevan lumikuorman ominaisarvo (Turku) = 2,50 kN/m<sup>2</sup>,  $C_e$  on tuulensuojaisuuskerroin 1,0 ja  $C_t$  on lämpökerroin 1,0. Tavallisesti kaava supistuu muotoon  $s = \mu_i \cdot s_k$ , kuten tässäkin tapauksessa ja lumikuormaksi  $s$  tulee  $0,8 \cdot 2,50 \text{ kN/m}^2 = 2,00 \text{ kN}$ .

### 2.2.3 Tuulikuormat

Tuulikuorma on tuulen paineesta aiheutuvaa kuormitusta rakenteen ulkopinnalle. Tuulikuorma vaikuttaa ulkopintojen huokoisuuden vuoksi myös välillisesti sisäpintoihin. Pinnan suunnassa tuuli voi aiheuttaa suuriakin kitkakuormia rakenteelle. Tuulikuorman arvona käytetään suurimpia tuulenpuuskia vastaavien voimien joukkoja tai paineita. (RIL 201-1-2017, 123.)

Kohteen maastoluokaksi valitaan maastoluokka II, sillä alueella ei ole pysyvää metsää ja rakennukset ovat kaukana toisistaan. Tuulenpaine on A talossa  $q_p(z) = 0,80 \text{ kN/m}^2$ , 22 metrin korkeudella. Tuulenpaine on B talossa  $q_p(z) = 0,84 \text{ kN/m}^2$ , 28 metrin korkeudella.

Rakennekerroin:  $c_s \cdot c_d = 1,0$  talojen ollessa matalampia kuin sivujensa mitat nelinkertaisina. (RIL 201-1-2017).

Tuulivoiman jakautuma korkeusaseman  $z$ :n mukaan voidaan laskea kaavalla:

$$F_w(z) = c_s c_d \cdot C_f \cdot q_p(z) \cdot b \quad (\text{Kaava 1.})$$

missä  $F_w(z)$  on tuulivoiman jakautuma korkeussuunnassa [kN/m],  $c_s c_d$  on rakennekerroin,  $C_f$  on voimakerroin,  $q_p(z)$  on maaston pinnanmuodon mukaan modifioitu nopeuspaine [kN/m<sup>2</sup>] ja  $b$  on rakennuksen leveys [m]. (SFS-EN 1991-1-4, kaava 5.3.).

Voimakertoimet:

- Talo A,  $C_f = 1,4$  rakennuksen poikkisuuntaan (RIL201-1-2017, kuva 5.2S)
- Talo A,  $C_f = 1,15$  rakennuksen pituussuuntaan (RIL201-1-2017, kuva 5.2S)
- Talo B,  $C_f = 1,32$  rakennuksen molempiin suuntiin (RIL201-1-2017, kuva 5.2S).

Sisäpuolisten paineiden kertoimet ovat -0,3 ja +0,2.

#### 2.2.4 Lisävaakavoimat

Rakennuksen vinoudesta, sijaintivirheistä sekä kuormien epäedullisista vaikutussuunnista johtuen rakennusrunkoon syntyy ylimääräisiä vaakavoimia, jotka on otettava huomioon mitoituksessa. Lisävaakavoima aiheuttaa leikkausrasitusta ja momenttia jäykisterakenteille. Lisävaakavoimasta syntyvät rasitukset ovat suurimmat alimman kerroksen jäykisterakenteilla, sillä kerrosten momentit kasaantuvat niille. (RIL 201-1- 2017, 123.)

### 3 FEM design Structures

#### 3.1 FEM design

FEM-Design 18 on rakennesuunnittelijoiden käyttöön tarkoitettu ohjelma, jonka laskenta perustuu FEM (Finite Element Method) -menetelmään eli laskennalliseen elementtimenetelmään. Elementtimenetelmässä rakennetta tarkastellaan jäykkyyismatriisin avulla, joka koostuu rakenteen eri osien, eli elementtien tunnetuista rakenteellisista ominaisuuksista. Jäykkyyismatriisin avulla saadaan laskettua elementtien välisten liitosten eli solmukohtiin kohdistuvat voimat ja muutokset. (Strusoft 2020).

FEM-Designilla mitoitetaan rakennusten osia ja rakennuksia eurokoodien mukaan. Ohjelma muodostuu kuudesta eri pohjasta: Plate, Wall, Plane Strain, 3D Frame, 3D Structure ja PreDesign (Strusoft 2020). Tässä opinnäytetyössä paalukuormien laskentaan käytetään näistä 3D Structurea, jotta saadaan koko talon kuormat tuotua perustuksille.

#### 3.2 Mallintaminen

Mallintaminen aloitetaan määrittämällä moduulit ja rakennuksen geometria arkkitehdin kuvien perusteella. Kantavat seinät sijoitetaan paikoilleen, jonka jälkeen voidaan piirtää laatan ääriviivat. Tämän jälkeen mallinnetaan laatan aukot sekä määritetään tuet. Tuet lisätään alimpien kerrosten seinien alaosiin, ilman kiertymäkomponenttia. Rakennuksen geometrian ollessa valmis, voidaan määritellä betonin materiaaliominaisuudet. Betonin lujuudeksi valitaan seinissä ja laatoissa C30/37 ja ontelolaatoissa C35/45.

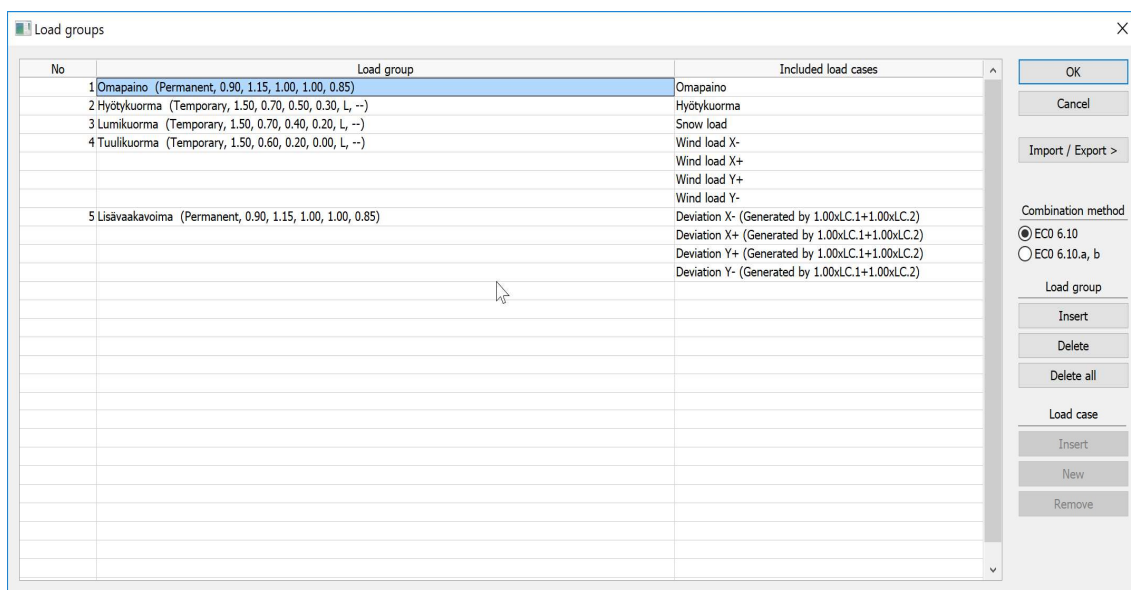
#### 3.3 Laskenta

Omien painojen laskemista yksinkertaistetaan jättämällä mallintaessa seinien julkisivumateriaalin ovi- ja ikkuna-aukot huomioimatta painoa vähentävänä tekijänä. Näin ollen FEM - Structures -ohjelmassa saadaan käytettyä samaa viivakuormitusta koko rakennuksen ulkoseinien osalta. Porrashuoneiden oviaukot kuitenkin mallinnetaan, jotta kuormat jakautuisivat oikein.

Rakennuskohteessa käytetään kahta julkisivuverhoustyyppiä. Parvekkeiden taustaseinissä käytetään lautaverhoilua, jonka mallintamishetkellä varaudutaan mahdolliseen muutokseen sandwich-elementiksi, ja julkisivuverhouksessa käytetään tiiltä. Seinien omia painoja laskettaessa käytetään vain tiiliverhoiltua rakennetyyppejä. Näin ollen seinien omat painot mitoitetaan hieman yläkanttiin ja samalla laskennan varmuutta lisätään sekä mahdollinen parvekkeen seinän muutos huomioidaan. Parvekeseinän mahdollisesti muuttuessa

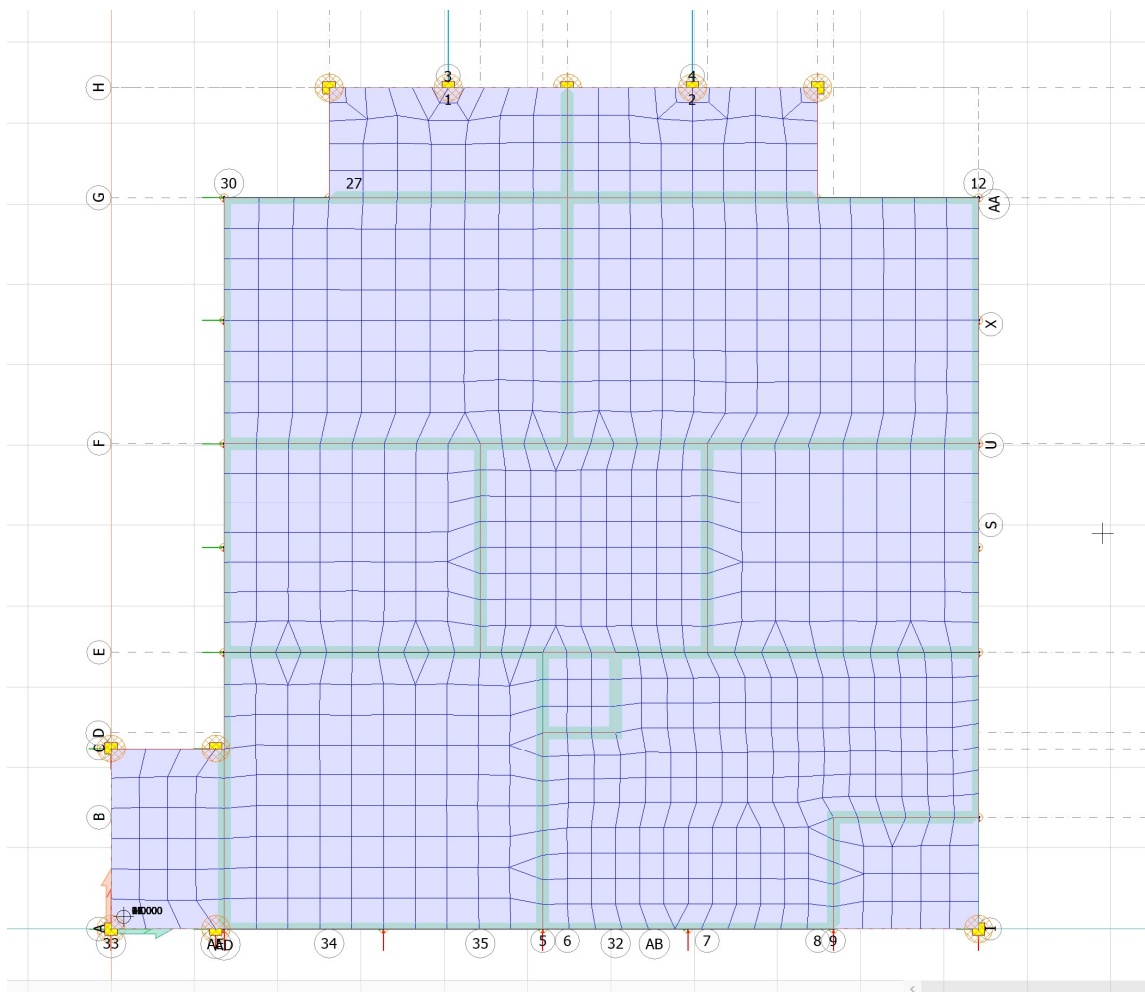
myöhemmin sandwich-elementiksi, laskenta tarvitsisi vain tarkastaa, muttei muutta, sillä varmuutta jäisi vielä jäljelle.

FEM-Designin Load groups toiminnolla luodaan eri kuormitustapauksille kertoimet kuormitusyhdistelmiä varten. Rakennus määritellään kuuluvaksi seuraamusluokkaan CC2, eli kertoimeksi KFI muodostuu 1. Yhdistelykertoimet Suomen kansallisen liitteen mukaisesti saadaan RIL-201-1-2017 Osa 1.1 taulukosta A1.1(FI).



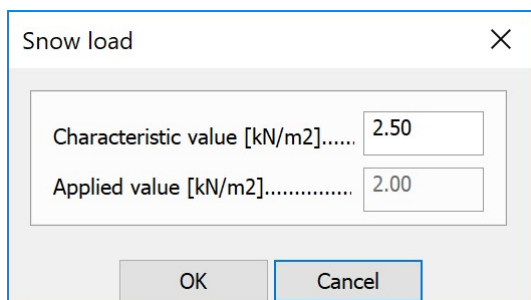
Kuva 4. Load groups eli kuormaluokat esitettynä FEM -ohjelmassa.

Laskentaa varten rakenteille määritellään niiden elementtiverkot. Elementtiverkolla tarkoitetaan solmupisteverkkoa, jonka mukaan FEM-Design laskee rakenteelle aiheutuvat rasitukset. FEM-Design luo elementtiverkon suurimmaksi osaksi automaattisesti laskentaa varten. Verkosta tehdään suurempi kuin automaattisesti luodusta laskennan nopeuttamiseksi ja helpottamiseksi.



Kuva 5. A-talon elementtiverkko FEM Design -ohjelmassa. Verkoista tehtiin mahdollisimman suuriaukkoinen nurkkiin keskittyvien solmupistekohtien välttämiseksi.

Kuormat kirjattiin lähtötietojen mukaisesti FEMiin ja tarkastetaan niiden oikeellisuus käsin-laskentana, jotta voidaan olla varmoja tulosten oikeista mittasuhteista ja tuplavarmistuksella vältetään näppäin- ja laskentavirheiden määrää.



