



TAMPEREEN  
AMMATTIKORKEAKOULU

# PIENTALON SUUNNITTELU

Jussi Ranne

Opinnäytetyö  
Marraskuu 2015  
Rakennusalan työnjohto



## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Rakennusalan työjohto

RANNE JUSSI  
Pientalon suunnittelu

Opinnäytetyö 52 sivua, joista liitteitä 9 sivua  
Marraskuu 2015

---

Opinnäytetyön aiheena oli eps-valuharkkorakenteisen pientalon ja talousrakennuksen rakennus- ja rakennesuunnittelu. Opinnäytetyö käsitteli kyseistä aihetta tontin hankinnasta lähtien valmiisiin rakennesuunnitelmiin asti. Työssä ei vertailla ollenkaan eri rakennusmateriaaleja tai vaihtoehtoja, vaan kyseiset asiat valittiin aiemman kokemuksen perusteella kyseiseen hankkeeseen parhaiten sopiviksi.

Opinnäytetyön tekijä teki edellä mainitun suunnittelutyön itse, vaikka uusien pätevyysvaatimusten mukaiset suunnittelupätevyudet eivät täytyneetkään. Valmiit suunnitelmat tarkasti rakennustekniikan insinööri Lauri Pöyhönen, joka toimi rakennuslupahakemuksessa mainittuna vastuullisena suunnittelijana.

Rakennesuunnittelu toteutettiin perustuen eurokoodi-normistoon ja suunnittelun apuna käytettiin Autocad 2014, DOF Lämpö, SSAB/Ruukki RRpilecalc- suunnitteluohjelmistoja ja Eurocode Service Oy:n web-pohjaista laskentaohjelmistoa. Suunnittelun lopputuloksena oli valmiit pää- ja rakennepiirustukset.

## **ABSTRACT**

Tampere University of Applied Sciences  
Degree Programme in Construction Site Management

JUSSI RANNE  
Design of Detached House

Bachelor's thesis 52 pages, appendices 9 pages  
November 2015

---

Planning and engineering residential buildings requires following a wide range of tightening legal standards, regulations and known good practices in areas such as mechanical strength and stability, fire safety, waste management and energy efficiency. This thesis describes the process, requirements as well as personal experiences during the planning phases towards construction of an energy-efficient single family home and detached utility building in Finland.

Topics covered are common construction planning and engineering phases such as land acquisition, soil surveys, and material and design selections. Calculations and estimates on areas such as structural integrity, wind and snow loads as well as energy efficiency are extensively examined and documented through practical examples.

Structural design of the example buildings are based on hollow expanded polystyrene (EPS) insulating concrete forms (ICF). EPS forms are erected at the construction site and filled with reinforced concrete to form a wall structure with built-in EPS insulation layers. This construction method was chosen based on past experiences and there was no comparison done with other designs. Any design choices were based on the solution lifetime costs and maintenance requirements,

All of the original planning and calculations were done by the thesis author. Since the author did not meet the legal requirements for qualified construction planning, all plans were inspected, approved and filed to construction services of the City of Vantaa by construction engineer Lauri Pöyhönen.

---

Key words: detached dwelling, main design, structural design

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	8
2	HANKKEEN VALMISTELU .....	9
2.1	Tontin hankinta .....	9
2.2	Pohjatutkimus .....	9
2.2.1	Painokairaus .....	10
2.2.2	Siipikairaus ja maaperänäytteet .....	11
2.3	Kaavamääräykset .....	11
3	MATERIAALI RAKENNUSLUPAA VARTEN .....	12
3.1	Perustamistapalausunto .....	12
3.2	ARK-piirustukset .....	12
3.2.1	Pohjapiirustukset .....	12
3.2.2	Rakenneleikkaukset ja valitut rakenteet .....	13
3.3	Julkisivupiirustukset .....	15
3.4	Asemapiirros .....	16
3.5	Ääneneristävyys selvitys .....	16
3.5.1	Ikkunat .....	17
3.6	Rakenteiden U-arvojen laskenta .....	18
3.7	Energiaselvitys .....	18
3.8	Selvitys tontin ja rakennuspaikan pintavesien käsittelystä .....	19
4	Rakennesuunnittelu .....	20
4.1	Painumalaskelmat ja stabiliteettitarkastelu .....	20
4.1.1	Kevennekerrokset .....	20
4.2	Johtojen perustaminen .....	21
4.3	Kuormat .....	21
4.3.1	Lumikuormat .....	22
4.3.2	Tuulikuormat .....	24
4.3.3	Tuulikuorman määrittäminen .....	26
4.3.4	Rakenteiden omamassat .....	28
4.3.5	Kuormien mitoitusarvot mrt ja krt, sekä osavarmuusluvut .....	28
4.3.6	Hyötykuormat .....	30
4.3.7	Perustuskuormat .....	30
4.3.8	Autokatoksen liimapuupalkin ja teräspilarin kuormat sekä mitoitus .....	32
4.4	Ontelolaataston suunnittelu .....	32
4.5	Palomääräykset talousrakennuksen osalta .....	34
4.6	Paaluperustus .....	34
4.7	Seinä rakenteiden mitoitus .....	36

4.8 Aukkojen yläpuolisten terästen mitoitus.....	36
4.9 Elementtirakenteinen kantava väliseinä.....	38
4.10 Rakennuksen jäykistäminen.....	38
4.11 Routaeristys .....	40
4.12 LVI- suunnitelmat.....	40
4.13 Rakennepiirustukset.....	40
5 POHDINTA.....	41
LÄHTEET.....	42
LIITTEET .....	44
Liite 1. Pääpiirustukset .....	44
Liite 2. Rakennepiirustukset.....	47

**ERITYISSANASTO tai LYHENTEET JA TERMIT (valitse jompikumpi)**

EPS-valuharkko	paisutetusta polystyreenistä valmistettu harkko, jonka sisälle valetaan betoni
Eurokoodi	tai viittaus sen kansalliseen standardiin
E-luku	rakennuksen tai sen osan kokonaisenergiankulutus
Käyttörajatila	tila, jonka ylittämisen jälkeen rakenteen käyttökelpoisuusvaatimukset eivät enää täyty
Murtorajatila	tila, jolloin rakenne sortuu tai vaurioituu (ts. rakenteen tai rakenneosan kestävyys)
RakMK	Suomen rakentamismääräyskokoelma
U-arvo	rakennusosan lämmönläpäisykerroin
$\lambda_n$	rakennusaineen normaalin lämmönjohtavuus
$\Delta L_A$	rakennuksen vaippaan kohdistuvan äänen ja sisällä sallittavan äänenpainetason erotus
$\gamma$	lumen tiheys
$\mu_i$	katon kaltevuudesta ja muodosta riippuva muotokerroin (pulpettikatto $\mu_1$ )
$\Psi_0$	muuttuvan kuorman yhdistelykerroin (mm. ominaisyhdistelmässä)
$\Psi_1$	muuttuvan kuorman tavallisen arvon yhdistelykerroin
$\Psi_2$	muuttuvan kuorman pitkäaikaisarvon yhdistelykerroin
$b_1$	rakennuksen pituus
$b_2$	katoksen äärimitta seinästä
$C_{pnet}$	tuulen nettopainekerroin
$c_u$	kuivakuorikerroksen leikkauslujuus
$F_d$	kuorman mitoitusarvo
$h_1$	katolla olevan esteen korkeus
$l_s$	kinostumis pituus
$q_k$	kattojen ominaislumikuorma

$q_p(z)$	tuulen puuskanopeuspaine ilmassa
$R_b$	maan lämmönvastus
$R_g$	rakennusosassa olevan ilmakerroksen lämmönvastus
$R_{qn}$	ohuen ainekerroksen lämmönvastus
$R_{se}$	ulkopuolinen pintavastus
$R_{si}$	sisäpuolinen pintavastus
$R_T$	rakennusosan kokonaislämmönvastus ympäristöstä ympäristöön
$S_k$	maanpinnan lumikuorma
$s_v$	maaperän leikkauslujuuden suunnitteluarvo
$v_b$	tuulennopeuden perusarvo
$W_{net}$	tuulen nettopaine

## 1 JOHDANTO

Jo pidemmän aikaa oli ollut tiedossa, että jossakin vaiheessa tulemme rakentamaan uuden pientalon perheemme käyttöön. Hanke alkoi edetä perheen asuinpaikkakunnan vaihdon myötä. Lisäksi opinnot olivat siinä vaiheessa, että lopputyön tekeminen oli ajankohtaista, joten tässä realisoitui kaksi asiaa samalla kerralla.

Opinnäytetyössä käydään läpi koko pientalon suunnitteluprosessi, ennen kuin itse rakentaminen voidaan aloittaa. Aluksi käsitellään hankkeen valmistelua, joka koostuu tontin hankinnasta ja maaperätutkimuksesta. Opinnäytetyön toisessa vaiheessa käsitellään tarvittavia materiaaleja rakennuslupaa varten. Tässä vaiheessa piirrettiin myös talon rakennuslupakuvat ja teetettiin erilaisia selvityksiä. Viimeisessä osassa käsitellään rakennesuunnitelmien tekoa ja rakenteiden lujuuksien sekä kestävyyksien laskentaa.

Tässä työssä ei tehty vertailua eri rakennusmateriaalien ja rakennustapojen välillä. Lähes kaikki valinnat perustuivat aiempaan kokemukseen. Rakennesuunnittelun perustana olivat sellaiset tekijät, kuten rakennuksien vähäinen huollon tarve koko niiden elinkaaren aikana, rakennuksien rakenteiden yksinkertaisuus, sekä selkeälinjaisuus. Lisäksi suunnittelussa kiinnitettiin erityistä huomiota materiaalien ja pinnoitteiden pitkäikäisyyteen.

Tämä opinnäytetyö keskittyy vain kyseisen pientalokohteen pää- ja rakennesuunniteluun, eikä se välttämättä sovellu käytettäväksi ohjeena muissa pientalohankkeissa.



## 2 HANKKEEN VALMISTELU

### 2.1 Tontin hankinta

Tontin hankinnan lähtöarvoja olivat tontin riittävä koko, sijainti sekä tontin sijaintipaikan asemakaava. Asemakaavan oli sallittava kivrakenteisen rapatun pientalon rakentamisen lisäksi kerrosalaltaan n. 100 m<sup>2</sup> kokoisen talousrakennuksen rakentaminen. Vaatimukset täyttävä tontti löytyi yllättävänkin helposti Vantaan Koivuhaasta. Tontilla on kokoa 1147 m<sup>2</sup> ja rakennusoikeutta 287 m<sup>2</sup>. Tontin maaperän tiedettiin olevan savipi-toista, joten tontista tehtiin ehdollinen tarjous siten, että kaupat syntyisivät, jos maaperätutkimuksessa ei löytyisi mitään odottamatonta.

### 2.2 Pohjatutkimus

Rakennusprojektien yhteydessä nimityksellä pohjatutkimus tarkoitetaan yleisimmin kokonaisuutta, johon sisältyy rakennusalueen kartoitus, vaaitus ja varsinaiset pohjatutkimukset. (Jääskeläinen, 2010)

Pohjatutkimusten tavoitteena on selvittää rakennuspaikan maaperäolosuhteet niin tarkasti, että rakennuspaikalle voidaan luotettavasti suunnitella rakennus ja sen perustaminen. Yleensä tämä tarkoittaa maaperän kairaamista siihen syvyyteen saakka, jossa ns. kantava kerros sijaitsee. Kyseisen hankkeen maaperän tiedettiin olevan savista vähintään 10 metrin syvyyteen saakka, joten sen perusteella voitiin pohjatutkimustavaksi valita painokairaus, joka on yleisin Suomessa käytetty pohjatutkimusmenetelmä.

Tontille tehtiin samalla myös rakennusalueen kartoitus. Rakennusalueen kartoituksessa esitetään rakennuspaikalta kaikki sellaiset asiat, joista voi olla hyötyä rakennushankkeen suunnittelun eri vaiheissa. Tällaisia asioita ovat mm. jo olemassa olevat rakennukset, kaapelit, suuret puut, ojat ja rakennusalueen vierillä olevat kadut.

Vaaituksessa rakennusalueen maan pinnan korkeudet mitataan riittävällä tiheydellä ja niiden perusteella piirretään rakennuspaikan korkeuskäyrät. Jos rakennusalueella on jo olemassa olevia rakennuksia, niistä mitataan sokkelin korkeudet. Lisäksi erikseen vaaitaan ne pisteet, joista varsinaisia pohjatutkimuksia tehdään.

### 2.2.1 Painokairaus

Nykyään painokairaus tehdään pääsääntöisesti tela-alustaisilla monitoimikairauskoneilla, jollainen löytyy kuvasta 1. Painokairauksen periaatteena on painaa kairaa maahan tietyllä painolla, lisäämällä painoa, sekä kiertämällä kairaa. Aina ensin lähdetään liikkeelle minimipainoista ja lisätään painoa kunnes kaira alkaa upota maahan. Jos kaira ei maksimipainollakaan, joka on yleensä 100 kg, uppoa, aletaan kairaa kiertää. Kairassa olevan painon ja kierrosten lukumäärän perusteella, sekä kairan uppoaman perusteella täytetään taulukkoa, jonka pohjalta tehdään kairausdiagrammi. Nykyään kairaukset suoritetaan pääsääntöisesti tela-alustaisilla kairausvaunuilla, jotka hydraulisesti painavat ja kiertävät kairaa. Kairausta suoritetaan niin syväälle kuin kaira uppoaa. Kun kaira ei enää uppoa, se on osunut joko kiveen, lohkareeseen, kallioon tai tiiviiseen moreenikerrokseen.

Painokairauksia tehdään rakennuspaikalla useita, jotta voidaan sulkea pois kiveen tai lohkareeseen osumisen mahdollisuus, eli pyritään saamaan mahdollisimman luotettava tieto kantavan kerroksen löytymisestä. Kyseisellä rakennuspaikalla tehtiin painokairauksia kuudessa eri kohdassa ja niiden perusteella tiivis moreenikerros tai kalliopinta sijaitsee n. 9 – 14 metrin syvyydellä.



KUVA 1. Kairausta tontilla.

### 2.2.2 Siipikairaus ja maaperänäytteet

Siipikairauksella voidaan määrittää maaperän leikkauslujuuden arvo tutkittavalla syvyydellä. Siipikaira painetaan suoraan maahan tietylle syvyydelle ja mitataan voimaa millä se lähtee kiertymään. Kyseisen voiman ja siipikairan siiven pinta-alan perusteella voidaan määrittää maaperän leikkauslujuus.

Siipikairaus tehtiin rakennuspaikalla yhdessä kohdassa, jonka perusteella saatiin maaperän leikkauslujuuden suunnitteluarvoksi  $s_v = 6 \text{ kN/m}^2$ .

Lisäksi tontilta otettiin maaperänäytteitä myöhempää painuma- ja stabiiliteettitarkastelua varten. Näytteitä otettiin yhdestä pisteestä yhteensä kolme kappaletta: kolmen, kuuden ja yhdeksän metrin syvyydeltä. Näytteiden tuloksena maaperä varmistui saveksi, jonka vesipitoisuus on 61,9 – 80,2 %.

Pohjatutkimuksissa ei löytynyt mitään sellaista, minkä perusteella tonttikauppaa ei olisi voinut tehdä. Jo tiedossa olleet asiat, kuten paalutuksen tarve, varmistuivat.

### 2.3 Kaavamääräykset

Vantaan Koivuhaan asemakaava on peräisin vuodelta 1998. Asemakaava on nykymittapuun mukaan erittäin salliva. Rakennuksille ei esimerkiksi aseteta ulkomuoto-, kerros- tai värivaatimuksia. Myöskään erillisen talousrakennuksen kokoa ei rajoiteta ollenkaan, mikä on uudempiin asemakaavoihin verrattuna erittäin harvinaista. Koska Koivuhaan kaupunginosa sijaitsee lentokentän läheisyydessä, määrää asemakaava rakennuksen ulkovaipalle ääneneristävyysvaatimuksen 40 dB lentomelua vastaan. Jotta kyseinen vaatimus saadaan täytettyä, pitää se ottaa huomioon jo suunnittelun alkuvaiheessa.

### **3 MATERIAALI RAKENNUSLUPAA VARTEN**

#### **3.1 Perustamistapalausunto**

Perustamistapalausunto saatiin pohjatutkimuksien perusteella. Perustamistapalausunto määrittelee kohteen geotekniseksi luokaksi GL2. Eurokoodi 7 mukaan rakennuskohteet jaetaan kolmeen eri luokkaan kohteen maaperäolosuhteiden vaativuuden perusteella. Paalutettavat perustukset kuuluvat luokkaan 2. Geoteknisen luokan perusteella määräytyy erilaisia suunnittelun lähtöarvoja.

Perustapalausunnossa käsitellään rakennuksen varsinaisen perustamisen lisäksi mm. putkijohtojen perustamista, salaojia, routasuojausta, sekä kaivu- ja täyttötöitä. Näihin palataan myöhemmin rakennesuunnittelun yhteydessä.

#### **3.2 ARK-piirustukset**

Arkkitehtipiirustuksilla tarkoitetaan piirustuksia rakennushankkeesta, mitkä tarvitaan rakennuslupan hakemista varten. Nämä ns. pääpiirustukset sisältävät asemapiirroksen, rakenneleikkaukset, pohjapiirroksiset ja julkisivupiirroksiset. Erikseen rakennuslupakäsittelijä voi pyytää myös kohteesta ns. korttelijulkisivun, jossa rakennukset esitetään samassa piirroksessa jo olemassa olevien viereisten rakennusten kanssa. Tämä piirroksen perusteella lupakäsittelijä voi arvioida miten rakennus sulautuu ympäristöönsä.

