

TOIMISTORAKENNUKSEN SUUNNITTELU

Toimistorakennus Veljekset Vaara Oy:lle

Remes Olli

Opinnäytetyö
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka
Insinööri (AMK)

2021

Tekniikan ala
Insinööri (AMK)
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka

Tekijä	Olli Remes	Vuosi	2021
Ohjaaja(t)	Valtteri Pirttinen		
Toimeksiantaja	Veljekset Vaara Oy (Jussi Vaara)		
Työn nimi	Toimistorakennuksen suunnittelu		
Sivu- ja liitesivumäärä	41 + 6		

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on kertoa pääpiirteissään suunnitteilla olevan toimistorakennuksen suunnittelusta. Opinnäytetyössä keskityttiin suurimmaksi osaksi rakennuksen perustuksien ja välipohjan kantavuuksien mitoittamiseen ja rakennukseen liittyvien piirrosten laatimiseen. Työssä suurena osana on myös rakennuksesta tehty tietomallinnus ja tutustuminen puun rakennesuunnittelua tukeviin ohjelmistoihin.

Työn tavoitteena oli saada tilaajalle kattava suunnitelma rakennuksesta, kuitenkin hieman lyhennettynä ja siten, että mahdollisesti hankkeen käynnistyessä siinä on vielä varaa muutoksille. Opinnäytetyössä oli myös käytävä läpi rakentamisen suunnittelun eri vaiheita ja sen kautta pääsi oppimaan, mitä kaikkea suunnittelussa on huomioitava ja kuinka laajasta kokonaisuudesta on kysymys. Kohteen suunnittelussa taustatietoina on käytetty tilaajan kanssa käytyjä keskusteluja ja eri rakennustieto-oppaita, sekä myös alan ammattilaisilta saatuja epävirallisia mielipiteitä.

Suunniteltua rakennusta ei voi täysin lähteä tämän työn pohjalta toteuttamaan, koska tietyt suunnittelun osa-alueet vaatisivat pätevyyskysymyksiä, joita minulla ei vielä ole. Pätevän rakennesuunnittelijan tarkastamana ja virallisten lupakuvien myötä kohde voitaisiin kuitenkin toteuttaa.

Avainsanat Rakennesuunnittelu, Rakennussuunnittelu, Tarveselvitys, Värähtelymitoitus
Muita tietoja Työhön liittyy tietomallinnus kohteesta

Study Programme in Construction
Engineering
Bachelor of Engineering

Author	Olli Remes	Year	2021
Supervisor	Valtteri Pirttinen		
Commissioned by	Veljekset Vaara Oy (Jussi Vaara)		
Subject of thesis	Office Building Design		
Number of pages	41 + 6		

The purpose of this thesis is to tell the main features of the design of the planned office building. The main part of the thesis focuses on the construction of the building and the load-bearing capacity of the subfloor and the preparation of drawings related to the building. A large part of the work is also information modelling of the building and getting acquainted with software that supports the structural design of wood.

The aim of the work was to get the client a comprehensive plan for the building, however shortened slightly and in such a way that possibly there is room for changes when the project starts. The thesis also had to go through the different stages of construction planning and through it you could learn what everything has to be taken into account in the design and how extensive the whole is. Discussions with the client and various Rakennustieto guides, as well as informal opinions received from professionals in the field, have been used as background information in the design of the site.

The planned building cannot be fully implemented on the basis of this work, as certain aspects of the design would require qualifications that the author does not yet have. However, inspected by a qualified structural designer and with official permit images, the site could be implemented.

Key words Structural design, Building design, Needs assessment,
Vibration dimensioning

Special remarks The work involves data modelling of the object

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	3
2	TARVESELVITYS.....	4
2.1	Tilaaaja	4
2.2	Tilaaajan vaatimukset ja tilantarve	5
2.3	Tilaaajan haastattelu ja ajatuksia tulevasta rakennuksesta	5
3	SUUNNITTELUN LÄHTÖKOHDAT	6
3.1	Sijainti, rakennuksen sijoitus ja maapohja	6
3.2	Suunnittelun lähtötiedot	6
4	SUUNNITTELUN ALOITUS.....	8
4.1	Asemakaava ja karttatiedot.....	8
4.2	Yrityksen piha-alueen asemakaava	9
4.3	Kulkuväylät ja parkkialue	9
5	POHJARATKAISUT.....	11
5.1	Rakennuksen koko, pinta-alat ja tilavuus.....	11
5.2	Toimistotilat.....	12
5.3	Kosteus-tilat.....	13
5.4	Yleiset tilat	13
5.5	Tekniset tilat.....	14
6	SUUNNITTELU.....	15
6.1	Perustus, routasuojaus ja alapohja.....	15
6.1.1	Perustamistavan valinta perusteluineen.....	17
6.1.2	Perustuksille tulevat kuormat	18
6.1.3	Sallittu geotekninen kantavuus.....	20
6.2	Ulko- ja väliseinät.....	22
6.3	Vesikatto, yläpohja ja välipohja.....	23
6.3.1	Välipohjan värähtelymitoitus.....	26
6.4	Ovet ja ikkunat.....	32
6.5	Ilmanvaihto ja lämmitys.....	33
6.6	Jätevesi ja salaojat	35

7	PIIRUSTUKSET.....	36
7.1	Asemapiirustus	36
7.2	Pohjapiirustus	37
7.3	Julkisivupiirustukset	38
7.4	Leikkauspiirustukset	39
7.5	Rakennetyyppejä ja rakenteiden leikkaukset.....	41
8	POHDINTA	44
9	LÄHTEET.....	45
10	LIITTEET	48

1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä käydään läpi toimistorakennuksen suunnitteluprosessi. Tilaajana toimii Veljekset Vaara Oy niminen sahateollisuus yritys Tervolassa. Henkilökohtainen suhteeni yritykseen on muodostunut työskennellessäni yrityksessä yhdeksän vuoden ajan. Aloitin opintoni työn ohessa ja opintojeni edetessä syntyi ajatus opinnäytetyöstä, jossa suunnittelisin uudet toimistotilat silloiselle työnantajalleni. Jo tuossa vaiheessa oli siis selvää, että lähdetään suunnittelemaan täysin uusia tiloja, koska tilan tarve oli kasvanut. Kävin yrityksen toimitusjohtajan kanssa alkuun keskustelua, siitä millaiset tilat he haluaisivat, ja sen pohjalta hahmottelin vähän kuvia rakennuksen julkisivusta ja sijainnista.

Opinnäytetyöni keskittyy pääosin arkkitehtisuunnitteluun ja rakenteiden perusratkaisuihin. Tiloja on hahmoteltu tilaajan ajatusten pohjalta ja olen miettinyt suunnittelussa käytännöllisiä ja tehokkaita tilankäytön keinoja tilaajan toiveet huomioiden. Suuressa osassa opinnäytetyötä on myös välipohjan rakennesuunnittelu, perustuksen suunnittelu ja mitoittaminen. Työtä täytyi kuitenkin rajata hieman ja yläpohjan ja kattoristikoiden rakennesuunnitteluun ei varsinaisesti puututtu. Taloteknisiä asioita, sähkö-, lämpö-, vesi- ja ilmanvaihtojärjestelmiä on vain hieman sivuttu opinnäytetyössä siltä osin, että suunnitelmista näkee myös niitä olleen huomioituna.

Yhtenä osana työssä on rakennukseen liittyvien rakennuslupaan riittävien kuvien piirtäminen. Halusin käyttää työssäni monipuolisesti eri ohjelmistoja, joita olen opetellut käyttämään. Piirsin kohteesta asemapiirroksen, pohja-, julkisivu- ja leikkauspiirrokset Autocadilla sekä muutamia yksityiskohtaisempia rakennekuvia, joihin olen halunnut kiinnittää huomiota. Tein kohteesta myös 3D mallinnuksen ArchiCAD ohjelmalla, jossa pystyi suunnitteluvaiheessa huomiomaan mahdollisia rakenteiden päällekkäisyyksiä. Käytin suunnittelun alkuvaiheessa myös Sketchup-ohjelmaa, jolla tein hahmotelmia julkisivuista ja räjäytyskuvan välipohjarakenteesta.

2 TARVESELVITYS

2.1 Tilaaja

Opinnäytetyön tilaajana on Veljekset Vaara Oy niminen sahateollisuuden parissa toimiva perheyrittäjä Tervolassa, Suomen Lapissa. Yrityksen toiminta on alkanut 1900-luvun alussa nykyisen toimitusjohtaja Jussi Vaaran isän toimesta. Jussi Vaara on aloittanut 1978 höyläystoiminnan sahaamisen lisäksi ja siitä yritys on kasvanut tasaisesti, kuitenkin 2000-luvun alun jälkeen suurimmaksi osin.

Vuosi höyläystoiminnan alkamisen jälkeen Vaaran kolme veljestä Jussi, Pentti ja Jorma perustivat nykyisen yhtiön. 30.4.2019 Veljekset Vaara Oy:ssä tuli eteen sukupolven vaihdos, jonka yhteydessä Jussin ja Jorman lapsia siirtyi yrityksen osakkaiksi.

Nykyisin Veljekset Vaara Oy työllistää noin. 60 henkilöä ja yrityksen liikevaihto on 20 miljoonan luokkaa ja koko Vaara konsernin liikevaihto on 25 miljoonan suuruinen.

Yritys on kehittänyt toimintaansa suurilla investoinneilla, kun 2012 - 2013 sahalaitoksen lajittelua uudistettiin ja rakennettiin suuri höyläämö, joka tuottaa pitkälle jalostettuja sahatavara tuotteita. Uusimpana investointina yritys on tekemässä Vaaran Palkki nimiselle tytäryhtiölle 7640 neliön tuotantohallia, joka tuottaa valmistuessaan hirsiainetta n.1500 talon tarpeisiin vuodessa.

Yrityksellä on myös puunhankintaan erikoistunut tytäryhtiö, Vaaran Metsä Oy, joka hankkii sahalaitokselle raaka-ainetta puunjalostusta varten. Vaaran Metsä työllistää 4 henkilöä ja välillisesti Vaaran Metsä työllistää kymmeniä puualan toimijoita ympäri Lappia. Kokonaisuutena Vaaran toiminta on kovassa kasvussa. (Veljekset Vaara Oy, 2020; Vaarafi, 2020)

2.2 Tilaajan vaatimukset ja tilantarve

Tilaajan edustajana opinnäytetyöhön toimi toimitusjohtaja Jussi Vaara. Ajatus toimistorakennuksen suunnittelusta on tullut ajankohtaiseksi yrityksen kasvaessa ja nykyisten tilojen käydessä ahtaaksi.

Työskentelin itse yrityksessä 9 vuotta ja opintojeni edetessä ja toimistotilojen tarpeen käydessä ilmi kävin keskustelua Jussin kanssa, josko minä suunnittelisin opinnäytetyönä uudet toimistotilat yritykselle.

Tilaajalla oli toiveena, että uudesta rakennuksesta tulee suurehko hirsirakennus, joka toimii yrityksen portin läheisyydessä näyttävänä maamerkinä. Tulevassa toimistorakennuksessa tulisi olla riittävän suuri määrä toimistotilaa, avokonttorialuetta ja näyttävä aulatila sekä saunatilat. Toimistorakennukseen oli toiveena suuri kokoustila, puhelinhuone ja yhteiskäyttö WC:tä. Arvioitu henkilömäärä, joka rakennuksessa tulee työskentelemään, on 20 henkilöä. Kun suunnitelmia alettiin tekemään, toimihenkilöitä oli 11 henkilöä ja määrä on jo kasvanut muutamalla henkilöllä opinnäytetyön edetessä.

2.3 Tilaajan haastattelu ja ajatuksia tulevasta rakennuksesta

Haastattelin tilaajaa ja kävimme läpi hänen ajatuksiaan, mitä tulevasta rakennuksesta tulisi löytyä ja millainen rakennuksen visuaalisen ilmeen tulisi olla. Rakennuksen materiaaleista oli jo tarkkoja ajatuksia ja hirsi rakennusmateriaalina oli tärkeä. Olin jo tehnyt aiempien keskustelujen pohjalta karkean Sketchup-mallinnuksen kaksikerroksisesta pohjapinta-alaltaan n. 250 m² suuruisesta hirsirakennuksesta, joka siltään jo miellytti tilaajaa ja sen pohjalta lähti rakentumaan rakennuksen ulkomuoto pienin muutoksin (Liitteet 1 ja 2). Katsoimme rakennuksen sijainnille sopivaa tonttia yrityksen portin läheisyydestä, ja alueen yleiskaavaa tarkastellessa tuli tilaajalta toiveet rakennuksen sijainnista ja suunnasta. Tontti, johon rakennusta hahmottelimme, on yrityksen omistuksessa. Kaavassa oli määritelty 500 m² rakennusala ja se sallii kaksikerroksisen rakennuksen rakentamisen, joten tilaajan alkuperäiset ajatukset ja tekemäni raakamallinnus täsmäsivät kaavan vaatimukseen.

3 SUUNNITTELUN LÄHTÖKOHDAT

3.1 Sijainti, rakennuksen sijoitus ja maapohja

Tontti, jolle toimistorakennusta lähdetään suunnittelemaan, sijaitsee Tervossa Veljekset Vaara Oy:n sahalaitoksen länsipuolella (Liite 3). Tontti on yrityksen omistuksessa.

Maa-aluetta on käytetty osin lumenkaatopaikkana talvisin ja pohja on puunkuoresta sotkeutunutta soramaata. Tontin osa, johon tulee parkkialue, on peltomaata. Tontille tehdään massanvaihto maaperätutkimuksen jälkeen ja massanvaihdossa huomioidaan perustuksien kantavuuslaskelmat ja vaihdetaan maata sen mukaisesti.

Rakennus tulee tontille tien suuntaisesti siten, että rakennuksen julkisivu ja pääovi tulevat etelän suuntaan. Rakennuksen päähän tuleva saunatila tulee julkisivusta päin katsottuna oikeaan reunaan ja jää siten päärakennuksen taakse Tervolan kirkonkylältä katsottuna.

Rakennuksen taakse tulee parkkialue työntekijöille ja rakennuksen etupuolelle jää parkkitilaa vierailijoille. Tontille tehdään liittymä Viiantieltä rakennuksen julkisivun idän puoleisen nurkan kohdalle.

Toimistorakennuksen julkisivu ja länsipuolen pääty on ajateltu suunnitelmissa edustavan näköisiksi ja lännen puolen päätyyn tulee yrityksen logon muotoinen ikkuna, joka näkyy tielle yrityksen pihamaata kohti ajettaessa. Rakennus tulee avonaiseen maastoon ja kesäisin auringon valo kiertää rakennuksen päivän aikana alkaen idän puolen päädyn suunnasta.

3.2 Suunnittelun lähtötiedot

Suunnittelu lähti liikkeelle niillä tiedoilla, että rakennuksen tulee olla hirrestä ja alapohja on maanvarainen. Nämä olivat tärkeimmät kriteerit alkuun ja toiveita rakennuksen toiminnoista ja tilantarpeista alkoi tarkentua, kun kävimme keskusteluja tilaajan kanssa.

Lämmitysmuotoon oli kaksi selkeää vaihtoehtoa:

Ensimmäinen oli yrityksen omasta puuhakkeella toimivasta lämpölaitoksesta saatava lämmitys, jonka lisäksi rakennuksen viilentämiseen olisi tullut ilmalämpöpumppuja.