Kuva 6. FEM design -ohjelmassa alueellinen maassa olevan lumikuorman arvo syötetään karakterisena arvona

Tuuli-, lumi- ja hyötykuormat, lisävaakavoimat ja omat painot lisätään FEM 3D Design malliin viiva- ja aluekuormina kuormitustapausten ja -luokkien kertoimien tarkistuksen, kuormalisäysten ja välilaskentojen jälkeen.

| No | Name  | Type              | Duration class (EN 1995 1-1) |
|----|---|-------------------|------------------------------|
| 1  | Omapaino  | +Struc. dead load | Permanent                    |
| 2  | Hyötykuorma                                     | Ordinary          | Permanent                    |
| 3  | Snow load                                       | Ordinary          | Short-term                   |
| 4  | Wind load X+                                    | Ordinary          | Short-term                   |
| 5  | Wind load X-                                    | Ordinary          | Short-term                   |
| 6  | Wind load Y+                                    | Ordinary          | Short-term                   |
| 7  | Wind load Y-                                    | Ordinary          | Short-term                   |
| 8  | Deviation X+ (Generated by 1.00xLC.1+1.00xLC.2) | Deviation         | Permanent                    |
| 9  | Deviation X- (Generated by 1.00xLC.1+1.00xLC.2) | Deviation         | Permanent                    |
| 10 | Deviation Y+ (Generated by 1.00xLC.1+1.00xLC.2) | Deviation         | Permanent                    |
| 11 | Deviation Y- (Generated by 1.00xLC.1+1.00xLC.2) | Deviation         | Permanent                    |

Kuva 7. Voimien kuormitustyyppi huomioituna laskennassa

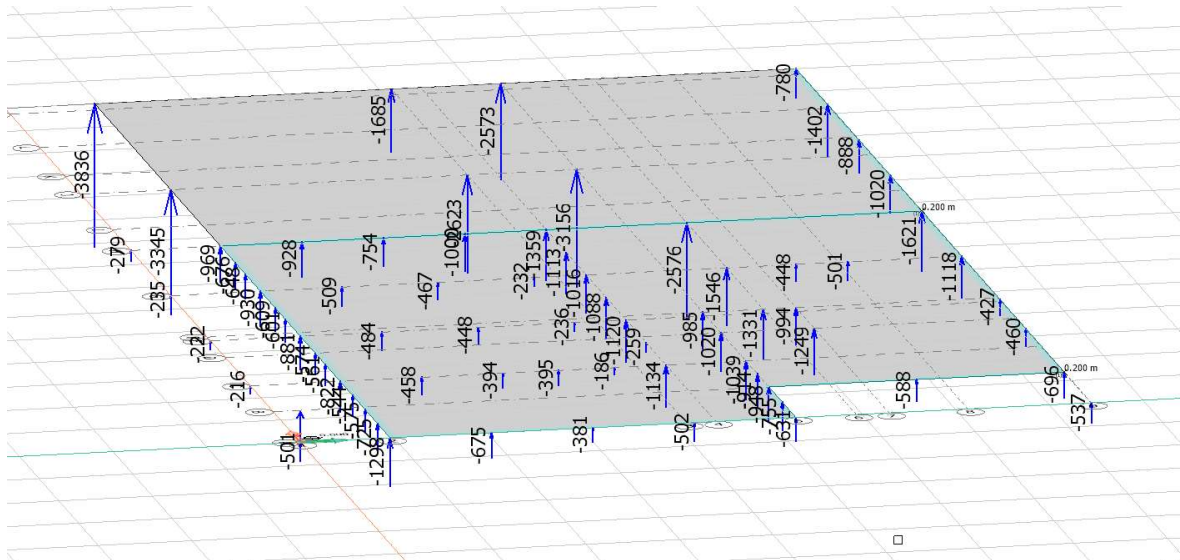
Kuormien, kuormitustyyppien ja kuormitustapausten perusteella FEM Design tuottaa useiden satojen yhdistelmien kuormitusyhdistelmätaulukon, jossa on kaikki mahdolliset yhdistelytapaukset. Ennen laskennan käynnistämistä niistä poistetaan epätodennäköisesti laskennan tuloksiin vaikuttavat kuormitusyhdistelmät. Kuormitusyhdistelmien määrää pienennetään ohjelman laskenta-ajan lyhentämiseksi. Vaihtoehtoisesti kuormitusyhdistelmät voidaan kirjoittaa käsin, mutta tällä kertaa laskenta luotiin ohjelman omien laskukaavojen mukaan, jotta mahdolliset käsinlaskennan virheet eivät pääsisi kertautumaan laskentamallin puolelle.

| No  | Name   | Type | Factor | Included load cases  |
|-----|--|------|--------|--|
| 1   | 1.15*Omapaino + 1.15*Deviation X- (Generated by 1.00xLC.1+1.00xLC.2)                         | U    |        | 1.15 Omapaino<br>1.15 Deviation X- (Generated by 1.00xLC.1+1.00xLC.2)  |
| 2   | 1.15*Omapaino + 1.15*Deviation X- (Generated by 1.00xLC.1+1.00xLC.2) + 1.50*Wind load X-     | U    |        | 1.15 Omapaino<br>1.15 Deviation X- (Generated by 1.00xLC.1+1.00xLC.2)<br>1.50 Wind load X-                                       |
| 3   | 1.15*Omapaino + 1.15*Deviation X- (Generated by 1.00xLC.1+1.00xLC.2) + 1.50*Wind load X+     | U    |        | 1.15 Omapaino<br>1.15 Deviation X- (Generated by 1.00xLC.1+1.00xLC.2)<br>1.50 Wind load X+                                       |
| 4   | 1.15*Omapaino + 1.15*Deviation X- (Generated by 1.00xLC.1+1.00xLC.2) + 1.50*Wind load Y+     | U    |        | 1.15 Omapaino<br>1.15 Deviation X- (Generated by 1.00xLC.1+1.00xLC.2)<br>1.50 Wind load Y+                                       |
| 5   | 1.15*Omapaino + 1.15*Deviation X- (Generated by 1.00xLC.1+1.00xLC.2) + 1.50*Wind load Y-     | U    |        | 1.15 Omapaino<br>1.15 Deviation X- (Generated by 1.00xLC.1+1.00xLC.2)<br>1.50 Wind load Y-                                       |
| 6   | 1.15*Omapaino + 1.15*Deviation X- (Generated by 1.00xLC.1+1.00xLC.2) + 1.50*Snow load        | U    |        | 1.15 Omapaino<br>1.15 Deviation X- (Generated by 1.00xLC.1+1.00xLC.2)<br>1.50 Snow load  |
| 7   | 1.15*Omapaino + 1.15*Deviation X- (Generated by 1.00xLC.1+1.00xLC.2) + 1.50*Snow load +      | U    |        | 1.15 Omapaino<br>1.15 Deviation X- (Generated by 1.00xLC.1+1.00xLC.2)<br>1.50 Snow load  |
| 8   | 1.15*Omapaino + 1.15*Deviation X- (Generated by 1.00xLC.1+1.00xLC.2) + 1.50*0.70*Snow load   | U    |        | 1.15 Omapaino<br>1.15 Deviation X- (Generated by 1.00xLC.1+1.00xLC.2)<br>1.05 Snow load<br>0.90 Wind load X-                     |
| 9   | 1.15*Omapaino + 1.15*Deviation X- (Generated by 1.00xLC.1+1.00xLC.2) + 1.50*Snow load +      | U    |        | 1.15 Omapaino<br>1.15 Deviation X- (Generated by 1.00xLC.1+1.00xLC.2)<br>1.50 Snow load<br>0.90 Wind load X+                     |
| 10  | 1.15*Omapaino + 1.15*Deviation X- (Generated by 1.00xLC.1+1.00xLC.2) + 1.50*0.70*Snow load   | U    |        | 1.15 Omapaino<br>1.15 Deviation X- (Generated by 1.00xLC.1+1.00xLC.2)<br>1.05 Snow load<br>1.50 Wind load X+                     |
| 11  | 1.15*Omapaino + 1.15*Deviation X- (Generated by 1.00xLC.1+1.00xLC.2) + 1.50*Snow load +      | U    |        | 1.15 Omapaino<br>1.15 Deviation X- (Generated by 1.00xLC.1+1.00xLC.2)<br>1.50 Snow load<br>0.90 Wind load Y+                     |
| 12  | 1.15*Omapaino + 1.15*Deviation X- (Generated by 1.00xLC.1+1.00xLC.2) + 1.50*0.70*Snow load   | U    |        | 1.15 Omapaino<br>1.15 Deviation X- (Generated by 1.00xLC.1+1.00xLC.2)<br>1.05 Snow load<br>1.50 Wind load Y+                     |
| 13  | 1.15*Omapaino + 1.15*Deviation X- (Generated by 1.00xLC.1+1.00xLC.2) + 1.50*Snow load +      | U    |        | 1.15 Omapaino<br>1.15 Deviation X- (Generated by 1.00xLC.1+1.00xLC.2)<br>1.50 Snow load<br>0.90 Wind load Y-                     |
| 14  | 1.15*Omapaino + 1.15*Deviation X- (Generated by 1.00xLC.1+1.00xLC.2) + 1.50*0.70*Snow load   | U    |        | 1.15 Omapaino<br>1.15 Deviation X- (Generated by 1.00xLC.1+1.00xLC.2)<br>1.05 Snow load<br>1.50 Wind load Y-                     |
| 143 | 1.15*Omapaino + 1.15*Deviation Y- (Generated by 1.00xLC.1+1.00xLC.2) + 1.50*Hyötykuorma      | U    |        | 1.15 Omapaino<br>1.15 Deviation Y- (Generated by 1.00xLC.1+1.00xLC.2)<br>1.50 Hyötykuorma<br>1.05 Snow load<br>0.90 Wind load Y+ |
| 144 | 1.15*Omapaino + 1.15*Deviation Y- (Generated by 1.00xLC.1+1.00xLC.2) + 1.50*0.70*Hyötykuorma | U    |        | 1.15 Omapaino<br>1.15 Deviation Y- (Generated by 1.00xLC.1+1.00xLC.2)<br>1.05 Hyötykuorma<br>1.50 Snow load<br>0.90 Wind load Y+ |
| 145 | 1.15*Omapaino + 1.15*Deviation Y- (Generated by 1.00xLC.1+1.00xLC.2) + 1.50*0.70*Hyötykuorma | U    |        | 1.15 Omapaino<br>1.15 Deviation Y- (Generated by 1.00xLC.1+1.00xLC.2)<br>1.05 Hyötykuorma<br>1.05 Snow load<br>1.50 Wind load Y+ |
| 146 | 1.15*Omapaino + 1.15*Deviation Y- (Generated by 1.00xLC.1+1.00xLC.2) + 1.50*Hyötykuorma      | U    |        | 1.15 Omapaino<br>1.15 Deviation Y- (Generated by 1.00xLC.1+1.00xLC.2)<br>1.50 Hyötykuorma<br>1.05 Snow load<br>0.90 Wind load Y- |
| 147 | 1.15*Omapaino + 1.15*Deviation Y- (Generated by 1.00xLC.1+1.00xLC.2) + 1.50*0.70*Hyötykuorma | U    |        | 1.15 Omapaino<br>1.15 Deviation Y- (Generated by 1.00xLC.1+1.00xLC.2)<br>1.05 Hyötykuorma<br>1.50 Snow load<br>0.90 Wind load Y- |
| 148 | 1.15*Omapaino + 1.15*Deviation Y- (Generated by 1.00xLC.1+1.00xLC.2) + 1.50*0.70*Hyötykuorma | U    |        | 1.15 Omapaino<br>1.15 Deviation Y- (Generated by 1.00xLC.1+1.00xLC.2)<br>1.05 Hyötykuorma<br>1.05 Snow load<br>1.50 Wind load Y- |

Kuva 8. FEM Desingin kuormayhdistelmätaulukon alku- ja loppupäät.

Mallinnuksen ja kuormien jälkeen suoritetaan laskenta, josta saadaan määritettyä pistetuille niille kertyvien voimien summa. Laskennassa tarkistetaan kuormaluokat ja niiden paikkansapitävyys vertaamalla niitä käsin laskettuihin tuloksiin ja rakenteiden kokonaiskuorman määrään. Pistetuille jakautuvat kuormitukset jaetaan laskennan jälkeen tulevien paalujen kuormituksilla, josta saadaan alustavat paalumäärät.





Kuva 9. A-talon FEM designin laskennan ja mallinnuksen tuloksina pistetukien kuormat

## 4 Anturakuvat

### 4.1 Lähtötiedot

Opinnäytetyössä tehdään 3D mallintamalla laskentamalli FEM -design 18, 3D Structures ohjelmalla. Ohjelmistosta saadaan kuormitukset perustuksille ja ne muutetaan paalujen kappalemääräksi geoteknisen suunnittelijan määrittämien paalujen mukaan.

Paaluja kohteessa on kahdenlaisia RTB-250-16 ja RTB-300-16. Saadut kuormat jaetaan paalujen kestävyysien mukaisesti anturoille ja paalukarttaan. Paalukuormat saadaan kuormitusyhdistelmien maksimeista, jotka näkyvät FEM designin tulokset taulukossa lyhenteenä  $F_z'$ , ja kertovat alapohjaan pystysuoraan jakaantuneet kuormitukset.

Paalumäärät saadaan määritettyä jakamalla paalukuorma paalujen kestävyydellä. Paalumäärien määrittämisen jälkeen niiden ympärille mitoitetaan anturat reuna- ja välileveyksien sekä raudoituksen ja betonipeitepaksuuden mukaan. Laskentaan käytetään RIL paalutusohjetta ja SKOL -pohjia, joista saadaan anturoiden koot paalumäärien ja -muotojen mukaan. Yhden, kolmen, viiden, seitsemän ja kahdeksan paalun anturat lasketaan ja tarkastetaan käsinlaskennalla. Kahden ja neljän paalun anturat lasketaan SKOL -pohjilla.

Anturoiden mittojen ja raudoituksen ollessa selvillä, tehdään AutoCAD LT 2020 -ohjelmaa käyttäen anturakuvat kaikista erilaisista anturoista, niiden raudoituksista ja mitoista. Anturoita yksinkertaistetaan sopimaan useisiin paikkoihin, jotta työmaalle tulisi vähemmän erilaisia anturatyyppejä ja muotitustyötä.

Paaluanturat ja paalut mallinnetaan ensin Tekla Structures 2018 -ohjelmaan ja niiden varaan mallinnetaan anturoiden päälle tulevat rakenteet. Mallinnuksen jälkeen mallista tehdään perustuskuvat, joissa näkyvät anturoiden tiedot, paikat ja mitat, sekä paalukartta, jossa näkyvät paalujen määrä ja yläpäiden katkaisutasot.

#### 4.1.1 Betonirakenteiden rasitusluokat

Kohde on suuri ja sisältää monia maata vasten olevia rakenteita, joiden rasitusvaatimukset eroavat toisistaan eri kosteus- ja altistumisolosuhteiden mukaan. Rasitusluokat määrittävät betonin lujuuden, sallitun halkeamaleveyden ja betonipeitepaksuuden ja sitä kautta osan rakenteiden paksuuden, rasitusluokkien ollessa vaativampia, esimerkiksi autohallin kohdalla etäisyyden kasvaessa yli kolmenkymmenen metrin sisäänajoluiskasta suola- ja kosteusrasituksia on paljon vähemmän.

|   |  |
|---|--|
| Anturat, siirtymälaatat   | XC2  |
| Alapohjat   | XC1  |
| Autohallin alapohjarakenne, 30 m sisäänajosta                         | yläpinta: XC3,4; XF2; XD2<br>alapinta: XC3 |
| Autohallin alapohjarakenne, >30 m sisäänajosta                        | yläpinta: XC3, XD1<br>alapinta: XC3        |
| Sateelle alttiit pystyrakenteet, sokkelit, parvekepilareit ja -pielet | XC3,4; XF1                                 |
| Sateelle ja suolariskeelle alttiit pystyrakenteet, sokkelit           | XC4, XD1, XF2                              |
| Sateelle alttiit vaakarakenteet, parvekelaatat                        | XC4; XF3                                   |

Taulukko 3. Rasitusluokat (mukaillen BY89)

#### 4.1.2 Raudoitus

Paaluanturoiden ja laattavahvistusten raudotteiden kelpoisuus on valittu sertifikaattien perusteella (FI merkintä) kylmämuokatut verkot K = B500A ja ruostumaton harjatanko tai verkko E = B600XA-1.4301 ja ruostumattomat teräkset SFS 1259.

Betonipeitepaksuus on anturoissa 50 mm maata vasten ja 20 mm anturan muihin reunoihin halkeilun ja rasitusluokkien mukaan. Anturoihin vähintään tarvittava minimiterästys laskeaan anturoiden poikkileikkauksen mukaan, jotta rakennetta ei vahingossa raudoitettaisi liian vähäisesti.

$$A_s, \min = \max \left\{ \begin{array}{l} 0,26 \cdot f_{ctm} / f_{yk} \cdot b \cdot d \\ 0,0013 \cdot b \cdot d \end{array} \right. \quad (\text{Kaava 2.})$$

, missä  $f_{ctm}$  = betonin keskimääräinen vetolujuus

$f_{yk}$  = betoniteräksien ominaislujuus

$b$  = anturan leveys

$d$  = anturan tehollinen korkeus

## 4.2 Laskenta

Paaluanturat sitovat paalut rakenteellisesti yhdessä toimivaksi paaluryhmäksi. Paaluanturoita tarkastellaan rakenteellisesti mitoitettaessa jäykkinä pilarilaattoina. Yhden paalun anturat lasketaan jäykästi kiinnitetyiksi, mikäli niiden teräkset on upotettu teräksen kaksikymmenkertaisen halkaisijan verran anturan sisään. Muissa anturatyypeissä liitos on nivelliitos. Useamman paalun anturoissa paalut katkaistaan niin, että ne ulottuvat vähintään 50 mm paaluanturan sisään. (RIL 254-1-2016, 176.)