Kaikki rakennuslupahakemukseen liitettävät piirustukset löytyvät liitteestä 1.

##### **3.2.1 Pohjapiirustukset**

Pohjapiirroksessa kuvataan rakennuksen pohja vaakasuuntaan leikattuna. Pohjapiirroksessa esitetään mm. rakennuksen ulkomitat, tilojen jako ja tilan käyttötarkoitus, ovet, ikkunat, palo-osastojen rajat, kiinteät kalusteet, vesipisteet sekä viemärikanavat

Kyseisen kohteen suunnittelu aloitettiin piirtämällä mahdollisia pohjapiirustuksia asuinrakennuksesta. Asuinrakennuksen pohjapiirustuksen laadinnassa olivat lähtötietoina seuraavat seikat:

- kolme makuuhuonetta

- olohuone korkeaa tilaa
- tekninen tila sijoitetaan mahdollisimman kauas makuuhuoneista
- ainakin yksi makuuhuone ja pesutilat alakertaan, jos päädytään kahteen kerrokseen
- kodinhoitohuoneesta tehdään riittävän suuri

Talusrakennuksen kohdalla vastaavat vaatimukset olivat erilliset autotalli, varasto, katos ja vähintään 50 m<sup>2</sup> kokoinen harrastetila.

Alkuperäinen tarkoitus oli rakentaa tontille yksikerroksinen asuinrakennus ja talusrakennus. Varsin pian kuitenkin huomattiin, että em. vaatimukset täyttäviä pohjaratkaisuja oli mahdoton saada sopimaan tontille, jos asuinrakennus rakennettaisiin yhteen kerrokseen. Niinpä asuinrakennus suunniteltiin kaksikerroksiseksi, jossa olohuone ja keittiö ovat korkeita tiloja ja yläkerta n. puolen talon alueella.

Talusrakennuksen pohjan suunnittelu oli varsin helppo prosessi, edellä mainitut vaatimukset huomioiden. Autotalli suunniteltiin erilliseksi tilaksi, jonka läpi voidaan tarvittaessa ajaa tai kuljettaa suurempiakin tavaroita harrastetilaan.

### **3.2.2 Rakenneleikkaukset ja valitut rakenteet**

Rakenneleikkauksissa esitetään rakennus pystysuuntaan leikattuna. Rakenneleikkauspiirustuksissa kuvataan rakennuksen tärkeimmät rakenteet, kuten alapohjat, välipohjat, yläpohjat ja ulkoseinät. Lisäksi kyseisten elementtien rakenteet kirjoitetaan rakennepiirustukseen. Rakennepiirustuksissa esitetään myös rakenteiden U-arvot ja eri kerrosten korkeusasemat.

Talon seinä- ja runkomateriaaliksi valittiin 450 mm paksu EPS-valuharkko. Kyseinen harkkomalli on hinnaltaan samaa luokkaa kun vastaavan kokoiset betonista valmistetut valuharkot, mutta lämmöneristyskyvyltään se on parempi. Lisäksi reilun kolmen kilon painoista harkkoa on helppo käsitellä ja sen työstäminen tavallisilla käsityökaluilla on helppoa. Valittu tuote valmistetaan Suomessa FinnEPS Oy:n tehtaalla Kokemäellä. Kyseinen harkko on lämmöneristysominaisuuksiltaan paras mahdollinen ja lisäksi tässä harkkomallissa ei ole eps-siltoja, joilla harkon puoliskot olisi sidottu toisiinsa. Harkon puoliskojen sitominen toisiinsa on hoidettu muovisilla välikkeillä, jolloin betonivalusta

saadaan yhtenäisempi. Tällöin seinärakenteen ääneneristävydestä saadaan parempi, kuin eps-silloilla sidotuissa harkoissa. Harkot kiinnitetään toisiinsa käyttäen uretaaniliimaa, ne raudoitetaan rakennesuunnitelmien mukaisesti ja valutilaan valetaan betoni. Kyseisiä harkkoja voidaan kasata 1,5 metrin korkeuteen saakka tukematta seinää valun ajaksi. EPS ja betoni ovat molemmat homehtumattomia materiaaleja ja niiden höyrynläpäisykyvyt ovat hyvin lähellä toisiaan. Em. seikkojen vuoksi erillistä höyrynsulkua ei rakenteeseen tarvita ja näin ollen seinärakenne on kosteusteknisesti toimiva ja turvallinen. Alla olevassa kuvassa 2 on kuvattu kyseinen valuharkko.



KUVA 2 Eristeharkko FinnEPS 450/31

Koska rakennusten kosteustekniseen toimintaan haluttiin kiinnittää erityistä huomiota, haluttiin rakennusten alapohjaratkaisuiksi jokin muu kuin maanvarainen alapohja. Rakennus perustetaan joka tapauksessa paalujen varaan, niin valinta oli suhteellisen helppo. Rakennusten alapohjaratkaisuiksi valittiin lämmin, koneellisesti tuuletettu alapohja. Tässä alapohjatyypissä eriste tulee maata vasten ja sen jälkeen vajaan metrin korkuinen

ryömintätila, jonka jälkeen varsinainen alapohja. Alapohjassa ei ole erillisiä tuuletusaukkoja ulos, vaan se tuuletetaan koneellisesti lämmön talteenotolla varustetulla ilmanvaihtokoneella, joka siirtää poistoilmassa olevaa lämpöenergiaa tuloilmaan. Alapohjan ilma vaihdetaan kerran kahdessa tunnissa. Alapohjien ilmanvaihtoon käytetään eri laitetta kuin asuinrakennuksen sisätilojen ilmanvaihtoon, koska ilmanvaihtokoneissa on sisäisiä ilmavuotoja siten, että jonkin verran poistettavaa ilmaa saattaa sekoittua tulevaan ilmaan. Eri koneiden käyttö on perusteltua, koska rakennuksen alapohjan alle ei tehdä erillistä radoninpoistoputkistoa.

Alapohjan ja välipohjan kantaviksi ratkaisuksi valittiin ontelolaatatot niiden asennusnopeuden ja helppouden takia. Ontelolaataston tyyppi tarkentui myöhemmin rakennesuunnittelun yhteydessä. Ontelolaataston päälle suunniteltiin 30 mm eps-eriste ja sen päälle asuinrakennukseen 80 mm betonilaatta ja talousrakennukseen 120 mm betonilaatta.

Talon keskelle suunniteltiin 160 mm paksu harkko- tai betonirakenteinen kantava väliseinä. Märkätiloihin yhteydessä olevat väliseinät suunniteltiin kivirakenteisiksi ja muut väliseinät puurakenteisiksi.

Yläpohjaan suunniteltiin kantava naulalevyristikkorakenne ja yläpohjan höyrynsulukuksi valittiin alumiinipintainen uretaanilevy. Kyseisellä levyllä saadaan erittäin tiivis rakenne, koska levyt yhdistetään toisiinsa uretaanilla liimaamalla ja saumat teipataan alumiiniteipillä. Vesikatteeksi valittiin konesaumattu peltikate ja sen alle umpiruoteet, sekä vesihöyryä läpäisevä aluskate. Yläpohja eristetään kivipohjaisella mineraalivillalla. Koska yläpohjan rakenne on umpinainen, oli yhtenä suunnittelun lähtökohtana se, että yläpohjan höyrynsulkuun ja vesikatteeseen ei tulla tekemään yhtään läpivientä. Tämä aiheutti omat haasteensa mm. lvi-suunnittelun yhteydessä.

### **3.3 Julkisivupiirustukset**

Julkisivupiirustuksissa rakennus kuvataan ulkoapäin mahdollisimman todellisen näköisenä. Julkisivupiirroksissa esitetään rakennus kaikista pääilmansuunnista. Julkisivupiirroksen tarkoitus on, että pystytään mahdollisimman hyvin arvioimaan rakennuksen soveltuvuutta sen ympäristöön.

Rakennuksista haluttiin mahdollisimman moderneja ja ulkomuodoltaan yksinkertaisia. Talon ulkopuoliset rakenteet päätettiin olevan joko mustia tai valkoisia. Ulkoseinät tullaan pinnoittamaan valkoisella rappauksella, jonka lisäksi asuinrakennukseen rapataan kaksi tehosteritua mustalla. Rakennuksien ulkorakenteissa tullaan käyttämään mahdollisimman vähän puumateriaaleja, niiden huoltotarpeen vuoksi. Joissakin kohdissa, kuten talusrakennuksen autokatoksen yläosissa ja rakennusten räystäällä puumateriaaleille ei löydy kuitenkaan varteen otettavia vaihtoehtoja. Nämä puumateriaalit tullaan värjäämään mustiksi tai mahdollisuuksien mukaan käytetään mustia puu-muovi komposiittimateriaaleja. Rakennusten vesikate tehdään sinkitystä teräsohutlevystä, jonka annetaan olla sinkkipinnalla muutaman vuoden ennen maalausta mustaksi

Lisäksi lupakäsittelijä pyysi toimittamaan korttelijulkisivun, jossa näkyvät molemmat suunnitellut rakennukset ja viereisellä tontilla jo olemassa oleva rakennus. Viereisen rakennuksen julkisivupiirustukset sain Vantaan kaupungin arkistosta paperiversiona ja sen korkeusasema oli mitattu pintavaaituksen yhteydessä.

### **3.4 Asemapiirros**

Asemapiirroksen tarkoitus on kuvata rakennuspaikka ennen siten, että vaikutuksia rakennuspaikalle ennen ja jälkeen rakentamisen pystytään arvioimaan. Asemapiirroksen merkitään mm. rakennusten paikat ja korkeusasemat, ympäröivät rakennukset, alueiden korkomerkinnät sekä korkeuskäyrät, istutettavat alueet ja pintamaiden kallistukset.

### **3.5 Ääneneristävyys selvitys**

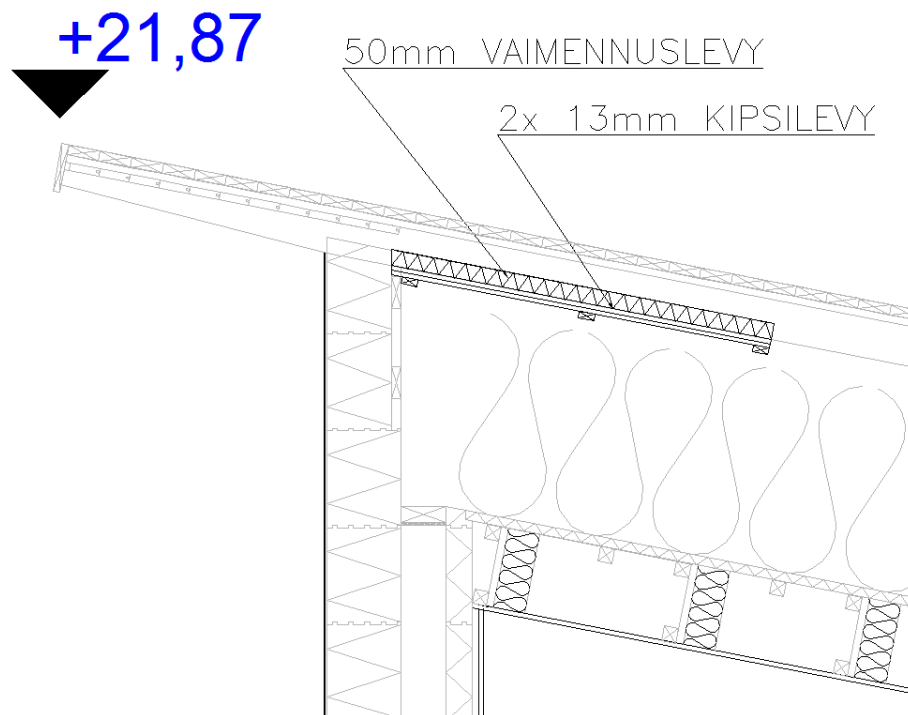
Koska rakennuskohde sijaitsee lentomelualueella, ja kaavamääräykset vaativat raketeilta tiettyä ääneneristävyyttä, piti kohteesta teettää ääneneristävyys selvitys. Ääneneristävyys selvityksessä laskettiin kaikille asuinhuoneille omat ääneneristävyysvaatimuksensa kyseisen asuinhuoneen ulkoseinä- ja kattorakenteelle. Laskennan pohjana käytettiin aiemmin piirrettyjä ARK-piirustuksia.

Kyseisen rakennuspaikan merkittävin melun lähde on muutaman kilometrin päässä sijaitseva Helsinki-Vantaan lentokenttä. Rakennuspaikka ei kuitenkaan ole pääkiitotien suuntaisella alueella, joten lentomelu paikalla on satunnaista. Toinen melun lähde kyseisellä paikalla on liikennemelu. Kehä 3 kulkee rakennuspaikan eteläpuolella n. 70



metrin etäisyydellä. Välissä on kuitenkin meluaita liikennemelua vähentämässä. Koska rakennuksen ulkovaipan ääneneristävyysvaatimus määritellään rakennuksen sijainnin perusteella, kävin Vantaan rakennusvalvonnasta kysymässä meluarvoja ja he kertoivat rakennuksen vaipan ääneneristävyystasovaatimukseksi lento- ja liikennemelua vastaan  $\Delta L_A = 32$  dB.

Ääneneristävyyselvityksen tuloksena saatiin tieto siitä, että rakenteet eivät sellaisenaan täytä ääneneristävyysvaatimuksia. Selvityksessä annetaan kuitenkin ehdotukset rakenteiden parantamiselle. Ulkoseinien osalta asuinhuoneissa tehdään vähintään 22 mm koolaus, joka täytetään mineraalivillalla. Koolauksen sisäpintaan asennetaan kipsilevy. Yläpohjan osalta räystäälle rakennetaan ns. ääniloukkurakenteet ja sisäkattoa lasketaan alas 250 mm ja alaslaskuun sijoitetaan 600 mm välein pystyyn mineraalivillakaista. Yläpohjan ääneneristysrakenteet kuvataan alla olevassa kuvassa 3.



KUVA 3 Yläpohjan ääneneristysrakenteet

### 3.5.1 Ikkunat

Koska ääneneristävyyselvityksessä annettiin ääneneristävyysvaatimukset asuinrakennuksen ikkunoille ja oville, kyseltiin jo tässä vaiheessa hanketta tarjouksia ikkunaval-

mistajilta. Tarkoituksena oli käyttää talossa mahdollisimman paljon kiinteitä ikkunoita lähinnä ulkonäkösyistä. Selvityksessä annettiin ääneneristävyyssarvot avattaville ikkunoille huonekohtaisesti. Tämän lisäksi kerrottiin, että käytettäessä kiinteitä ikkunoita, voidaan ääneneristävyyksivaatimusta laskea 3 dB. Näin voidaan toimia, koska kiinteissä ikkunoissa ei käytetä pidemmän ajankulun myötä heikkeneviä tiivisteitä. Tämä alennetun arvo osoittautui monelle ikkunavalmistajalle hankalaksi. Lisäksi ikkunoita ei ole testattu kyseisiä vaatimuksia täyttäväksi vaan on käytettävä laskennallisia ääneneristävyyssarvoja. Löytyi kuitenkin muutama valmistaja, jotka lupasivat valmistaa arvot täyttävät kiinteät ikkunat.

### 3.6 Rakenteiden U-arvojen laskenta

Rakenteen U-arvolla tarkoitetaan rakenteen lämmönläpäisykerrointa. Suomen rakentamismääräyskokoelman osa C4 määrittelee miten rakenneosan U-arvo määritellään.

Rakennusosan lämmönläpäisykerroin (U) lasketaan käyttäen CE merkinnällä varustetuille rakennusaineille EN-standardien mukaan määritettyjä lämmönjohtavuuden suunnitteluarvoja, EN-standardeissa esitettyjä taulukoituja lämmönjohtavuuden suunnitteluarvoja, normaalisen lämmönjohtavuuden ( $\lambda_n$ ) arvoja tai muita hyväksyttävällä tavalla määritettyjä, rakennusosalle soveltuvia lämmönjohtavuuden suunnitteluarvoja. Jos samalle aineelle on annettu useita  $\lambda_n$  arvoja, valitaan alaviitehuomautusten perusteella kohteeseen soveltuva arvo. (RakMK C4, 2.1.1)

$$U = 1 / R_T$$

$$R_T = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots + R_m + R_g + R_b + R_{q1} + R_{q2} + \dots + R_{qn} + R_{se}$$

jossa

$$R_n = d_n / \lambda_n, \text{ jossa } d_n = \text{ainekerroksen paksuus}$$

Edellä on esitetty perusteet rakenteen U-arvojen laskennalle. Varsinainen laskenta kuitenkin tehtiin käyttäen DOF Lämpö- suunnitteluohjelmaa.

### 3.7 Energiaselvitys

Laki energiatodistuksesta määrää energiatodistuksen pakolliseksi kaikille uusille pysyvän asutuksen asuinrakennuksille, joiden pohjapinta-ala on suurempi kuin  $50 \text{ m}^2$ . Energiatodistus on yksi rakennusluvan saamisen ehto. Se lasketaan suunnitelmien pohjalta ja

päivitetään myöhemmin vastaamaan todellista tilannetta rakenteiden ja laitteiden osalta. Energiaselvitystä laadittaessa on tiedettävä vähintään tilojen lämmitysmuoto, käyttöveden lämmitysmuoto, rakenteiden U-arvot, tilojen ilmanvaihtokonetyyppi tilojen pinta-  
alat sekä tilojen tilavuudet.