Tämä vaihtoehto vaikutti alkuun järkevältä, mutta lämpökanava olisi pitänyt kaivaa yrityksen pääliittymän ali ja lämpölaitokselta rakennuksen itäpäädyssä sijaitsevaan tekniseen tilaan matkaa on noin 80 metriä. Lämpökanaalin arvoksi pelkästään olisi tullut 12 000 - 15 000 euroa. Lisäksi pohdimme tilaajan kanssa, ettei ole järkevää lähteä suunnittelemaan uutta hirsirakennusta, johon jo suunnitelmissa lisätään ilmalämpöpumppuja viilennys tarkoituksessa.

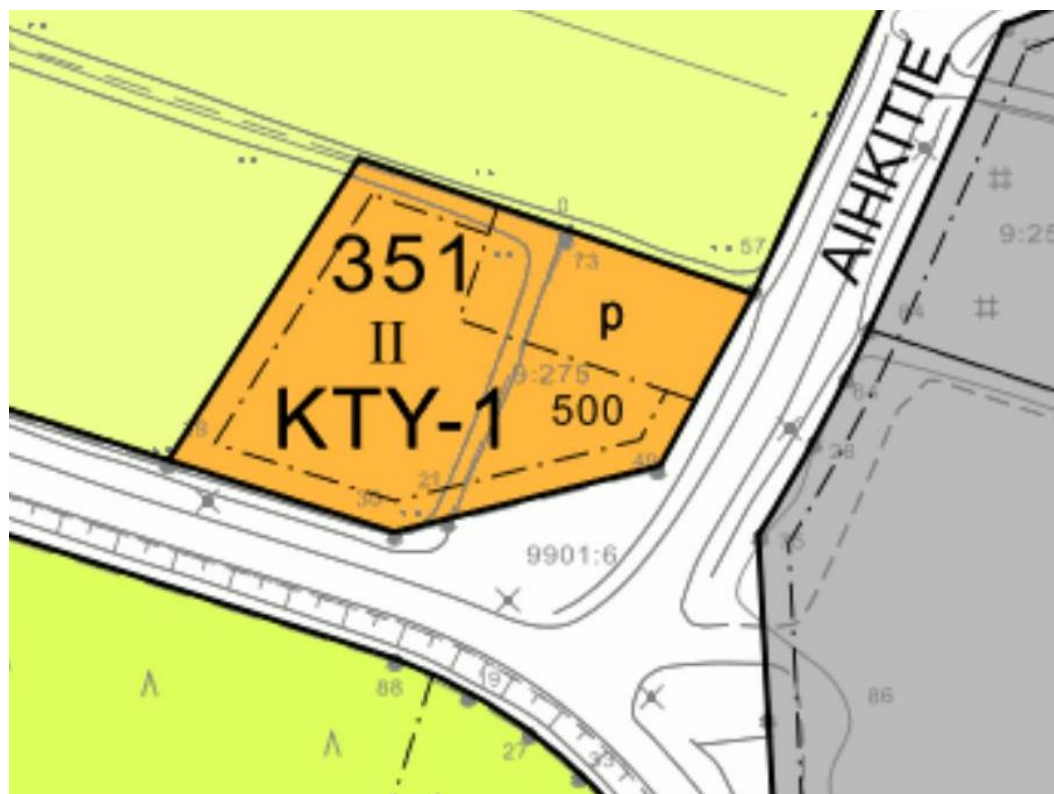
Toinen vaihtoehto, joka rakennukseen on suunniteltu, on maalämpö ja maajäähdytys. Maalämpöpumpun keruupiirillä saadaan maasta lämpöä ja jäähdytys saadaan maalämpökoneen keruupiiristä. Tällä vaihtoehdolla saadaan myös jäähdytys lattiaan, mikä ei lisää rakennuksessa vedon tunnetta ja jos jäähdytys liitetään ilmanvaihtoyksikköön, niin se toimii ilman, että pumpun tarvitsee käynnistyä lainkaan.

Lämmitystapana rakennuksessa tulee olemaan vesikiertoinen lattialämmitys molemmissa kerroksissa. Toisessa kerroksessa lämmitystarve on vähäisempi, joten sinne tulee lämmitysputket harvempaan ja maalämpö mitoitetaan 0,5 kertaisena rakennuksen pohjapinta-alaan nähden. (Suomen maalämpötukku 2020.)

4 SUUNNITTELUN ALOITUS

4.1 Asemakaava ja karttatiedot

Rakennus tulee Tervolan kunnan alueelle ja tontti sijaitsee kunnan osayleiskaavassa korttelissa 351 (Kuva 1). Tontin tarkka sijainti N=7331316.366, E=4018016.652.



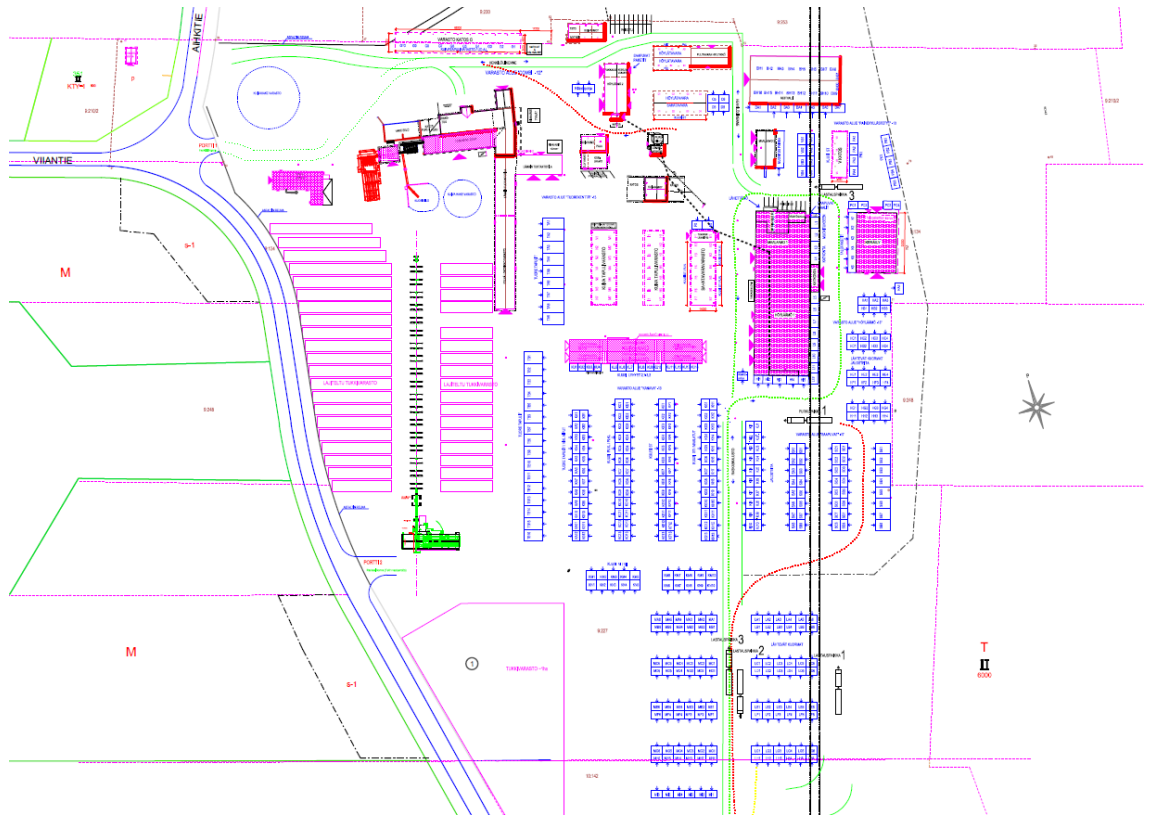
Kuva 1. Kuva rakennuksen tontista (Sweco paikkatieto 2020)

Kaavassa tontilla on merkintä KTY-1, joka on toimitilarakennusten kortteli-alue. Rakennukseen saa sijoittaa liike-, näyttely-, ja kokoontumistiloja. Kaavassa on p merkintä tontin pohjoispuolen reunassa ja se merkitsee parkki-alueita. Lisäksi kaavassa on määritelty enintään 500 m² rakennusoikeus ja tontille saa rakentaa enintään kaksikerroksisen rakennuksen. Rakennuksen tai rakennusten etäisyys tontin rajasta pitää olla vähintään 5 metriä ja lähtökohtaisesti tontille saa tehdä vain yhden ajoneuvoliittymän. Yleiseen tiehen liittymiseen pitää hakea lupa tienhallintoviranomaiselta.

(Tervolan kunta 2019)

4.2 Yrityksen piha-alueen asemakaava

Uusi toimistorakennus tulee yrityksen piha-alueen asemakaavakuvassa, kuvan vasempaan ylänurkkaan, jossa näkyy tonttimerkintä (Kuva 2). Piha-alueen asemakaava kuva on vuodelta 2018 ja piha-alue on sen jälkeen laajentunut etelän suuntaan mm. Vaaran Palkki Oy:n tehtaan valmistuessa.



Kuva 2. Yrityksen piha-alueen asemakaavapiirros (Veljekset Vaara Oy 2018)

4.3 Kulkuväylät ja parkkialue

Yrityksen henkilöliikenteen kulkuväylä liittyy tehtaan piha-alueelle uuden toimistorakennuksen suunnasta ja raskas kalusto kulkee piha-alueen eteläpäässä olevasta liittymästä. Tulevalle toimistorakennukselle tuleva liittymä ei haittaa tehdasalueen liikennöintiä. Alla olevassa kuvassa näkymä yrityksen piha-alueesta toimistorakennukselle osoitetun tontin yläpuolelta (Kuva 3).



Kuva 3. Ilmakuva yrityksen tehdas alueesta (Veljekset Vaara Oy 2018)

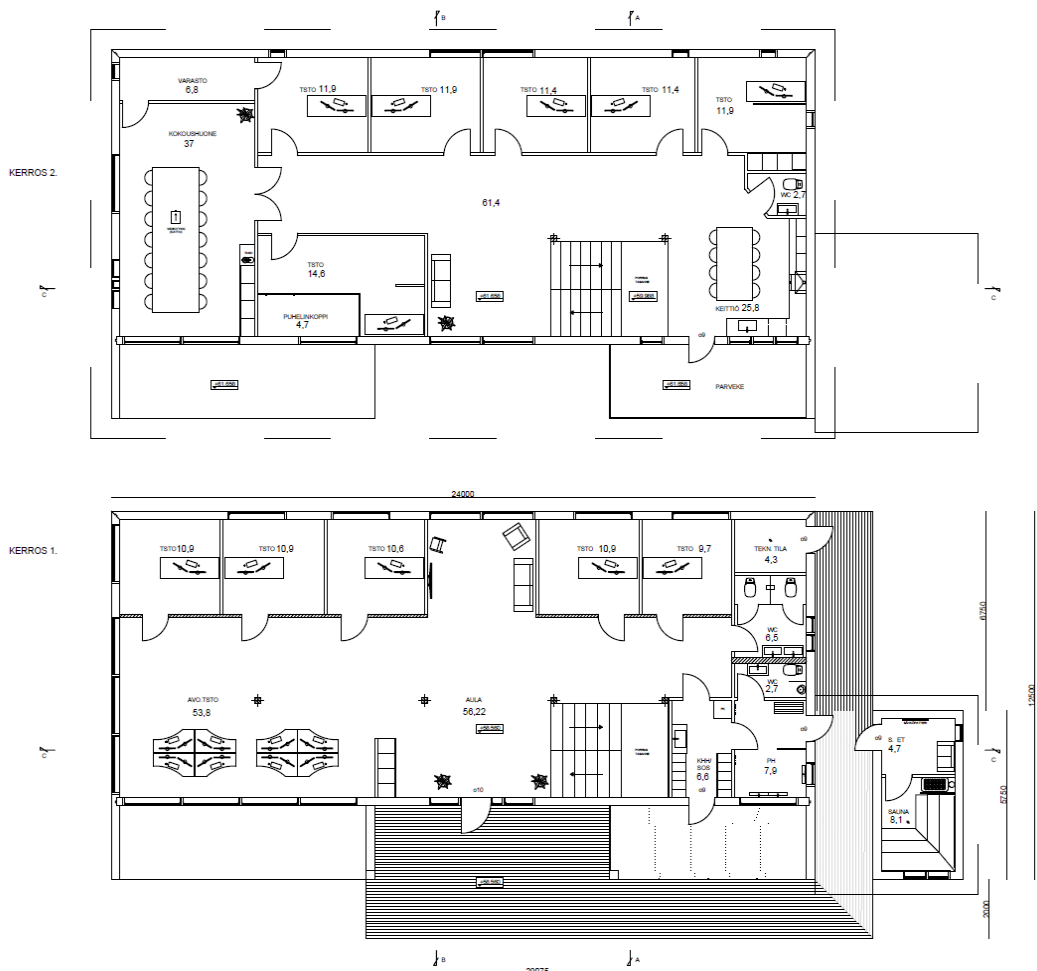
Toimistorakennuksen pihaan tulee 14 lämmitystolpallista parkkiriutua henkilökunnalle rakennuksen pohjoispuolelle ja 5 parkkiriutua etupiha puolelle vierailijoille. Lisäksi tehdään varaus muutamalle sähköauton latauspistokkeelle henkilökunnan parkkialueen puolelle. Piha-alueita on suunniteltu asfaltoitavaksi kokonaisuudessaan noin 2800 neliometriä (0,28 ha).

5 POHJARATKAISUT

5.1 Rakennuksen koko, pinta-alat ja tilavuus

Rakennuksen koko määräytyi pitkälti tilantarpeen mukaan. Avoin aulatala oli tilaajan toive ja siihen osittain liittyvä avokonttoritila alakerrassa tuo lisää avaruuden tuntua. Yläkertaan vievä portaikko lähtee aulatilasta ulko-ovesta sisäänpäin mennessä oikealta ja portaikon nurkissa on kantavat pilarit.

Rakennuksen pohjapinta-ala on alakerrassa saunatila mukaan luettuna 234,7 m² ja yläkerrassa 221,6 m². Huoneistoalaa rakennuksessa on 443,3 m². Tilavuutta rakennuksella on kokonaisuudessaan 1271,5 m³, joka jakautuu alakerrokseen 653,2 m³ ja yläkerrokseen 618,3 m³. Alla olevassa kuvassa (Kuva 4) on rakennuksen pohjakuva.



Kuva 4. Toimistorakennuksen pohjapiirros

Yläpohja on mitoitettu suureksi, jotta tilaa on riittävästi ilmanvaihtojärjestelmälle. Samoin välipohjan rakenne on suunniteltu tilavaksi korkean palkiston myötä, että tarvittava talotekniikka saadaan sinne mahtumaan.

5.2 Toimistotilat

Tilaaajan toiveena oli saada toimistotilat 20 henkilölle siten, että tilat ovat muunneltavissa ja noin puolet toimistosta on avokonttoria. Tarve oli myös suurelle kokoustilalle, jonne mahtuisi vaivatta ainakin tämä kahdenkymmenen henkilön toimihenkilöstö.

Erilliset toimistohuoneet on sijoitettu rakennuksen takaseinustalle, jotta yleiset ja avoimet tilat jäävät etupihan puolelle ja päivänvalon suuntaan. Toimistohuoneet ovat noin 10 neliömetrin suuruisia tiloja, joihin ei ole suunniteltu mitään kiintokalustusta (Kuva 4). Itäpuolen takanurkassa olevaan työhuoneeseen on suunniteltu kaapisto syvennykseen teknisen tilan yläpuolelle, jonka lävitse voi tarpeen tullen tehdä hormin yläpohjaan tai katolle talotekniikkaa varten. Sähkösuunnittelussa toimistohuoneisiin tulee suunnitella riittävä määrä pistorasioita, jotta tilan muunneltavuus säilyy. Kokoushuoneella kokoa on 37 m². Kokoushuoneessa erikoisuutena on Tervolan kirkonkylälle päin eli rakennuksen länsipäädyssä yrityksen logon muotoinen ikkuna (Kuva 5). Kokoushuoneen pohjois-puolen päädyssä on varastotila, johon tulee käynti viereisestä toimistohuoneesta ja kokoustilasta. Varaston ja kokoushuoneen välinen seinä on suunniteltu toimimaan valkokankaana kokoushuoneen videotykillä.