Kohteen anturoiden koot lasketaan ensin täysien paalukuormien mukaan, ja suurempien RTB-300-16 paalujen kestäessä 1100 kN anturat laskettiin niiden kerrannaisilla. Alle 500 kN pistemäisten tukien kohdille kohdistuneisiin laskennallisiin paalukuormiin valittiin RTB-250-16 paalut.

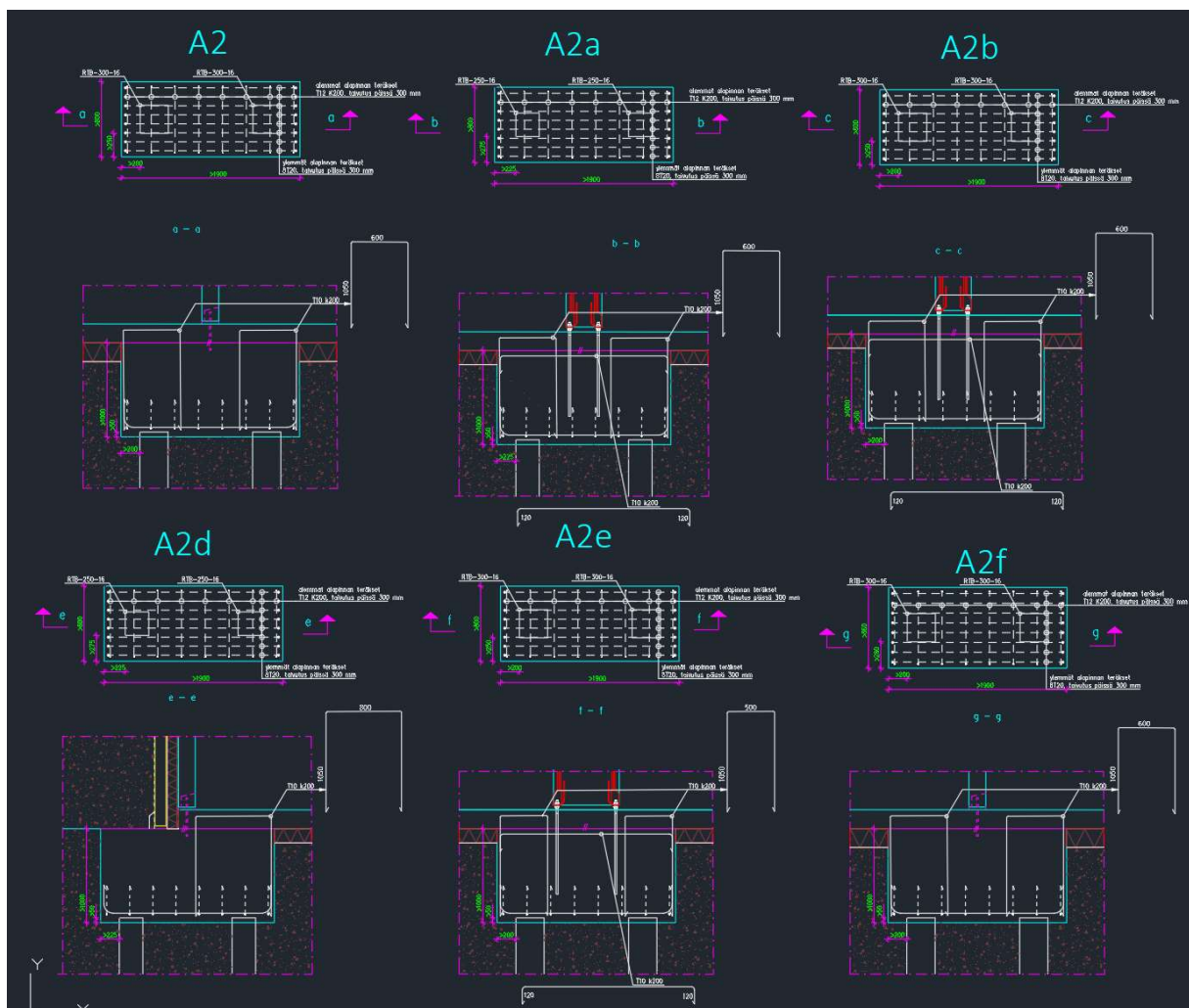
Paalujen pituusmittojen ollessa enintään 40 metriä paalujen keskiöetäisyydet valitaan 25 metrin paalujen mukaan kertomalla sivumitta neljällä. Pien- ja teräsbetonitukipaalujen keskiöetäisyyden vähimmäisarvot kerrotaan Paalutusohjeessa seuraavasti. Betoni paaluilla interpoloinnista huolimatta keskiöetäisyys on kuitenkin aina vähintään 0,8 m. (RIL 254-1-2016)

| Paalun pituus (m) | Pyöreä                   | Neliömäinen              |
|-------------------|--------------------------|--------------------------|
| 10                | 2,7d                     | 3d                       |
| 10-25             | Väliarvot interpoloidaan | Väliarvot interpoloidaan |
| 25                | 3,5d                     | 4d                       |

Taulukko 4. Paalujen keskiöetäisyyden arviointi (RIL 254-1-2016, 179.)

## 4.3 AutoCAD kuvat

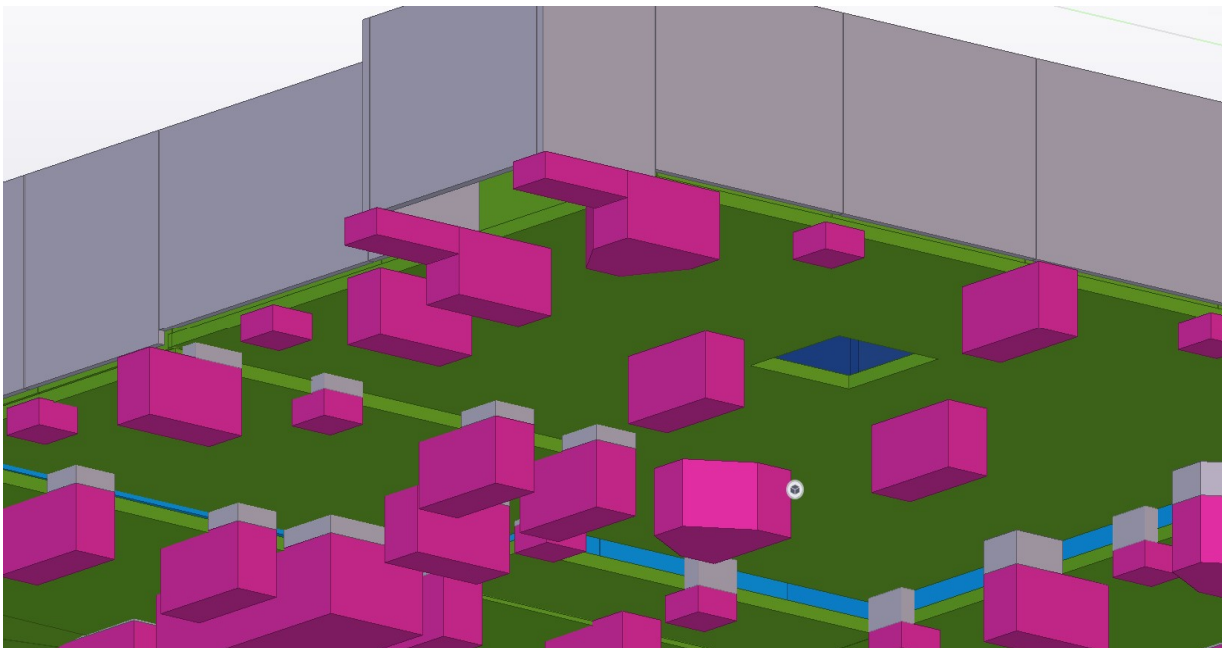
AutoCAD LT 2020 -ohjelmalla piirretään kuvat kaikista erilaisista anturoista. Anturoita tehdään useita ulkomitoiltaan samankokoisia, joiden tyyppien eroina ovat paalukoot ja päällä olevien rakenteiden kiinnitys. Anturatyyppejä tehdään toistakymmentä erilaista, mutta työmalla erikokoisia muotteja tarvitaan vain muutamia.



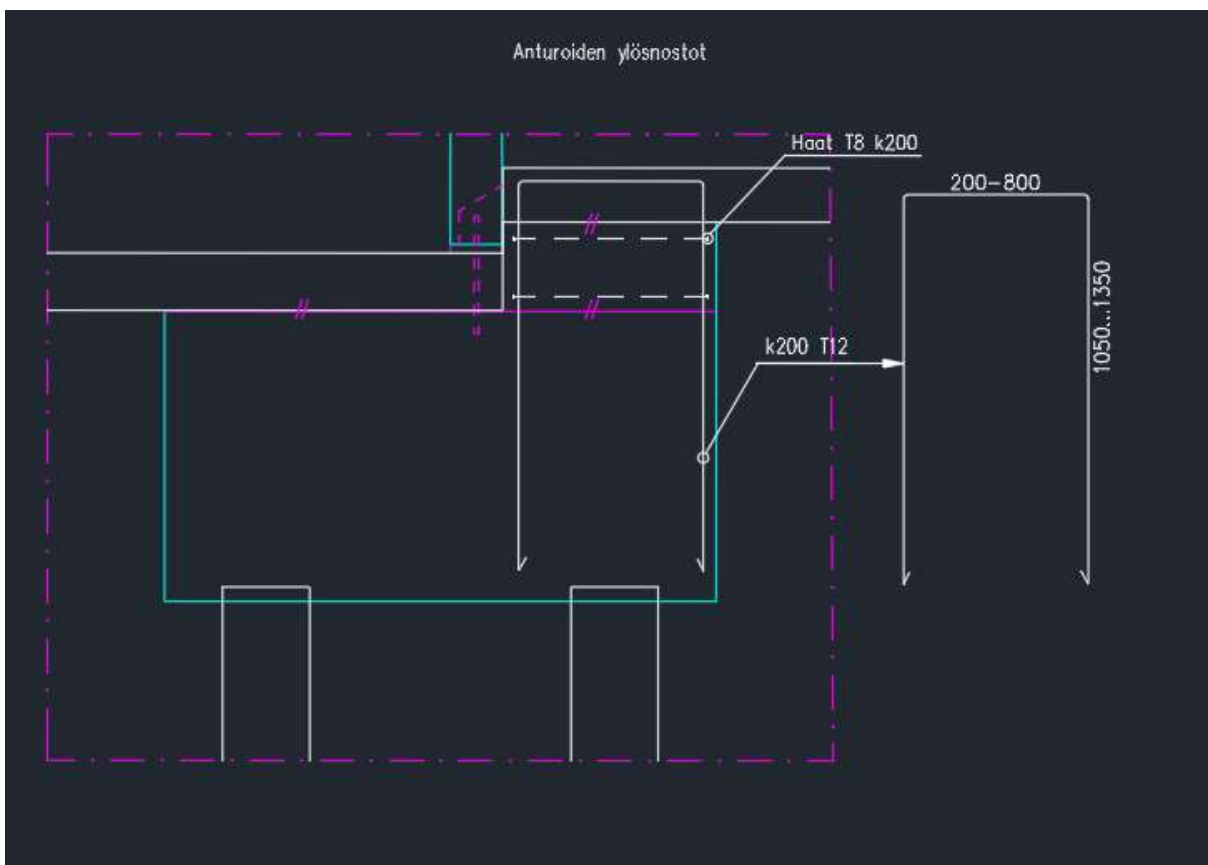
Kuva 10. Esimerkki kuudesta ulkomitoiltaan samankokoisesta anturatyypistä, joiden muotti on muotitustöiden helpottamiseksi työmaalla samanlainen.

Anturoiden yläpäätt käsitellään Xypex Concentrate pintakäsittelyaineella, joka toimii vedeneristeenä ja kapillaarikatkona. Kohteen laajuuden vuoksi salaojat tulisivat menemään liian syväälle anturoiden alle parkkihallin matkalla, jolloin kaivutasoa jouduttisiin kasvattamaan vain niiden takia. Tämän vuoksi osa salaojista jätetään salojakerroksen yläpuolelle ja anturat pintakäsitellään, jotta kosteus ei pääsisi nousemaan anturoista rakenteisiin.

Anturoiden ympärille esitetään routasuojaus ja kapillaarikatkot perustusleikkauksissa ja tartuntatavat tartuntapiirustuksessa. Anturakuviin lisätään anturoiden ylösnostojen periaatekuva. Kaikki ylösnostot mallinnetaan malliin, joka on käytettävissä työmaalla. Ylösnostot ovat tarpeellisia alapohjalaatan ja anturoiden tasoerojen tähden.



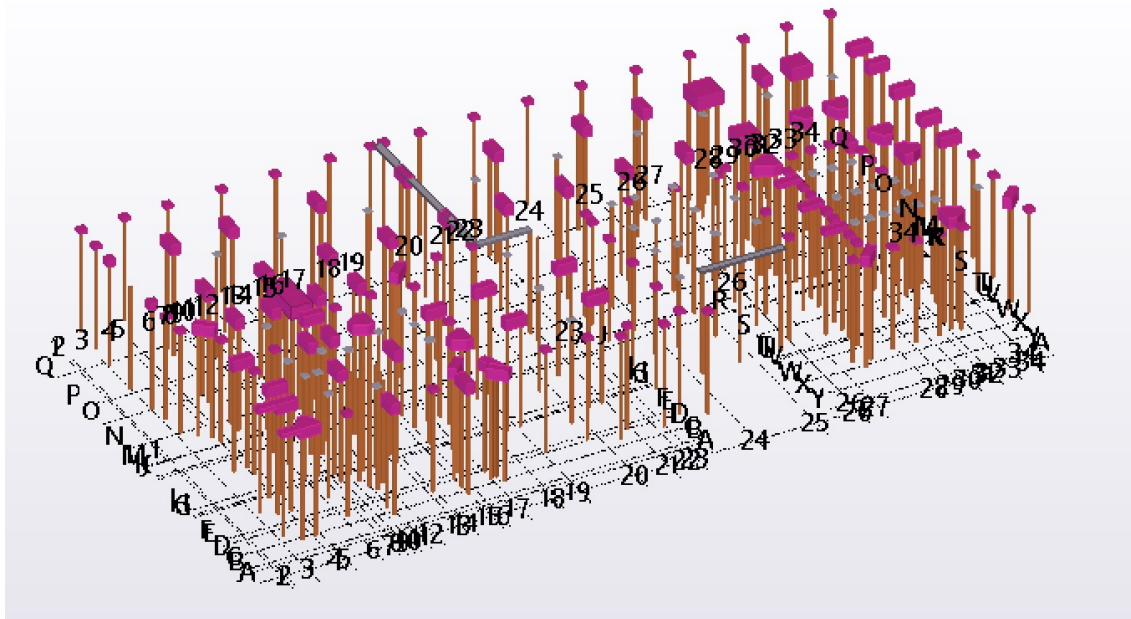
Kuva 11. Anturoiden ylösnostot mallinnettuna



#### 4.4 Mallinnus

Pääskylvuorenrinteen kaksi taloa ja taloyhtiöiden yhteinen parkkihalli mallinnetaan yhteen mallipohjaan.

Anturat mallinnettiin Tekla Structures 2018 -ohjelmaan Pad Footing -komponentilla ja anturan nimi, esimerkiksi A1a, kirjatiin komponentin Cast Unit -kenttään erilaisten anturoiden nimeämisen helpottamiseksi Teklan piirustuspuolella. Laattavahvistukset laitettiin laattojen keskivaiheille, joissa ei ole seiniä tai pilareita päällä. Monimuotoiset anturat mallinnettiin Concrete Slab -komponentilla, käyttäen samoja toimintoja kuin Pad Footing -komponentilla. Anturoiden betonilujuuksina on pilarien kohdilla C35/45 ja muualla pääosin C30/37 riippuen anturaan kohdistuvasta kuormasta.



Kuva 12. Anturat, laattavahvistukset ja paalut mallinnettuina Tekla Structures 2018 -ohjelmaan.