RakMK D3 mukaan kyseisen kokoisen pientalon E-luku ei saa ylittää  $173 - 0,07 \times A_{netto}$ , josta saadaan  $173 - 0,07 \times 174 = 161 \text{ kWh/m}^2$  vuodessa. Energiaselvityksen mukaan kyseinen asuinrakennus kuluttaa vuodessa laskennallisesti  $112,64 \text{ kWh/m}^2$ , joka alittaa vaatimuksen reilusti. Kyseinen pientalo sijoittuu energiatehokkuusluokkaan B. Jotta päästäisiin parhaaseen A-luokkaan pitäisi rakennuksella olla omaa energiantuotantoa, kuten esimerkiksi aurinkokeräimet.

Talusrakennukselta ei vaadita varsinaista energiatodistusta, mutta senkin osalta on tehtävä energiaselvitys. Tämä on kuitenkin periaatteessa merkityksetöntä, koska kyseisen kaltaisille rakennuksille ei ole ollenkaan E-luku vaatimusta.

### **3.8 Selvitys tontin ja rakennuspaikan pintavesien käsittelystä**

Rakennusluvan liitteeksi tarvitaan myös selvitys rakennuspaikan pintavesien käsittelystä. Kyseisessä kohteessa selvitys kirjattiin LVI-asemapiirrookseen. Tontin länsipuolella virtaa oja, joten hulevedet päätettiin johtaa sinne.

Talojen katoilta sadevedet kerätään rännien ja sadevesiputkiston välityksellä perusvesikaivoon. Asfaltoitavilta pihoilta sadevedet kerätään pintojen riittäväillä kallistuksilla sadevesikaivoihin, josta ne johdetaan perusvesikaivoon. Perusvesikaivosta vedet laske-  
taan kiinteistön länsipuolella virtaavaan ojaan.

Talon vierillä pintamaa kallistetaan talosta pois päin vähintään kaltevuuteen 1:20 vähintään 3 metrin matkalla. Pintamaakerros tehdään tiiviistä maalajista. Muualla piholla sadevedet imeytetään maastoon, tai pinnan kallistuksilla johdetaan ojaan.

## **4 Rakennesuunnittelu**

### **4.1 Painumalaskelmat ja stabiliteettitarkastelu**

Koska tontin maa on voimakkaasti länteen päin laskevaa, pitää tontille tehdä jonkin verran täyttöjä, jotta haluttuihin korkeusasemiin päästään. Joissakin kohdissa, kuten rakennusten välisillä alueilla täyttöjen paksuudet ovat yli 1m vahvuisia. Maaperä tiedetään maaperätutkimusten perusteella savipitoiseksi, joten oli aiheellista tutkia miten täytöt tulevat mahdollisesti aiheuttamaan maaperän painumia.

Painuma- ja stabiliteettitarkastelusta annettiin toimeksianto insinööritoimistolle. Tutkinan tuloksena oli, että maaperän stabiliteetin kanssa ei tule ongelmaa, mutta painumia saattaa syntyä täyttöjen paksuuksista riippuen muutaman sentin ja muutaman kymmenen sentin välillä.

Koska rakennusten ympäristöä joudutaan täyttämään reilusti, on rakennusten itäpuolelle ja niiden väliselle alueelle aiheellista suunnitella kevennerakenteet.

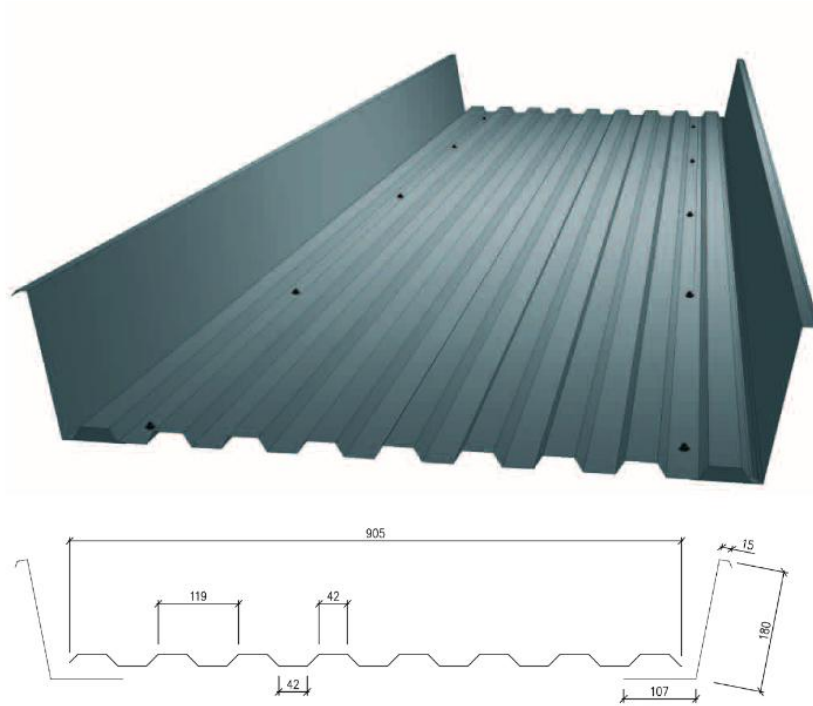
#### **4.1.1 Kevennekerrokset**

Painumalaskelmien perusteella voidaan olettaa painumia syntyvän alueilla, joilla täyttökerroksen paksuus on yli 1 metri. Rakennusten välisellä alueella tulee kulkemaan viemäri-, vesi- ja lämpöjohtoja, joten tälle alueelle tarvitaan kevennekerros painumien estämiseksi. Kevennemateriaali kyseiselle alueelle tullaan asentamaan n. metrin paksuinen kerros.

Rakennusten itäpuolelta maata tullaan leikkaamaan reilun metrin verran. Leikatun maan tilalle asennetaan n. 0,7 m paksu kevennekerros ja sen päälle tiivistetään 300 mm kerros 0-16 mm kalliomursketta. Eps materiaalin laaduksi valitaan vähintään 120 Kpa puristuslujuuden omaava laatu.

## 4.2 Johtojen perustaminen

Viemärijohdot tullaan perustamaan perustamistapalausunnan mukaisesti teräslevyarinalle. Tällä estetään viemäreiden painuminen. Teräslevyarinana käytetään SSAB:n valmistamaa geolevyä tyypiltään GEO20SG. Sen paksuus on 0,7 mm ja materiaalina kuumasinkitty teräs. Geolevy limitetään pituussuunnassa 500 mm.



KUVA 4 GEO20SG-geolevy

Geolevy asennetaan suoraan häiriytymättömän perusmaan varaan, joka on kallistettu putkia varten, ja poljetaan piukkaan niin, että alapuolen poimut täyttyvät maalla. Levyn päälle asennetaan n. 150 mm korkea tasauseros hiekasta. Tämän päälle asennetaan 70 mm paksusta xps-levystä valmistettu putkikotelo, jotta putket saadaan suojattua jäätymiseltä. Putkikotelon pohjalle levitetään ohut tasaushiekkakerros ja tämän päälle asennetaan putket. Kotelo täytetään hiekalla ja kansi asennetaan kotelon päälle.

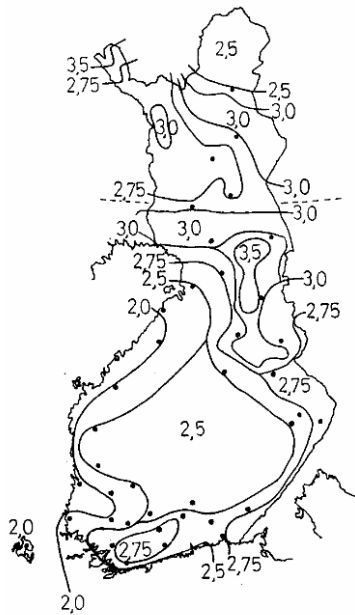
## 4.3 Kuormat

Rakennuksiin ja niiden osiin vaikuttavat kuormat jaetaan pysyviin kuormiin, muuttuviin kuormiin ja onnettomuuskuormiin. Tässä työssä huomioidaan vain pysyviä kuormia ja muuttuvia kuormia. Lisäksi Eurokoodi määrittelee kuormille seuraamusluokkia, murto-

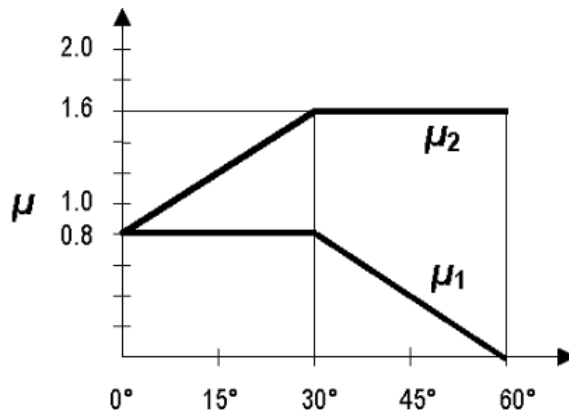
rajatilan ylittymisen seurauksena tapahtuvien vahinkojen vakavuuden mukaisesti. Pientaloilla seuraamusluokan kerroin on 1, joten se voidaan jättää laskuissa huomiotta.

### 4.3.1 Lumikuormat

Rakennukseen tai rakenteeseen kohdistuvat lumikuormat määritellään Eurokoodin kansallisessa standardissa SFS-EN 1991-1-3. Lumikuormat ovat muuttuvia kuormia. Oheiset kuvat 5 ja 6 määrittelevät laskennassa tarpeelliset arvot.



KUVA 5 SFS-EN 1991-1-3, ominaislumikuormat



KUVA 6 SFS-EN 1991-1-3, lumikuorman muotokertoimet

Lumikuorman muotokertoimet SFS-EN 1991-1-3

Rakennuksen katon ominaislumikuorma  $q_k$  saadaan kaavalla:

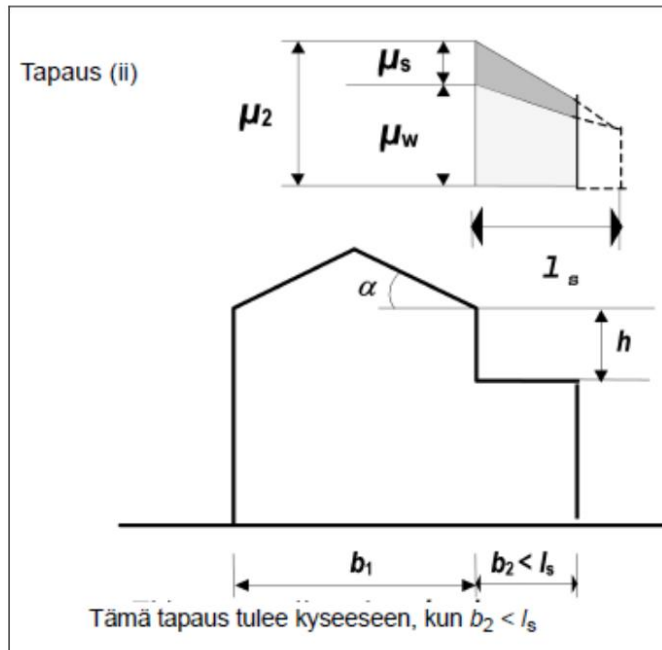
$$S_{k\text{vanta}} = 2,5 \text{ kN/m}^2$$

$$\mu_i = 0,8$$

$$q_k = \mu_i \times S_k = 0,8 \times 2,5 \text{ kN/m}^2 = 2 \text{ kN/m}^2$$

Ulkorakennuksen katon oikean lappeen ominaislumikuorma on sama kuin talon ominaislumikuorma. Vasen lape taas on matalammalla kuin oikea lape, joten se on tutkittava erikseen. Seuraavassa lasketaan kuorma kyseiselle lappeelle ja lisäksi asuinrakennuksen sisääntulokatokselle, sekä asuinrakennuksen terassin katokselle. Kaikki edellä

mainitut lappeet ovat sellaisissa paikoissa, että korkeammalta katolta ei lumi niille pu-  
toa.



KUVA 7 SFS EN1991-1-3, lumikuorman muotokertoimet,  
katto ylemmän katon alapuolella

Lumikuorman muotokertoimen ehdot esitetään kuvassa 7 ja lasketaan seuraavalla kaa-  
valla:

$$\mu_w = \frac{b_1 + b_2}{2h} \leq \frac{\gamma x h}{S_k}$$

Eurokoodi määrittelee kertoimen  $\mu_w$  vaihteluvälin Suomessa seuraavasti:

$$0,8 \leq \mu_w \leq 2,5, \text{ jos alemman katon pinta-ala on } \geq 6 \text{ m}^2$$

$$0,8 \leq \mu_w \leq 1,5, \text{ jos alemman katon pinta-ala on } = 2 \text{ m}^2$$

$$\mu_w = 0,8, \text{ jos alemman katon pinta-ala on } \leq 1 \text{ m}^2$$

Kertoimen väliarvot saadaan interpoloimalla lineaarisesti, kun alemman katon pinta-ala  
on 1 – 6  $\text{m}^2$ .

Talusrakennuksen vasemman lappeen pinta-ala on 88  $\text{m}^2$ .

$$\mu_w \leq \min \left[ \begin{array}{l} \mu_w = \frac{b_1 + b_2}{2h} = \frac{6,5\text{m} + 5,6\text{m}}{2 \times 2,2\text{m}} = 2,75 \\ \frac{\gamma x h}{S_k} = \frac{2,0\text{kN/m}^3 \times 2,2\text{m}}{2,5\text{kN/m}^2} = 1,76 \end{array} \right]$$

$$\mu_w = 1,76$$

Josta saadaan vasemman lappeen lumikuormaksi  $1,76 \times 2,5 \text{ kN/m}^2 = 4,4 \text{ kN/m}^2$ .

Samoin lasketaan muotokertoimet sisääntulokatokselle ja terassin katokselle.

$$\mu_{w, \text{sisääntulo}} = 1,4 \rightarrow q_k = \mu_i \times S_k = 1,4 \times 2,5 \text{ kN/m}^2 = 3,5 \text{ kN/m}^2$$

$$\mu_{w, \text{terassi}} = 2,5 \rightarrow q_k = \mu_i \times S_k = 1,9 \times 2,5 \text{ kN/m}^2 = 4,8 \text{ kN/m}^2$$

### 4.3.2 Tuulikuormat

Eurokoodin kansallinen standardi SFS EN1991-1-4 antaa ohjeet rakennuksien ja rakenteiden tuulikuormien määrittämiseen. Rakennuksiin vaikuttavat tuulikuormat ovat muuttuvia kuormia.

Rakennukseen tai sen osiin kohdistuvia tuulikuormia määritettäessä valitaan ensin tutkitaanko

1. rakennuksen kokonaisstabiiliteettia tai rakennuksen kokonaisstabiiliteetin kannalta olennaisia rakennusosia, kuten jäykistävät seinät, perustukset tai siteet
2. rakennuksen kokonaisstabiiliteetin kannalta ei-olennaisia osia, kuten laatat, ristikot, pilarit, palkit tai levyt

Edellä mainitun valinnan tekeminen johtuu siitä, että eurokoodi määrittelee kaksi erilaista tapaa tuulikuormien laskentaan.

Kohdassa 1 tuulikuorma voidaan määrittää kokonaistuulivoimamenetelmän  $F_w$  (kN) tai tuulen ulko- ( $w_e$ ) ja sisäpuolisen ( $w_i$ ) pintapainemenetelmän ( $\text{kN/m}^2$ ) avulla.

Kohdassa 2 tuulikuorma pitää määrittää tuulen ulko- ( $w_e$ ) ja sisäpuolisen ( $w_i$ ) pintapainemenetelmän ( $\text{kN/m}^2$ ) avulla.

Rakennuksiin ja niiden rakenteisiin kohdistuva tuulen puuskanopeuspaine  $q_p(z)$  ( $\text{kN/m}^2$ ) määräytyy seuraavien tekijöiden perusteella:

1. tuulennopeus
2. maaston rosoisuus
3. maaston pinnan muoto
4. rakennuksen mitat



1. Tuulennopeuden perusarvo  $v_b$ , määritellään tuulennopeuden 10 minuutin keskiarvona, 10 metrin korkeudella maanpinnasta 50 vuoden toistumisaikaa vastaavana arvona. Kyseisen rakennus kohteen alueella  $v_b = 21$  m/s.

3. Eurokoodin kansallisen standardin SFS-EN 1991-1-4 määrittelee maaston olosuhteet rosoisuuden mukaisesti viiteen eri maastoluokkaan 0 – IV oheisen taulukon 1 mukaisesti.