Kuva 5. Kuva rakennuksen länsipäädystä

5.3 Kosteat-tilat

Kosteat tilat, viemäröinnit ja käyttövedet on kaikki suunniteltu rakennuksen itäpuolen päätyyn. Yläkertaan tulee yksi yhteiskäyttö-wc ja keittiö, joiden viemäröinnit saadaan taittumaan välipohjan sisällä ja tuotua alas alakerroksen vessojen välisessä leveämmässä väliseinässä. Alakerroksessa on suurempi wc, jossa on kaksi erillistä wc-koppia.

Alakerrokseen tulee kodinhoitohuone tyylinen pukutila pesuhuoneen viereen, joka rakennetaan vesieristetyksitilaksi ja tilaan tulee lattiakaivo. Pesuhuoneeseen tulee kolme suihkua ja erillis-wc. Pesuhuoneen käyttövesiputket upotetaan eristettynä hirsikuloseinään tehtäviin roiloihin, jonka päälle tulee koolaus, vesieristelevy ja pintaan kaakeli. Hirsiseinään upotetut käyttövesiputket tulee eristää, ettei putken pintaan kondensoidu kosteutta, joka jäisi levyn ja hirren väliin. Pesuhuoneesta on käynti ulos terassille ja sitä kautta erilliseen ulkosaunaan.

5.4 Yleiset tilat

Rakennukseen sisään mentäessä on edessä suuri koko rakennuksen läpi menevä aulatila ja vastapäätä sisäänkäyntiä takaseinällä on suuret ikkunat.

Alakerroksen katto on suunniteltu siten, että kantavat liimapuu palkit jäävät noin kolme (3) senttimetriä näkyviin ja niiden välit paneloidaan vaalealla paneelilla (Kuva 6). Katto tuo persoonallisuutta ja tyyliä samalla kun välipohjaa kantaville palkeille saadaan hieman lisäkantavuutta, koska niiden korkeus on suurempi. Rakennuksen aulatilasta on ArchiCAD mallinnuksesta renderöimällä tehty kuva (Kuva 6). Kuvassa on näkymä avokonttorilta portaikkoa kohti. Kuvassa näkyy hyvin välipohjan alapuolinen rakenne, joka on ollut haastavaa muutoin visualisoida.



Kuva 6. Kuvakaappaus ArchiCAD-mallinnuksesta

Aulatilaaan liittyy sisäänkäynnistä katsottuna vasemmalla 54 m² suuruinen avokonttoritila ja oikealla portaikko yläkerrokseen. Myös yläkerroksesta löytyy avointa aulamaista tilaa portaiden läheisyydestä ja portaikon taka-alalla on keittiötila. Avoin ja selkeä rakenne helpottaa mm. vierailijoiden kulkua rakennuksessa.

5.5 Tekniset tilat

Rakennuksen itäpuolen takanurkkaan on suunniteltu tekninen tila, johon tulee maalämpökone, lämminvesivaraaja, sähköpääkeskus ja lattialämmityksen jakokeskus. Tekninen tila tehdään vesieristetyksi ja sinne tulee lattia-kaivo. Tekninen tila on 4,3 neliömetrin suuruinen, joten siellä on hyvin tilaa suuren rakennuksen taloteknisille laitteistoille.

6 SUUNNITTELU

6.1 Perustus, routasuojaus ja alapohja

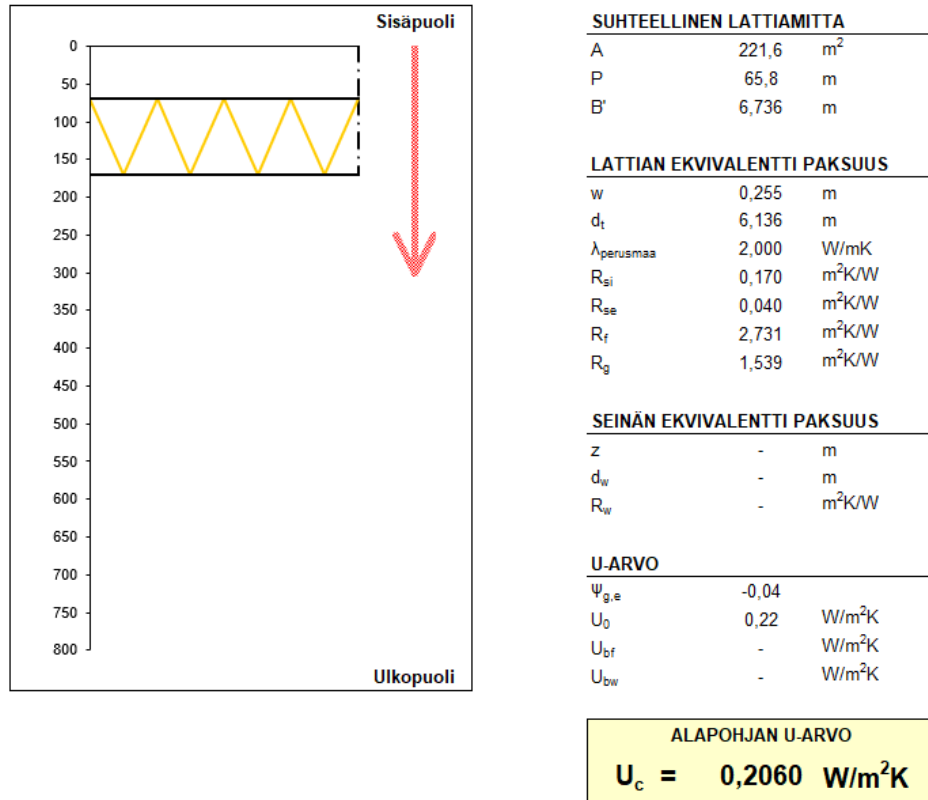
Perustukset tehdään yleisen perustamismenetelmän mukaisesti anturaperustuksella ja maanvaraisella laattalla. Maapohjaan ei ole tehty varsinaisesti tutkimuksia, kuin silmämääräisesti pintamaata arvioiden, joten tässä työssä oletetaan, että jos maapohja on riittämätön laskennalliselle perustamismenetelmälle, niin tontille tehdään massan vaihto siltä osin, että maapohjan ominaisuuksista saadaan riittävät.

Anturaperustuksella jaetaan sokkelilta tulevaa kuormaa leveämmälle alalle maapohjaa vasten. Antura on siis lähinnä maata oleva alin osa perustusta. Tässä kohteessa oletetaan maapohjan kantavuuden olevan riittävä niin antura tehdään paikallaan valuna suoraa murskeen päälle, mutta anturoita voidaan tehdä myös paalutusten päälle huonommin kantavilla pohjilla. Anturan päälle tehdään sokkeli eli perusmuuri, jonka päälle tulee rakennuksen runkorakenne. Anturan päälle voidaan tehdä sokkeli esimerkiksi harkoista muuraamalla, mutta yleisimmin sokkeli valetaan paikallaan valuna anturan päälle. (Rudus 2021)

Maanvarainen laattarakente on nimensä mukaan maata vasten oleva laatta ja sen toimivuus riippuu siitä, millainen pohjatyö on tehty ennen laatan valua. Huolellisesti tiivistetty ja eristetty maapohja on tukeva alusta maanvaraisen laatan valulle. Maanvaraisen laatan suunnittelussa on tärkeä huomioida, että maa-aines laatan alle on oikea. Väärän maa-aineksen käyttö mahdollistaa muun muassa veden kapillaarisen nousun maapohjasta laatan alla olevaa eristettä vasten. Tällainen virheellinen maa-aines on esimerkiksi salaojasora, jonka veden kapillaarinen nousu voi olla jopa puoli metriä. Maanvaraisen laatan valussa käytetään raudoitteina yleisimmin verkkoa, joka sitoo betonia ja vähentää laatan halkeamis- riskiä. (Rakentaja 2021)

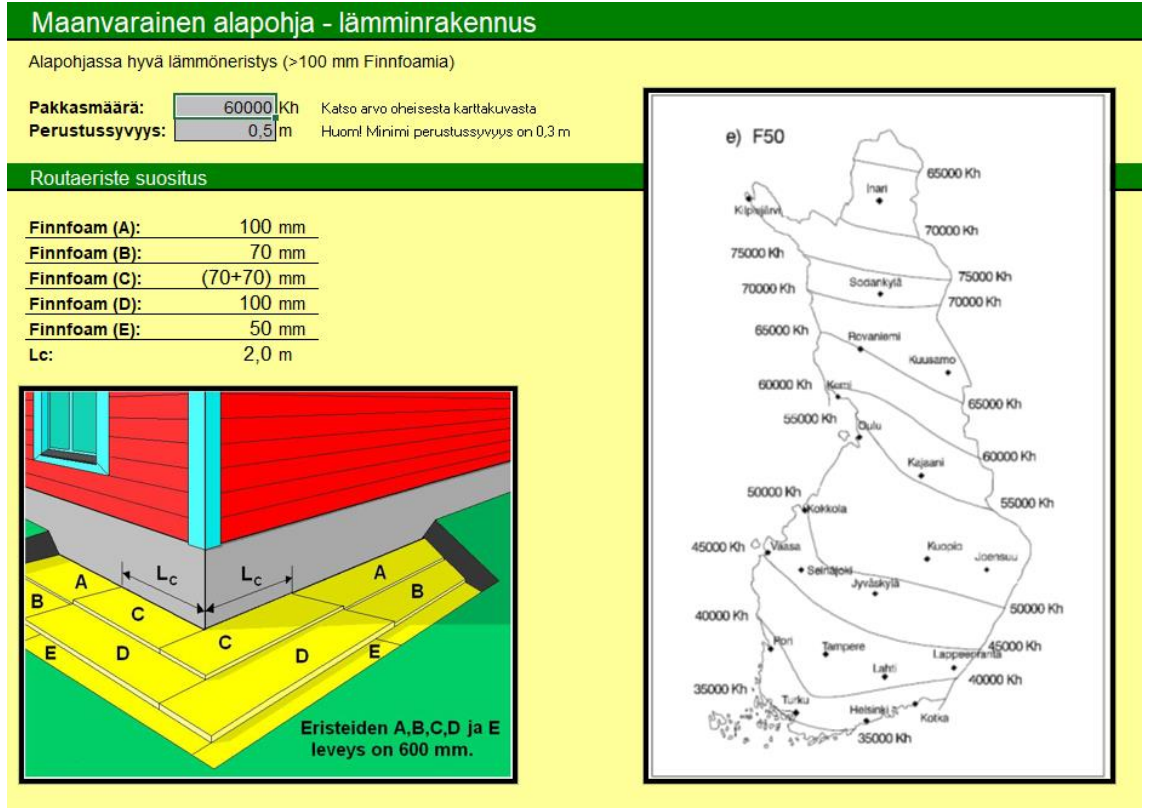
Alapohjan eristämiseen käytin Puuinfon ja Finnfoamin tarjoamia laskenta ohjelmia. Ohjelmia on käytetty opintojen aikana ja ne on todettu luotettaviksi, kun on verrattu käsin laskettuja tuloksia ohjelmien antamiin tuloksiin.

Kohteen routasuojaus on suunniteltu ohjelmilla laskettujen arvojen mukaisesti. Alla olevassa kuvassa alapohjan U-arvo Puuinfon ohjelmalla laskettuna ja siihen vaikuttavat tekijät (Kuva 7).



Kuva 7. Kuvakaappaus laskentaohjelmasta (Puuinfo 2020)

Routamitoitus on suunniteltu Finnfoamin tarjoamalla ohjelmalla ja mitoituksen on käytetty ohjelman tarjoamia tuotteita, eli Finnfoamin routaeristeitä (Kuva 8). Ohjelma antaa tiedot eristevahvuuksista, kun sinne syöttää ohjelmassa olevan karttakuvan perusteella alueellisen pakkasmäärän arvon ja perustamis- syvyyden. Ohjelma näyttää eristemäärän ja vahvuuden ulkonurkkaan ja suorille seinille.



Kuva 8. Kuvakaappaus laskentaohjelmasta (Finnfoam 2020)

6.1.1 Perustamistavan valinta perusteluineen

Rakennus perustetaan maavaraisella, matalaperusteisella anturaperustuksella. Maapohjaan tehdään massanvaihto siltä osin, että geotekninen kantavuus on riittävä perustuksen toteutukselle. Perustamissyvyys kohteessa on +57.600.

Antura tehdään raudoittamattomana, sillä sen leveysmittojen ollessa pienet ei raudoitus ole välttämätön ja hirsirakenteessa perustuksille tuleva paino jakautuu tasaisesti. Anturan leveyden B ollessa 800 mm tai vähemmän ja anturan ulokeosan pituuden c ollessa alle 300 mm voidaan antura suunnitella ilman raudoitusta. Suuremmilla anturoilla raudoittaminen säästää betonin määrää ja siksi on kannattavampaa raudoittaa suuremmat anturat kantaviksi.

Raudoittamattoman anturan korkeus h voidaan laskea kaavasta:

$$h \geq c * \sqrt{12 * P_d / 7 * f_{ctd}}$$

Kaavassa:

$$c = \text{Anturan ulokeosan leveys (m)} = 0,072\text{m}$$

$$P_d = n_d / B \text{ Laskentakuormien aiheuttama pohjapaine murtorajatilassa} = 525\text{kN/m}^2 \text{ (} 210\text{kN/m}^2 / 0,4\text{m)}$$

$f_{ctd} = \text{Vetolujuuden mitoitusarvo} = 0,032\text{MN/m}^2$, joka saadaan kaavasta:

$$f_{ctd} = f_{ctk} * 0,05 / Y_c$$

$$0,05 = \text{(5 \% fraktiili)}$$

$f_{ctk} = \text{Raudoittamattoman betonin (c30/37) vetolujuus (Liite 4 (Taulukko 2.))}$

$Y_c = \text{Betonin (c30/37) osavarmuusluku (Liite 5 (Taulukko 3.3))}$

$$f_{ctd} = 0,965\text{MN/m}^2 * 0,05 / 1,5 = 0,032\text{MN/m}^2$$

$$h \geq 0,072\text{m} \sqrt{12 * 525\text{KN/m}^2 / 7 * 32\text{KN/m}^2} = 598,5$$

Laskelmien mukaan anturan vähimmäiskorkeus raudoittamattomana on oltava 600 mm. Raudoittamaton antura murtuu helposti heti ensimmäisenkin halkeaman ilmestyttyä, koska pohjapaine anturan alla ei välttämättä todellisuudessa jakaudu tasaisesti on anturasta tehty suunnitelmassa korkeampi (900 mm) ettei murtumia pääsisi syntymään. (RT Saari-
nen 2015)

6.1.2 Perustuksille tulevat kuormat

Rakennuksen perustuksille kohdistuu käytännössä koko rakennuksen kuorma kaikkine rakenne osineen. Keräsin taulukkoon mahdollisimman tarkasti kaiken painon mitä perustukset kantavat ja nämä arvot toimivat laskennan määreinä (Taulukko 1).