## 5 Paalukartta

### 5.1 Paalukartan lähtötiedot

Kohteen asuinkerrostalot ja parkkihalli perustetaan tukipaaluilla (TB300b) kovaan pohjaan. Tukipaalut tukeutuvat kallioon tai muuhun kantavaan kerrokseen, jonka avulla kuormat välittyvät rakennuksesta paalujen kärkien avulla maakerrokseen. (RIL 254-2011, 20.)

GEO:n lausunnosta saadaan tieto rakennusalueen olevan vanhaa metsittyä peltoaluetta. Alueen kunnallistekniikka rakennettiin 2019 loppuvuoden aikana, ennen rakennesuunnittelun alkua. Maanpinta on tontilla tasovälillä +14.4...+15.1. Tontin maanpinta viettää loivasti lounaaseen.

Maaperä on pintahumuksen alla savea. Savikerrosten kokonaispaksuus on rakennusalueella 20...30 metriä. Savikerrostuman pintaan on muodostunut noin 1.5 metrin kuivakuorisavikerrostuma. Kuivakuoren alla on pehmeää savea. Savi vaihtuu sitkeäksi noin 10 metrin syvyydellä maanpinnasta.

Savikerrostumien alla on silttiä/hiekkaa paikoin yli 10 metriä. Kairaukset ulottuvat pohjamooreenikerrokseen paikoin yli 40 metrin syvyydelle. Maaperä on routivaa ja pohjavesi on noin 1.5 metrin syvyydellä sitoutuneena saven huokosiin. Savimaasta ei vapaudu radonia. Perustusten täyttöjen radon huomioidaan suunnittelussa sijoittamalla radonpoisto irtaimistovarastojen alle, muttei väestönsuojaan rakenteiden tiiviiden takia, eikä autohalliin, sillä se ei ole oleskelukäytössä.

Savimaa on kuormitusten johdosta runsaasti kokoonpuristuvaa. Painuva pohjamaa huomioidaan sisäänkäynneissä ja laatoissa siirtymärakentein.

Kohteen seuraamusluokka on CC2. Kohteen geotekniseksi luokaksi valitaan GL2. Kohde on pohjarakennusolosuhteiltaan vaativa. Seuraamusluokka CC2 kuuluvat rakennukset ja rakenteet, joilla voi olla keskisuuria seuraamuksia ihmishenkien menetysten tai merkittävien taloudellisten, sosiaalisten tai ympäristövahinkojen takia. (SRMK 2016. 6.)

GL2 (Vaativat kohteet) Rakenne kuuluu geotekniseen luokkaan 2, jos se on tavanomainen eikä alapuoliseen maahan liity tavallisesta poikkeavia riskejä. (Liikennevirasto 2017, 20.) Paalutuskohteet kuuluvat aina vähintään geotekniseen luokkaan 2, mikäli siinä on pysyviä asuamiseen tai työskentelyyn tarkoitettuja tiloja tai jos rakennus on vaativa. (RIL 254–2017, 29.)



Geotekniset suunnitteluvaatimukset jaetaan vaativuutensa mukaan kolmeen luokkaan GL1, GL2 ja GL3. Nämä luokat auttavat määrittämään paalutustyöluokan, pohjatutkimusten laajuuden ja paaluille asetettavat vaatimukset. (RIL 254-1-2016, 36.)

Suunnitellut rakennukset, autohalli ja niihin kiinteästi liittyvät rakenteet perustetaan tukipaalulla kovaan pohjaan. Autohallin ajoliittymän kohdalle rakennetaan siirtymälaatta. Alimmat lattiat rakennetaan kantavina rakenteina.

Kohteessa paaluina käytetään teräsbetonipaluuja. Paalut ovat pitkiä, lyöntipaikasta riippuen paalupituus on 20...40 metriä. Paalutusluokaksi tulee tällöin PTL 3.

Paalutustyöluokat määritellään kohteen geoteknisen luokan ja seuraamusluokan avulla taulukon 4 mukaisesti valiten alhaisin mahdollinen. Paalutustyöluokka määrittää materiaalien ja paalutustyön vaatimuksia.

| Geotekninen luokka | Seuraamusluokka |               |               |
|--------------------|-----------------|---------------|---------------|
|                    | CC1             | CC2           | CC3           |
| GL1                | PTL1...(PTL3)   | PTL2...(PTL3) | PTL2...(PTL3) |
| GL2                | PTL1...(PTL3)   | PTL2...(PTL3) | PTL3          |
| GL3                | PTL2...(PTL3)   | PTL2...(PTL3) | PTL3          |

Taulukko 5. Paalutustyöluokat (RIL 254-1-2016 Taulukko 4.18., 102.)

Paalutyypit ja paalujen kestävydet saadaan geotekniseltä suunnittelijalta perustamistapa-lausunnossa. Kohteessa käytetään Ruukin teräsbetonisia tukipaluuja. TB -paalujen kestävydet on valittu seuraavasti:

- RTB-250-16 paalulla suunnittelukestävyys  $R_d$  on 790 kN/paalu ja paalutusluokka PTL 3.
- RTB-300-16 paalulla suunnittelukestävyys  $R_d$  on 1100 kN/paalu ja paalutusluokka PTL 3.

Kohteen paalut varustetaan kalliokärjillä. Koska savimaa ei läpäise vettä, hulevesiä viivytetään tontilla, ennen johtamista kaupungin hulevesiverkostoon. Pohjatutkimuksia täydennetään ja kohteesta laaditaan tarkennettu maanrakentamisen työohje ennen paalutustöiden aloitusta.

## 5.2 Paalukartta

Paalukartta on rakennepiirustus, jossa on kerrottu paalunumerot, paalujen katkasisutasot ja paalujen sijainnit paaluttajaa varten. Paalukartassa ylemmät rakenteet näkyvät katkovivoin hahmottamisen helpottamiseksi.

Perustuskuormien selvittämisen jälkeen aletaan suunnittelemaan paalujen sijoittamista rakennuksen alapohjaan. Tämän apuna käytetään FEM-malliin sijoitettujen pistetukien tukireaktioita. Tukia sijoitetaan jokaisen kantavan seinän risteävälle kohdalle, rakennuksen ulkonurkkiin, porraspilarin kohdalle, hissien seinien kohdille, parvekepilarien ja -pielien päädylle sekä pitkille ja kuormitetuille jänneväleille. Laskettujen kuormien perusteella paalut ja paaluanturat sijoitetaan rakennuksen alapohjaan.

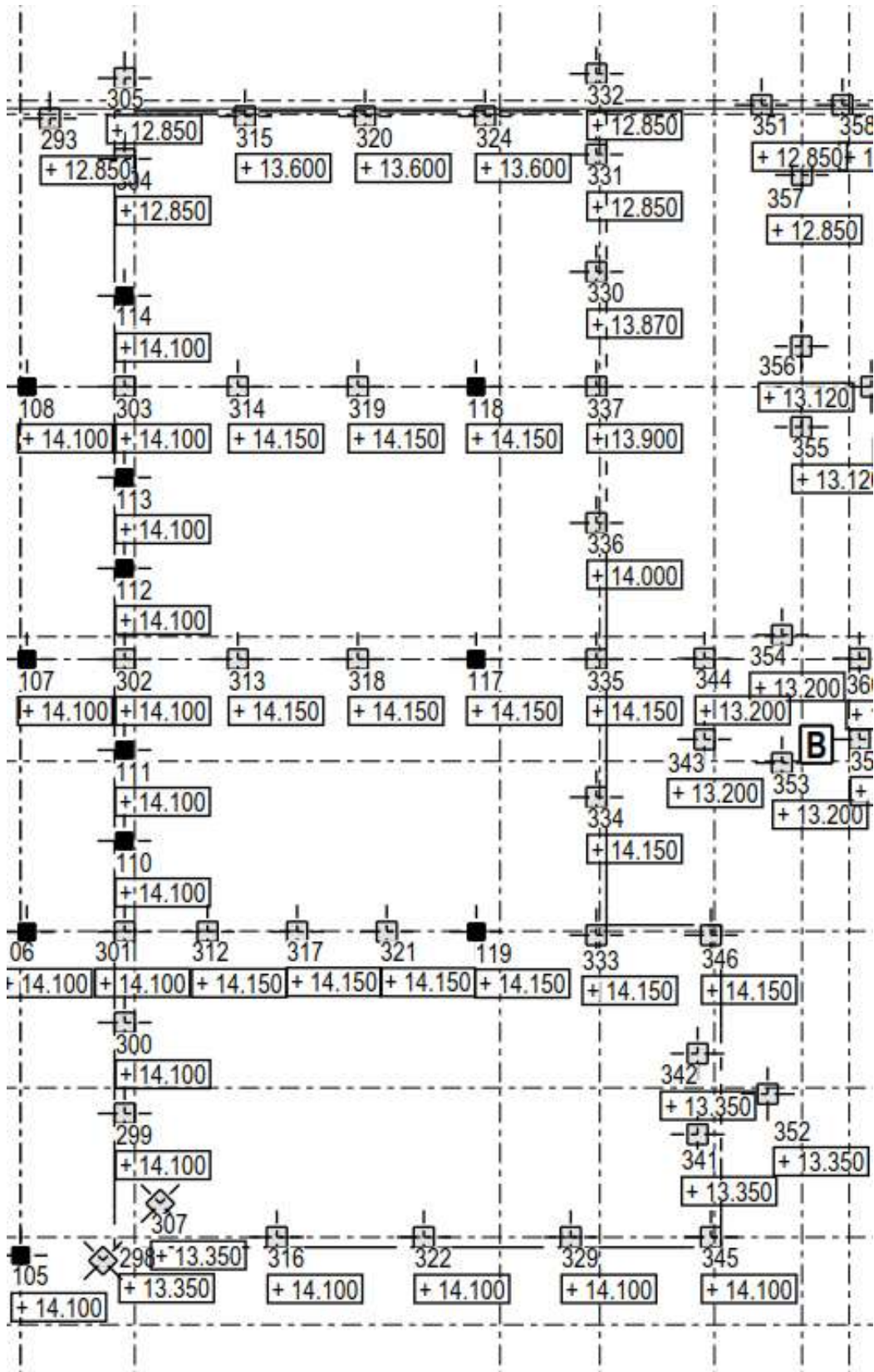
Rakennuksien yksittäiset paalut pyritään sijoittamaan lattavahvistuksien suurien laatta-alueiden alle tai keskelle kantavaa seinälinjaa. Useamman paalun anturat sijoitetaan symmetrisesti kuormitetun alueen kohdalle. Autohallin pilarit ovat kaikki kaksipaaluksia, törmäysvoimien kaatavan vaikutuksen estämiseksi ja kiinnityksen pysyvyyden varmistamiseksi. Kuormitus jakaantuu tasaisesti paaluanturassa oleville paaluille, eikä synny vääntöä. Paalukartta on esitetty liitteessä 2.

FEM-mallia tehdessä sijoitetaan tuet ulkoseinien nurkkiin, väliseinien liitoskohtiin ja kellarissa sijaitsevien seinäaukkojen vierelle. Näille tuille tuleva kokonaiskuorma jaetaan yhden paalun kapasiteetilla ja saadaan selville kullekin tuelle tarvittava paalumäärä.

Väliseinät ja alimmat ulkoseinät aukotetaan FEM-malliin, jotta kuormat kulkeutuisivat oikein perustuksille ja jotta tuet eivät vahingossa menisi oviaukkojen kohdille vaan jäisivät ehjän seinän alle. Ulkoseinälinjoilla käytetään kaikkialla paaluanturoita, jotka mahdollistavat anturoiden päälle tuleville sokkelielementeille hyvän tukipinnan.

Kantavien väliseinien kohdalla pyritään sijoittamaan yksittäiset paalut siten, että ne tulevat suoraan seinän alapuolelle laattavahvistuksella. Tasoerojen kohdilla käytettiin yksittäisiä paaluanturoita laattavahvistuksien lisäksi. Kahden tai kahta suurempien paaluanturoiden kohdille laitetaan aina paaluanturat laattavahvistuksien sijaan.

Alle 1400 kN kahden paalun anturat laitetaan 790 kN kestäviksi RTB-250-16 paaluiksi, samoin alle yhden paalun anturat, joissa ei ole yli 500 kN kuormaa päällä, muutoin anturoissa käytetään RTB-300-16 paaluja.

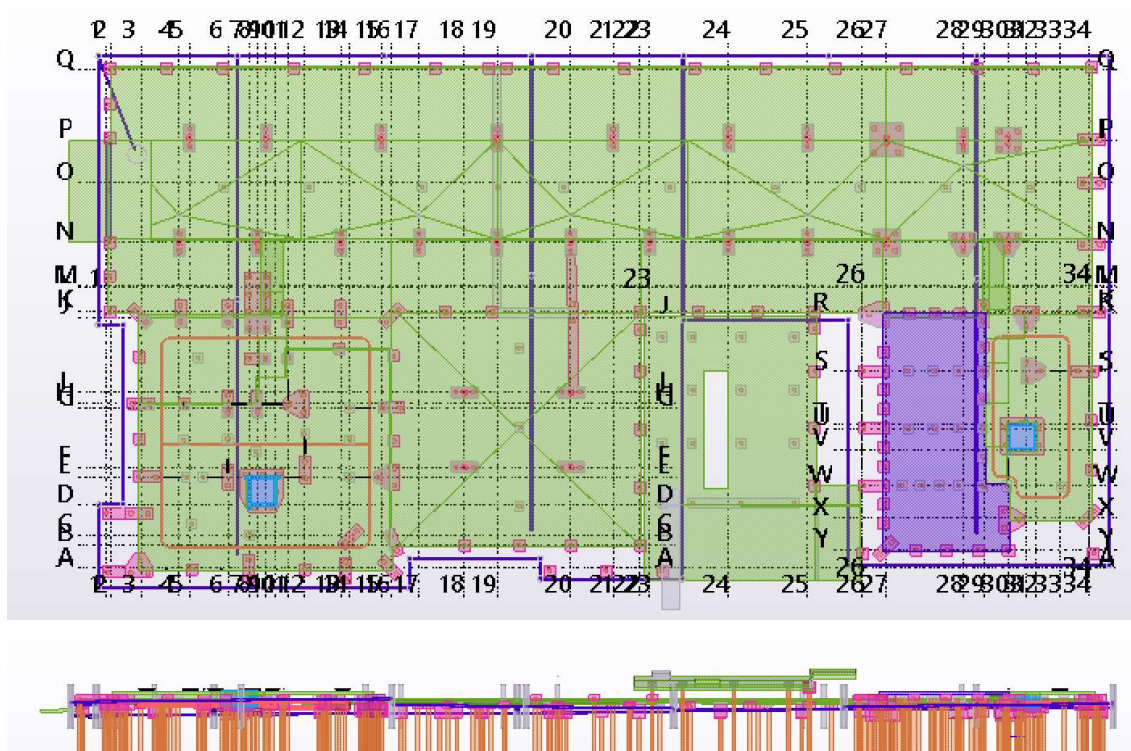


Kuva 13. Väestönsuojan paine-, sortuma- ja imukuromat tekevät paalutuksen väestönsuojan alla erittäin tiheäksi. Mustat neliöt ovat RTB-250-16 paaluja ja vaaleanharmaat RTB-300-16 paaluja hahmottamisen helpotukseksi.

## 6 Perustuskuvat

### 6.1 Mallinnus

Kohde mallinnetaan Sitowisen omien numerointi- ja väriohjeiden mukaan N2000 koordinaatistoon. Maanvaraiset laatat mallinnetaan kallistuksineen ja anturat kiinni laattojen alapintaan. Anturan yläpintaan mallinnetaan ylösnostot paikoissa, joissa anturoiden päälilaatoissa on tasoeroja. Perustuskuviiin mallinnetaan radonputkistot, salaojat, laatat kaatoineen, anturat, palkit, laattavahvistukset ja pohjalaatat.



Kuva 14. Perustuskuvaan tulevat rakenteet mallipuolella.

### 6.2 Perustuskuvat

Täytöt ja tiivistykset tehdään maa- ja pohjarakennussuunnitelmissa annettujen ohjeiden mukaan. Anturoiden ja alapohjien alle sekä pystyrakenteita vasten tehdään salaojituskerros salaojasorasta tai sepelistä rakennetyyppien mukaan.