TAULUKKO 1 SFS-EN 1991-1-4, maastoluokat

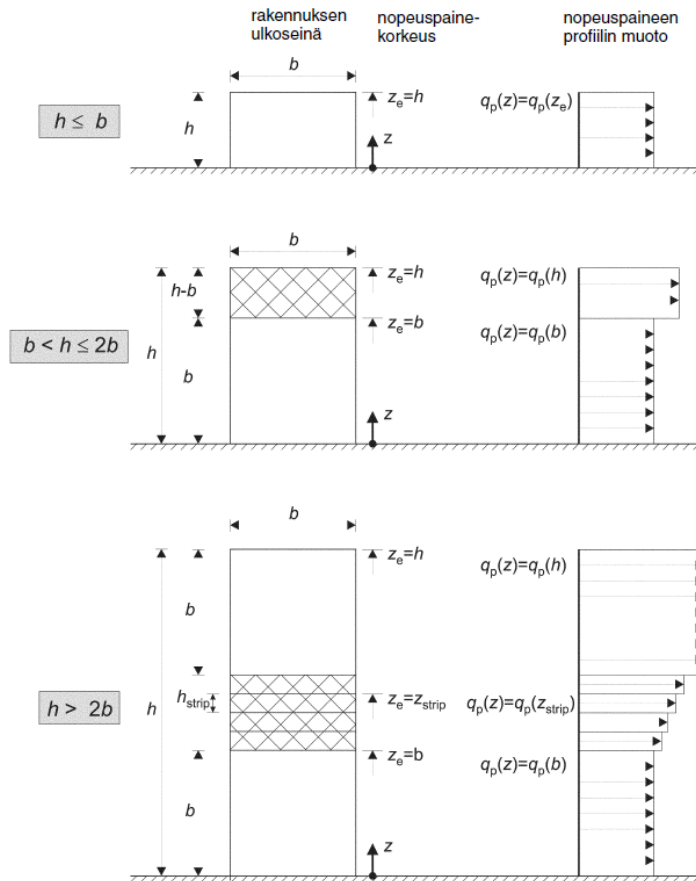
Maastoluokka	$z_0$ m	$z_{min}$ m
0 Avomeri tai merelle avoin rannikko	0,003	1
I Järvet tai tasanko, jolla on enintään vähäistä kasvillisuutta eikä tuuliesteitä	0,01	1
II Alue, jolla on matalaa heinää tai siihen verrattavaa kasvillisuutta ja erillisiä esteitä (puita, rakennuksia), joiden etäisyys toisistaan on vähintään 20 kertaa esteen korkeus	0,05	2
III Alueet, joilla on säännöllinen kasvipeite tai rakennuksia tai erillisiä tuuliesteitä, joiden keskinäinen etäisyys on enintään 20 kertaa esteen korkeus (kuten kylät, esikaupunkialueet, pysyvä metsä)	0,3	5
IV Alueet, joiden pinta-alasta vähintään 15 % on rakennusten peitossa ja niiden keskimääräinen korkeus ylittää 15 m	1,0	10
HUOM. Liitekohdassa A.1 on kuvia maastoluokista.		

Kyseinen kohde sijoittuu taulukon 1 mukaisesti maastoluokkaan III. Tällöin  $z_0 = 0,3$  ja  $z_p = 5$ .

3. Kun rakennus sijaitsee mäkien, rinteiden tai jyrkänteiden välittömässä läheisyydessä, tuulennopeus muuttuu tuulensuunteisen tai tuulenpuoleisen maaston kaltevuuden mukaisesti. Eurokoodi määrittelee miten em. tekijät otetaan huomioon, mutta kyseisen kohteen voidaan katsoa sijaitsevan tasamaalla, niin maaston pinnan muodot voidaan jättää huomiotta.

4. Tuulen nopeuspaine ilmassa riippuu rakennuksen korkeimman kohdan etäisyydestä maasta (h) ja rakennuksen kohtisuoraan tuulta vastaan olevasta leveydestä (b). Kyseisessä asuinrakennuksessa korkeus  $h = 8,6$  m ja leveys  $b =$  tarkastelusuunnasta riippuen joko 10 m tai 13,6 m.

Tuulen puuskanopeuspaine ei välttämättä ole sama rakennuksen koko seinällä, vaan se voi muuttua kaistoittain seinän korkeussuunnassa. Tämän nopeuspainekorkeuden voi määrittää Eurokoodin kansallisesta standardista.

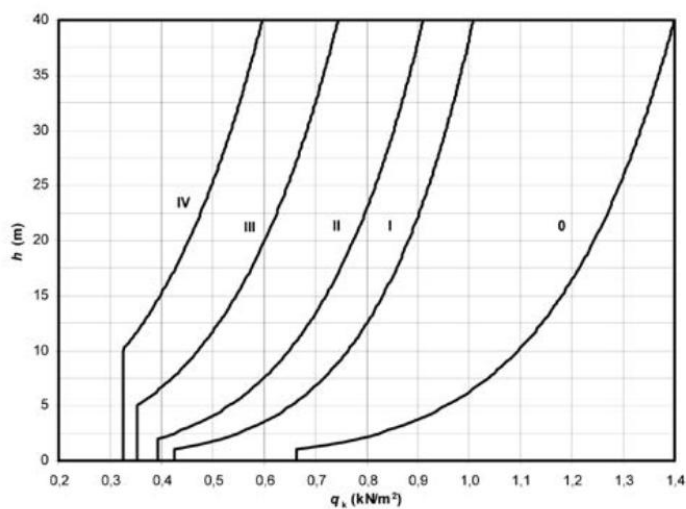


KUVA 8 SFS-EN 1991-1-4, puuskanopeuspaine eri korkeuksilla

Kuvasta 8 voidaan lukea kyseisen kohteen kuuluvan ylimmäiseen luokkaan  $h \leq b$ . Näin ollen tuulen puuskanopeuspaine on kullakin tarkasteltavalla seinän pystykaistalla sama.

### 4.3.3 Tuulikuorman määrittäminen

Tuulen puuskanopeuspaine  $q_p(z) = 0,44 \text{ kN/m}^2$  voidaan lukea oheisesta kuvasta 9.



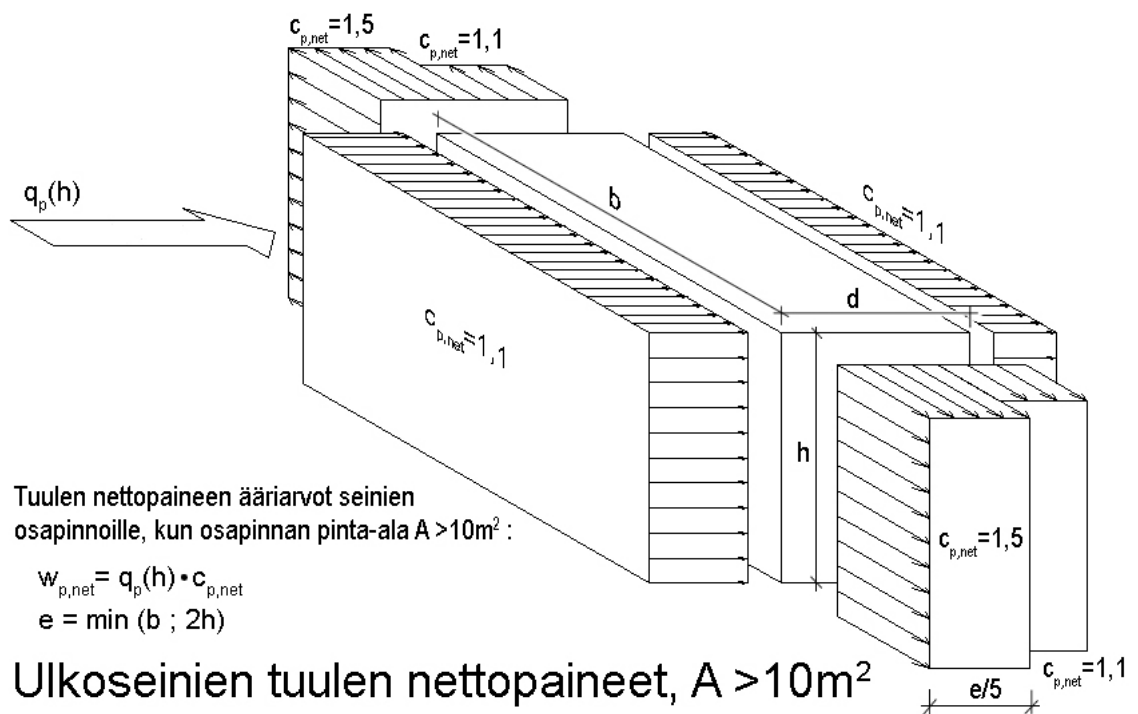
KUVA 9 RIL 205-1-2009

Käytetään tuulikuorman määrittämiseen yksinkertaistettua pintapainemenetelmää, jota voidaan käyttää, koska kyseisessä rakennuksessa kaikki sen käyttämisen ehdot toteutu-  
vat:

- rakennuksessa on tasa-, pulpetti- tai harjakatto
- rakennus sijaitsee tasaisessa maastossa
- rakennuksessa voi olla yksi seinä täysin avoin, muuten aukot voivat sijaita rakennuksen vaipassa miten tahansa
- rakennuksen tuulen suuntaisen sivun pituus  $d$  on vähemmän kuin: 2 kertaa rakennuksen tuulta vastaan kohtisuoraan olevan sivun pituus  $b$  ja 4 kertaa rakennuksen harjan korkeus maasta  $h$ .

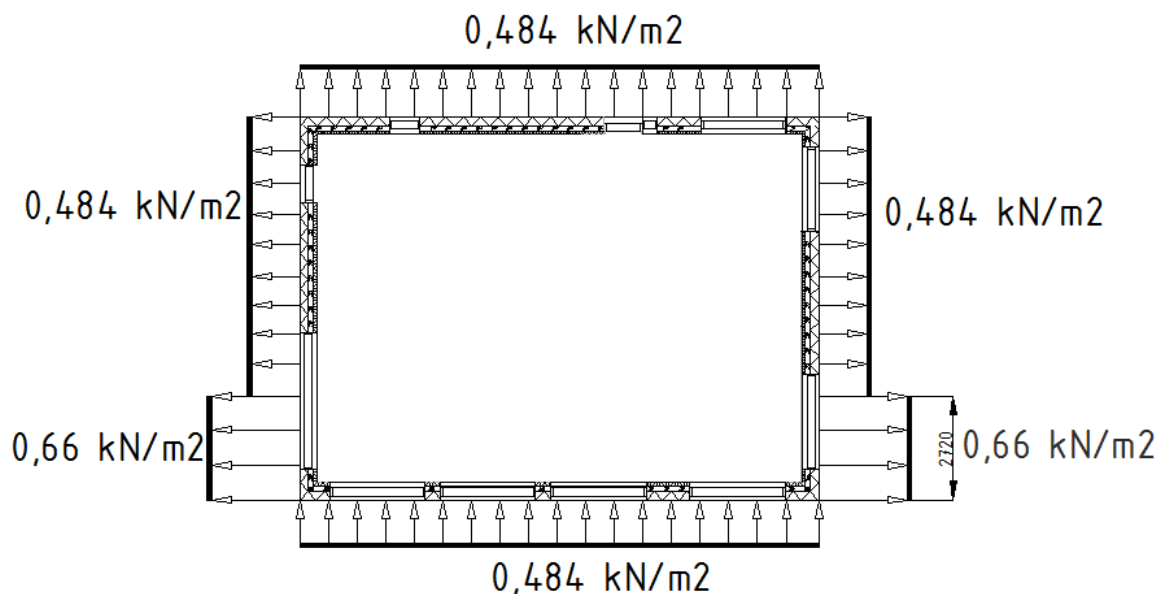
Tällöin tuulen aiheuttamaa kitkakuormaa ei tarvitse huomioida.

Tuulen nettopaineen  $W_{net}$  määrittämiseksi tarvitaan taulukkoarvo  $C_{pnet}$ , joka kuvaa tuulen voimakkuutta seinälinjan eri kohdissa. Kyseinen arvo saadaan oheisesta kuvasta.



KUVA 10 Opintomateriaali Rakenteiden mitoitus 1, R. Lilja

$W_{net} = q_p(z) \times C_{pnet}$ . Oheisessa kuvassa 10 esitetään asuinrakennuksen tuulikuormat, jossa tuulen on ajateltu puhaltavan päin rakennuksen eteläsivua. Kun tuulen suunta muuttuu, tuulivoimat muuttuvat vastaavasti. 2720 mm pitkä tuulen imuvaikutusalue siirtyy samanmittaisena pitkille sivuille kun tuuli puhaltaa päin rakennuksen lyhyttä sivua kohti. Kuvassa 11 kuvataan tuulen puuskanopeuspaineet asuinrakennukselle.



KUVA 11 Asuinrakennuksen seinien tuulikuormat

#### 4.3.4 Rakenteiden omamassat

Rakenteiden omamassat ovat pysyviä kuormia. Ne lasketaan käyttämällä rakenteiden piirustuksissa olevia mittoja ja materiaalien tiheyksiä. Materiaalien tiheydet löytyvät esimerkiksi julkaisusta RIL 201-1-2008. Massat ilmoitetaan rakenneosalle yleensä neliometriä kohden. Rakenteiden omamassoja laskettaessa jätetään tässä huomiotta ikkunoiden ja ovien aukot. Tällöin ollaan laskennassa turvallisella puolella, koska seinän omamassa neliometriä kohti on suurempi kuin ikkunan tai oven omamassa neliometriä kohden.

#### 4.3.5 Kuormien mitoitusarvot $m_{rt}$ ja $k_{rt}$ , sekä osavarmuusluvut

Edellisissä kappaleissa on esitetty perusteet kuormien ominaisarvoille. Näitä kuormia ei kuitenkaan voida suoraan käyttää rakenteiden mitoituksissa. Eurokoodi määrittelee kuormille lisäksi kuormien yhdistelyarvojen kertoimet, joilla kuormien ominaisarvot tulee kuormitusyhdistelmissä kertoa. Oheisesta taulukosta nähdään erityyppisten kuormien kertoimet.

Kuormien mitoitusarvo murtorajatilassa saadaan seuraavasta kuormitusyhdistelmästä

$$F_d = 1,15G_k + 1,5Q_{k,1} + 1,5Q_{k,2} + 0,9Q_{k,t}$$

, missä

$G_k$	= rakenteen omamassa
$Q_{k,1}$	= määräävä muuttuva kuorma, tässä tapauksessa lumi
$Q_{k,2}$	= muuttuva kuorma, hyötykuorma
$Q_{k,t}$	= muuttuva kuorma, tuuli

Murtorajatilassa tutkitaan rakennetta täysin kuormitettuna, eli kaikki mahdolliset rakenteeseen kohdistuvat kuormat kohdistuvat siihen samanaikaisesti

Käyttöraajatilassa kuormille on useita kuormitusyhdistelmiä. Tällöin kuormien kohdistumista rakenteeseen tutkitaan niin, että koko rakenne on kuormitettu tietyllä tai tietyillä kuormilla tai vain osa, rakenteesta riippuen, on kuormitettu. Rakenteen tyypistä ja kuormista riippuu, montako eri kuormitustapausta on tutkittava. Kuormien mitoitusarvo käyttöraajatilassa saadaan seuraavista kuormitusyhdistelmästä

Ominaisyhdistelmä:

$$F_d = G_{kj} + Q_{,1} + Q_{k,2} + \Psi_0 Q_{k,i}$$

Tavallinen yhdistelmä

$$F_d = G_{kj} + \Psi_{1,1} Q_{,1} + \sum \Psi_{2,i} Q_{k,i}$$

Pitkäaikaisyhdistelmä:

$$F_d = G_{kj} + \sum \Psi_{2,i} Q_{k,i}$$

joissa,

$G_k$	= pysyvät kuormat
$Q_{k,1}$	= määräävä muuttuva kuorma
$Q_{k,2}$	= muut muuttuvat kuormat
$\Psi_{1,1}$	= määräävän muuttuvan kuorman tavallisen arvon yhdistelykerroin
$\Psi_{2,i}$	= muiden muuttuvien kuormien pitkäaikaisarvon yhdistelykerroin

Ominaisyhdistelmää käytetään, kun tutkitaan aiheuttaako muodonmuutos rakenneosien halkeilua. Tavallista yhdistelmää käytetään tutkittaessa aiheuttaako kuormitus haittaa rakenteen käytölle ja pitkäaikaisyhdistelmää käytetään kun halutaan tutkia haittaako rakenteen muodonmuutos sen ulkonäköä. Taulukosta 2 löytyvät kuormitusyhdistelmien kertoimet.

TAULUKKO 2 SFS EN 1990, kuormien osavarmuusluvut

Kuorma	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
Hyötykuormat rakennuksissa, luokka (ks. EN 1991-1-1)			
Luokka A: asuintilat	0,7	0,5	0,3
Luokka B: toimistotilat	0,7	0,5	0,3
Luokka C: kokoontumistilat	0,7	0,7	0,6
Luokka D: myymälätilat	0,7	0,7	0,6
Luokka E: varastotilat	1,0	0,9	0,8
Luokka F: liikennöitävät tilat, ajoneuvon paino $\leq 30$ kN	0,7	0,7	0,6
Luokka G: liikennöitävät tilat, 30 kN < ajoneuvon paino $\leq 160$ kN	0,7	0,5	0,3
Luokka H: vesikatot	0	0	0
Rakennusten lumikuormat (ks. EN 1991-1-3) <sup>*)</sup>			
Suomi, Islanti, Norja, Ruotsi	0,70	0,50	0,20
Muut CENin jäsenmaat, kun sijaintikorkeus on $H > 1000$ m merenpinnan yläpuolella.	0,70	0,50	0,20
Muut CENin jäsenmaat, kun sijaintikorkeus on $H \leq 1000$ m merenpinnan yläpuolella.	0,50	0,20	0
Rakennusten tuulikuormat (ks. EN 1991-1-4)	0,6	0,2	0
Rakennusten sisäinen lämpötila (ei tulipalossa) (ks. EN 1991-1-5)	0,6	0,5	0
HUOM. Kertoimien $\psi$ arvot voidaan määritellä kansallisessa liitteessä. <sup>*)</sup> Mikäli maata ei ole mainittu, kyseiset paikalliset olosuhteet selvitetään erikseen.			