Puutavaroiden painot ovat tilaajayrityksen omasta tietokannasta ja oletuksena on, että hankkeessa käytetään yrityksen omaa puutavaraa.

Taulukko 1. Rakennuksen perustuksille tulevat kuormat

Ulkoseinät	kN/m
Hirsikehikko	2,626
Ikkunat ja ovet	0,308
Yhteensä.	2,934
Välipohja	
Hirret	0,298
Lankku niskat	0,138
Vesivaneri	0,146
Betonivalu (raudoitettu)	2,649
Lattia laatat	0,525
Alapuolen koolaus ja paneeli	0,265
Kokoontumiskuorma	6,752
Yhteensä.	10,773
Väliseinät	
Kipsilevy	0,225
Kertopuu	0,049
Yhteensä.	0,274
Vesikatto	
Ristikot	0,717
Tuulensuojalevy	0,59
Raakapontti laudat	0,464
Harvalaudoitus	0,19
Verhouslaudat	0,018
Kattohuopa	0,337
Lumikuorma (Tervola, mk. 0,8 <30%)	8,432
Yhteensä.	10,748

Perustuksille tulevat kuormat yhteensä: 24,729kN/m

Laskennan perusteena olevat massat eriteltyinä

Ulkoseinät

- hirsikehikko: 550kg/m³
- ikkunat ja ovet: 25kg/m²

Välipohja

- hirret: 550kg/m³
- lankkuniskat: 500kg/m³
- vesivaneri: 460kg/m³
- betonivalu (raudoitettuna): 2500kg/m³

- lattialaatta: 20kg/m^2
- alapuolen koolaus ja laudoitus: 500kg/m^3
- hyötykuorma (Kokoontumiskuorma): $2,5\text{kN/m}^2$

Väliseinät

- kipsilevy: $8,2\text{kg/m}^2$
- kertopuu: 480kg/m^3

Vesikatto

- ristikot: 17kg/m^2
- tuulensuojalevy: 14kg/m^2
- raakapontti: 11kg/m^2
- harvalauta: $4,5\text{kg/m}^2$
- paneeliverhous: $7,5\text{kg/m}^2$
- kattohuopa: $8,0\text{kg/m}^2$
- lumikuorma: $2,0\text{kN/m}^2 = \text{Tervolan korkeudella } 2,5\text{kN/m}^2 \cdot 0,8$ (katon muotokerroin $< 30^\circ$)

6.1.3 Sallittu geotekninen kantavuus

Antura on mitoitettu kokonaisvarmuusmenetelmällä. Maan tilavuuspainot laskennassa ovat sen suuruiset, että massanvaihdossa tontille on oletettu ajettavaksi soraa perustusten alle ja pohjamaaksi hiekkamoreenia. Laskennassa ei ole huomioitu vaakakuormia eikä muuttuvia kuormia. Kaavasta on poistettu myös anturan muodon vaikutuskertoimet ja kuormitusresultantin kaltevuuden vaikutus, koska antura on suorakaiteen muotoinen ja se sijoitetaan suoraan, jolloin siihen ei kohdistu kaltevuuksien aiheuttamia vaikutteita. Laskenta on suoritettu Pohjarakennusnormi RIL 121 taulukoitujen arvojen mukaisesti. (Romakkaniemi 2019)

Kaavassa; $q_m = D * \gamma_1 * N_D + 1/2 * B * \gamma_2 * N_B$

q_m = Anturan kantokyvyn määräävä keskimääräinen pohjapaine

D = Perustamis- syvyys (m) = 0,5 m

γ_1 = Perustamistason yläpuolisen maan tehokas tilavuuspaino (kN/m³) = 17,3 kN/m³

N_D = Kantavuuskerroin (Liite 6 (Taulukko 9)) = 18,4

B = Anturalaatan pienempi sivumitta (m) = 0,4m

γ_2 = Perustamistason alapuolisen maan tehokas tilavuuspaino (kN/m³) = 18 kN/m³

N_B = Kantavuuskerroin (Liite 6 (Taulukko 9)) = 15,1

$q_m = 0,5 \text{ m} * 17,3 \text{ kN/m}^3 * 18,4 + 0,5 * 0,4 \text{ m} * 18 \text{ kN/m}^3 * 15,1 = 213,52 \text{ kN/m}^2$

Kaavassa; $q_{sall} = q_m / F$

q_{sall} = Sallittu kuormitus

q_m = Murtokuorma (kN/m²) = 210kN/m²

F = Varmuuskerroin (Liite 7 (Taulukko 7)) = 2

B = Anturan leveys (m) = 0,4m

G = Anturalle tuleva kuormitus (kN/m) = 24,729kN/m

$q_{sall} = 210 \text{ kN/m}^2 / 2 = 105 \text{ kN/m}$

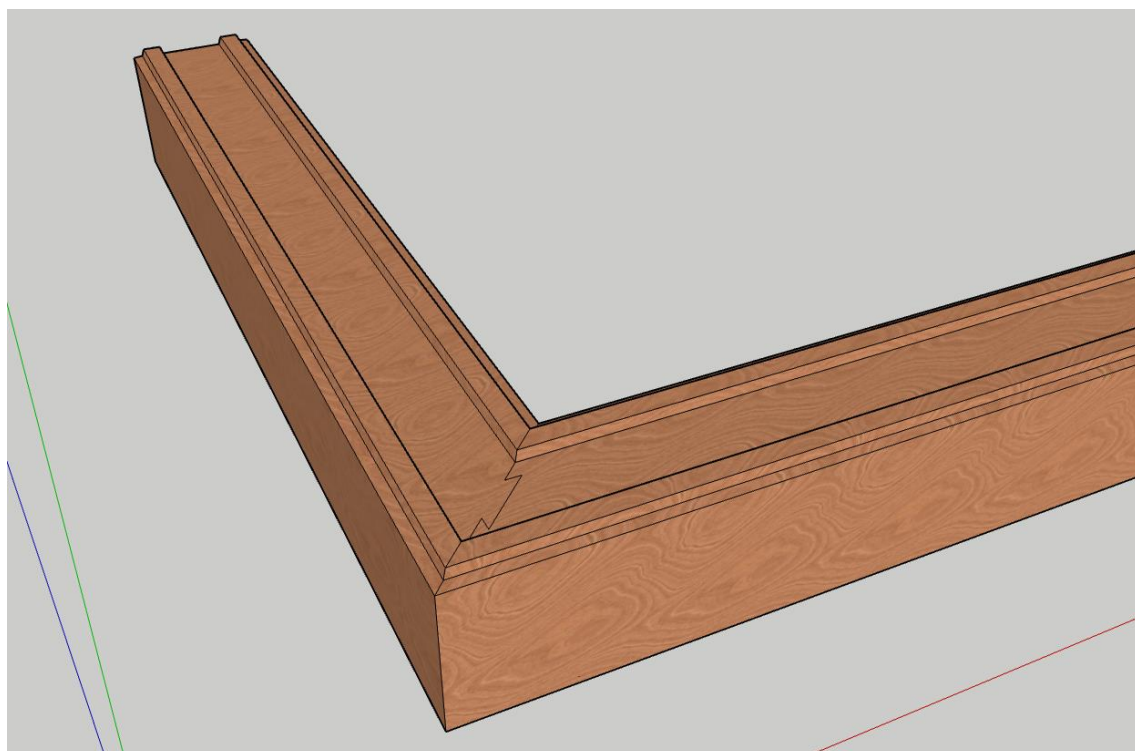
$q_{sall} * B \geq G$

$105 \text{ kN/m} * 0,4 \text{ m} = 42 \text{ kN/m} \geq 24,729 \text{ kN/m}$

Anturalle tuleva kuormitus on huomattavan paljon pienempi, kuin anturan kantavuus laskennallisella maapohjalla. Todetaan anturaperustuksen olevan kantava hieman laskennan perusteena toimineiden maalajien arvoja huonommillakin arvoilla. Perustus on siis mitoitettu hieman varman päälle. (RT Slunga 2015)

6.2 Ulko- ja väliseinät

Rakennuksen ulkoseinät rakennetaan hirrestä. Hirsi materiaalina oli tilaajan puolelta ehdoton toive. Tilaajalla oli myös toive, että rakennuksen nurkat tehdään jiirinurkka-nimisellä salvostyyllillä (Kuva 9). Jiirinurkassa hirren päät ovat sahattuna 45 asteen kulmaan ja nurkan sisällä on kuvan mukaan pontti, joka toimii ikään kuin lukkona. Kuva on itse piirtämäni eikä ole mitta-kaavassa hirsitoimittajan nurkkarakenteeseen.



Kuva 9. Piirros jiirinurkasta

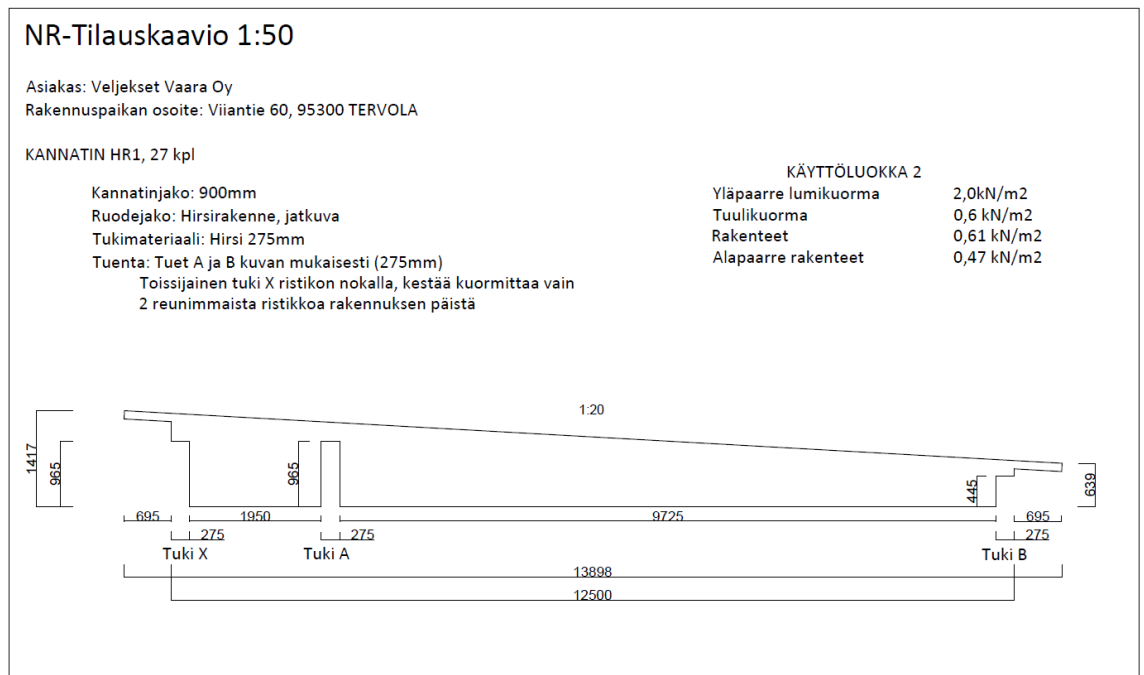
Suunnittelussa on käytetty Kontion SmartLog™ hirsiprofiilia koossa 275 mm x 275 mm. Hirsi on painumatonta liimahirttä, joka on suunniteltu pääosin julkisrakentamiseen. Kyseinen painumaton liimahirsi on Kontion mukaan painumaton myös olosuhteiden vaihdellessa ja painumattomuus on saatu aikaan liimaamalla hirsiaihiioon pystypuulamelleja eli puun syiden suunta on osassa hirren poikkileikkausta pystysuunnassa. Tällainen hirren rakenne muistuttaa hieman CLT-levyä tai vaneria. Täyshirsisen seinän U-arvon eli lämmönläpäisykertoimen ($0,6\text{W/m}^2\text{K}$) täyttymiseen on oltava hirren keskipaksuus vähintään 180 mm ja tällä hirsimallilla vaatimus täyttyy. (Kontio Oy; Hirsiteollisuus 2012)

6.3 Vesikatto, yläpohja ja välipohja

Vesikattoon katteeksi tulee palahuopa. Huovan alle räystäälle tulee pelti vahvikkeet. Palahuovan alle tulee alushuopa ja raakapontti laudoitus. Raakaponttilaudat jäävät räystäältä alaspäin näkyviin ja ne maalataan valkeaksi näkyvältä pinnalta yhtenäiseksi otsalaudan kanssa. Räystäät tulevat rakennuksen joka laidalta yli seitsemänkymmentä senttimetriä, joka suojaa hyvin loivalla kattorakenteella, ettei vesi tai lumi pääse tuulella yläpohjaan. Saunarakennuksessa räystäät ovat hieman lyhyemmät.

Vesikaton kaltevuuskulma 1:20 (5%) on suhteellisen loiva, mutta alapuolen lappelle asennetaan lumiesteet, koska sen suunnalla on parkkipaikka.

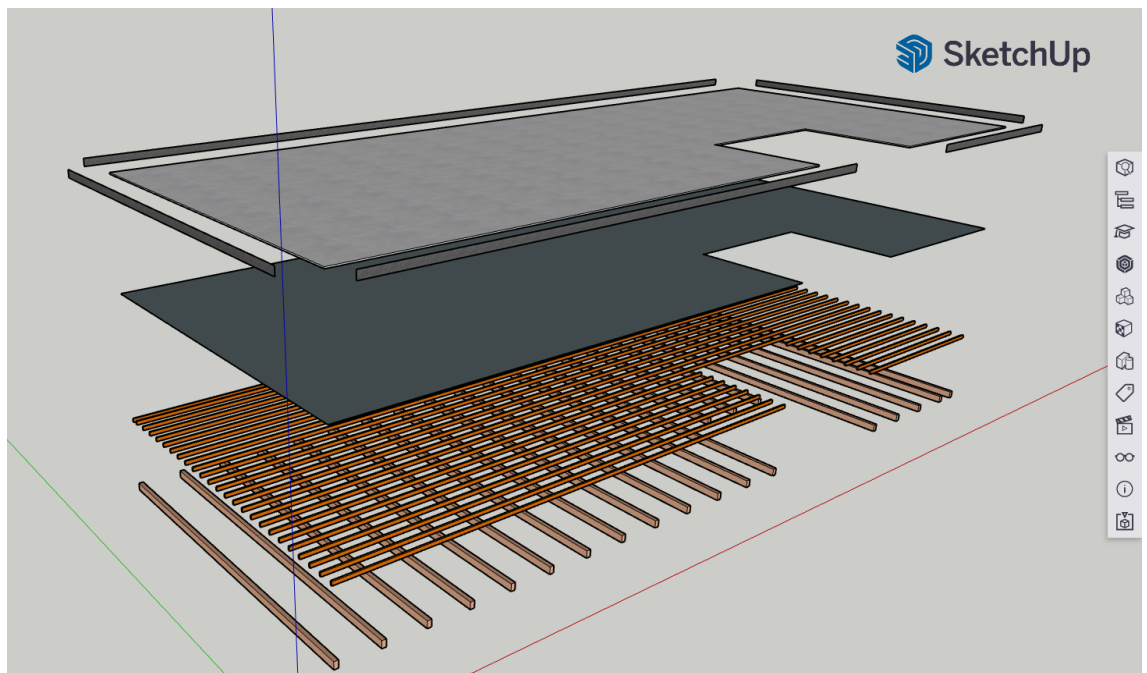
Yläpohjasta suunnittelin suurehkon, koska tilavuus on suuri ja ilmanvaihto toimistorakennuksessa on tärkeä niin sen rakentamiselle jää hyvin tilaa. Yläkerroksen sisäkattomateriaali on paneeli. Paneelin ja koolauksen päälle ristikoita vasten asennetaan höyrynsulkumuovi. Kattoristikot tilataan mittojen mukaan ristikkotehtaalta ja niiden laskentaan ei tässä työssä ole keskitytty (Kuva 10).