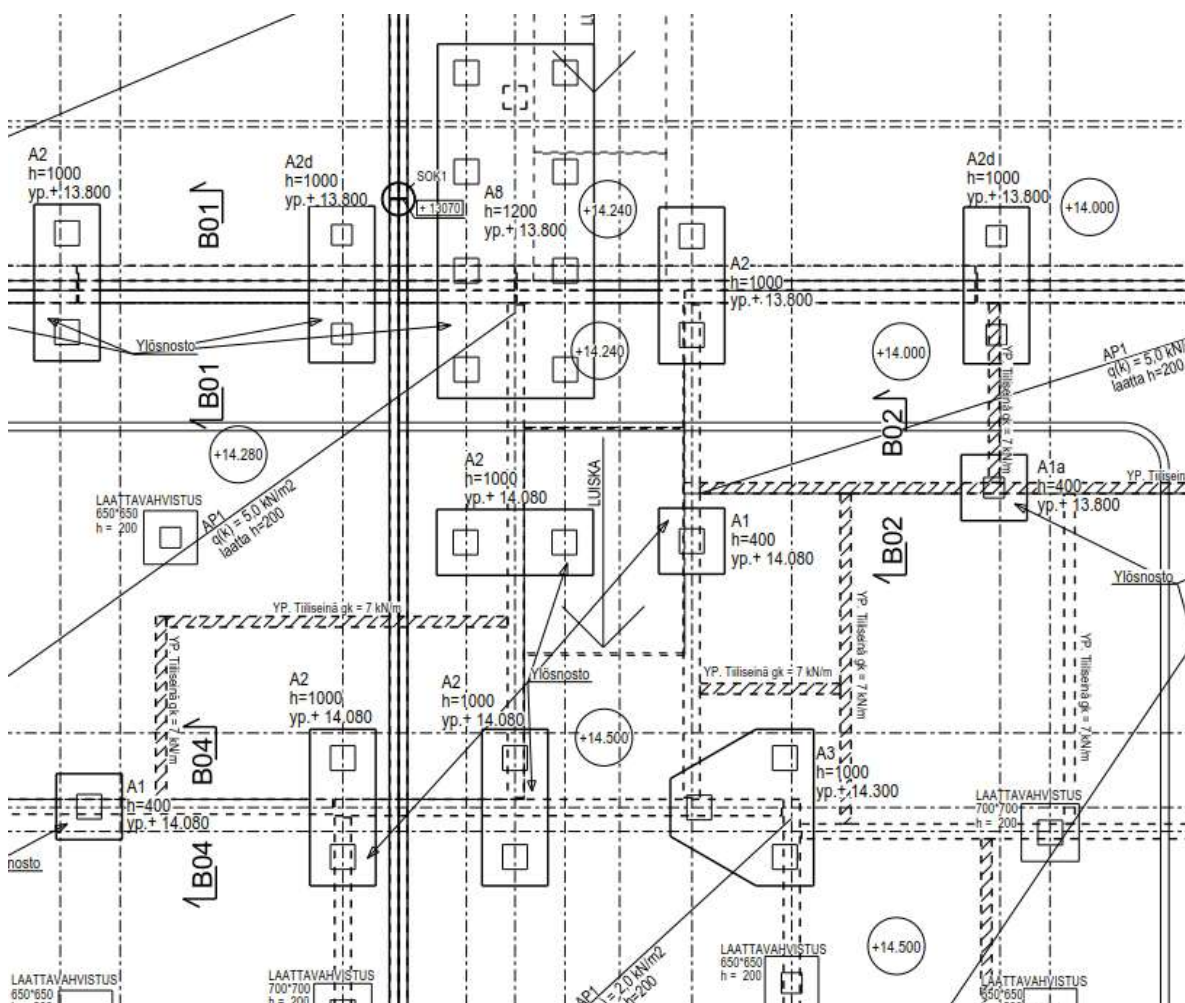
Elementtien saumoihin tulevat tapit ja elementeille tulevat muut kiinnikkeet kuten pilaripultit esitetään elementtisuunnittelijan tartuntatappiirustuksessa. Anturat valetaan yläpuoliseen

laattaa laattavalun yhteydessä / erillisenä korotusvaluna. Laattojen tasoerojen kohdilla anturoiden ylösnostojen raudat pidennetään yläpuoliseen laattaan.

Kellarin kantavien seinien, pilarien ja alapohjalaatan/perustusten väliin tulee tarvittaessa kapillaarikatko. Pilareiden ja seinien alapäiden sivut käsitellään kapillaarinousun estävällä pinnoitteella valmiin lattiapinnan korkeudelle asti. Maata vasten tulevat rakennusosat tiivistetään bitumikermieristeellä leikkauspiirustusten mukaan.

Kohteen autohallin laajuuden vuoksi alapohjaan lisätään liikuntasaumot, jotka reunavahvistetaan ajovyölien alueelta.

Maanvaraisten laattojen päälle tulevat painavat väliseinät ja rakenteet näytetään ylempänä olevana kuormana ja kerrotaan kuorman suuruus kN/m -merkintänä. Kuorma lisätään jokaisen ylemmän kuormittavan seinän kohdalle.



Kuva 15. Ote perustuspiirustuksesta. Perustuspiirustus on kokonaisuudessaan liitteessä 3.

## 7 Kommunikointi

### 7.1 Johdanto

Kohteen pääasiallisena kommunikoinnin välineenä käytetään Microsoft Teams -ohjelmaa. Prosessin läpikäymisellä halutaan myös löytää yhteistyön nopeuttamista ja parantamista edistäviä mahdollisuuksia.

Kohteessa tapahtuva kommunikaatio aloitetaan toimisto-olosuhteissa tarkoituksena käyttää sisäiseen viestintään yhtä Microsoft Teams -alustaa ja ulkoiseen viestintään toista. Covid-19 viruksen levitessä maailmanlaajuisesti, myös sisäinen viestintä siirretään kokonaan etäyhteyksien päähän. Ulkoiseen viestintään tarkoitettussa Teams -alustassa keskitytään yrityksen ulkopuolelle meneviin tietoihin ja sisäisessä viestinnässä keskitytään omaan toimintaan kohdistuviin huomioihin, kokouspäiväkirjoihin ja työlistoihin.

Viestinnällä on suuri rooli projektitoiminnassa, sillä ilman viestintää ei tieto kulje projektin osapuolten välillä. Osapuolten tulee tietää toistensa toimista ja tekemisistä sekä mahdollisista kohdatuista ongelmista.

### 7.2 Microsoft Teams

Microsoft Teams on yhtenäinen viestintä- ja yhteistyöalusta, jossa yhdistyvät jatkuva työkeskustelu, videotapaamiset, tiedostojen tallennus, mukaan lukien tiedostoyhteistyö ja sovellusten integrointi. Palvelu integroituu Office 365 -tilauspohjaiseen tuottavuuspakettiin ja se sisältää laajennukset, jotka voidaan integroida muiden kuin Microsoftin tuotteiden kanssa. (Microsoft Teams 2021).

Microsoft Teams on viestintäväline, jolla voi keskustella tiimin kesken, kahdestaan toisen henkilön kanssa, jakaa tiedostoja, työstää tiedostoja samanaikaisesti muiden kanssa, soittaa verkkopuheluita ja järjestää verkkokokouksia. Se on myös yhteistyösovellus, joka auttaa kohteen osapuolia pysymään kohteen sovitussa järjestyksessä ja jolla pystytään helposti järjestämään keskusteluita yhdessä paikassa. (Microsoft Teams 2021a).

Teamsin avulla ryhmät tai tiimit voivat liittyä tietyn URL-osoitteen tai tiimin järjestelmänvalvojan tai omistajan lähettämän kutsun kautta. (Microsoft Teams 2021a.)

Tiimien jäsenet voivat perustaa kanavia. Kanavat ovat keskusteluaiheita, joiden avulla tiimin jäsenet voivat kommunikoida käyttämättä sähköpostia tai tekstiviestiryhmiä. Käyttäjät voivat vastata viesteihin tekstillä, kuvilla, GIF-tiedostoilla ja räätälöidyillä meemeillä. Yksityisviestit antavat käyttäjille mahdollisuuden lähettää yksityisiä viestejä tietylle käyttäjälle ihmisryhmien sijaan. (Microsoft Teams 2021).

### 7.3 Kokoukset

Kohteen kokoukset voidaan järjestää Teams -verkkokokouksena, eikä erillisiä kokoushuoneita ei tarvitse varata, ellei näin haluta. Verkkokokousten vahvuutena on myös niiden riippumattomuus sijainnista, niin kauan kuin osallistujalla on internetyhteys ja päätelaite, hän pääsee osallistumaan kokoukseen. Kokouksien muistiinpanot voidaan tehdä OneNoteen, johon on luotu pohja muistioille. (Microsoft Teams 2021b). Kokouksien aikana laitetaan kokoukseen osallistujien ja kutsuttujen nimet sekä osallistujan perään osallistujan edustama yritys.

Kokouksiin on helpompi mennä kuunteluoppilaaksi verkkokokouksissa, kuin perinteisissä kokouksissa, joissa pitää matkata kokouspaikalle tai olla tilaa kokoushuoneessa. Suunnittelukokouksiin on helppo saada koko suunnitteluporukka kerralla, missä normaalisti on käynyt vain projektipäälliköt ja pääsuunnittelijat. Tällöin tieto ei jää vain yhden ihmisen eteenpäin kerrottavaksi, kuten kohteen ensimmäisten kokouksien aikana kävi, ennen siirtymistä etätyöaikaan. Huonoina puolina verkkokokouksissa on paikan päällä käymättömyys ja kasvokkain tapahtuvan tutustumisen puute.

Kokoukset ajastetaan ja luodaan kokouskohtaisesti. Jos kokous koskee toistuvaa sisäistä viikkopalaveria, se luodaan ja ajastetaan eri periaattein kuin eri suunnittelualojen yhteiset suunnittelukokoukset. Tiimikanavan oikeassa yläreunassa näkyvät kanavan osallistujien soittomahdollisuudet ja kanavan käyttäjät näkevät kanavan kuvan vieressä punaisen pallon, joka kertoo, jos kokous on parhaillaan käynnissä. Teams -kokoukseen on mahdollisuus kutsua osallistujia ja osallistua myös Microsoft Outlookin kutsun kautta.

Kohteen sisäisissä palavereissa käytetään apuna ongelmakohtien esiintuomiseen, korjaamiseen ja tarkastamiseen näytönjakoa ja näyttökaappauksia. Kokouksiin pystyy myös lisäämään helposti uusia osallistujia kesken kokousten, jos tarvitaan osaavampaa henkilöä tai tietoja.

Viikkopalaverien muistiinpanoja ja esimerkiksi projektipalaverien muistioita varten Teamsissa kannattaa käyttää Microsoftin OneNote-sovellusta. OneNote on digitaalinen muistikirja, johon voi tehdä muistiinpanoja. Muistikirjoja voi järjestellä ja jakaa osiin sekä osien sisällä sivuihin käyttäjän haluamalla tavalla. OneNote toimii pilvessä, joten sillä tehdyt muistikirjat ovat jaettavissa muiden käyttäjien kesken. (Microsoft Teams 2021b).

### 7.4 Projektityökaluna

Microsoft Teams tuo monia hyötyjä ja etuja projektityöskentelyyn. Suurin etu Teamsissa on sen monipuolisuus päivittäisessä työskentelyssä. Keskustelu-ominaisuuksien lisäksi

Teamsin kautta pystyy hoitamaan projekteja, jakamaan sekä muokkaamaan tiedostoja, luomaan muistiinpanoja, kokoustamaan, tiedottamaan ja pitämään webinaareja. (Microsoft Office 2021.)

Kohteen aikana Teams-tiimityötilaa olisi hyvä käyttää päivittäisen työskentelyn tukena. Kohteen osapuolten olisi hyvä kirjoittaa tehtävät ylös järjestelmällisesti ja sovitusti sekä ylläpitää tehtävät ajantasaisina. Tehtävän ollessa kesken, tehtävän tila voidaan määrittää arvoon ”Kesken” ja tehtävän valmistuttua tehtävät voidaan vaihtaa arvoon ”Valmis”, jolloin tehtävä poistuu käytöstä. Kohteen alussa tämä onnistui kohtalaisen hyvin, mutta etätöiden luoman alkuinnostuksen jälkeen, myös projektin tehtävien ylläpito alkoi muuttua kokouksissa kerrottuihin sanallisiin tehtävänantoihin.

Teamsissa on monia eri osioita, joita voitaisiin käyttää projektin etenemiseen, muutenkin kuin pelkästään kokouksien osalta ja keskusteluun Teamsin keskustelu -osuudessa. Esimerkiksi Teams -ympäristöön yhdistettyinä Word-, PowerPoint- ja Excel-tiedostoja voitaisiin muokata yhtäaikaaisesti useamman käyttäjän toimesta. Kun tiedosto on tallennettu jonnekin jaettuun tallennusalueeseen, esimerkiksi SharePointiin tai OneDriveen, niin tiedostoa voi muokata kaikki tiedostoon oikeudet omaavat henkilöt. (Microsoft Office 2019.) Kohteen aikana näitä Microsoftin perustoimintoja käytetään erillisinä alustoina yrityksen kansiorakenteen kautta.

## 7.5 Kanavat

Kanavia on kahdenlaisia: julkisia ja yksityisiä. Julkiset kanavat ovat näkyvissä kaikille tiimin jäsenille ja he pääsevät näkemään kanavan sisällön. Yksityiset kanavat ovat nimensä mukaan yksityisiä ja ne ovat näkyvissä tiimin omistajilla ja yksityiseen kanavaan kutsutuilla henkilöillä. Yksityisillä kanavilla voi rajoittaa asioiden näkyvyyttä tiimin sisällä. (Microsoft Docs 2021). Tämä tulee hyvin tarpeeseen projektissa, jossa on mukana oman organisaation ulkopuolisia toimijoita, kuten asiakkaita ja muiden yritysten edustajia.

Kanavat koostuvat välilehdistä. Jokaiselle tiimille muodostuu kaksi välilehteä automaattisesti, jotka ovat Viestit ja Tiedostot. Viestit-välilehdellä voidaan käydä tiimin sisäisiä keskusteluita, jotka jäävät säilöön ja niihin voivat osallistua kaikki kyseiseen tiimiin kuuluvat henkilöt.

Viestit-välilehdellä voidaan keskustella projektin kulkuun liittyvistä asioista. Viestit-välilehden keskustelut jäävät säilöön, ellei niitä erikseen poisteta. Viestit-välilehteä voidaan siten myös pitää lokina, josta voidaan seurata projektin etenemistä. Teamsin Viestit-välilehti ja Chat-pikaviestintä eroavat oleellisesti toisistaan ja ovat tarkoitettu käytettäväksi eri tarkoituksiin. Viestit-välilehteä kannattaa käyttää samoin kuin käyttäisi usealle henkilölle



menevää sähköpostia viestintään. Chat-pikaviestejä kannattaa käyttää päivittäiseen keskusteluun ja silloin, kun vastaus tarvitaan nopeasti. Viestit-välilehdelle lähetetyistä viesteistä ei mene ilmoitusta vastaanottajalle automaattisesti, mutta Chat-pikaviesteistä vastaanottaja tai vastaanottajat saavat ilmoituksen.

## 7.6 Planner ja aikataulut

Teamsin Planner on parhaiten aikataulutusta seuraava ohjelma kohteessa käytettävissä olevista Teams -ohjelmista. Planneriin pystyy lisäämään tehtäviä sekä itselleen, että kaikille muille samassa tiimissä oleville jäsenille. Jos tehtävä on kokonaisuus pienemmistä tehtävistä, Planneriin voidaan laittaa osatehtäviä päätehtävän alle. Plannerin Suodatin -toiminnon avulla tehtävien joukosta voi seuloa omat tehtävänsä tai tietyn tyyppiset tehtävät, jos tehtävät on tyypitetty eri osioihin niiden tekovaiheessa. Plannerin alavalikoista löytyy kalenteri, jossa näkyy listana omat tehtävät ja milloin niiden pitäisi olla valmiina ja milloin aloitettuna.