#### 4.3.6 Hyötykuormat

Rakennuksen hyötykuormat ovat määrättyjä rakennuksen tai sen osan käyttötarkoituksen mukaisesti. Eri rakennusosien ja rakenteiden hyötykuormat löytyvät julkaisusta RIL 201-1-2008. Asuinpienitalon tasainen hyötykuorma on yleensä  $2,0 \text{ kN/m}^2$  ja pistemäinen kuorma  $2,0 \text{ kN}$ .

Talusrakennuksen tulevan käyttötarkoituksen huomioon ottaen, päätettiin sen hyötykuormaksi  $8 \text{ kN/m}^2$ .

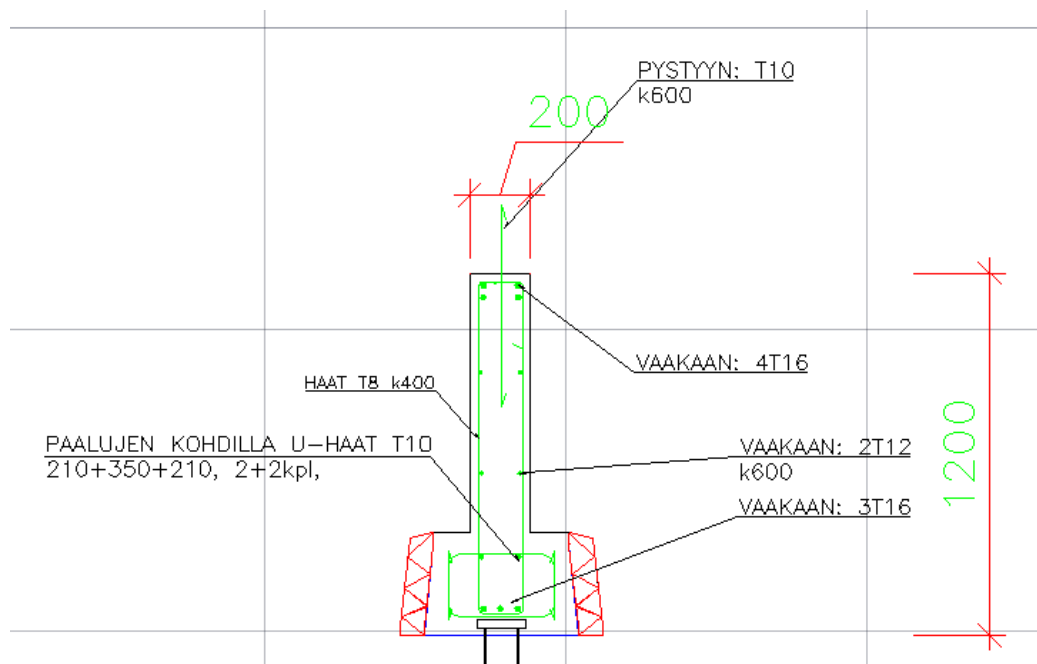
#### 4.3.7 Perustuskuormat

Kovimmat perustuskuormat aiheutuvat talon pohjoispuolelta, koska tällä puolella ulkoseinän korkeus on suurin. Lisäksi välipohja kantaa tältä seinältä ja seinään

tukeutuu myös sisääntulokatos. Kyseisen seinän kuormat laskettiin ja talon kaikki sokkelipalkin raudoitus laskettiin tämän kuorman mukaisesti. Tällöin rakentaessa ei pääse syntymään turhia virheitä betoniraudoitusten suhteen. Seinän pysyvä kuorma on 68,7 kN/m ja muuttuva kuorma 23,8 kN/m. Asuinrakennuksen perustukset mitoitetaan näiden kuormien perusteilla. Kuitenkin on otettava huomioon, että seinä itsessään on jäykkä rakenne ja kantaa osittain itse itsensä. Jos sokkelipalkki mitoitetaan kuitenkin em. kuormilla, ollaan reilusti turvallisella puolella.

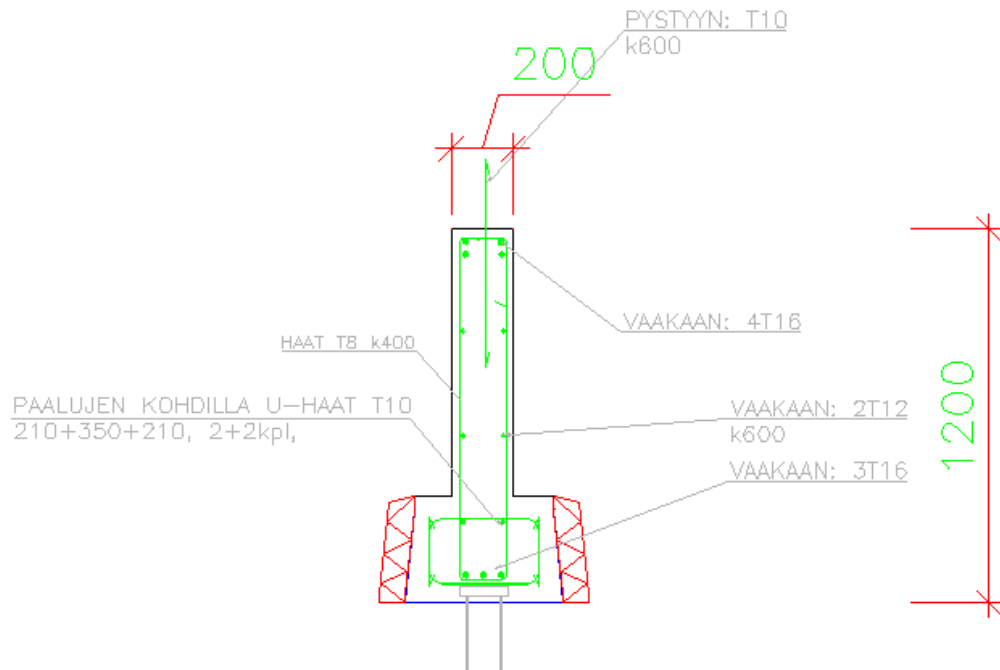
Palkin mitoituksessa käytettiin Eurocode Service Oy:n web-pohjaista mitoitusohjelmaa. Mitoitusohjelma ei huomioi vaakateräksiä palkin keskellä, joten nekin vielä lisäävät palkin kestävyyttä. Mitoituksen tuloksena 1150mm korkealle oheisen kuvan 12 mukaiselle sokkelipalkille saatiin seuraavanlainen raudoitus:

- yläpinnan teräkset 4T16
- alapinnan teräkset 3T16
- haat 2T8 k600



KUVA 12 Asuinrakennuksen sokkelipalkki

Myös kaikkien muiden seinien osalta sokkelipalkki tutkittiin valituilla paalujaoilla. Tulokseksi saatiin, että sama raudoitus on koko talon sokkelipalkille riittävä. Alapohjan pitkittäisen palkin kantavuudet tarkistettiin myös erikseen ja tälle määriteltiin raudoitus.



KUVA 13 Alapohjan tb-palkki.

Talusrakennuksen osalta tehtiin vastaavanlaiset tarkastelut. Joiden tuloksena saatiin kuvan 13 mukainen sokkelipalkin raudoitus.

#### 4.3.8 Autokatoksen liimapuupalkin ja teräspilarin kuormat sekä mitoitus

Autokatoksen liimapuupalkille aiheutuvat kuormat ovat laskettu taulukossa. Liimapuupalkin mitoitukseen käytettiin Finnwood 2.3 puurakenteiden mitoitusohjelmaa. Ohjelma on helppokäyttöinen ja se laskee itse eri kuormitustapaukset murto- ja käyttörajatiloissa. Syötteenä ohjelmalle annetaan rakenteen kuormituksen kohdistus neliömetrille ja palkkiväli. Valitulle 195x495 mm liimapuupalkille saatiin käyttöasteeksi 52 %.

Autokatoksen pilariksi valitaan putkipalkki 180x180x10, S355J2. Murtorajatilän mukainen kuormien yhdistely antaa kyseille pilarille kuormaksi 125,5 kN. Kuormaa voidaan kuvailla kyseiselle putkipalkille mitättömäksi ja sen kestävyyttä ei erikseen tutkittu.

#### 4.4 Ontelolaataston suunnittelu

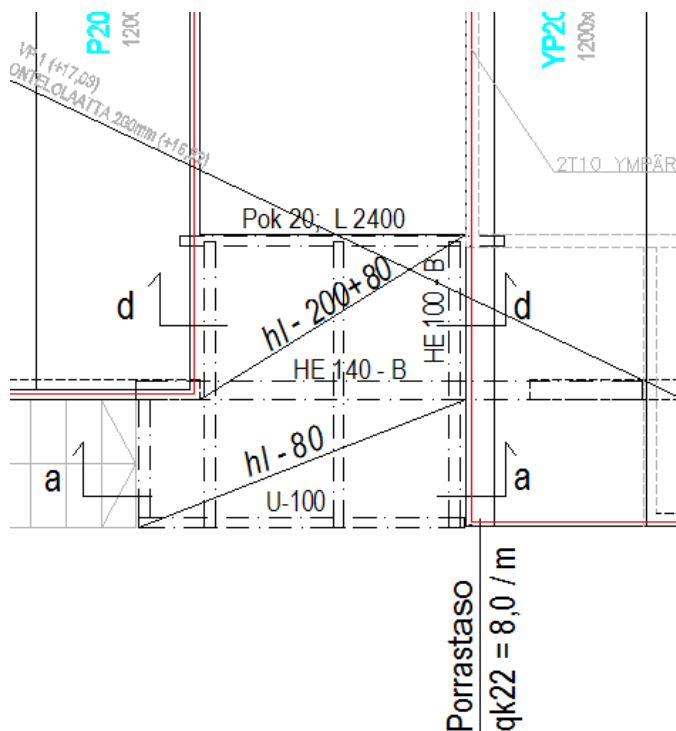
Ontelolaataston suunniteltiin asuinrakennuksen alapohjan osalta 265 mm korkeista laatoista, vaikka 200 mm korkeat laatat olisivat kantavuusvaatimukset täyttäneetkin. Tämä



lähinnä sen takia, että kylpyhuoneessa haluttiin käyttää laattoja, joissa on kylpyhuoneesyvennys. 265 mm vahva ontelolaatta on ohuin, johon kylpyhuoneesyvennys voidaan tehdä. Syvennys haluttiin ulkonäkösyistä, koska kylpyhuoneen ja saunan lattian poikki tullaan tekemään syvennys, joka peitetään puuritulällä.

Asuinrakennuksen välipohjaan ja talousrakennuksen alapohjaan suunniteltiin 200 mm vahvat laatat. Ontelolaatasto piirrettiin kunkin kerroksen pohjapiirustuksiin ja niihin merkittiin lvi- suunnitelmien pohjalta varausaukot. Lisäksi jokaisesta laatasta piirrettiin oma valmistuspiirustuksensa ontelolaatan jännepunosten mitoitus varten. Piirustuksiin merkittiin kantavuusvaatimukset ja ne toimitettiin ontelolaattatehtaalle punossuunniteluun. Ontelolaattatehtaan suunnittelija ilmoittaa myöhemmin pystyvätkö he valmistamaan laatat suunnitelluilla varauksilla vai pitääkö varausten paikkoja tai kokoja mahdollisesti muuttaa.

Asuinrakennuksen toisen kerroksen ontelolaatasto päätettiin katkaista eteisen kohdalta, koska tässä kohdassa laatastolle ei ole kantavia seiniä alapuolella. Kohta tullaan valamaan paikalla teräspalkiston päälle siten, että kuvassa 14 yläpuolinen osa valetaan pintalaatan pinnasta ontelolaatan alapintaan saakka ja alapuoliseen osaan valetaan vain pintalaatta. Tällöin yläpuolinen osa toimii vastapainona ulokkeelle.



KUVA 14 Välipohjan paikallavalurakenne

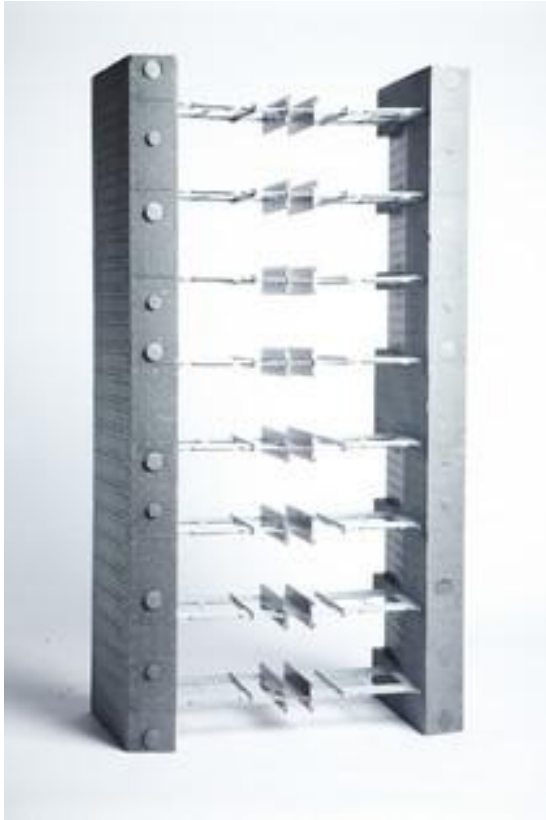
#### **4.5 Palomääräykset talousrakennuksen osalta**

Koska talousrakennus sijaitsee yli 4m, mutta alle 8m päässä asuinrakennuksesta pitää se RakMK E1 mukaan palo-osastoida luokkaan EI30. EI-luokalla tarkoitetaan, kauanko rakenteen on kestävä tulipaloa. E tarkoittaa rakenteen tiiveyttä ja I eristävyyttä. Tässä tapauksessa EI30 tarkoittaa, että talousrakennuksen rakenteiden on kestävä sisäpuolelta paloa 30 minuutin ajan

Vantaan kaupungin rakennusvalvonnan tulkinnan mukaan ovien paloluokaksi riittää EI15, mutta ikkunoiden paloluokan 8m säteellä asuinrakennuksesta on oltava EI30. Talousrakennuksen katoksen osalta nähtäväksi jää joudutaanko se myös palo-osastoimaan erikseen.

#### **4.6 Paaluperustus**

Molemmat rakennukset perustetaan teräspaalujen varaan. Eps-valuharkkorakenne ei tarvitse erillistä anturaa, vaan seinä voidaan valaa suoraan paalujen päälle. Paalujen kohdilla käytetään ns. anturaharkkoa (Kuva 15), jolloin näillä kohdilla valutila on leveämpi.



KUVA15 Eps-anturaharkko

Asuinrakennuksen ”sokkelipalkki”, eli alimmainen osa seinää, on 1200mm korkea. Se mitoitettiin erikseen kantamaan rakennuksen kuormat ja siirtämään ne paaluille. Sokkelipalkkien mitoituksen aikana huomattiin, että alkuperäistä paalujakoa piti joillakin seinälinjoilla pidentää. Paalukuormat laskettiin kaikille paaluille erikseen. Lisäksi paaluille laskettiin negatiivisen vaippahankauksen oletusarvo.

Negatiivinen vaippahankaus syntyy kun maa paalun ympärillä painuu enemmän kuin paalu. Painuma saattaa aiheutua täytymästä, pohjaveden alenemisesta tai itse paalutustyöstä. Paalulle negatiivisesta vaippahankauksesta tuleva lisäkuorma on otettava huomioon paalun sallittua geoteknistä ja rakenteellista kantavuutta määritettäessä. (RIL 230-2007).

Negatiivisen vaippahankauksen voidaan olettaa olevan puolet suljetun maan leikkauslujuudesta. Pohjatutkimusraportin mukaan koheesiomaan suljetus leikkauslujuuden suunnitteluarvona tulee käyttää  $6 \text{ kN/m}^2$ , joten negatiivisen vaippahankauksen arvo on tällöin  $3 \text{ kN/m}^2$ . Negatiivisen vaippahankauksen voidaan olettaa vaikuttavan siihen syvyyteen saakka, jossa maan painuma on 5 mm suurempi kuin paalun painuma. Koska tästä

syvyydestä ei ollut tarkempaa tietoa, niin oletettiin kyseisen syvyyden olevan sama, kuin oletettu paalupituus.

Paalutyypin valinnassa käytettiin SSAB/Ruukki RRpilecalc- ohjelmistoa (kuva 15), johon syötettiin pohjatutkimuksessa saadut maaperän lähtöarvot. Paalutyypin geoteknisen puristuskestävyyden  $R_{cd}$  mitoitusarvoa verrattiin kuormataulukon arvoon ja tällä perusteella valittiin sopiva paalutyyppi.