Kuva 10. Kattoristikon tilauskaavio lomake

Yläpohjan eristeeksi tulee alle 100 mm kovavilla, jonka päälle 400 mm puhallusvillaa. Yläpohjaan matalammalle lappeelle ristikoiden väliin asennetaan tuulenohjauslevyt.

Välipohjan rakenne alkoi hahmottua suunnittelun alkuvaiheessa, kun mietin miten kattoon saisi hirsitalon tunnelmaa, ettei se olisi vain tasainen levykatto. Hahmottelin rakennetta, johon tuli 1200 mm jaolla hirsipalkit rakennuksen lyhyemmän sivun suuntaisesti ja niiden päälle tiheämpään k400 jaolla 48x98 mm ympärihöylättyä lankkua rakennuksen pituus suunnassa. Rakenteen ajatuksena oli, että hirsipalkit jäivät alakerroksen kattoon näkyviin ja niiden kylkeen tehdään koolausta ja palkkivälit paneloidaan. Lankkuniskojen päälle tulee vaneri, jonka päälle lattiavalu enintään 50 mm. Hirsiseinää vasten niitataan solumuovi kaista, ettei valu tule puuta vasten. Tein rakenteesta hahmotelmia ja piirsin Sketchup:illa räjäytyskuvan (Kuva 11).



Kuva 11. Piirros välipohjan rakenteesta

Välipohja alkoi näyttää siltä niin kuin ajattelinkin ja sitten täytyi selvittää, miten siitä saadaan riittävän kantava rakenne ja minkä kokoiset palkit tarvitaan kannattelemaan välipohjaa.

Finnwood-ohjelmalla tehdyn mitoituksen yhteydessä määrääväksi mitoitus tekijäksi ilmeni oletuksen mukaan värähtelymitoitus (Liite 8).

Tämän jälkeen tein Puuinfon Excel-pohjaisella laskentaohjelmalla värähtelymitoituksen, jonka avulla valikoitui kantaviksi palkeiksi 140 mm x 360 mm gl30c liimapuupalkit (k600)(Liite 9). Välipohjan alakerran katon visuaalisen ilmeen vuoksi joka toinen palkki on kokoa 140 mm x 405 mm ja siten saadaan palkki jäämään näkyviin 1200 mm välein paneeleiden väliin.

Mitoituksessa ei ole huomioitu korkeamman palkin ylimääräisen 45 mm kantavuuden vaikutusta jokaisen suuremman palkin kohdalla ja siten mitoituksen voidaan todeta olevan varman päälle laskettu.

Palkkien päälle tulee palkkeihin nähden poikittais- suunnassa koolaukseksi 48 mm x98 mm PHL c24 sahatavara k400 jaolla ja koolauksen päälle 18 mm filmivaneri myös poikittais- suuntaan palkistoon nähden ja vanerin päälle 50 mm betonivalu. Värähtelymitoituksessa voidaan laskennassa huomioida myös välipohjan betonivalun jäykistävä vaikutus, joka osaltaan jakaa kuormaa yksittäiseltä palkilta muille palkeille.

6.3.1 Välipohjan värähtelymitoitus

Värähtelymitoituksessa tarkastellaan välipohjan päällä kävellessä syntymää taipumaa ja värähtelytaajuutta. Värähtelyn tulee olla riittävän vähäistä, jotta välipohja täyttää värähtelymitoituksen luokituksen (Taulukko 2). Värähtelyä luokitellaan aistittavuudella kehon tuntemuksen ja esineisiin syntyvän värähtelyn perusteella. Luokittelu tehdään alla olevan kaavion mukaisesti.

Taulukko 2. Värähtelymitoituksen luokitus (RT Talja A 2015)

Taulukko 1. Kuvaus mahdollisesta värähtelyn voimakkuudesta eri värähtelyluokissa.

Värähtelyiden aistittavuus kehon tuntemuksen perusteella		Värähtelyiden aistittavuus esineisiin syntyvän värähtelyn perusteella	
A	Värähtely ei ole yleensä havaittavissa.	1	Astioiden kilinää ja kasvin lehtien heilumista ei yleensä esiinny.
B	Värähtely on juuri havaittavaa.	2	Astioiden kilinää ei yleensä esiinny ja kasvin lehtien heiluminen on juuri havaittavaa.
C	Värähtely on havaittavaa.	3	Astioiden kilinä on juuri havaittavaa. Kasvin lehtien heiluminen on havaittavaa.
D	Värähtely on selvästi havaittavaa.	4	Astioiden kilinä ja kasvin lehtien heiluminen on selvästi havaittavaa.

Taulukko 2. Esimerkkejä värähtelyluokkien soveltamisesta.

Lattian värähtelyluokka	Sovelluskohde
A1	Normaaliluokka huoneistosta toiseen siirtyville värähtelyille. Erikoisluokka, kun värähtelyn aiheuttaja on samassa huoneistossa.
B2	Alempi luokka huoneistosta toiseen siirtyville värähtelyille. Ylempi luokka asuin- ja toimistorakennuksille, kun värähtelyn aiheuttaja on samassa huoneistossa.
C3	Normaaliluokka asuin- ja toimistorakennuksille, kun värähtelyn aiheuttaja on samassa huoneistossa.
D4	Alempi luokka asuinrakennuksille, kun värähtelyn aiheuttaja on samassa huoneistossa. Esim. omakotitalojen ullakot tai vapaa-ajan asunnot.
E5	Luokka, jolle ei aseteta rajoituksia.

Ohjelmistoilla suoritettujen tarkastelujen jälkeen tein värähtelymitoituksen tarkastuslaskennan käsin laskemalla. Värähtelymitoitus lasketaan käyttörajatilassa. Laskennassa käytetään jäykkyysvakioiden keskiarvoja.

- Välipohjan pisin jänneväli $L = 6125$ mm (oletetaan lyhyempien välien kestäväns tämän mitoituksen perusteella)
- Pysyvä kuorma $g_k = 1,5$ kN/m²
- Muuttuva kuorma (kokoontumiskuorma) $q_k = 2,5$ kN/m²
- Hyötykuormien yhdistelykerroin $\gamma_2 = 0,3$ (Luokka B: Toimistotilat)
- Seuraamusluokka CC2, Kerroin KFI = 1,0-Keskisuuret seuraamukset ihmishenkien menetysten tai merkittävien taloudellisten, sosiaalisten tai ympäristövahinkojen takia
- GI30c kimmokerroin(E_0) = 13000 N/mm²
- Pintavalu 50mm betoni kimmokerroin (E) = 20000 N/mm²
- Koolauksen kimmokerroin (E_2) = 11000 N/mm²
- Vanerilevyn kimmokerroin (E_3) = 8170 N/mm²

Lankkuniskojen päälle asennettavan vanerin vahvuus on riittävä ja se on tarkistettu kaavalla:

$$s / 25 = 400\text{mm} / 25 = 16\text{mm} < 18\text{mm}$$

Kaavassa:

s = palkkijako (mm)

25 = vakioarvo vaneri (tai Kerto-Q)

16mm = laskennan tulos, joka kertoo vanerilevyn vähimmäis- vahvuuden

Välipohjan omapainon ja hyötykuorman yhteenlaskettu massa:

$$m = (g_k + y_2 * q_k) / 9,81 \text{ m/s}^2 = (1,5\text{kN/m}^2 + 0,3 * 2,5\text{kN/m}^2) / 9,81 \text{ m/s}^2 \\ = 229,36\text{kg/m}^2$$

Kaavassa:

g_k = Pysyvä kuorma (välipohja rakenteen omapaino)

y_2 = Hyötykuormien yhdistelykerroin (Luokka B: Toimistotilat)

q_k = Muuttuva kuorma (kokoontumiskuorma)

$9,81 \text{ m/s}^2$ = Putoamiskiihtyvyyden vakioarvo, jonka avulla muunnetaan kilo-Newtonit kilogrammoiksi

Rakenteen pituussuuntaiset taivutusjäykkyydet

Palkin jäyhyysmomentti pituussuunnassa:

$$I = b * h^3 / 12 = 140\text{mm} * (360\text{mm})^3 / 12 = 5,443 * 10^8 \text{ mm}^4$$

Kaavassa:

b = Palkin leveys mm

h = Palkin korkeus mm

12 = Laskentakaavan vakioarvo

Palkin taivutusjäykkyys yhtä leveysmetriä kohti:

$$EI_p = E_0 * I * 1\text{m} / 0,6\text{m} = 13000\text{N/mm}^2 * 5,443 * 10^8\text{mm}^4 * 1\text{m} / 0,6\text{m} \\ = 1,179 * 10^{13} \text{ mm}^2$$

Kaavassa:

E_0 = GI30c liimapuun kimmomoduuli

I = Palkin jäyhyysmomentti mm^4

Betoni laatan jäyhyysmomentti pituussuunnassa yhtä leveysmetriä kohti:

$$I_2 = b_2 * h_2^3 / 12 = 1000\text{mm} * (50\text{mm})^3 / 12 = 1,042 * 10^{-5}\text{m}^4$$

Kaavassa:

b_2 = Betonilaatan leveys mm

h_2 = Betonilaatan korkeus mm

12 = Laskentakaavan vakioarvo

Betonilaatan jäykkyys pituussuunnassa yhtä leveysmetriä kohti:

$$EI_B = E \cdot I_2 = 20000 \text{ N/mm}^2 \cdot 1,042 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4 = 2,08 \cdot 10^5 \text{ m}^2$$

Kaavassa:

E = Betonin kimmokerroin

I = Betonivalun jäyhyysmomentti m^4

Palkkien ja betonin yhteenlaskettu taivutusjäykkyys rakenteen pituussuunnassa:

$$EI = EI_p + EI_B = 1,179 \cdot 10^{13} \text{ mm}^2 + 2,08 \cdot 10^5 \text{ m}^2 = 1,199 \cdot 10^7 \text{ N/m}^2$$

Rakenteen poikkisuuntaiset taivutusjäykkyydet

Koolauksen jäyhyysmomentti:

$$\begin{aligned} I_3 &= b_3 \cdot h_3^3 / 12 \cdot 1 \text{ m} / 0,4 \text{ m} = 48 \text{ mm} \cdot (98 \text{ mm})^3 / 12 \cdot 1 \text{ m} / 0,4 \text{ m} \\ &= 9,4 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4 \end{aligned}$$

Kaavassa:

b_3 = Koolauksen leveys mm

h_3 = Koolauksen korkeus mm

12 = Laskentakaavan vakioarvo

Koolauksen taivutusjäykkyys yhtä leveysmetriä kohti:

$$EI_K = E_2 \cdot I_3 = 11000 \text{ N/mm}^2 \cdot 9,4 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4 = 1,035 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$$

Kaavassa:

E_2 = Sahatavaran kimmokerroin

I_3 = Koolauksen jäyhyysmomentti m^4

Vanerilevyn jäyhyysmomentti:

$$I_4 = b_4 * h_4^3 / 12 = 1000\text{mm} * (18\text{mm})^3 / 12 = 4,86 * 10^{-7} \text{ m}^4$$

Kaavassa:

b_4 = Vanerilevyn leveys mm

h_4 = Vanerilevyn paksuus mm

12 = Laskentakaavan vakioarvo

Vanerilevyn taivutusjäykkyys yhtä leveysmetriä kohti:

$$EI_V = E_3 * I_4 = 8170\text{N/mm}^2 * 4,86 * 10^{-7} \text{ m}^4 = 3,971 * 10^3 \text{ N/m}^2$$

Kaavassa:

E_3 = Vanerilevyn kimmokerroin

I_4 = Vanerilevyn jäyhyysmomentti m^4

Betonilaatan jäykkyys pituussuunnassa yhtä leveysmetriä kohti:

$$EI_B = 2,08 * 10^5 \text{ m}^2$$

Koolauksen, vanerin ja betonilaatan yhteenlaskettu taivutusjäykkyys rakenteen poikkisuunnassa:

$$\begin{aligned} EI_2 &= EI_K + EI_V + EI_B = 1,035 * 10^5 \text{ N/m}^2 + 3,971 * 10^3 \text{ N/m}^2 + 2,08 * 10^5 \text{ m}^2 \\ &= 3,158 * 10^5 \text{ N/m}^2 \end{aligned}$$

Yhteen suuntaan kantavan lattian ominaistuujuus

$$\begin{aligned} f_1 &= \pi / 2 * L^2 * \sqrt{EI} / m = \pi / 2 * 6,125^2 * \sqrt{1,199 * 10^7} / 229,36 = 9,573\text{Hz} \\ f_1 &= 9,57\text{Hz} \end{aligned}$$

Kaavassa:

L = Palkin pituus m

EI = Rakenteen taivutusjäykkyys pituussuunnassa (m^2)

s = Palkkiväli m

m = Välipohjan omapainon ja hyötykuorman yhteenlaskettu massa (kg)

Värähtelymitoitus

1 kN:n pistekuorman aiheuttama taipuma yhdelle palkille:

$$k = \sqrt[4]{EI_2 / EI} = \sqrt[4]{3,158 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2 / 1,199 \cdot 10^7 \text{ N/m}^2} = 1,977$$

Kaavassa:

EI_2 = Koolauksen, vanerin ja betonilaatan yhteenlaskettu taivutusjäykkyys rakenteen poikkisuunnassa

EI = Palkkien ja betonin yhteenlaskettu taivutusjäykkyys rakenteen pituussuunnassa

$$\vartheta = \min \left(\frac{F \cdot L^2}{42 \cdot k \cdot EI}, \frac{F \cdot L^3}{48 \cdot 0,6 \cdot EI} \right) =$$

$$\min \left(\frac{1 \cdot 6,125^2}{42 \cdot 1,977 \cdot 1,199 \cdot 10^7 \text{ N/m}^2}, \frac{1 \cdot 6,125^3}{48 \cdot 0,6 \cdot 1,199 \cdot 10^7 \text{ N/m}^2} \right)$$

$$= 0,211 \text{ mm}$$

Taipuma $\vartheta = 0,211 \text{ mm}$

Kaavassa:

EI = Palkkien ja betonin yhteenlaskettu taivutusjäykkyys rakenteen pituussuunnassa

$F = 1 \text{ kN}$

$L =$ Palkin pituus (m)

$s =$ Palkki väli (m)

Lattiarakenteen ominaistaajuuden ollessa suurempi kuin 9Hz täytyy taipuman olla pienempi, kuin 0,5 mm (Taulukko 3.).

Sekä Excel-laskentaohjelman, että käsin lasketun tuloksen perusteella voidaan todeta, että lattiarakenne täyttää värähtelymitoituksen vaatimukset.

Taulukko 3. Värähtelymitoituksen raja-arvot

Taulukko 3. Laskennassa käytettävät raja-arvot.