Teams-ilmoituksen saa, jos toinen henkilö on määrittänyt Planner-tehtävän, jos tiimiin on asennettu Planner ja suunnitelmassa on välilehti Teamsissa. (Microsoft Planner 2021.) Teams myös lähettää sähköpostia pari päivää ennen kuin tiimissä oleva tehtävä on aikataulutettu valmistuvaksi. Jos tehtävä on myöhässä, siitä tulee muutaman päivän välein sähköposti-ilmoitus: ”Sinulla on tehtäviä, jotka ovat myöhässä”. Tämä auttaa todella hyvin aikataulutuksessa, kunhan tehtävät on aikataulutettu oikein ja tehtävien lähtötiedot on saatu ajoissa.

Plannerin käyttö auttaa siinä, ettei kaksi ihmistä tekisi samanaikaisesti samaa työtä mistään muusta tehtävälisestä. Plannerin kautta valitut henkilöt saavat aina tiedon, kun tehtävää tai sen osaa on muutettu, jos tehtävään on nimetty useampia henkilöitä tekijöiksi.

## 8 Yhteenveto ja päätelmät

Opinnäytetyössä käsitellään kohteen pohjarakentamisen, anturoiden ja paalumäärien mittaamisen vaiheita, laskentaa ja mallinnusta Fem Design 18 ja Tekla Structures 2018 -ohjelmistoilla sekä yhteistyöprosessia Microsoft Teams -alustalla.

Ennen etätyöaikaa Teams alusta tehtiin enimmäkseen kommunikointiin työmaan ja toimiston välille, paikaksi, johon voisi laittaa piirustukset suoraan työmaalle. Tällöin piirustusten ei tarvitsisi mennä projektipankin kautta työmaalle ja voitaisi laittaa kysymykset suoraan kysymyslistaan ja työmaan yhteyshenkilöt voivat vastata listan kysymyksiin Teamsissa. Teamsin kautta kysyttynä ja vastattuna mahdollisuus kysytyn tiedon hukkumiseen jonkun sähköpostiin vältetään. Tarkoituksena on nopeuttaa mahdollisten ongelmakohtien aikaista löytymistä ja korjaamista, ennen kuin niistä tulee ongelmakohtia.

Yrityksen sisällä Teams -palaverien pitäminen toimi prosessin aikana suhteellisen hyvin ottaen huomioon, miten vähän Team alustaa oli ennen etätöiden aloittamista käytetty. Välillä osa unohti saapua paikalle, etätöihin keskittyessään tai ollessaan poissa koneen äärestä juuri silloin. Kokouksissa jäi myös monia kysymyksiä kysymättä, joita kysyttiin kokousten jälkeen erillisinä Teams palavereina, mutta joista ei kuitenkaan tehty mitään erillisiä muihinpanoja.

Organisaation ulkopuolisten jäsenten lisääminen Teams-tiimiin on erinomainen ominaisuus, joka mahdollistaa koko projektitiimille yhteisen työskentelytilan ja tuo avoimuutta projektityöskentelyyn. Ideaalitulanteessa Teamsin Viestit-välilehden kautta kaikki projektin jäsenet voivat keskustella projektista ja projektipäällikkö näkee helposti projektin tilanteen sekä mahdolliset ongelmakohtat. Suurin Teamsin käytön haaste on sen uutuus ja käyttäjien tietämättömyys sen toiminnasta. Ihmisillä kuluu aikaa Teamsin käyttölogiikan oppimiseen.

Projektityökaluna Teams ei kuitenkaan ole mielestäni vastaaviin kohteisiin parhaiten soveltuva. Teamsin avulla pystyy hoitamaan pieniä- ja keskikokoisia projekteja, mutta suuriin ja useista osista koostuviin projekteihin se ei olisi paras työkalu. Suurten projektien hallinnoimiseen on monipuolisempia ja enemmän projektinhallintaan suunniteltuja työkaluja kuten saman ryhmän Microsoft Project, jossa saa aikataulutettua ja jäseneltyä tehtäviä paremmin.

Loppujen lopuksi opinnäytetyö kertoo, miten pohjakuvien suunnittelun aikana prosessi eteni ja miten projektia olisi voinut tehdä paremmin. Kommunikointi nousi pääasiallisena huonona puolena ja sitä kautta vaikutti lähtötietoihin ja oppimiseen. Yhteenvetona kommunikointi olisi

voinut olla parempaa, niin oman toimiston sisällä kuin muiden toimistojenkin välillä. Tämän vuosi prosessiin lisättiin mahdollisia parannusehdotuksia kommunikaation ylläpitämiseen.

Prosessi ei siis mennyt niin kuin aluksi odotettiin, varsinkin koko rakennesuunnittelun men-tyä yli vuodeksi jäihin heti perustussuunnittelun jälkeen. Arkkitehti joutui muuttamaan tällä välin kohteen suunnitelmia, jotta kohde päätyisi lupalautakunnan hyväksyttäväksi.

Mahdollisten muutosten vuoksi lopullisia kuvia ei mahdollisesti pystytä käyttämään täysin samanlaisina. Paalujen mitoituksessa olisi ollut kuitenkin hyvä huomioida paalujen pituus. Pienemmät paalut katkeavat helposti neljäkymmenen metrin pituisina.

## Lähteet

- BY 68. Betonin valinta ja käyttöikäsuunnittelu – Opas suunnittelijoille 2016. BY- Koulutus. Kansallinen liite standardiin SFS-EN 1990. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.
- Microsoft Channels 2021, Teams can have standard or private channels. Viitattu 10.3.2021. Saatavilla <https://support.microsoft.com/en-gb/office/teams-can-have-standard-or-private-channels-de3e20b0-7494-439c-b7e5-75899ebe6a0e?ui=en-US&rs=en-GB&ad=GB>
- Microsoft Office 2021. Tiedostojen yhteiskäyttö ja yhteismuokkaaminen. Viitattu 15.4.2021. Saatavilla <https://support.office.com/fi-fi/article/tiedostojen-yhteiskäyttö-jayhteismuokkaaminen-ee1509b4-1f6e-401e-b04a-782d26f564a4>.
- Microsoft Planner 2021, Plannerin tehtävälmoitusten saaminen Teamsissa. Viitattu 14.4.2021. Saatavilla [https://support.microsoft.com/fi-fi/office/plannerin-k%C3%A4ytt%C3%A4minen-microsoft-teamsissa-62798a9f-e8f7-4722-a700-27dd28a06ee0#bkmk\\_viewyourteamscreatedplaninplannerforweb](https://support.microsoft.com/fi-fi/office/plannerin-k%C3%A4ytt%C3%A4minen-microsoft-teamsissa-62798a9f-e8f7-4722-a700-27dd28a06ee0#bkmk_viewyourteamscreatedplaninplannerforweb)
- Microsoft Teams 2021. What's a team? Viitattu 15.4.2021. Saatavilla <https://support.microsoft.com/en-us/office/what-s-a-team-f0a0f260-c494-4d54-bc3d-d2ce7a183a6e>
- Microsoft Teams 2021a. What's new in Microsoft Teams. Viitattu 15.4.2021. Saatavilla [https://support.microsoft.com/en-us/office/what-s-new-in-microsoft-teams-d7092a6d-c896-424c-b362-a472d5f105de?wt.mc\\_id=swn\\_home](https://support.microsoft.com/en-us/office/what-s-new-in-microsoft-teams-d7092a6d-c896-424c-b362-a472d5f105de?wt.mc_id=swn_home)
- Microsoft Teams 2021b. Meetings in Teams. Viitattu 15.4.2021. Saatavilla <https://support.microsoft.com/en-us/office/meetings-in-teams-e0b0ae21-53ee-4462-a50d-ca9b9e217b67>
- RIL 201-1-2017. Suunnitteluperusteet ja rakenteiden kuormat. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.
- RIL 254-1-2016. Paalutusohje 2016. PO-2016. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.
- RT SM-21508 2011. Valtioneusvoston asetus väestönsuojista 2011. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- SFS-EN 1992-1-1. Eurokoodi 2: Betonirakenteiden suunnittelu. Osa 1-1 Yleiset säännöt ja rakennuksia koskevat säännöt. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.
- SFS-käsikirja 201 2011. Rakenteiden suunnitteluperusteet ja kuormat. Suomen standardisoimisliitto SFS ry.

SFS-EN 206:2014 + A1:2016 Betoni. Määrittely, ominaisuudet, valmistus ja vaatimustenmukaisuus. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.

SFS 7022:2019 Betoni. Standardin SFS-EN 206 käyttö Suomessa. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.

Strusoft 2020. Concrete design. Viitattu 12.6.2020 <https://strusoft.com/products/fem-design#concrete-design>

Suomen rakentamismääräyskokoelma. Rakenteiden lujuus ja vakaus. Kantavien rakenteiden suunnitteluperusteet 2016. Helsinki: Ympäristöministeriö.

Talo A

Tuulesta johtuvan lumikuorman muotokerroin

$$\bullet \quad \mu_w = \frac{b_1 + b_2}{2 \cdot h} < \frac{\gamma \cdot h}{S_k}$$

|                      |        |   |
|----------------------|--------|---|
| Räystään korko       | 35,782 | m |
| Katto korko (alempi) | 33,581 | m |

|                  |       |                           |
|------------------|-------|---------------------------|
| h =              | 2,201 | m                         |
| b1 =             | 12,6  | m                         |
| b2 =             | 4     | m                         |
| γ =              | 2     | kN/m <sup>3</sup>         |
| S <sub>k</sub> = | 2,5   | kN/m <sup>2</sup> (Turku) |

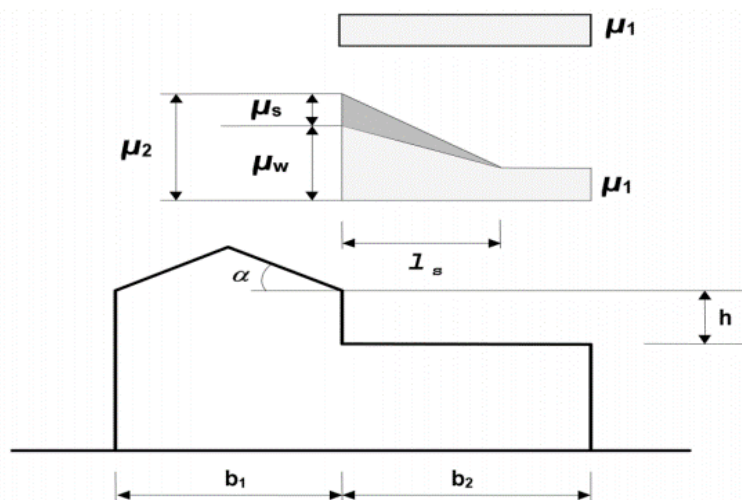
  

|                  |             |
|------------------|-------------|
| μ <sub>w</sub> = | 3,771013176 |
| μ <sub>w</sub> = | 1,7608      |

|                  |        |                            |
|------------------|--------|----------------------------|
| μ <sub>w</sub> = | 1,7608 | 0,8 ≤ μ <sub>w</sub> ≤ 2,5 |
|                  | OK     |                            |

Liukumisesta johtuvan lumikuorman muotokerroin  
Katolla oletetaan olevan likuste



Talo B

Tuulesta johtuvan lumikuorman muotokerroin

$$\bullet \quad \mu_w = \frac{b_1 + b_2}{2 \cdot h} < \frac{\gamma \cdot h}{S_k}$$

|                      |       |   |
|----------------------|-------|---|
| Räystään korko       | 41,9  | m |
| Katto korko (alempi) | 39,95 | m |

|                  |      |                           |
|------------------|------|---------------------------|
| h =              | 1,95 | m                         |
| b1 =             | 13,8 | m                         |
| b2 =             | 6,8  | m                         |
| γ =              | 2    | kN/m <sup>3</sup>         |
| S <sub>k</sub> = | 2,5  | kN/m <sup>2</sup> (Turku) |

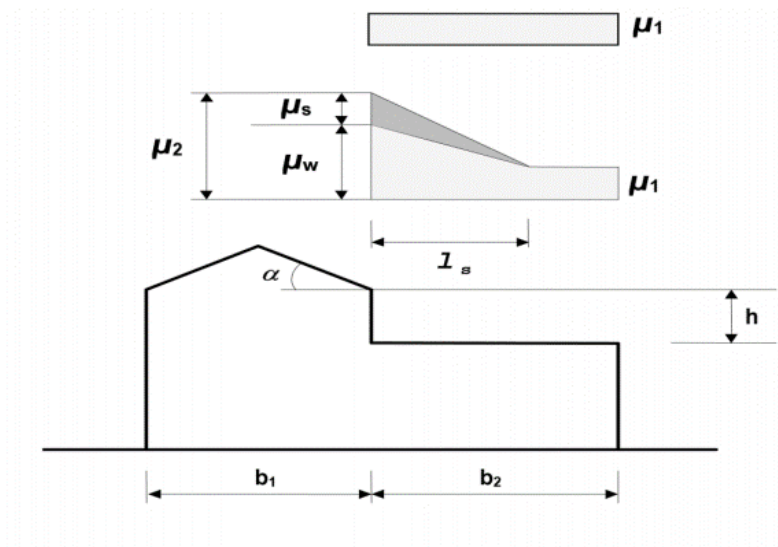
  

|                  |             |
|------------------|-------------|
| μ <sub>w</sub> = | 5,282051282 |
| μ <sub>w</sub> = | 1,56        |

|                  |      |                            |
|------------------|------|----------------------------|
| μ <sub>w</sub> = | 1,56 | 0,8 ≤ μ <sub>w</sub> ≤ 2,5 |
|                  | OK   |                            |

Liukumisesta johtuvan lumikuorman muotokerroin  
Katolla oletetaan olevan likueste

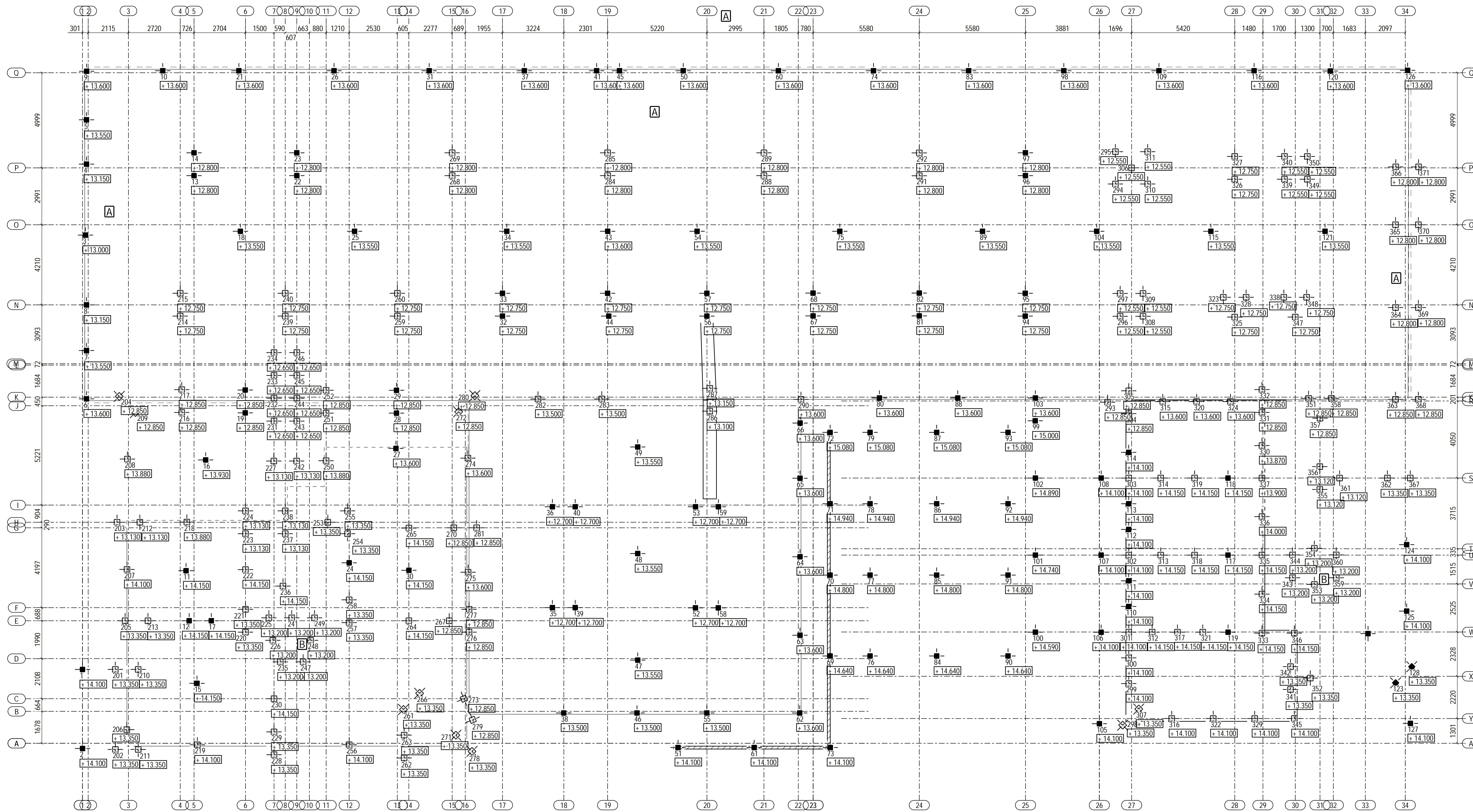


# LYÖNTIPAALUTUS:

Perustaminen tehdään tukipaaluilla kovan pohjaan perustamistapalautuksen mukaan. (Insinööri-toimisto SM Maanpää Oy)