The screenshot shows the RRpileCalc software interface. The main window is titled 'RRpileCalc' and has several tabs: 'Tiedosto', 'Normi', 'Kohde', 'Paalun tyyppi', 'Laskenta tuloksia', 'Advanced Fem', 'Poikkileikkauksen kestävyys', and 'Vakioarvotiedot'. The 'Paalun tyyppi' tab is active, showing a list of pile types: 'RR-pienpaalut', 'RR-suurpaalut', 'RD-pienpaalut', and 'RD-suurpaalut'. A mouse cursor is pointing at the 'RR-suurpaalut' button. Below this, the 'Paalun tyyppi' is set to 'RR115/6.3' and the 'Rakennetyyppi' is 'Betonoimaton paalu'. The 'Paalutiedot' section includes: 'Koko' (RR115/6.3), 'Teräslaji' (S440J2H), and 'Korroosiovara' (2,0 mm). The 'Kuormatiedot' section includes: 'Pysyvän kuorman osuus' (0,85), 'Maaperätiedot ja paalun alkutaipuma' (C<sub>uk</sub> = 15,0 kPa, A = 50,0, B = 9,0), 'Suljettu leikkauslujuus' (C<sub>uk</sub> = 15,0 kPa), 'Alustaluvun kerroin' (A = 50,0), 'Sivuvastuksen ääriarvon kerroin' (B = 9,0), 'Paalun geometrinen alkutaipuma' (L<sub>cr/l</sub> = 300), 'Paalun kaarevuussäde' (R = 102 m), and 'Paalun kriittinen nurjahduspituus' (L<sub>cr</sub> = 2,72 m). A diagram on the right shows a circular pile cross-section with a diameter of 115 mm and a wall thickness of 6.3 mm. The effective length is given as 'E<sub>leff</sub> = 423 kNm<sup>2</sup>'. The 'Paalun kestävyys' section shows: 'Nurjahdus, maa murtuu: F<sub>d;s</sub> = 668 kN' and 'Nurjahdus, paalu murtuu: F<sub>d;p</sub> = 424 kN'. The 'Geotekninen kestävyys' section shows: 'Paalutustyyppi' (PTL2), 'Mitoitusperiaate' (Loppulyöntiohje), 'Onko paalutettava rakenne jäykkä' (Ei), 'Käytettävä korrelaatiokerroin' (ξ = 1,470), and 'Geotekninen kestävyys loppulyöntiohjeen mukaan' (R<sub>k,geo,max</sub> = 677 kN, R<sub>c,d</sub> = 384 kN).

KUVA 15 Ruukki/SSAB RRpilecalc

#### 4.7 Seinärakenteiden mitoitus

Ulkoseinärakennetta tarkasteltiin ala- ja yläpäästään tuettuna teräsbetoneinena. Oletusarvoisesti kovimmille kuormituksille altistuvat seinän osat, jotka sijaitsevat talon eteläsivulla, ikkunoiden välissä sekä pohjoinen seinä välipohjan yläpuolella.

#### 4.8 Aukkojen yläpuolisten terästen mitoitus

Koska rakennuksessa on suuria ikkuna-aukkoja, pitää niiden yläpuolisen betonirakenteen kestävyys tutkia erikseen. Suurimmat aukot ovat etelä- ja pohjoissivuilla, joten mitoitetaan niiden aukkojen terästyksensä ja käytetään vastaavia terästyksiä myös pie-

nemmissä aukoissa. Terästyypinä käytetään harjaterästankoa lujuusluokaltaan A500HW tai B500K.

Eteläisen seinän ikkuna-aukkojen yläpuolelle jää betonia vain n. 420 mm korkeudelta. Aukon yläpuolista ”palkkia” rasittaa yläpohjan omamassa ja lumikuorma kattoristikoiden välityksellä. Mitoituksen tuloksena kyseisellä palkille saatiin betoniluokaksi C35/45 ja terästykseksi: puristusraudoitus 3T16, vetoraudoitus 3T16 ja leikkausraudoitus 2T8 k200. Samaa raudoitusta käytetään koko eteläisen seinän yläosalla.

Pohjoisen seinän aukkojen yläpuoliseksi raudoitukseksi saatiin:

- vetoraudoitus 2T16
- puristusraudoitus 2T16
- leikkausraudoitus 2T8 k300, korkeus 600

Muiden aukkojen yläpuolisia rakenteita tutkittiin 600 mm korkeina palkkeina, joita yläpuolinen seinärakenne, kattorakenteet, hyötykuorma ja lumikuorma kuormittavat.

Länsiseinän liukuoven yläpuolinen raudoitus:

- vetoraudoitus: 3T12
- leikkausraudoitus: 2T8 k400, korkeus 600
- puristusraudoitus 2T12

Pohjoisen seinän ikkunoiden yläpuolinen alue (koko seinän matkalla):

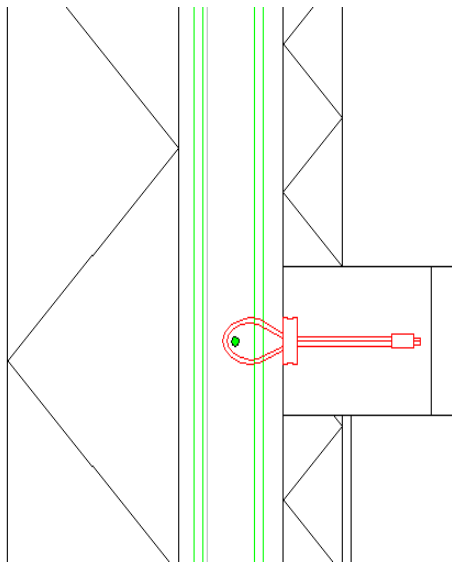
- vetoraudoitus 3T16
- leikkausraudoitus 2T8, k300, korkeus 600
- puristusraudoitus 3T16

Muiden pienempien ikkuna- ja oviaukkojen yläpuolisena raudoituksena käytetään:

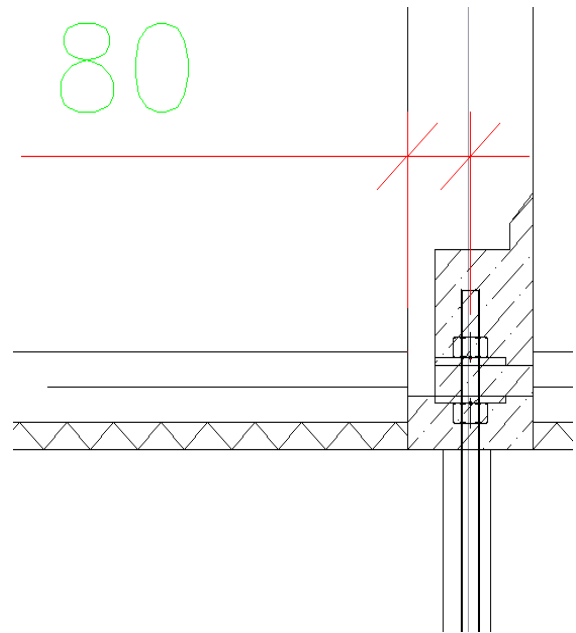
- vetoraudoitus: 3T12
- leikkausraudoitus: 2T8 k300, korkeus 600
- puristusraudoitus: 2T12

#### 4.9 Elementtirakenteinen kantava väliseinä

Koska talon rungon pystytys ajoittuu talveen, päätettiin kantava väliseinä tehdä elementtirakenteisena. Seinään suunnitellaan kutistumaraudoitus, sekä oviaukon sivuilla ja yläpuolella oleva raudoitus. Muuta raudoitusta seinä ei tarvitse, koska se tutkinnan perusteella kestäisi raudoittamattomanakin. Kyseiseen väliseinäelementtiin suunniteltiin kaikki koje- ja jakorasiat oikeille paikoilleen. Rasioista lähtevät putket tuodaan ulos elementtien kyljistä, jolloin ne saadaan suoraan alaslasketun sisäkaton sisään. Elementti tullaan kiinnittämään alustaansa käyttäen ns. seinäkenkiä. Ontololaataston saumavaluihin asennetaan pystyyn M24 kierretangot, joihin asennetaan mutterit ja aluslevyt tarkasti samalle korkeudelle. Elementit nostetaan kierretankoihin kierrettyjen muttereiden varaan. Sivutuenta hoidetaan riittävällä määrällä elementtitukia, joita varten elementteihin suunniteltiin sisäkierrehylsyt. Elementtien alapuolinen sauma juotetaan juotosbetonilla JB 600/3. Pystysaumoja ei juoteta erikseen, vaan ne betonoidaan samalla muun ulkoseinä rakenteen kanssa. Kuvissa 16 ja 17 kuvataan väliseinäelementin liitokset.



KUVA 16 Väliseinäelementin  
vaijerilenkkiliitos



KUVA 17 Liitos alapohjaan

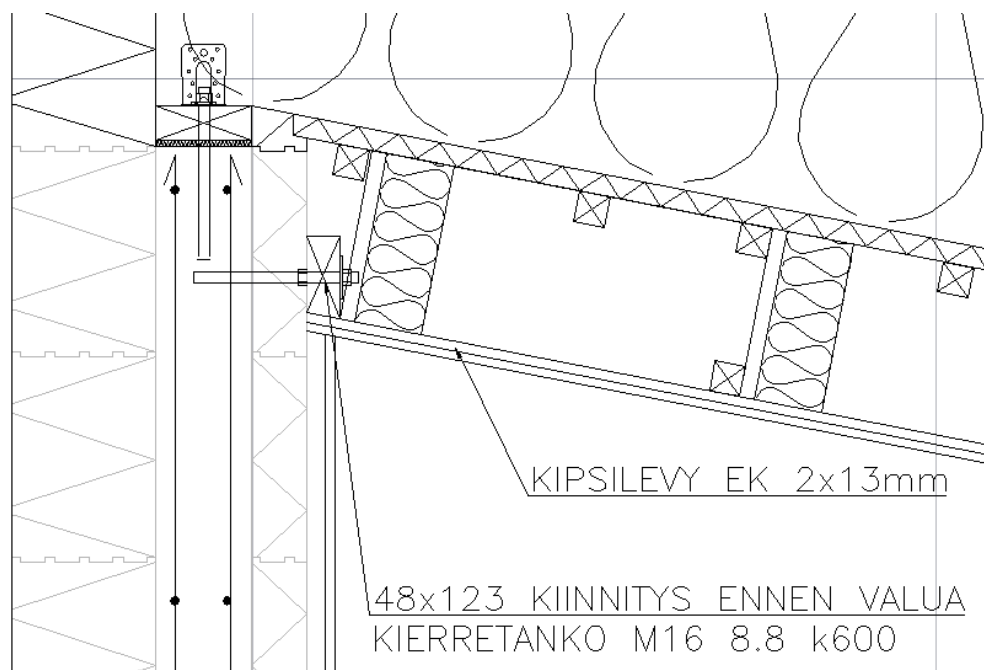
#### 4.10 Rakennuksen jäykistäminen

Rakennuksen jäykistämisen tarkoituksena on siirtää rakennukseen kohdistuvat vaakakuormat hallitusti rakennuksen perustuksille. Tämän on toteuduttava myös voimak-

kaimpien tuulenpuuskien aikana niin, että rakennuksen rakenteiden lyhytaikaiset muodonmuutokset eivät ylitä sallittuja rajoja.

Koska rakennuksen runko on raudoitettua betonia, se on jo itsessään varsin jäykkä rakenne. Ulkoseinien korkeudesta johtuen ne on kuitenkin jäykistettävä vaakasuuntaisia kuormia vastaan, jotta seinien yläpää ei pääse taipumaan sisään tai ulospäin. Tämä jäykistys suoritetaan rakentamalla seinien yläpäihin riittävän jäykkä levykenttä. Tämä jäykkä kenttä siirtää tiettyyn seinärakenteeseen kohdistuvat vaakavoimat sen viereisille seinille ja niitä pitkin alas rakennuksen perustuksille. Vaakasuuntaisia kuormia seinärakenteeseen voivat aiheuttaa yläpohjan omamassa kattoristikoiden taipuessa, lumikuorma ja seiniin sekä kattoon kohdistuva tuulikuorma.

Rakennuksen pohjoisella sivulla, ja molemmilla lyhyillä sivuilla n. puoleen väliin rakennusta, jäykistää sitä välipohja. Näin ollen kovin tuulikuormasta aiheutuva vaakavoima kohdistuu rakennuksen eteläiselle sivulle. Tuulikuorma oletetaan jakautuvan puoliksi seinä ylä- ja alaosiin. Tuulikuorma on otettu huomioon myös seinän raudoituksen mitoituksessa. Yläpohjan vaakasuuntainen jäykistys esitetään kuvassa 18. Kattoristikot jäykistetään tukemalla ne ristiin erillisen suunnitelman mukaisesti.



KUVA 18 Yläpohjan jäykistys

#### **4.11 Routaeristys**

Routaeristystä suunniteltaessa voidaan alapohjaa pitää maanvaraisena, koska se on ”lämmin” tila. Routaeristyksen suunnittelussa käytettiin Mittaviiva Oy:n Thermisol Oy:lle tekemää web-pohjaista routaeristyksen mitoitusohjelmaa. Vaikka tuloksissa routaeristeen vahvuudeksi talon seinustoille annetaan alle 50 mm, käytetään silti päällekkäin kahta 50 mm EPS 120 routa levyä. Tällöin levyjen saumat saadaan limitettyä ja näin ollen kylmäsiltaa ei jää.

#### **4.12 LVI- suunnitelmat**

LVI-suunnitelman teko annettiin lvi-insinöörin tehtäväksi. Suunnittelun pohjatietoina olivat rakennuslupapiirustukset. Lisäksi suunnittelijalle annettiin tarkat tiedot halutuista putkivetojen paikoista, käytettävistä iv-konetyypeistä, halutusta asuinrakennuksen jäähdytystavasta. Lisäksi ohjeeksi annettiin, että kaikkien vesikaton läpivientien on sijaittava talousrakennuksen katoksen kohdalla. Tällä varmistetaan mahdollisen vuodon sattuessa rakenteiden vähäinen vaurioituminen. Lopputuloksena saatiin lähtötietojen mukaiset lvi-suunnitelmat.

#### **4.13 Rakennepiirustukset**

Kohteen rakennusvalvontaan jätetyt rakennepiirustukset löytyvät liitteestä 2.



## 5 POHDINTA

Opinnäytetyössä tehtiin pientalon pää- ja rakennesuunnittelu kokonaisuudessaan. Aihe oli melko laaja kuvattavaksi opinnäyteyöhön, joten useissa kohdissa kyseisen aiheen teoriaa ei avattu kovinkaan syväälle. Tekstistä käyvät kuitenkin selville perus periaatteet pää- ja rakennesuunnittelun eri vaiheissa.

Työ oli erittäin opettavainen ja rakennesuunnittelun osalta hankalakin. Rakennusalan työnjohdon ammattikorkeakoulu koulutuksessa ei rakennesuunnittelua käsitellä kovinkaan syväälle. Tästä johtuen työn tekijän piti itse selvittää monia suunnittelullisia asioita. Tästä syystä opittua tuli paljon ja talon rakenteita tuli mietittyä rakennustyön kannalta hyvinkin tarkkaan.

Työn lopputuloksena saatujen suunnitelmien pohjalta hanketta on helppo alkaa toteuttaa.