Matalataajuuksiset lattiat		Korkeataajuuksiset lattiat, korotuslattiat ja kelluvat lattiat		Kaikki lattiat	
Kiihtyvyysehto		Taipumaehto		Kallistumaehto	
Luokka	$3 \text{ Hz} \leq f_0 \leq 10 \text{ Hz}$	Luokka	$f_0 > 10 \text{ Hz}$	Luokka	
A	$a \leq 0,03 \text{ m/s}^2$	A	$\delta \leq 0,12 \text{ mm}$	1	$\phi \leq 0,2 \text{ mm/1,2 m}$
B	$a \leq 0,05 \text{ m/s}^2$	B	$\delta \leq 0,25 \text{ mm}$	2	$\phi \leq 0,4 \text{ mm/1,2 m}$
C	$a \leq 0,075 \text{ m/s}^2$	C	$\delta \leq 0,5 \text{ mm}$	3	$\phi \leq 0,8 \text{ mm/1,2 m}$
D	$a \leq 0,12 \text{ m/s}^2$	D	$\delta \leq 1,0 \text{ mm}$	4	$\phi \leq 1,6 \text{ mm/1,2 m}$
E	$a > 0,12 \text{ m/s}^2$	E	$\delta > 1,0 \text{ mm}$	5	$\phi > 1,6 \text{ mm/1,2 m}$

(Puuinfo 2021; Airas 2021)

6.4 Ovet ja ikkunat

Ikkunoiksi valitsin suunnittelussa Tiivi BLACK-ikkunat. Malliston ikkunoissa on hyvä lämmönläpäisykerroin ($U=1$) ja niissä on hyvä äänenvaimennus ominaisuus ($\text{dB} - R_w + C_{tr}$, jopa 45). Ikkunamallistossa ikkunat voi tilata mitävälillä 290 – 3500 mm sekä leveys että korkeus suunnassa ja se riittää rakennuksen kaikkiin ikkunoihin. Tämän malliston ikkunoissa on saatavilla hirsitaloon sopiva 210 mm karmisyvyys, joka sopii hyvin leveälle hirsiprofiilille. Tiivi mainostaa neljälasisen mallin toimivan hyvin auringon lämpösäteilyä vastaan ja se on hyvä ominaisuus suurilla ikkunapinnoilla olevaan toimistotilaan (Tiivi 2020).

Ulko-ovet on suunniteltu myös Tiivin malliston tuotteilla ja oviksi julkisivulle tulee pienillä lasiaukoilla varustettu City F2-mallin ovi tummanharmaana, jolloin se sopii hienosti yhteen tummien ikkunan puitteiden kanssa. Itäpäädyn ovet saunaan, pesuhuoneeseen ja tekniseen tilaan tulee umpinaisina City D2-mallin ovina, joissa oven lamellit ovat myös vaakatasossa kuten City F2-mallissa, ja siten ovien ulkonäkö on yhtenäinen koko rakennuksessa.

Sisätiloihin tulevat väliovet on suunniteltu tavanomaisina kevyinä valkeina laakaovina. Poikkeuksina kokoustilaan tulee 1,8 metriä leveä pariovi ja puhelinkoppiin 0,95 m leveä äänieristetty liukuovi.

Rakennuksen etupuolelle tulee terassille ja parvekkeelle yhtenäinen lasitus, joka teetetään mittatilaustyönä kohteeseen sopivaksi. (Tiivi 2020; Jeld-Wen 2021)

6.5 Ilmanvaihto ja lämmitys

Kohteeseen tulee koneellinen ilmanvaihto. Hyvä ilmanvaihto on tärkeässä osassa toimistotiloissa työssä viihtymisen kannalta. Ilmanvaihdon tehtävänä on tuoda sisäilmaan puhdasta happirikasta ilmaa.

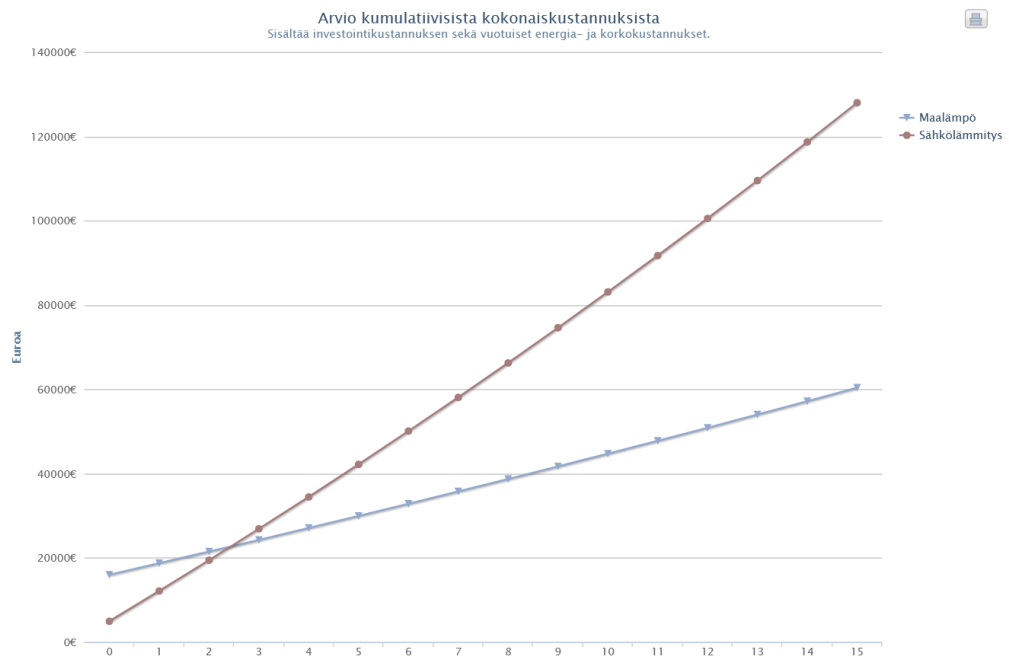
Mitä happirikkaampaa ja puhtaampaa ilma on, sitä paremmin elimistö voi ja etenkin työympäristössä ilmanvaihdon tärkeys tätä myötä korostuu.

Myös rakennuksen kannalta on hyvä, että ilmanvaihto on riittävä niin hengitysilmasta johtuva kosteus pääsee poistumaan eikä kostea sisäilma vaurioita rakennusta.

Ilmanvaihtoa ajatellen on yläpohjasta tehty riittävän korkea ja alakerran ilmanvaihtoa ajatellen on välipohjasta suunniteltu myös tilava, jotta sinne saadaan riittävät ilmanvaihto kanavat. Alakerrasta yläkertaan on suunniteltu rakennuksen koillis-nurkassa sijaitsevasta toimistohuoneesta tehtäväksi kotelo kaappirivin jatkoksi väli- ja yläpohjan väliin, jota pitkin voi viedä talotekniikkaa (Sisäilmayhdistys ry 2021).

Lämmitysmuodoksi rakennukseen valitsin maalämmön ja lämmitysjärjestelmä on vesikiertoinen lattialämmitys. Lämmityksen vaihtoehtoista on maininta aiemmin kappaleessa 3.2. Suunnittelun lähtötiedot.

Rakennuksessa on suuri lämmityksen tarve ja esimerkiksi sähkölämmitys ei ole lainkaan kannattava vaihtoehto tässä tilanteessa. Kun lisäksi huomioidaan, että rakennus tulee yrityksen käyttöön eikä se ole myyntiin tuleva asuinrakennus tai muu sijoituskäyttöön suunniteltu kohde, jonka lämmitysjärjestelmään sijoitettua pääomaa ei olisi tarkoitus saada säästettyä käyttökuluissa. Vertasin sähkö ja maalämmön kuluja lämmitystapojen vertailulasurilla Motiva-kuluttajaneuvonnan tarjoamalla internetlaskurilla (Kuva 12).

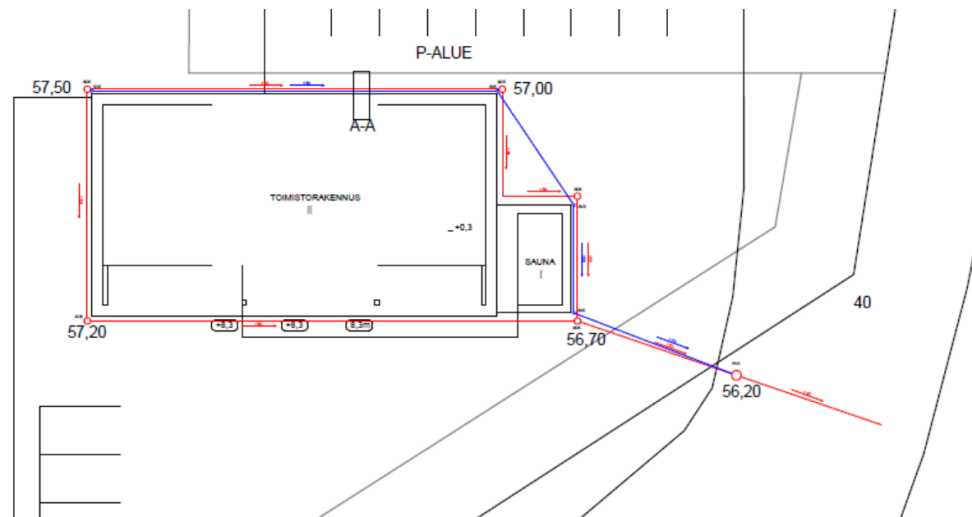


Kuva 12. Kuvakaappaus lämmitystapojen vertailulaskurin tuloksesta (Motiva)

Laskurin mukaan tämänkokoisessa rakennuksessa lämmityksen investointi ja käyttökustannukset huomioiden maalämpö muodostuisi sähköä kannattavammaksi jo 3 vuoden kuluessa rakennuksen käyttöönotosta. Maalämpö on useiden toimittajien mukaan myös hyvin vaivaton lämmitysmuoto. Etuna maalämmössä on myös se, että samasta maalämpökoneesta saadaan rakennukseen myös jäähdytys (Motiva 2021).

6.6 Jätevesi ja salaojat

Rakennuksen jätevedet menevät kunnan viemäriin ja viemärin liittymä löytyy jo valmiiksi tontin lounais- nurkalta (Kuva 13). Viemäröinnin toteuttaminen kohteessa on hyvin vaivaton, kun viemärilinja kaivetaan valmiiksi kohteen muiden maatöiden ohessa.



SOK = Salaojakaivo
 SVK = Sadevesikaivo
 PVK = Perusvesikaivo
 SO = Salaoja
 SVV = Sadevesiviemäri

Kuva 13. Rakennuksen salaojituksen suunnittelu

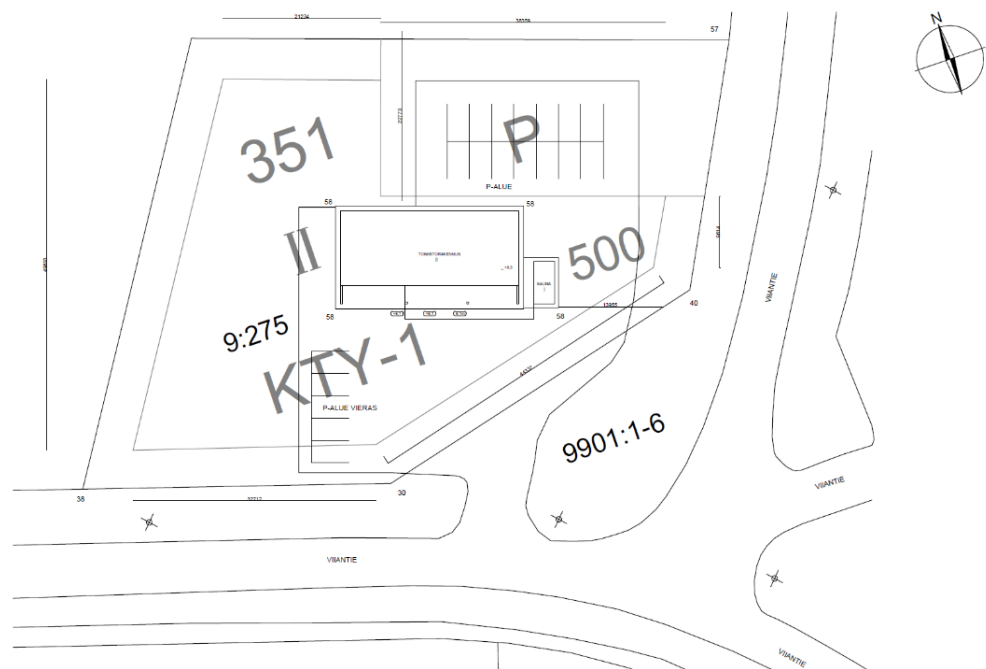
Salaojitus kiertää rakennuksen alkaen luoteisnurkasta. Rakennuksen ulkonurkkiin tulee salaojakaivot ja sadevesikaivoja. Perusvesikaivo tulee kaakkoissuuntaan asfaltoidun piha-alueen ulkopuolelle. Salaojien kaato on 1:50, joka on yleinen salaojituksen kaltevuus.

Sadevesikaivot tulevat ainoastaan rakennuksen pohjoispuolelle, jonne katon alalappeen rännit laskevat. Sadevesille ei tule muita kaivoja, vaan sadevesi ohjataan pihan kaltevuudella pois päin rakennuksesta (Suomela 2021).

7 PIIRUSTUKSET

7.1 Asemapiirustus

Asemapiirros on piirretty Autocadilla mittakaavassa 1:500 (Kuva 14.). Piirsin asemakuvan Tervolan kunnan rakennusjärjestyksestä löytyvän yleiskaavakuvan päälle. Samasta palvelusta löytyi rakennuspaikan vaatimukset, jotka määrittivät osaltaan kohteen suunnittelua.



Kuva 14. Toimistorakennuksen asemakaava piirros

7.3 Julkisivupiirustukset

Rakennuksesta on piirretty perinteisen näköiset yksinkertaiset julkisivu kuvat Autocadilla (Kuva 16) ja lisäksi ArchiCAD-mallinnus (Kuva 17).



Kuva 16. Rakennuksen julkisivu piirros

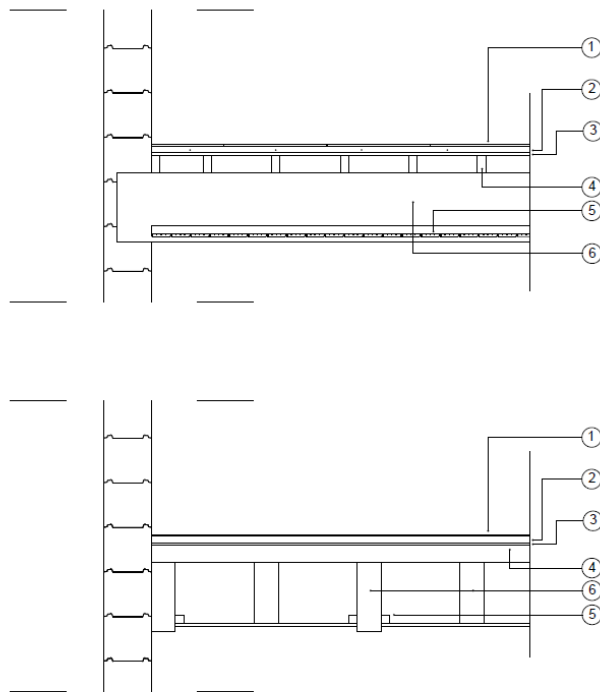
Mallinnuksessa on huomattavia etuja rakennuksen visuaalisen ilmeen määrittelyssä ja ohjelmalla renderöimällä saadaan hyvin todellisen näköisiä kuvia mallinnetusta kohteesta.



Kuva 17. Kuvakaappaus 3D mallinnuksesta

7.5 Rakennetyyppejä ja rakenteiden leikkaukset

Välipohjan leikkauskuvasta nähdään suunniteltu välipohjarakenne molemmista rakenteelle merkittävistä suunnista poikkileikkauksena (Kuva 20). Kuvaan on merkitty käytettäviä materiaaleja ja kuvan perusteella saa suunnitellusta rakenteesta tarkemman kuvan kuin suuremmista leikkauskuvista.