- Paalujen lyönti tarkoin PO-2016 mukaan
- Seuraamussuokka CC2
- Luotettavuusluokka RC2,  $K_{f1} = 1.0$
- Geotekninen luokka GL2
- Paalutustyyppi PLT3
- Paalujen sijainnin laskettu max. sijaintipolkeama 50 mm, seinien suunnassa 200mm.
- Mikäli paalujen sijaintipolkeamat ylittävät sallitun arvon, on näistä aiheutuvat perustusten muutokset sovittava rakennesuunnittelijan kanssa ennen paalutuskoneen poistamista.
- Paalutusta suojeltava roudalta ja työnaikaisilta vaakuuormilta.
- Paalujen katkaisukorkeudet on ilmoitettu paalujen viereissä +x.xxx
- Paaluissa standardijatkokset
- Paalut varustetaan kalliojärjillä tai Geosuun. mukaan

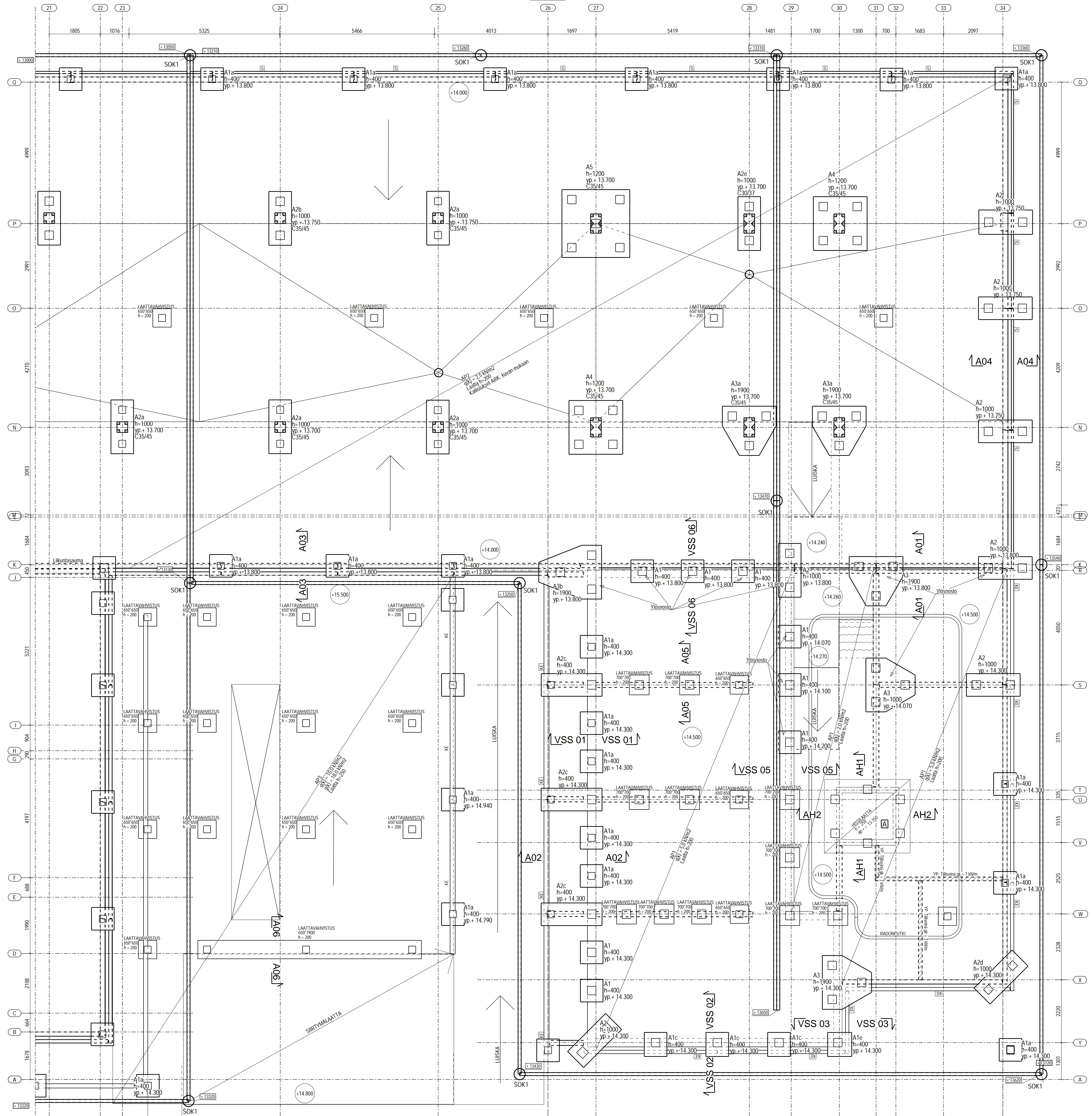
- RTB-250-16 numerot 1...128, pituus 20...40 m, Rd=790 kN/paalu
- RTB-300-16 numerot 201...371, pituus 20...40 m, Rd=1100 kN/paalu
- Paaluja yhteensä 299 kpl



|                            |   |           |      |                           |
|----------------------------|---|-----------|------|---------------------------|
| B                          | 23.03.2020  | VLEH      | VLEH | hissilaitan korotus 50 mm |
| REV                        | PVM   | SUUNN     | TARK | MUUTOS                    |
| Kaupunki                   | 015   | Korttelin | 96   | 3                         |
| Projektin nimi             | Pääskyvuorenrinne   |           |      |                           |
| Projektin numero           | PRY 103838589W  |           |      |                           |
| Rakennusvaihe              | Uudisrakennus   |           |      |                           |
| Rakennuksen nimi ja osoite | As Oy Pääskyvuorenrinne<br>Pääskyllankatu 8<br>20520 Turku          |           |      |                           |
| Projektin nimi ja osoite   | PAALUKARTTA   |           |      |                           |
| Suunnittelija              | VLEH Lauri Aantaa, INS AMK  |           |      |                           |
| Tarkastaja                 | VLEH Matti Honka-Hallila, INS AMK                                   |           |      |                           |
| Päiväys                    | 23.03.2020  |           |      |                           |
| Suunnitelman nimi          | Hissilaitan korotus 50 mm   |           |      |                           |
| Projektin numero           | RAK L19595  |           |      |                           |
| Piirinumero                | RAK-AB-3001   |           |      |                           |
| Muutos                     | B   |           |      |                           |
| Tuotteen nimi              | SITOWISE  |           |      |                           |
| Yhteystiedot               | Helsinginkatu 15<br>20500 Turku<br>020 747 6000<br>www.sitowise.com |           |      |                           |
| Tuotteen nimi              | SITOWISE  |           |      |                           |
| Yhteystiedot               | Helsinginkatu 15<br>20500 Turku<br>020 747 6000<br>www.sitowise.com |           |      |                           |



Kerros+14.000-2



| RAKENNEOSA   | RASITUSLUOKKA (RF-45) | RETONI (SFS-EN 206-1 + SFS 7022) | BETONIPESITE NIMELLISARVO | SUUNNITTELU-KÄYTTÖIKÄ |
|--|-----------------------|----------------------------------|---------------------------|-----------------------|
| ANTURAT, SIIRTYMALAATAT  | XC2                   | C30/37                           | 35 mm (50 mm)             | 100 v.                |
| ALAPOHJAT  | XC1                   | C25/30                           | 25 mm                     | 100 v.                |
| AUTOTALLIN ALAPOHJAKERNE, >30 m SISÄÄNKÄSITÄ                     | YP, XC3, XD1 AP, XC3  | C30/37                           | 25 mm                     | 100 v.                |
| SÄTEELLE ALTIIT PYSYVÄRANKIT, SOKKELIT, PARKEKPIIARIT JA -PIELET | XC3.4, XF1            | C35/45                           | 35 mm                     | 50 v.                 |
| SÄTEELLE JA SUOLAOKSIKSEELLE ALTIIT PYSYVÄRANKIT, SOKKELIT       | XC4, XD1, XF2         | C35/45                           | 35 mm                     | 50 v.                 |
| MERKITTY ANTURAT   | XC2                   | C35/45                           | 30 mm (50 mm)             | 100 v.                |

**OHJEITA:**

PIRUSTUKSessa on esitetty RAKENNUKSEN PERUSTUKSET RAKENNUKSEN PERUSTAMINEN KANTAVAN POHJAN BETONIPALJALLA.

**SUUNNITTELUKOKO:** CC2 (PERUSTUKSET JA RAKENNUS) CC2B (OHJETUKSIA RAJAUKSIA)

**TOTEUTUSLUOKKA:** 3

**TOLERANSILUOKKA:** 2

**MAASTOJÄRJESTYS:** 2

**LIITTEIDEN LUOKKA:** RC2

**VAATIMUSLUOKKA:** VAATIVA 100 v

**RAKENNET:** MAANVÄHÄNEN LAATTA TASOPUR. MUKAAN TERÄSBETONILEMMENTITÄ TERÄSBETONILEMMENTITÄ PAKALIAVAITTU TERÄSBETONIA

**KUORMITUKSET:** VÄRÄTÖLLÄT VSS  $q_k = 5.0 \text{ kN/m}^2$  AUTOSUOJA, GR-30 KN  $q_k = 2.5 \text{ kN/m}^2$  PÖRSSÄHUONEET  $q_k = 2.0 \text{ kN/m}^2$

**VIIVAKUORMAT YH. LISÄKUORMAT JA POKKEAVAT KUORMAT ESITETÄÄN TASOPURUSTUKSessa.**

**PAJOLUOKKA:** P1. PALONESTOLUOKKA R000R0, E120, REI 120, REB027, REITAMSTORVAREIOT JA VÄESTÖNSUOJA R120 POKKEAVAT PAJOLUOKAT ON MERKITTY PLANIIN.

**OSASTOVIEN SÄINEN ALA- JA YLÄPOHJEN LÄPPIEN TUULE TÄYTTÄÄ RAKENNUKSEN PAJOLUOKKAVÄHISTUKSET. LÄPPIEN TOTEUTETAAN CE-MERKITTYÄ TUUTTEILLA.**

**TENÄS:** T-8500B HITTAATTAVA HARJATERÄS SFS-EN 10027-1) S-525SRG2 POKKEERAS K-8500A VERKOT E-8000A RUKSUTAMATTOMAT RAUDOITTEET

**RAKENNETERÄS:** S235GD3/S235GD4 LEVYIT JA HITSATUT PROFILIT, MUOTOITTEET S355ND 1.4301 (-A503A) RUKSUTAMATTOMAT RAUDOITTEET, ELLEI TOINEN MERKITTY S235GD3 KILMAMASSAVUUTU PROFILIT S355GD4 KILMAMASSAVUUTU PROFILIT

**UKOTILOIHIN JÄRVÄT TERÄSBOSAT VÄHINTÄÄN KUURAKSIMITTYÄ (SFS-EN ISO 1441).**

**ANTURAT VALETAN YLÄPÖRSÖEN LAATTAAN LAATTAVÄHISTÄN VÄHISESSÄ ERIKSEN KOROTUSVALUNA.**

**LAATTOJEN TASOJEN KOHOLLA ANTUROIDEN YLÖSNOSSIOJEN RAUDAT PÖRRENETÄÄN YLÄPÖRSÖEN LAATTAAN. LUKUTYÖSÄÄMÄN BEUVAHÄHISTYS ADOUVIEN ALUEELLE.**

**TAVOTIT JA TIIVISTYKSET TEHDÄÄN MAA- JA POKKEAVAN SUUNNITELMISSA ANNETTUJEN OHJEIDEN MUKAAN.**

**RAKENNUS SALAOJITETAAN JA RUDOSUOJUTAN.**

**ANTUROIDEN JA ALAPOHJEN ALLE SEKÄ PYSYVÄRANKITEN VASTEN TEHDÄÄN SALAOJITUSKERROS SALAOJASORASTA TAI SEPELISTÄ RAKENNETTYYPPIEN MUKAAN.**

**KELLARIN KANTAVIEN SÄINEN, PLAREN JA ALAPOHJALAITAJAPERUSTUSTEN VALUJEN TÄYTTÄESSÄ KAPILAARIKKO PLARENIN JA SÄINEN ALAPOHJEN SVIUT KÄSTELLÄÄN KAPILAARIKKOJEN ESTÄMÄLLÄ PINNOITTEILLA VALAAN LAATTAVÄHISTÄN KORKEALLE ASTI. MAATTA VASTEN TUULET RAKENNUKSSA TUNNETTUJEN TUULAMERKKEJEN TEELELLÄ LUOKKASUUNNITUSTEN MUKAAN.**

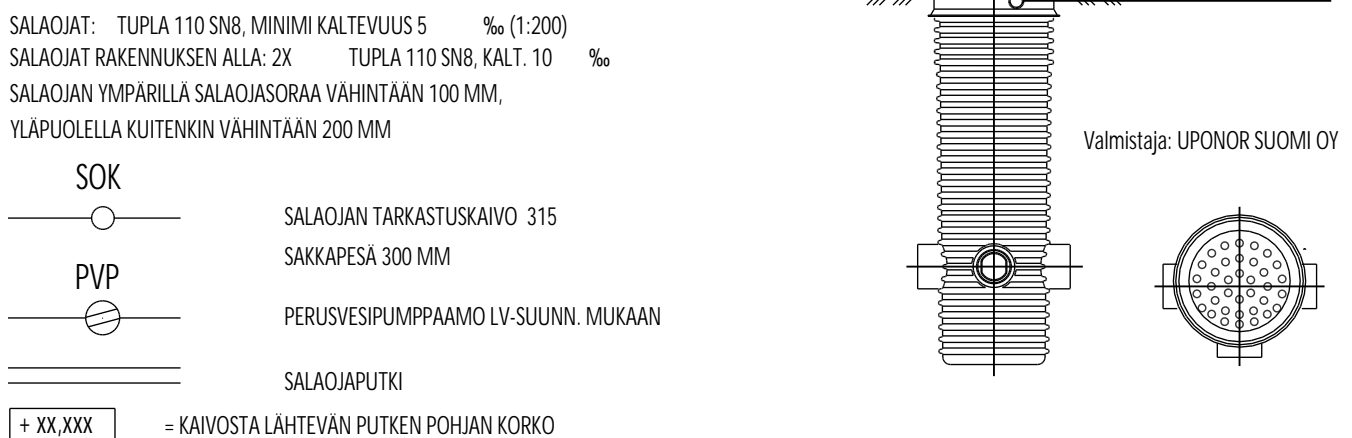
**ELEMENTTIN SALAOJITTAMINEN TUULET TÄYTTÄ JA ELEMENTTEILLE TUULET MAIUT KINNIKKEET (SFM, PLAIRPLUJIT) ESITETÄÄN ELEMENTTISUUNNITTELUUN TAPP- JA TARTUNTAPIRUSTUKSessa.**

**RADON:** ASUTUIEN ALAPOHJAT VÄHISTETÄÄN RADON PÄTITÄLUOKKA. POSTO KATOLU ALAPOHJALAITAJAN LIITTYMÄT JA PUUTIKKAPINNAT TIIVISTETÄÄN RE-10123 TUULEN MUKAAN.