## LÄHTEET

Jääskeläinen, Raimo 2009. Geotekniikan perusteet, Tampere: Tammertekniikka

SFS EN 1997 Eurokoodi 7: Geotekninen suunnittelu

KUVA 2 Eristeharkko FinnEPS 450/31 (<http://www.finnepsharkko.fi/finneps45031-harkko> luettu 17.10.2015)

Suomen rakentamismääräyskokoelma C4, Lämmöneristys, ohjeet 2003

Laki energiatodistuksesta, 50/2013

Suomen rakentamismääräyskokoelma D3, Rakennusten energiatehokkuus, Määräykset ja ohjeet 2012

KUVA 4 GEO20SG [http://www.ruukki.fi/~media/Finland/Files/Rakentamisen-esitteet/Ruukki\\_Geolevy\\_Tuoteseloste.pdf](http://www.ruukki.fi/~media/Finland/Files/Rakentamisen-esitteet/Ruukki_Geolevy_Tuoteseloste.pdf) luettu 17.10.2015

SFS EN 1991-1-3, Eurokoodi 1: Rakenteiden kuormat. Yleiset kuormat: Lumikuormat

SFS EN 1991-1-4, Eurokoodi 1: Rakenteiden kuormat. Yleiset kuormat: Tuulikuormat

RIL 205-1-2009, Puurakenteiden suunnitteluohje. Eurokoodi: Suomen Rakennusinsinöörien RIL Ry

Opintomateriaali Rakenteiden Mitoitus 1, R.Lilja

RIL 201-1-2008, Suunnitteluperusteet ja rakenteiden kuormat. Eurokoodi: Suomen Rakennusinsinöörien RIL Ry

SFS EN 1990, Eurokoodi. Rakenteiden suunnitteluperusteet

Suomen rakentamismääräyskokoelma E1, Rakennusten paloturvallisuus, Määräykset ja ohjeet 2002

KUVA14,Eps-anturaharkko

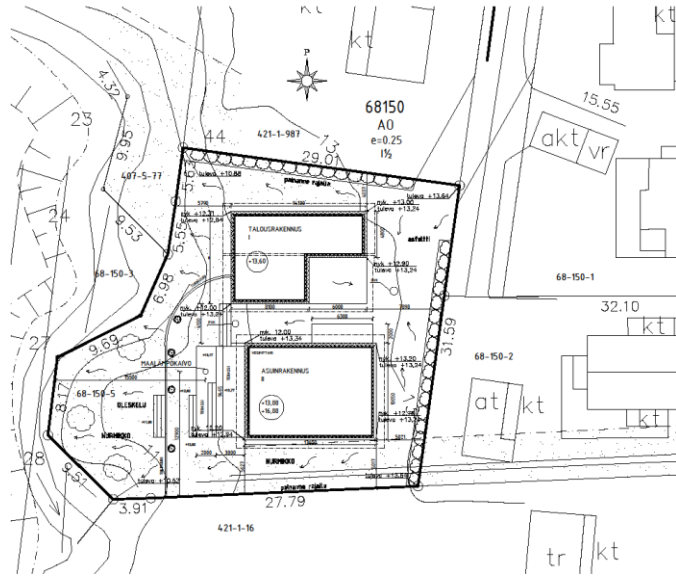
([http://www.finnepsharkko.fi/api/thumbnail?img=/Kotisivukone/files/finnepsharkko.kotisivukone.com/hevi-preview\\_mg\\_5449.jpg&width=210](http://www.finnepsharkko.fi/api/thumbnail?img=/Kotisivukone/files/finnepsharkko.kotisivukone.com/hevi-preview_mg_5449.jpg&width=210) luettu 23.10.2015)

RIL 230-2007, Pienpaalutusohje PPO-2007: Suomen Rakennusinsinöörien RIL Ry

# LIITTEET

## Liite 1. Pääpiirustukset

LIITE 1

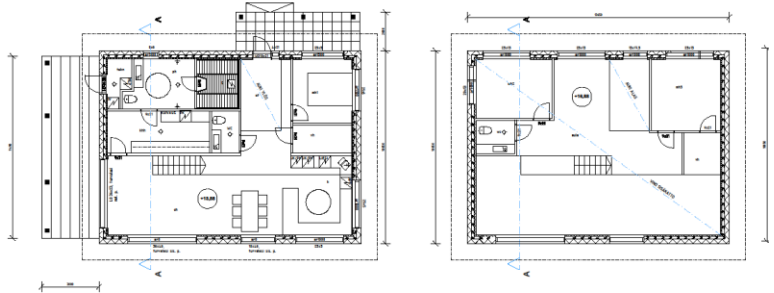


KORKEUSJÄRJESTELMÄ N2000  
 TONTIN PINTA-ALA 1147m<sup>2</sup>  
 SALLITTU RAKENNUSKORKEUS 287m<sup>2</sup>  
 KERROSALA  
 1.KRS ASUNTO 137m<sup>2</sup>  
 2.KRS ASUNTO 73m<sup>2</sup>  
 TALOUSRAKENNUS 107m<sup>2</sup> (+KATOS 20,8m<sup>2</sup>)  
 KERROSALA YHTEENSÄ 317m<sup>2</sup>  
 KERROSALA 250mm SENÄPÄKSIÄDELLÄ  
 1.KRS ASUNTO 128m<sup>2</sup>  
 2.KRS ASUNTO 68m<sup>2</sup>  
 TALOUSRAKENNUS 97m<sup>2</sup>  
 KERROSALA YHTEENSÄ 293m<sup>2</sup>  
 SALLITTU YLITYS 6m<sup>2</sup>  
 ASUNRAKENNUKSEN TILAVUUS 1167m<sup>3</sup>  
 TALOUSRAKENNUKSEN TILAVUUS 835m<sup>3</sup>  
 RAKENNUS VÄRIESTÄÄN KONEELLISETA TILO- JA POISTILMANVAHDOLLA, JOSSA LÄMMÖNTALTEENOTTO (VUOSIHYÖTYYSIHDTE + 75%)  
 LVIS JÄRJESTELLYT ERIILISTEN SUUNNITELMIEN MUKAISESTI  
 RAKENNUSTEN PALOLUOKKA P3  
 KINTEISTÖKOKOITAINEN JÄTEASTIA YHTEISSESSÄ JÄTEKATOKSESSA  
 AUTOPARKKOJA 2  
 PINTAVESISUUNNITELMA ERIILISEN LVI-ASEMAPIRROKSEN MUKAISESTI

Korkeusjärjestelmä	Korkeus	Talotyyppi	Yhteiskäyttö
68. Koivuhaka	68150	5	
UUDISRAKENNUS			Pääpiirustus 1 (7)
Talo Ranne		J. Ranne	Asemapiirustus 1:200
Vanha			
Tekninen ja tekninen			ARK
Pöytäkirja, suunnitelma, viitetä ohjeita ja kartoita			

LIITE 1

KONEellinen ilmanvaihto (huo, puhta)  
 JA LÄMMÖNTALTEENOTTO  
 Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton vuosihyötysuhde +75%  
 (RakMK D2:n määräyksiä noudattaen)  
 RAKENNUS LIITETÄÄN KUNNAN VESI- JA VIEMÄRIVERKKOON  
 HULEVEDEET JOHDETAAN KINTEISTÖN LÄNSIPUOLELLA OLEVAAN AVO-GIAAN  
 RAKENNUKSEN PALOLUOKKA P3  
 PALOKERKTYKSET JA SUOJAETÄISYYDET RakMK E3:n JA VALMISTAJAN OHJEEN MUKAAN  
 PALOVARDETTIMET KYTKETÄÄN SÄHKÖVERKKOON  
 ALK: Ngi OP, Ngi PHL, YLÖS Ngi/PHH-AULAAK, Tekn. Ngi YHTEISISSÄ Ngi  
 TIURVALASI (RakMK F3) SISÄPÄINÄSSÄ KUNNASSA, JOSEN ALAREUNAN ALLE 100mm JA MÖLÖNN PAULAN MUKAAN ULKOPUOLELLA.  
 KOSTEUS TILASSA LATTIAKALLISTUS VÄH 180, LATTIKAIVON YMPÄRILLÄ 150 VEDENERISTYS RakMK C2:n JA VALMISTAJAN OHJEEN MUKAAN  
 RAKENNUKSEN KUNNON VAIKOKKIJEN PINTA-ALA ON 44,48m<sup>2</sup> ELI 23% KERROSALASTA  
 OVIET 0,4-0,72 m<sup>2</sup>/k  
 IKKUNAT 0,4-0,72 m<sup>2</sup>/k  
 KERROSALA  
 1. krs 137 m<sup>2</sup>  
 2. krs 73 m<sup>2</sup>  
 KOKONAISALA 210 m<sup>2</sup>  
 KERROSALA (250mm seinäpaksuudella)  
 1. krs 128 m<sup>2</sup>  
 2. krs 68 m<sup>2</sup>  
 KERROSALA YHTEENSÄ 196 m<sup>2</sup>  
 HUONEISTOALA 176 m<sup>2</sup>  
 KOKONAISTILAVUUS 1571 m<sup>3</sup>  
 KERROSALA TALOUSRAKENNUS:  
 97m<sup>2</sup> m<sup>3</sup>  
 RAKENNUSKORKEUS 287m<sup>2</sup>, JOTEN KERROSALAN YLITYS 6m<sup>2</sup>



Korkeusjärjestelmä	Korkeus	Talotyyppi	Yhteiskäyttö
68. Koivuhaka	68150	5	
UUDISRAKENNUS			Pääpiirustus 2 (7)
Talo Ranne		J. Ranne	Pohjapiirustus 1:100
Vanha			
Tekninen ja tekninen			ARK
Pöytäkirja, suunnitelma, viitetä ohjeita ja kartoita			

LITTE 1

3 (8)

**RAKENNUKSEN PALOLUOKKA P3**

**PALOERISTYKSET JA SUOJAETÄISYYDET RakMK E3:n JA VALMISTAJAN OHJEEN MUKAAN**

RAKENNUKSEN IKKUNOIDEN PINTA-ALA ON 6,95m<sup>2</sup> ELI 7,2% KERROSALASTA

OVET U=0,72 W/m<sup>2</sup>K  
IKKUNAT U=0,66 W/m<sup>2</sup>K

**KERROSALA**

1. krs	107 m <sup>2</sup>
<b>KERROSALA YHTEENSÄ</b>	<b>107 m<sup>2</sup></b>
<b>KOKONAISALA</b>	<b>107 m<sup>2</sup></b>
<b>KERROSALA (250mm:n seinäpaksuudella)</b>	
1. krs	97 m <sup>2</sup>
<b>KERROSALA YHTEENSÄ</b>	<b>97 m<sup>2</sup></b>
<b>KOKONAISTILAVUUS</b>	<b>8350 m<sup>3</sup></b>

Projekti	Kotitehnyt	5	Yhteistyöpartnerit
68. Korvuhaka	68150		
Talustyyppi	UUDISRAKENNUS	Prosessi	Pääpiirustus 3 (7)
Talustalon nimi	Taloustalokas Ranne	Prosessin osat	Pohjapiirustus
Vantaa		Leikkaus	1: 100
Talustalon johtaja		Arkkitehti, suunnittelija ja toteuttaja	ARK
Projekti, suunnittelu, toteutus ja seuranta		Yhteistyöpartnerit	

LITTE 1

4 (8)

**YP1a U=0,05 W/m<sup>2</sup>K**

- Korvausmatti peilattu
- Aluslattiat 32 mm
- Aluslattia 20mm
- Aluslatta
- NP-eristys
- +Tuloturvallisuus 100mm
- +Puhalluslatta 500mm
- +Mn-villa 100mm
- PU-eristys (Puhalluskuu) 30mm
- Kotilava 40x40 K302
- Aluslatta 250mm 22x100 + 48x48 K300
- pinna pyyhkäistyksi
- Riippuvaltu 100mm mineraalivilla
- Riippuvaltu 13mm 88
- Riippuvaltu 22x100 K300
- Mälypaneeleille, valkoinen, 14mm
- Maatun 0,82 W/m<sup>2</sup>K
- Ovella 0,72 W/m<sup>2</sup>K

**VP 1**

- Pintamateriaali 20mm
- Tasokkeuslatta 50mm
- EPS 100 30mm
- Aluslatta 22x100 + 48x48 K300
- SPU 30mm
- Riippuvaltu 22x100 K300
- Puulatti

**VP 2**

- Pintamateriaali 20mm
- Tasokkeuslatta 50mm
- EPS 100 30mm
- Aluslatta 22x100 + 48x48 K300
- Mälypaneeleille, valkoinen, 14mm

**US1a U=0,08 W/m<sup>2</sup>K**

- Pintapinnan
- Pintapinnan + vaski
- Fin-EPD-lattiat 400mm
- EPS 250mm
- + TERÄSBETONI 140mm
- + EPS 20mm
- Pyöreäkuu 22x100, K300
- Mineraalivilla 100mm K300
- Kipsilevy 13mm
- Tuuletin
- Pintalevy

**API U=0,07 W/m<sup>2</sup>K**

- Lattian paksuus 20mm
- Tasokkeuslatta 50mm
- EPS 100 30mm
- Chenolatta 200mm
- Lattian koronmuutos tuulettu alapohja 670mm
- EPS 100 30mm
- KM 8-32 min.300mm

**YP1**

- Korvausmatti peilattu
- Aluslattiat 32 mm
- Aluslattia 20mm
- Aluslatta
- NP-eristys
- +Tuloturvallisuus 100mm
- +Puhalluslatta 500mm
- +Mn-villa 100mm
- PU-eristys (Puhalluskuu) 30mm
- Kotilava 40x40 K302
- Aluslatta 250mm 22x100 + 48x48 K300
- pinna pyyhkäistyksi
- Riippuvaltu 100mm mineraalivilla
- Riippuvaltu 13mm 88
- Riippuvaltu 22x100 K300
- Mälypaneeleille, valkoinen, 14mm
- Maatun 0,82 W/m<sup>2</sup>K
- Ovella 0,72 W/m<sup>2</sup>K

**US1b**

- Fin-EPD-lattiat 400mm
- EPS 250mm
- + TERÄSBETONI 140mm
- + EPS 20mm
- Pyöreäkuu 22x100, K300
- Mineraalivilla 100mm K300
- Kipsilevy 13mm
- Tuuletin
- Pintalevy

**US1c**

- Fin-EPD-lattiat 400mm
- EPS 250mm
- + TERÄSBETONI 140mm
- + EPS 20mm
- Pyöreäkuu 22x100, K300
- Mineraalivilla 100mm K300
- Kipsilevy 13mm
- Tuuletin
- Pintalevy

**API**

- Lattian paksuus 20mm
- Tasokkeuslatta 50mm
- EPS 100 30mm
- Chenolatta 200mm
- Lattian koronmuutos tuulettu alapohja 670mm
- EPS 100 30mm
- KM 8-32 min.300mm

Projekti	Kotitehnyt	5	Yhteistyöpartnerit
68. Korvuhaka	68150		
Talustyyppi	UUDISRAKENNUS	Prosessi	Pääpiirustus 4 (7)
Talustalon nimi	Talo Ranne	Prosessin osat	Leikkaus
Vantaa		Leikkaus	1: 100
Talustalon johtaja		Arkkitehti, suunnittelija ja toteuttaja	ARK
Projekti, suunnittelu, toteutus ja seuranta		Yhteistyöpartnerit	

LITTE 1

5 (8)

**YP1**

- Korvausmatti peilattu
- Aluslattiat 32 mm
- Aluslattia 20mm
- Aluslatta
- NP-eristys
- +Tuloturvallisuus 100mm
- +Puhalluslatta 500mm
- +Mn-villa 100mm
- PU-eristys (Puhalluskuu) 30mm
- Kotilava 40x40 K302
- Aluslatta 250mm 22x100 + 48x48 K300
- pinna pyyhkäistyksi
- Riippuvaltu 100mm mineraalivilla
- Riippuvaltu 13mm 88
- Riippuvaltu 22x100 K300
- Mälypaneeleille, valkoinen, 14mm
- Maatun 0,82 W/m<sup>2</sup>K
- Ovella 0,72 W/m<sup>2</sup>K

**YP2 U=0,05 W/m<sup>2</sup>K**

- Korvausmatti peilattu
- Aluslattiat 32 mm
- Aluslattia 20mm
- Aluslatta
- NP-eristys
- +Tuloturvallisuus 100mm
- +Puhalluslatta 500mm
- +Mn-villa 100mm
- PU-eristys (Puhalluskuu) 30mm
- Kotilava 40x40 K302
- Aluslatta 250mm 22x100 + 48x48 K300
- pinna pyyhkäistyksi
- Riippuvaltu 100mm mineraalivilla
- Riippuvaltu 13mm 88
- Riippuvaltu 22x100 K300
- Mälypaneeleille, valkoinen, 14mm
- Maatun 0,82 W/m<sup>2</sup>K
- Ovella 0,72 W/m<sup>2</sup>K

**US1a U=0,08 W/m<sup>2</sup>K**

- Pintapinnan
- Pintapinnan + vaski
- Fin-EPD-lattiat 400mm
- EPS 250mm
- + TERÄSBETONI 140mm
- + EPS 20mm
- Pyöreäkuu 22x100, K300
- Mineraalivilla 100mm K300
- Kipsilevy 13mm
- Tuuletin
- Pintalevy

**API U=0,07 W/m<sup>2</sup>K**

- Lattian paksuus 20mm
- Tasokkeuslatta 50mm
- EPS 100 30mm
- Chenolatta 200mm
- Lattian koronmuutos tuulettu alapohja 670mm
- EPS 100 30mm
- KM 8-32 min.300mm

**YP1**

- Korvausmatti peilattu
- Aluslattiat 32 mm
- Aluslattia 20mm
- Aluslatta
- NP-eristys
- +Tuloturvallisuus 100mm
- +Puhalluslatta 500mm
- +Mn-villa 100mm
- PU-eristys (Puhalluskuu) 30mm
- Kotilava 40x40 K302
- Aluslatta 250mm 22x100 + 48x48 K300
- pinna pyyhkäistyksi
- Riippuvaltu 100mm mineraalivilla
- Riippuvaltu 13mm 88
- Riippuvaltu 22x100 K300
- Mälypaneeleille, valkoinen, 14mm
- Maatun 0,82 W/m<sup>2</sup>K
- Ovella 0,72 W/m<sup>2</sup>K

**YP2**

- Korvausmatti peilattu
- Aluslattiat 32 mm
- Aluslattia 20mm
- Aluslatta
- NP-eristys
- +Tuloturvallisuus 100mm
- +Puhalluslatta 500mm
- +Mn-villa 100mm
- PU-eristys (Puhalluskuu) 30mm
- Kotilava 40x40 K302
- Aluslatta 250mm 22x100 + 48x48 K300
- pinna pyyhkäistyksi
- Riippuvaltu 100mm mineraalivilla
- Riippuvaltu 13mm 88
- Riippuvaltu 22x100 K300
- Mälypaneeleille, valkoinen, 14mm
- Maatun 0,82 W/m<sup>2</sup>K
- Ovella 0,72 W/m<sup>2</sup>K

**US1b**

- Fin-EPD-lattiat 400mm
- EPS 250mm
- + TERÄSBETONI 140mm
- + EPS 20mm
- Pyöreäkuu 22x100, K300
- Mineraalivilla 100mm K300
- Kipsilevy 13mm
- Tuuletin
- Pintalevy