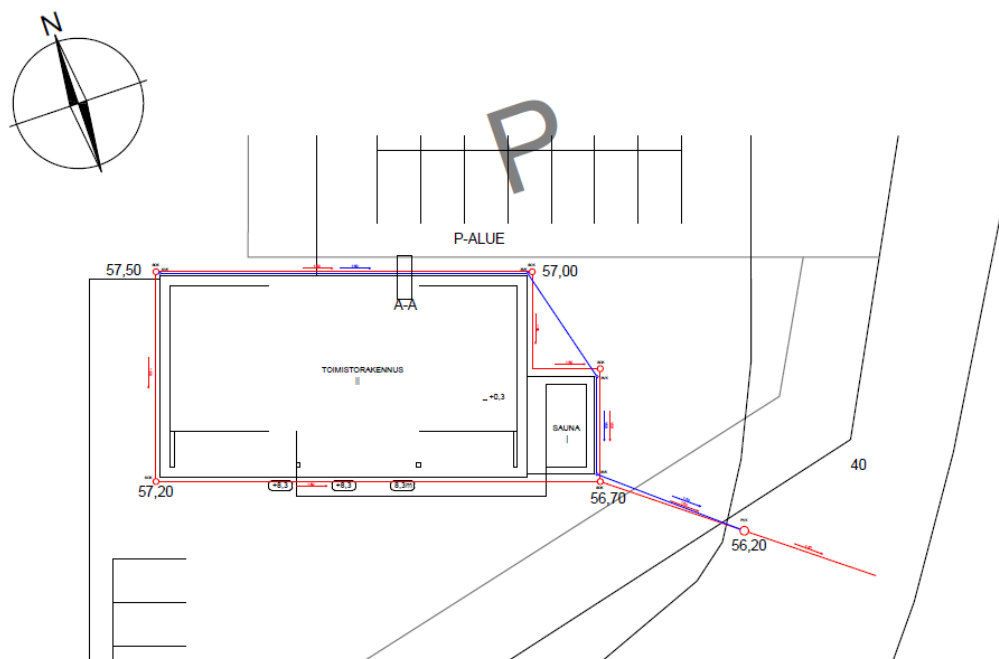


- ① Pintamateriaali, Laatta, puukuviotu
APE QUEBEC NOGAL 20X114
- ② Betonivalu 50mm, alapinnassa verkkoraudotus, jonka päälle sidottu lattialämmityskaapeli
- ③ Filmivaneri FV 18x1250x2500 mm
Vanerin päältä solumuovikaista ylöspäin hirsiseinää vasten eristämään betoni irti hirrestä
- ④ Lankkuniskat 48mm x98mm PHL k400
- ⑤ Hirsiniskojen kylkeen 48mm x48mm Mitallistettu Alakerroksen katto 20x95 STP valkolakattu paneeli
- ⑥ Hirsipalkit 140mm x405mm k1200 ja 140mm x 360mm k1200 päät lovetuna ulkoseinän joka toinen eli jokainen 405mm korkea hirsi jää näkyviin 30mm alakerroksen kattoon

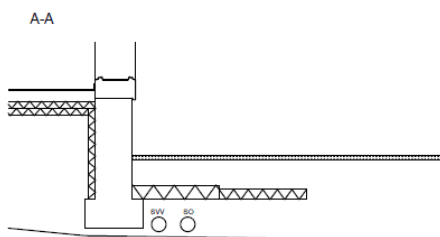
TOIMIKO	LIIKKE	SOVIKUS	TOIMITUS	TOIMITUS	TOIMITUS	TOIMITUS
KYLLÄ/ETÄ	KYLLÄ/ETÄ	KYLLÄ/ETÄ	KYLLÄ/ETÄ	KYLLÄ/ETÄ	KYLLÄ/ETÄ	KYLLÄ/ETÄ
TERVOLA	351	845-402-9-275	VIHREÄ/VAIKKAMATON/VAIKKAMATON/VAIKKAMATON			
LUODISRAKENNUS			DETALJIPiirros			
Veljekset Vaara Oy Toimisto			Viantie 80 Toimistorakennuksen välipohjan detaljipiirros	1:20		
Viantie 80, 65300 TERVOLA			ARK	004		
15.03.2020	OR	OR				

Kuva 20. Välipohjarakenteen leikkauspiirros

Salaojapiirroksessa näkyy salaojituksen ja sadevesiviemäreiden sijainti. Kuvassa näkyy salaojakaivojen korkeusmerkinnät (Kuva22). Salaoja ja sadevesikaivot sekä perusvesikaivo on piirretty kuvaan ja kaivojen välisissä putkissa on päällä merkintä putken kaadosta. Kuvassa on suorakulmiolla rajattuna alue, josta on leikkauspiirros nimiön vieressä tarkentamassa salaojituksen ja sadevesiviemäriin sijaintia rakennukseen nähden.



SOK = Salaojakaivo
 SVK = Sadevesikaivo
 PVK = Perusvesikaivo
 SO = Salaoja
 SVV = Sadevesiviemäri



TOIMIKO	LOKKE	ALUE	TOIMIKO	LOKKE	ALUE
KYSELYKOKO	TERVOLA	KORTTELIN TILA	TOIMIKO NRO	VIERASKÄYTTÖALUEKÄYTTÖALUE	
		351	845-402-9-275		
PROJEKTOINTIYHTIÖ	UUDISRAKENNUS	PROJEKTOINTIYHTIÖN ALUE	PROJEKTOINTIYHTIÖN ALUE	ASEMAPIIRROS	
Vejjekset Vaara Oy Toimisto				Vilantie 60 Toimistorakennuksen salaojitus	1:50
Vilantie 60, 95300 TERVOLA			SUUNNITTELUA PÖYTÄPÄÄTÖS PÖYTÄPÄÄTÖS		
			ARK 008		
päivä	suunnittelija	tarkastaja	tarkastaja	alkuperäinen	alkuperäinen
15.03.2020	OR	OR			

Kuva 22. Toimistorakennuksen salaojitusta ja sadevesiviemäröintiä kuvaava piirros

8 POHDINTA

Opinnäytetyötä aloittaessa ja ideaa hahmoteltaessa kävi ilmi, että työstä voi tulla todella laaja. Työn edetessä päätin muutamia asioita, mihin työssä ei sen tarkemmin syvennyttä esimerkiksi rakennuksen kattoristikoiden laskenta ja kantavien väliseinien mitoitus. Kantavat väliseinät oletetaan työssä riittävän kantaviksi, eikä niitä ole erikseen mitoitettu ja kattoristikot tilataan valmiina tehtaalta, joten niiden mitoitus on myös jätetty työn ulkopuolelle.

Työn laajuuden selvitessä toteutusvaiheessa alkoi myös alkuperäinen opinnäytetyön aikataulu venymään. Erilaisten kuvien ja mallinnusten piirtämiseen meni aikaa paljon odotettua kauemmin. Työhön tarvittavan tietoperustan ja materiaalin löytäminen oli kuitenkin helppoa ja se helpotti työn toteuttamista. Koulun puolesta rakennemitoitukseen oli hyvin kattavat opintomateriaalit ja se osaltaan edisti opinnäytetyön etenemistä.

Opinnäytetyön kohteena olevaa rakennusta ei kuitenkaan voi pelkästään tämän työn pohjalta lähteä toteuttamaan. Työssä käytettävä tietoperusta on riittävä ja rakennusosat on suunniteltu aivan normien ja määräysten mukaisesti, mutta työssä ei ole mitoitettu kaikkia rakenneosia, eikä minulla ole vielä suunnitteluun vaadittavia pätevyksiä opintojeni ollessa kesken.

Opinnäytetyöprosessi kokonaisuudessaan oli mielenkiintoinen ja kattava oppimiskokemus siitä, miten rakennusta voidaan suunnitella ja kuinka paljon eri asioita suunnitelmissa tulee huomioida. Työ tuntui tekovaiheessa laajalta ja melko mittavalta operaatiolta ja silti se on vain osa koko suunnitteluprosessista.

9 LÄHTEET

Finfoam 2020. Suunnittelijoille. Laskentaohjelma. Viitattu 4.5.2020. <https://www.finfoam.fi/suunnittelijoille/laskentaohjelma>.

Hirsitaloteollisuus 2012. Tietopaketti hirsitaloja koskevista vuoden 2012 energiatehokkuusmääräyksistä. Viitattu 16.8.2020. https://www.hirsikoti.fi/assets/images/HTT_standardit/Energiatehokkuusmaaraykset/Energiatehokkuusmaaraykset_2012.pdf.

Jeld-wen 2021. Sisäovivalikoima. Viitattu 15.1.2021. <https://www.jeld-wen.fi/ovet/sisaovet/sisaovivalikoima/#/33/~/~/~/~/~/~/~/~/~/~/21803>.

Kontio Oy 2020. Hirsivaihtoehdot. SmartLog. Viitattu 5.5.2020. <https://www.kontio.com/fi-FI/hirsiratkaisut/>.

Lapin AMK. Airas, V. 2021. Puurakenteiden suunnittelu opintomateriaalit.

Lapin AMK. Romakkaniemi, A. 2019. Geotekniikka ja pohjarakennus opintomateriaalit.

Leppiniemi, J. 2012. Lattialämmityksen suunnitteluohjeistus. Viitattu 10.8.2020. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/51582/insinoorityo%20lattialammityksen%20suunnitteluohjeistus%20LOPULLINEN%2001_12_2012.pdf?sequence=1.

Maanmittauslaitos. 2020. Viitattu 10.2.2020. <https://asiointi.maanmittauslaitos.fi/karttapaikka/>.

Motiva, lämmitystapojen vertailulaskuri 2021. Viitattu 24.2.2021 <http://lammitysvertailu.eneuvonta.fi/>.

Pohjarakennusnormi RIL 121, Kantavuuskertoimet. Opintomateriaalit geotekniikka, Lapin Ammattikorkeakoulu.

Puuinfo 2020. Alapohjan U-arvon määrittäminen. Viitattu 4.5.2020. <https://puuinfo.fi/suunnittelu/mitoitustyokalu/alapohjan-u-arvon-maarittaminen/>.

Puuinfo 2021. Eurokoodi 5 lyhennetty suunnitteluohje. Viitattu 9.1.2021.
<https://puuinfo.fi/suunnittelu/ohjeet/eurokoodi-5-lyhennetty-suunnitteluohje/>.

Rakennustieto. Huuhtanen, J. 2015. Rakenteiden varmuus ja kuormitukset. Viitattu 7.9.2020. <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK020102.pdf>.

Rakennustieto. 2015. Kokonaisvarmuuslukujen minimiarvoja. Viitattu. 7.9.2020
<https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK00s669.pdf>.

Rakennustieto. Saarinen, E. 2015. Betonirakenteiden suunnittelu. Viitattu 2.8.2020. <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK010302.pdf>.

Rakennustieto. Saarinen, E. 2015. Betonin ja betoniterästen vetolujuudet. Viitattu 2.8.2020. <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK010302.pdf>.

Rakennustieto. Slunga, E. 2015. Pohjarakenteiden suunnittelu. Viitattu 6.5.2020.
<https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK00s669.pdf>.

Rakennustieto. Talja, A. 2015. Lattioiden värähtelysuunnittelu. Viitattu 10.1.2021.
<https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK030302.pdf>.

Rakentaja.fi 2021. Maanvaraisen lattian toimiva rakenne vaatii oikeat tuotteet. 5.2.2021. https://www.rakentaja.fi/artikkelit/4309/rudus_maanvarainen_laatta.htm.

Rudus. 2021. Viitattu 5.2.2021. <https://www.rudus.fi/kotipolku/perustukset-ja-run-kotyot/apua-suunnitteluun/valmistelev-perustukset-kerralla-kuntoon>.

Sisäilmayhdistys ry. 2021. Ilmanvaihdon perusteet. Viitattu 7.2.2021.
<https://www.sisailmayhdistys.fi/Perustietoa-sisailmasta/Ilmanvaihdon-perusteet>.

Suomela. Omakotitalon salaojitus ja sadevesijärjestelmä. 2021. Viitattu 15.3.2021. <https://www.suomela.fi/salaojitus-ja-sadevesijarjestelma-periaate>.

Suomen maalämpötukku, lämpökanaalit. 2020. Viitattu 5.7.2020.
<https://www.maalampotukku.fi/category/234/rauheat-lampojohto>.

Sweco AB, paikkatieto. Viitattu 3.2.2020. http://www.ahiplan.airix.fi/paikkatieto/tervola/kartta.psp?haku_valikko=&mapTools=kaavamerkinta&kaavalue_teema_kaavapvmhaku_arvo=&kaavalue=kaavalue&kaavyhdi=kaavyhdi&imgox=296&imgoy=88&imgex1=636&imgey1=317&imgex2=700&imgey2=343&WIDTH=1363&HEIGHT=702&OLD_WIDTH=1363&OLD_HEIGHT=702&foo=bar&mittakaava=732.932991&keskusta=24537545.273118%2C7332825.016790&kieli=suomi&kuva=%2Fmapi-mages%2Fscreen_209826309421195871.jpg%3Frefresh%3D95146190&kartta=tervola.

Tervolan kunta. 2012. Tervolan kunnan rakennusjärjestys. Viitattu 2.7.2018. http://tervola.fi/app/uploads/2018/07/RAKENNUSJARJESTYS_2012.pdf.

Tiivi Oy. 2020. Ikkunat, Tiivi BLACK. Viitattu 16.11.2020. <https://www.tiivi.fi/ikkuna/tiivi-black-avattava-ikkuna/>.

Tiivi Oy. 2020. Ovet, Ulko-ovet City D2. Viitattu 16.11.2020. <https://www.tiivi.fi/ovet/ulko-ovet/>.

Tiivi Oy. 2020. Ovet, Ulko-ovet City F2. Viitattu 16.11.2020. <https://www.tiivi.fi/ovet/ulko-ovet/>.

Vaarafi.2021. Viitattu 18.2.2021. <https://www.instagram.com/vaarafi/>.

Veljekset Vaara Oy, yrityksen kotisivut. Viitattu 6.4.2020. <https://www.veljeksetvaara.fi/>.

Väylävirasto. 2010. Betonin osavarmuusluvut . Viitattu 5.2.2021. https://julkaisut.vayla.fi/pdf3/lo_2010-24_ncci2_web.pdf.

10 LIITTEET

- Liite 1. Sketchup hahmotelma suunnittelutyön alkuvaiheilta
- Liite 2. Toinen Sketchup hahmotelma suunnittelutyön alkuvaiheilta
- Liite 3. Karttakuva tontin sijainnista
<https://asiointi.maanmittauslaitos.fi/karttapaikka/>
- Liite 4. Taulukko, betonin ja betoniterästen vetolujuudet
<https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK010302.pdf>
- Liite 5. Taulukko, betonin osavarmuusluvut
https://julkaisut.vayla.fi/pdf3/lo_2010-24_ncci2_web.pdf
- Liite 6. Taulukko, kantavuuskertoimet
Pohjarakennusnormi RIL 121 / opintomateriaalit geotekniikka
- Liite 7. Taulukko, kokonaisvarmuuslukujen minimiarvoja
<https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK00s669.pdf>
- Liite 8. Kuvaleike Finnwood laskentaohjelman tulos
- Liite 9. Kuvaleike Puuinfo Excel laskentaohjelman tulos



Liite 1.



Liite 2.



Liite 3.

Taulukko 2. Betonin vetolujuudet (MN/m²).