**TUNNISTUKSET:** ELEMENTTIN TUNNISTUS LUUKUSUUNNITTELUUN ODOTTAA ELEMENTTIN KATSOVANSUUNNAN. PÄRRELENTÄESSÄ MAUKI ODOTTAA ELEMENTTIN KATSOVANSUUNNAN.

**ROUJUSUUNNITUS:** 100 LHM EPS 120 SUOJA 1.5M ANTURAN REUNAN OHI

**SOK-Salaojakaivo UPONOR SALAOJAKAIVO 315**



**SALAOJAT:** TUPIA 110 SIB. MINIM KALTEVUUS 5 ‰ (1:200) SALAOJAT RAKENNUKSEN ALA. 2X TUPIA 110 SIB. KÄLT. 10 SALAOJAN YMPÄRILLÄ SALAOJASORASTA VÄHINTÄÄN 100 MM. YLÄPÖRSÖLLE KUITTIMEN VÄHINTÄÄN 200 MM.

**SOK:** SALAOJAN TARASTUSKAIVO 315

**PVP:** SAKAPESA 300 MM

**PERLUSKESPLAPPAMMO LV-SUUNN. MUKAAN**

**SALAOJAPILTI:** KÄVÖSTÄ LÄHTEVÄN PUTKEN POHJAN KERRO

**SALAOJIT JA KAVOT RAKENNETÄÄN RE. 126-2009 MUKAAN KUNNAN. PÖRRETYYS 700 MM SOKKELIEN RAKENNUKSEN ALA SALAOJAT ON LAAPORISITETTÄVÄ. MINIMI PÖRRETYYS ON MAJALLA ALLE 1200 MM.**

| A                      | 23.03.2020   | VELEH    | VELEH      | hissiliikenne korotus 50 mm                |
|------------------------|--|----------|------------|--|
| PII                    |  | SÄÄMÄ    | TAKK       |  |
| Numero                 | 015  | 96       | 3          | W-projektin määräys 853-2020-275           |
| Projektin nimi         | PRY 1033/SBS/SPW   |          |            | Katuvuuden ja sisäisen projektin           |
| Rakennusvaihe          |  |          |            | NZ000                                      |
| Rakennusprojekti       |  |          |            | Rakennusprojekti                           |
| Rakennusvaihe          |  |          |            | Projektin nimi                             |
| As Oy Pääskyuorenrinne |  |          |            | A-TALON KELLARIN LATTIAN TASOPURISTUS 1:50 |
| Pääskysillankatu 8     |  |          |            |  |
| 20520 Turku            |  |          |            |  |
| <b>SITOWISE</b>        | Helsinginkatu 15, 20500 Turku, 020 7414000, www.sitowise.com | Seuraava | Projektin  | Muutos                                     |
| VELEH                  | Leif Aantaa, INS AMK   | RAK      | L19595     | RAK-A-3002 A                               |
| Piiritti               | Uusi suomen Pyykkö   |          |            |  |
| VELEH                  | Matti Honka-Hallila, INS AMK                                 | Päiväys  | 23.03.2020 | Tuotteen                                   |
|                        |  |          |            | TS   |

| RAKENNOS  | RASTUSLUOKKA (RF 45) | RETOINI (SFS EN 206-1 + SFS 7022) | BETONIPÄITE (NÄKKEYSVAIKO) | SIIRUTTUUN KÄYTTÖÖN |
|---|----------------------|-----------------------------------|----------------------------|---------------------|
| ANTURAT, SIIRYALAATAT                                     | XIC2                 | C30/37                            | 35 mm (50 mm)              | 100 v.              |
| ALAPOHAT, KUVAIT SIKATILAT                                | XIC1                 | C25/30                            | 25 mm                      | 100 v.              |
| AUTOTALLIN ALAPOHARAKENNE, >30 m SISÄÄNOSTO               | YP-XC3, XD1, AP, XC3 | C30/37                            | 25 mm                      | 100 v.              |
| AUTOTALLIN ALAPOHARAKENNE, 30 m SISÄÄNOSTO                | YP-XC3, XD1, AP, XC3 | C30/37                            | 25 mm                      | 100 v.              |
| SATEILLE ALTTIT, PARVEKELIIRT JA -PEILET                  | XC3.4, XF1           | C35/45                            | 35 mm                      | 50 v.               |
| SATEILLE JA SUOJAKORKEILLE ALTTIT PYSYVÄNÄKKEET, SOKKELIT | XC4, XD1, XF2        | C35/45                            | 35 mm                      | 50 v.               |
| MERKITTY ANTURAT  | XIC2                 | C35/45                            | 30 mm (50 mm)              | 100 v.              |

OHJEITA

PERUSTUKSISSEEN ON ESITETTÄVÄ RAKENNUSPERUSTUKSET.  
RAKENNUSPERUSTUKSET KANTAVIEN POHJAIN BETONIPALLOILLA.

SEURAAVA LUOKKA C2 (PERUSTUKSET JA RAKENNUS)  
C2b (ONNETTUUSRAKENTEET)

|                   |       |
|-------------------|-------|
| TOTUTUSLUOKKA     | 2     |
| TOLEANSISLUOKKA   | 2     |
| MASTOITUUSLUOKKA  | 2     |
| LIUETTÄVYYSLUOKKA | RC2   |
| VAIKUTUSLUOKKA    | 100 V |
| KARTTOKA          | VATVA |

RAKENNETT: MAANVÄHÄN LAATTA TASOPIN MUKAIN TERÄS-ONNEMENTEITÄ TERÄSBETONILEMENTEITÄ TERÄSBETONILEMENTEITÄ PAIKALVALITU TERÄSBETON.

KLORIDITUKSET: VÄHÄSTILAT: VS  $q_{cl} \leq 0,16 \text{ kg/m}^3$   
AUTOTALLIN KÄYTTÖ: NS  $q_{cl} \leq 0,16 \text{ kg/m}^3$   
PÖRSÄLUOKAT:  $q_{cl} \leq 2,0 \text{ kg/m}^3$

VIHKOVIKAT: HILSIKORITANT JA POKKAKUUT KUITOJA ESITETTÄVÄ TASOPIN MUKAIN.

PAULUOKKA: P1, PALONESTO LUOKKA RAKENNES. EI105, KEI 120, REI 205, RTAMSTOVARASTOT JA VASTONKÄYTTÖKÄYTTÖ POKKAKUUT PAULUOKKAT ON MERKITTY PLANNIN.

OSASTOVIEN SIENEN ALA: VÄLJIÄ LAATTOJEN LÄMMENTÄMÄ TILAA RAKENNUSKUNNAN PAULUOKKAVIEN MUKAINEN LÄMMENTÄMÄ TILAA RAKENNUSKUNNAN MERKITTY TUOTEILLA.

TENS: T-8508: HITTÄMÄN HARGENTENS  
S-5238G2: POKKOKENTENS  
K-8200: VEIKOT  
E-8500K: RAKENTAMATON PAIKKOLEISET

RAKENNUSKUNNAN: S350G2, S350G4: LEVY JA VÄHÄSTILAN MUOTOVAKUUT  
S350H: POKKOKENTENS  
1,4201 1,4500K: RAKENTAMATON MUOTOVAKUUT, ELLI TOSON MERKITTY  
S350G2: KULMAVAIKOITUSPROFIILIT  
S350G4: KULMAVAIKOITUSPROFIILIT

LAATTOJEN JA VÄHÄSTILAN VÄHÄSTILAN MERKITTY TUOTEILLA (SFS EN 501 14:5)

TÄRKEÄT JA TÄRKEÄT TEHDÄN MÄÄ - JA POKKAKUNNAN MERKITTY TUOTEILLA OHIEN KULMAVAIKOITUS.

RAKENNUS SALAOJITAMIN JA ROUITUSLAATTOJEN.

ANTURIDEN JA ALAPOHAN SEKS PYSYVÄNÄKKEITÄ VASTEN TEHDÄN SALAOJITUSKORON SALAOJITAMIN TÄ EPELISÄ RAKENNUSKUNNAN MUKAIN.

ELEMENTTIN SALAOJITAMIN TÄRKEÄT JA ELEMENTTIN TÄRKEÄT TÄRKEÄT (SFS EN 10151)

ESITETTÄVÄ ELEMENTTIN TÄRKEÄT TÄRKEÄT (SFS EN 10151)

ANTURIT VÄHÄSTILAN VÄHÄSTILAN MERKITTY TUOTEILLA (SFS EN 10151)

LAATTOJEN FASKOVIDEN KOKOILLA ANTURIDEN YLIVÄHÄSTILAN MERKITTY TUOTEILLA (SFS EN 10151)

KULMAVAIKOITUSKUNNAN SIENEN JA ALAPOHAN KÄYTTÖKUNNAN VÄHÄSTILAN MERKITTY TUOTEILLA (SFS EN 10151)

SIENEN JA SIENEN ALAPOHAN VÄHÄSTILAN MERKITTY TUOTEILLA (SFS EN 10151)

LAATTOJEN KORKEALLE ASTI, MAATA VASTEN LAATTOJEN MERKITTY TUOTEILLA (SFS EN 10151)

LEIKKÄPILKUNNAN MUKAIN.

LINKEITÄSAMAN LEIKKÄPILKUNNAN MUKAINEN.

RADONN SÄÄTÄMÄN ALAPOHAN RADONN SÄÄTÄMÄN MUKAINEN.

ASANTIDEN ALAPOHAT VÄHÄSTILAN RADONN SÄÄTÄMÄN MUKAINEN.

ASANTIDEN ALAPOHAT VÄHÄSTILAN RADONN SÄÄTÄMÄN MUKAINEN.

PLAARELEMENTTIN NÄKKEYSVAIKOITUSKUNNAN MERKITTY TUOTEILLA (SFS EN 10151)

ROUITUSKUNNAN: 100MM EPS 120T 15A ANTURIN REUNAN OHI

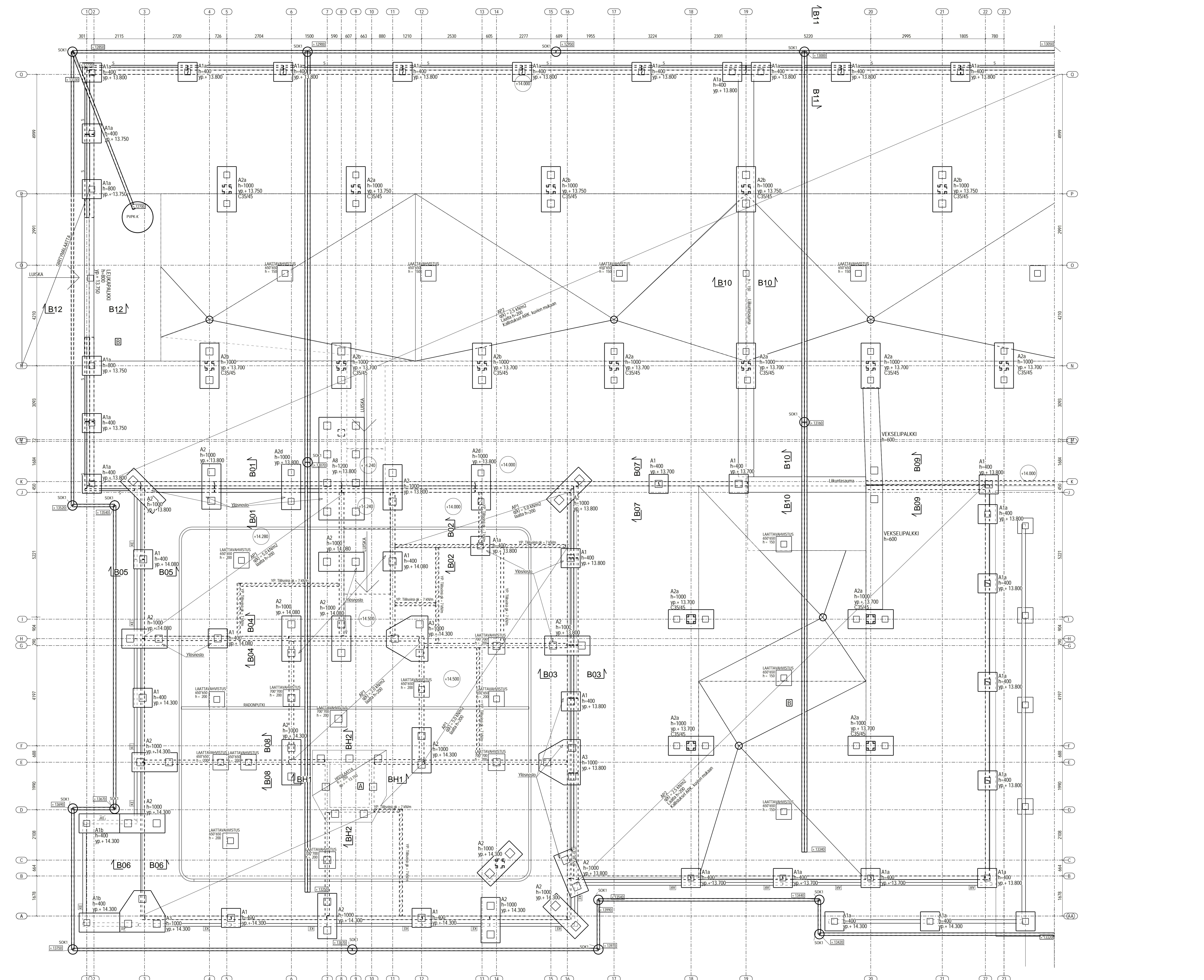
**SOK-Salaojakaivo UPONOR SALAOJAKAIVO 315**

SALAOJAT: TURVA 110 SH. MINNIN KÄYTTÖKUNNAN MUKAINEN.  $\geq 1,200$   
SALAOJAT RAKENNUSKUNNAN ALA: 2x TURVA 110 SH. KÄLT 10  
SALAOJAT VÄHÄSTILAN SALAOJAKUNNAN VÄHÄSTILAN 100 MM.  
VÄHÄSTILAN KÄYTTÖKUNNAN VÄHÄSTILAN 200 MM.

**SOK** SALAOJAN TÄRKEÄSTÄVÄ 315  
**PVP** SALAOJAN 300 MM  
**PVP** HÄRREYSPUMPPAMAAN VÄHÄSTILAN MUKAINEN

SALAOJAKAIVO: KÄYTTÖKUNNAN VÄHÄSTILAN MUKAINEN  
KÄYTTÖKUNNAN VÄHÄSTILAN MUKAINEN

SALAOJAT JA KÄYTTÖKUNNAN VÄHÄSTILAN MUKAINEN MUKAINEN MUKAINEN MUKAINEN  
PÄTEYS 300 MM SOKKEILIN ALA ROUITUSKUNNAN ALA SALAOJAT ON LAMPOKUNNAN MUKAINEN MUKAINEN MUKAINEN 1200 MM



|   |            |      |      |               |                           |
|---|------------|------|------|---------------|---------------------------|
| B | 30.03.2020 | VLEH | VLEH | leikkau       | korotus PRT ja Lupatunnus |
| A | 30.03.2020 | VLEH | VLEH | hissilaitanta | 50 mm                     |

As Oy Paäskyuorenrinne  
Paäskyyläkatu 8  
20520 Turku

As Oy Paäskyuorenrinne  
Paäskyyläkatu 8  
20520 Turku

As Oy Paäskyuorenrinne  
Paäskyyläkatu 8  
20520 Turku

As Oy Paäskyuorenrinne  
Paäskyyläkatu 8  
20520 Turku

As Oy Paäskyuorenrinne  
Paäskyyläkatu 8  
20520 Turku

**SITOWISE** RAK L19595 RAK-B-3002 B

As Oy Paäskyuorenrinne  
Paäskyyläkatu 8  
20520 Turku