Nimellislujuus K		20	25	30	35	40	45	50
Ominaislujuus f_{ctk}		1,47	1,71	1,93	2,14	2,34	2,53	2,71
Normaali runkoaine	Rakenne- luokka							
Raudoitettu rakenne f_{ctd}	1	1,09	1,27	1,43	1,59	1,73	1,87	2,01
	2	0,983	1,14	1,29	1,43	1,56	–	–
	3	0,776	–	–	–	–	–	–
Raudoittamaton rakenne f_{ctd}	1	0,737	0,855	0,965	1,07	1,17	1,27	1,36
	2	0,641	0,743	0,840	0,930	1,02	–	–
	3	0,546	–	–	–	–	–	–

Taulukko 3. Betoniterästen lujuudet (MN/m²).

Teräs	S235JRG2	A500HW B500K	B600KX B600KA2	A700HW B700K
Ominaislujuus f_{yk}	225...235	500	600 (550)*	700
Laskentalujuus f_{yd}	Rakenne- luokka			
	1	205...214	455	545 (500)
	2	188...196	417	500 (458)
	3	167...174	370	444 (407)

* Alemmat arvot teräkselle B600KA2, kun halkaisija $d \geq 10$ mm

Liite 4. (Taulukko 2.)

Taulukko 3.3 Betonin osavarmuusluvut

Betonin osavarmuusluvut γ_c	
Toteutusluokka 3	1,35
Toteutusluokka 2	1,5
Onnettomuustilanne	1,2
Palotilanne	1,0

Liite 5. (Taulukko 3.3)

Taulukko 9. Kantavuuskertoimet N_c , N_D ja N_B .

Kitkakulman laskenta-arvo φ_d	Kantavuuskertoimet		
	N_c	N_D	N_B
0,0	5,1	1,0	0
2,5	5,8	1,3	0
5,0	6,5	1,6	0,1
7,5	7,3	2,0	0,2
10,0	8,3	2,5	0,4
12,5	9,5	3,1	0,7
15,0	11,0	3,9	1,2
17,5	12,7	5,0	1,9
20,0	14,8	6,4	2,9
22,5	17,5	8,2	4,5
25,0	20,7	10,7	6,8
27,5	24,8	13,9	10,1
30,0	30,1	18,4	15,1
32,5	37,0	24,6	22,5
35,0	46,1	33,3	33,9
37,5	58,4	45,8	51,6
40,0	75,3	64,2	79,5
42,5	99,2	91,9	124,9
45,0	133,9	134,9	200,8

Liite 6. (Taulukko 9.)

Taulukko 7. Kokonaisvarmuuslukujen minimiarvoja.

Kohde	Varmuus- luku
Rakennuspohjan alueellinen sortuma	1,8
Maanvaraisen perustuksen kantokyky	2,0
Maan- tai kallionvaraisen perustuksen liukuminen tai kaatuminen perustustasossa	1,5
Paalun kantavuus staattisen koeuormituksen perusteella	1,8
Paalun kantavuus dynaamisen koeuormituksen perusteella	2,0
Paalun kantavuus määritettynä sekä koeuormituksen että kairausvastuksen tai leikkauslujuuden perusteella	2,2
Maata tukevan pysyvän rakenteen sortuma	1,8
Rakennusaikaisen kaivannon liukusortuma ja pohjannousu sekä tukirakenteen sortuma silloin, kun mahdollisen sortuman vaikutusalueella on muita kuin työnaikaisia rakenteita	1,8
Rakennusaikaisen kaivannon liukusortuma ja pohjannousu sekä tukirakenteen sortuma	1,5
Hydraulinen murtuma koheesiomaassa ja suhteistuneessa kirkkaassa	1,5
Hydraulinen murtuminen tasarakeisessa kärkeässä siltissä ja hienossa hiekassa	2,0
Vedennoste	1,2

Liite 7. (Taulukko 7.)

FINNWOOD 2.43

Tiedosto Tietokannat Asetukset Ohje

Aktiivinen projekti: Ei aktiivista projektia

MetsäWood

Tervetuloa RAKENEMALLI Kuormitus MITOITUS Reiät ja lovet Laskentatulokset TULOSTE

POIKKILEIKKAUS

Poikkileikkaustyyppi

Suunnakade

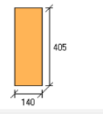
Materiaali

GL30c

Poikkileikkauksista k/A [mm]

140x405 (varastokoko, Kuning 1200)

MATERIAALI: GL30c
 MUOTO: Suunnakade
 140x405 (varastokoko, Kuningaspalkki)
 LEIVYS B: 140 mm
 KORKEUS H: 405 mm
 A: 56700 mm²
 Iy: 77510125 mm⁴
 Wyy: 3827250 mm³
 KÄÄNTÖALUEM LEV.: 1200 mm
 PAINO: 28,4 kg/m
 PITUUS: 6125 mm



Etä erottimären sopiva (listan alusta)

Etä seuraava sopiva (vältä älä ole epävarma)

Edellinen Seuraava

Etä maksimi k-jako

Etä maksimiväli

MITOITUSASETUKSET

Käyttöluokka 1

Seuraamustulokke CC2 (RFI-1.0)

RAKENEMITTOITUS

MURTORAJAATILA (MRT)

Nupahdustarkastelu

Kappahdustarkastelu

KÄYTTÖRAJAATILA (KRT)

Tapumatakatelu

Värihälytyskatelu

PALJO- JA ONNETTOMUUSTILANT

Muutosajattelu (MRT)

Nupahdustarkastelu

Kappahdustarkastelu

Käyttörajatarkastelu (KRT)

Tapumatakatelu

HUOMI! Tarkista rakennesuunnitelman laskenta-asetukset (MRT ja KRT) ennen kuin mitoitat poikkileikkauksen.

MITOITUSTULOS

KOKONAISKÄYTTÖASTE = 99,3 %

RAKENEMITTOITUS (99 %)

MATERIAALIVÄRÖT (Ominaisarvot)

MURTORAJAATILA (MRT) (67 %)

Leikkauksen I_y: 21,12 kNm, (25 %), x = 6125 mm

Taivutus (M_y): 32,34 kNm, (42 %), x = 3062 mm

(Ilman kappahdusta): 32,34 kNm, (42 %), x = 3062 mm

Tukipaine, tuki 1: (23 %), tukipainelaitteen = 2,01

Tukipaine, tuki 2: (67 %), tukipainelaitteen = 2,80

V_z, max = 21,12 kN, x = 6125 mm

M_y, max = 32,34 kNm, x = 3062 mm

Maksimikuormitukset

Muutosajattelu

KÄYTTÖRAJAATILA (KRT) (99 %)

Tapumatakatelu: (66%)

Värihälytys: (66%)

Värihälytys: (99 %)

Värihälytys: (99 %)

HUOMI! Poikittaisjakkajat vastatvat vetoausten 22x100 (min C18), joka kiinnitetään jakkajista vähintään naukakuilla 2 8x75 k200

HUOMI! Laskelmissa oletetaan, että poikittaisjakkajien jäykä ja alapuolella on vetoausta tai levytyä

HUOMI! Laskelmissa oletetaan, että laihalevyt asennetaan poikittain lakan pintaasuuntaan nähden

Pinta-objektin massa = 204 kg/m²

Ohjelman voimassaolo: 31.12.2021

Lattiapalkki/laatta GL30c 140x405 (varastokoko, Kuningaspalkki) (k1200, L=6125)

Liite 8.

Versio 1.4																																																																						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; padding: 2px;">Rakennuskohde</td> <td style="width: 50%; padding: 2px;">Työn nro.</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">X</td> <td style="padding: 2px; text-align: center;">L30</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Suumittelija</td> <td style="padding: 2px;">Sivut</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">X</td> <td style="padding: 2px; text-align: center;">1 / 3</td> </tr> </table>	Rakennuskohde	Työn nro.	X	L30	Suumittelija	Sivut	X	1 / 3	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; padding: 2px;">Päiväys</td> <td style="width: 50%; padding: 2px;">Tekijä</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px; text-align: center;">X</td> <td style="padding: 2px; text-align: center;">X</td> </tr> </table>	Päiväys	Tekijä	X	X																																																									
Rakennuskohde	Työn nro.																																																																					
X	L30																																																																					
Suumittelija	Sivut																																																																					
X	1 / 3																																																																					
Päiväys	Tekijä																																																																					
X	X																																																																					
<p>1.0 VALIPOHJAN RAKENNE Info</p> <hr/> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%;">Palkki</td> <td style="border: 1px solid gray; padding: 2px;">GL30c 140x360</td> <td style="text-align: right;">▼</td> </tr> <tr> <td>Pintalaatta</td> <td style="border: 1px solid gray; padding: 2px;">Betonalu - 50 - (E=20000 N/mm²)</td> <td style="text-align: right;">▼</td> </tr> <tr> <td>Kansirakenne</td> <td style="border: 1px solid gray; padding: 2px;">Koolaus C24 48x98 k400 / Havuvaneri - 18 - 6 ply</td> <td style="text-align: right;">▼</td> </tr> <tr> <td>Kansirakenteen toiminta</td> <td style="border: 1px solid gray; padding: 2px;">Ei liittorakennetta</td> <td style="text-align: right;">▼</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="border: 1px solid gray; padding: 2px;"></td> <td style="text-align: right;">▼</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="border: 1px solid gray; padding: 2px;"></td> <td style="text-align: right;">▼</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="border: 1px solid gray; padding: 2px;"></td> <td style="text-align: right;">▼</td> </tr> <tr> <td>Poikittaisjäykisteet</td> <td style="border: 1px solid gray; padding: 2px;">Ei jäykisteitä</td> <td style="text-align: right;">▼</td> </tr> <tr> <td>Välipohjan tyyppi</td> <td style="border: 1px solid gray; padding: 2px;">Paikalla rakennettu</td> <td style="text-align: right;">▼</td> </tr> <tr> <td>Välipohjan reunan tuenta</td> <td colspan="2" style="border: 1px solid gray; padding: 2px;">2 reunaa tuettu (reunapalkki + kansi + pintalaatta vapaana) ▼</td> </tr> </table> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">Palkkijako</td> <td style="width: 10%;">k =</td> <td style="width: 20%; border: 1px solid gray; padding: 2px;">600 mm</td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 5%;">☐</td> <td style="width: 5%;">Tuplapalkit</td> </tr> <tr> <td>Jänneväli</td> <td>L =</td> <td style="border: 1px solid gray; padding: 2px;">6125 mm</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Paikalla rakennetun välipohjan leveys</td> <td>B =</td> <td style="border: 1px solid gray; padding: 2px;">6000 mm</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Huoneen suurin mitta</td> <td></td> <td style="border: 1px solid gray; padding: 2px;">6 m</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table> <p>2.0 VALIPOHJAN KUORMAT</p> <hr/> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">Pysyvä kuorma ilman pintalaattaa</td> <td style="width: 10%;">g_k =</td> <td style="width: 40%; border: 1px solid gray; padding: 2px;">0,8 kN/m²</td> </tr> <tr> <td>Pintalaatta</td> <td>g_k =</td> <td style="border: 1px solid gray; padding: 2px;">1,2 kN/m²</td> </tr> <tr> <td>Muuttuvan kuorman pysyvä osuus</td> <td>m₂ =</td> <td style="border: 1px solid gray; padding: 2px;">30 kg/m²</td> </tr> </table> <p>3.0 MITOITUSTULOKSET</p> <hr/> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%; border: 1px solid gray; padding: 5px; text-align: center;"> <p>Ominaistaajuus</p> <p>f₁</p> <p>10 Hz</p> <p>94 %</p> </td> <td style="width: 33%; border: 1px solid gray; padding: 5px; text-align: center;"> <p>Jäykkyyden lisäämisen menetelmät</p> <p>Betonalu - 50 - (E=20000 N/mm²)</p> <p>Koolaus C24 48x98 k400 / Havuvaneri - 18 - 6 ply</p> </td> <td style="width: 33%; border: 1px solid gray; padding: 5px; text-align: center;"> <p>Taipuma (1 kN)</p> <p>δ</p> <p>0,19 mm</p> <p>37 %</p> </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; background-color: #00ff00; color: white; padding: 5px;">OK</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">1 x GL30c 140x360 k 600</td> <td style="text-align: center; background-color: #00ff00; color: white; padding: 5px;">OK</td> </tr> </table>		Palkki	GL30c 140x360	▼	Pintalaatta	Betonalu - 50 - (E=20000 N/mm ²)	▼	Kansirakenne	Koolaus C24 48x98 k400 / Havuvaneri - 18 - 6 ply	▼	Kansirakenteen toiminta	Ei liittorakennetta	▼			▼			▼			▼	Poikittaisjäykisteet	Ei jäykisteitä	▼	Välipohjan tyyppi	Paikalla rakennettu	▼	Välipohjan reunan tuenta	2 reunaa tuettu (reunapalkki + kansi + pintalaatta vapaana) ▼		Palkkijako	k =	600 mm		☐	Tuplapalkit	Jänneväli	L =	6125 mm				Paikalla rakennetun välipohjan leveys	B =	6000 mm				Huoneen suurin mitta		6 m				Pysyvä kuorma ilman pintalaattaa	g _k =	0,8 kN/m ²	Pintalaatta	g _k =	1,2 kN/m ²	Muuttuvan kuorman pysyvä osuus	m ₂ =	30 kg/m ²	<p>Ominaistaajuus</p> <p>f₁</p> <p>10 Hz</p> <p>94 %</p>	<p>Jäykkyyden lisäämisen menetelmät</p> <p>Betonalu - 50 - (E=20000 N/mm²)</p> <p>Koolaus C24 48x98 k400 / Havuvaneri - 18 - 6 ply</p>	<p>Taipuma (1 kN)</p> <p>δ</p> <p>0,19 mm</p> <p>37 %</p>	OK	1 x GL30c 140x360 k 600	OK
Palkki	GL30c 140x360	▼																																																																				
Pintalaatta	Betonalu - 50 - (E=20000 N/mm ²)	▼																																																																				
Kansirakenne	Koolaus C24 48x98 k400 / Havuvaneri - 18 - 6 ply	▼																																																																				
Kansirakenteen toiminta	Ei liittorakennetta	▼																																																																				
		▼																																																																				
		▼																																																																				
		▼																																																																				
Poikittaisjäykisteet	Ei jäykisteitä	▼																																																																				
Välipohjan tyyppi	Paikalla rakennettu	▼																																																																				
Välipohjan reunan tuenta	2 reunaa tuettu (reunapalkki + kansi + pintalaatta vapaana) ▼																																																																					
Palkkijako	k =	600 mm		☐	Tuplapalkit																																																																	
Jänneväli	L =	6125 mm																																																																				
Paikalla rakennetun välipohjan leveys	B =	6000 mm																																																																				
Huoneen suurin mitta		6 m																																																																				
Pysyvä kuorma ilman pintalaattaa	g _k =	0,8 kN/m ²																																																																				
Pintalaatta	g _k =	1,2 kN/m ²																																																																				
Muuttuvan kuorman pysyvä osuus	m ₂ =	30 kg/m ²																																																																				
<p>Ominaistaajuus</p> <p>f₁</p> <p>10 Hz</p> <p>94 %</p>	<p>Jäykkyyden lisäämisen menetelmät</p> <p>Betonalu - 50 - (E=20000 N/mm²)</p> <p>Koolaus C24 48x98 k400 / Havuvaneri - 18 - 6 ply</p>	<p>Taipuma (1 kN)</p> <p>δ</p> <p>0,19 mm</p> <p>37 %</p>																																																																				
OK	1 x GL30c 140x360 k 600	OK																																																																				