**US1c**

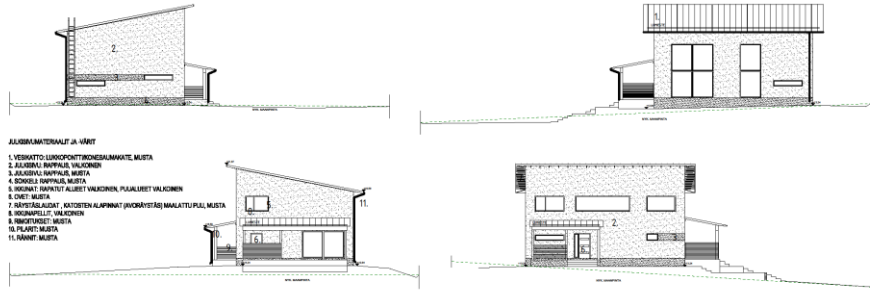
- Fin-EPD-lattiat 400mm
- EPS 250mm
- + TERÄSBETONI 140mm
- + EPS 20mm
- Pyöreäkuu 22x100, K300
- Mineraalivilla 100mm K300
- Kipsilevy 13mm
- Tuuletin
- Pintalevy

**API**

- Lattian paksuus 20mm
- Tasokkeuslatta 50mm
- EPS 100 30mm
- Chenolatta 200mm
- Lattian koronmuutos tuulettu alapohja 670mm
- EPS 100 30mm
- KM 8-32 min.300mm

Projekti	Kotitehnyt	5	Yhteistyöpartnerit
68. Korvuhaka	68150		
Talustyyppi	UUDISRAKENNUS	Prosessi	Pääpiirustus 5 (7)
Talustalon nimi	Talo Ranne	Prosessin osat	Leikkaus
Vantaa		Leikkaus	1: 100
Talustalon johtaja		Arkkitehti, suunnittelija ja toteuttaja	ARK
Projekti, suunnittelu, toteutus ja seuranta		Yhteistyöpartnerit	

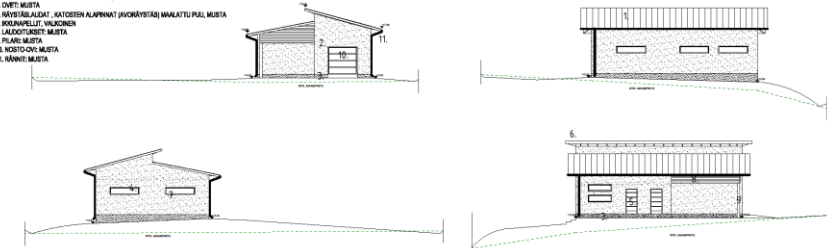
LIITE 1



- JULKISIVUMATERIAALIT JA VÄRIT**
1. VESIKATTO: LÄMPÖPÖYTÄKOROSALUMAKATE, MUSTA
  2. JULKISIVU: RAMPPIUS, VALKOINEN
  3. JULKISIVU: RAMPPIUS, MUSTA
  4. SORVELI: RAMPPIUS, MUSTA
  5. IKKUNAT: RAMPPIUS ALUEET VALKOINEN, PUJALLEET VALKOINEN
  6. OVI: MUSTA
  7. RAMPPIUSALUEIDAT: KATOSTEN ALAPINNAT (AVOKÄYTTÄ) MAALATTU PULI, MUSTA
  8. RAMPPIUSALUEIDAT: KATOSTEN ALAPINNAT (AVOKÄYTTÄ) MAALATTU PULI, MUSTA
  9. RAMPPIUSALUEIDAT: KATOSTEN ALAPINNAT (AVOKÄYTTÄ) MAALATTU PULI, MUSTA
  10. PUJALIT: MUSTA
  11. RAMPPIUS: MUSTA

Projekti:	88_Koivuhaka	Yhtiö:	ARK
Paikannimi:	68150	Yhtiö:	ARK
Yhteyshenkilö:	J.Rinne	Yhtiö:	ARK
Talon nimi:	J.Rinne	Yhtiö:	ARK
Vanha:		Yhtiö:	ARK
Yhtiön nimi:		Yhtiö:	ARK

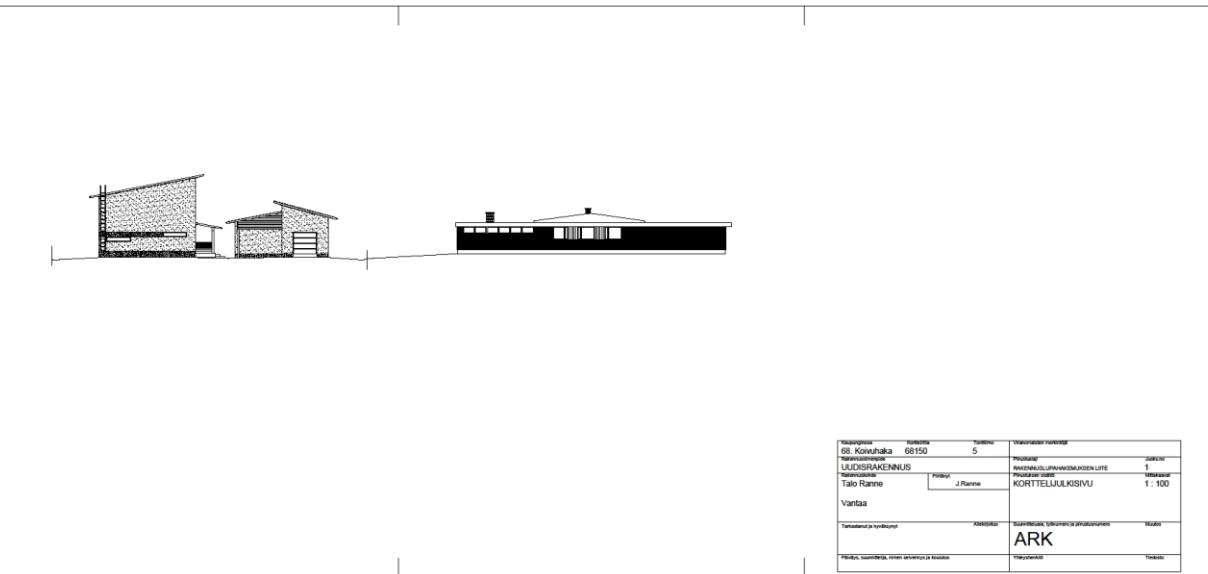
LIITE 2



- JULKISIVUMATERIAALIT JA VÄRIT**
1. VESIKATTO: LÄMPÖPÖYTÄKOROSALUMAKATE, MUSTA
  2. JULKISIVU: RAMPPIUS, VALKOINEN
  3. SORVELI: RAMPPIUS, MUSTA
  4. IKKUNAT: RAMPPIUS ALUEET VALKOINEN, PUJALLEET VALKOINEN
  5. OVI: MUSTA
  6. RAMPPIUSALUEIDAT: KATOSTEN ALAPINNAT (AVOKÄYTTÄ) MAALATTU PULI, MUSTA
  7. RAMPPIUSALUEIDAT: KATOSTEN ALAPINNAT (AVOKÄYTTÄ) MAALATTU PULI, MUSTA
  8. RAMPPIUSALUEIDAT: KATOSTEN ALAPINNAT (AVOKÄYTTÄ) MAALATTU PULI, MUSTA
  9. RAMPPIUSALUEIDAT: KATOSTEN ALAPINNAT (AVOKÄYTTÄ) MAALATTU PULI, MUSTA
  10. PUJALIT: MUSTA
  11. RAMPPIUS: MUSTA

Projekti:	88_Koivuhaka	Yhtiö:	ARK
Paikannimi:	68150	Yhtiö:	ARK
Yhteyshenkilö:	J.Rinne	Yhtiö:	ARK
Talon nimi:	J.Rinne	Yhtiö:	ARK
Vanha:		Yhtiö:	ARK
Yhtiön nimi:		Yhtiö:	ARK

LIITE 3



Projekti:	88_Koivuhaka	Yhtiö:	ARK
Paikannimi:	68150	Yhtiö:	ARK
Yhteyshenkilö:	J.Rinne	Yhtiö:	ARK
Talon nimi:	J.Rinne	Yhtiö:	ARK
Vanha:		Yhtiö:	ARK
Yhtiön nimi:		Yhtiö:	ARK

8 (8)

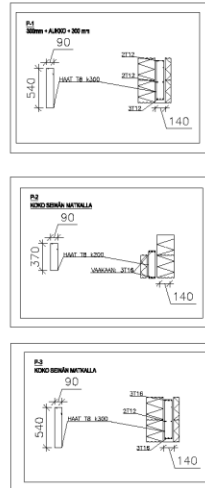
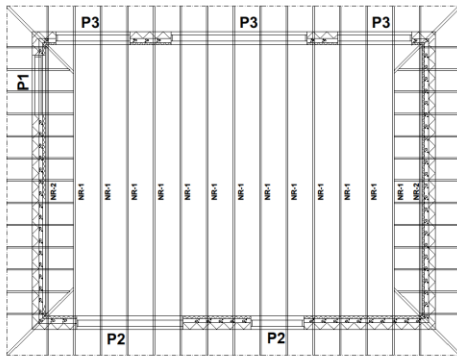






LIIITE 2

1413



KUORMAT YLÄKOHA (YV-1)

Kattoriston yläosa:  
 - lattiakuorma 2.5 kN/m<sup>2</sup>  
 - tuulikuorma 0.5 kN/m<sup>2</sup>  
 - viallekuorma 0.4 kN/m<sup>2</sup>

Kattoriston alapuu:  
 - alikatto 0.8 kN/m<sup>2</sup>

BETONIVÄLIKITEET:  
 SUUNNITELUKÄYTTÖÖN JA VUOTTA

RAUTULLUOKKA  
 XCl LAMMINHÄSTEN SUORAVUOLUJALIA OLEVAT BETONIVÄLIKITEET  
 KOKOYI ISOKELEF / BEHEIT

KUORMALUOKKA A  
 SELVÄKÄLKUOKKA C22

PALJUUROKA: RE20

BETONILUURINKÄYTTÖMÄKSIT:

- XCl-LUOKKA A C20/25
- XCl-LUOKKA B C25/30
- XCl-LUOKKA C30/35
- XCl-LUOKKA C35/40

HUOMIOITAVA RAUTULLUOKKA JA SUUNNITELUKÄYTTÖMÄKSIT VUOTTA

TERÄSÄN SUJUMAAN BETONIPITTEEN VAHVUUS:

- XCl-LUOKKA B C30
- XCl-LUOKKA B C35
- XCl-LUOKKA B C40
- XCl-LUOKKA B C45

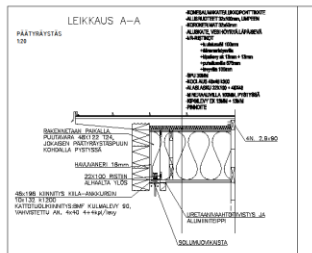
16 mm MÄRKÄVAIKUTIN VÄLITTESSÄ  
 SALLITTU POKKOJENKA -10mm

TERÄSÄN AIKAVÄLIVÄIKUTIN  
 TERÄKSTEN MIN. VÄPÄRÄVÄLI 25MM.

TERÄKSTEN JÄTKÖSUITUUDET BETONIKSEK:

- T8 = 600 mm
- T10 = 700 mm
- T12 = 800 mm
- T16 = 1000 mm

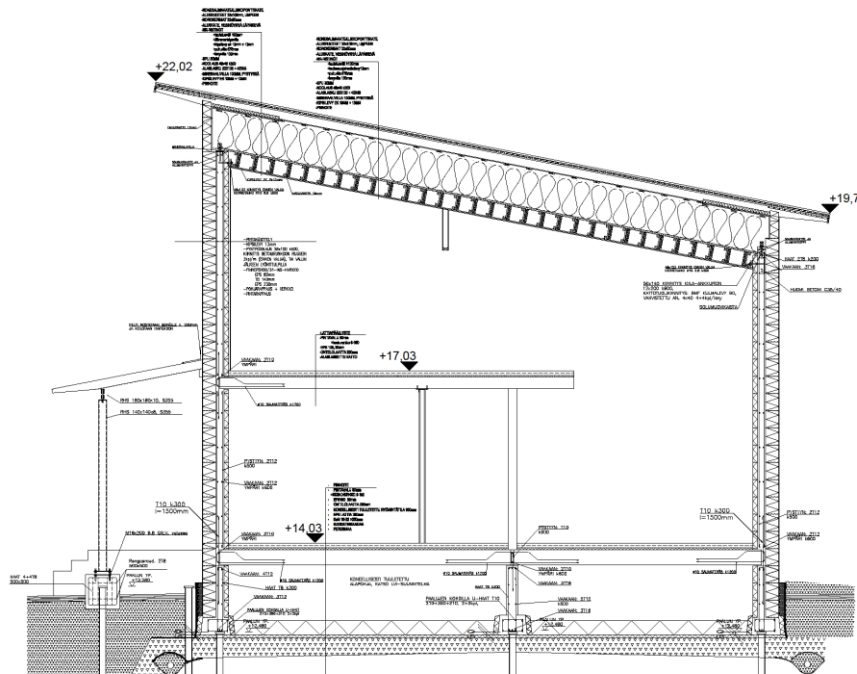
TERÄKSTEN JÄTKÖKOKSET SAHOISSA KOHOISSA SALLITTU.



Yhtymä	RAK	Luokka	10-010-15-A
Yh. nimi	RAK	Yh. nimi	RAK
Yh. tunnus	10110	Yh. tunnus	10110
Yh. nimi	RAK	Yh. nimi	RAK
Yh. tunnus	10110	Yh. tunnus	10110
Yh. nimi	RAK	Yh. nimi	RAK
Yh. tunnus	10110	Yh. tunnus	10110

1413

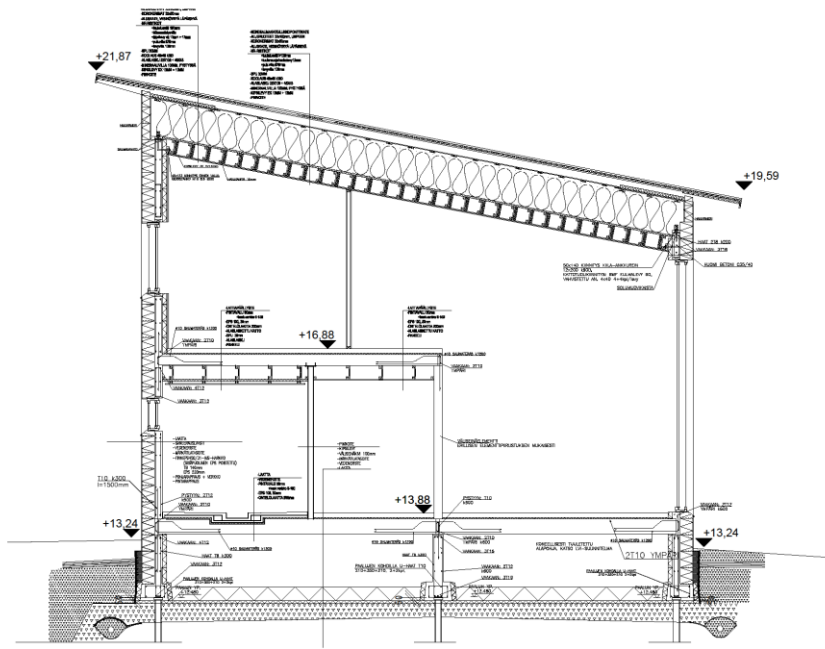
LIIITE 2



Yhtymä	RAK	Luokka	10-010-15-A
Yh. nimi	RAK	Yh. nimi	RAK
Yh. tunnus	10110	Yh. tunnus	10110
Yh. nimi	RAK	Yh. nimi	RAK
Yh. tunnus	10110	Yh. tunnus	10110
Yh. nimi	RAK	Yh. nimi	RAK
Yh. tunnus	10110	Yh. tunnus	10110

08/13

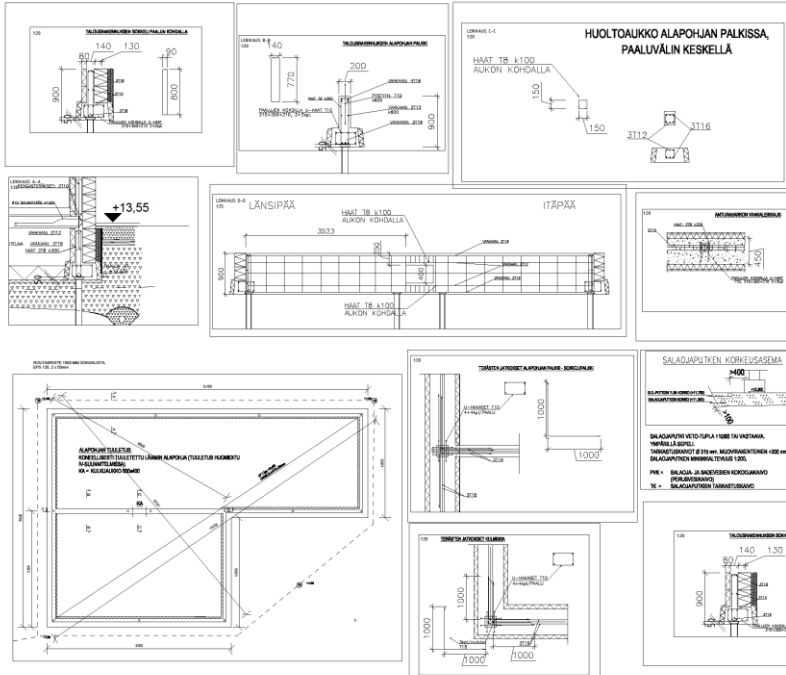
10/0



Projekti	08/13	10/0	08/13-10/0
Luovutusmerkinnys	08/13	10/0	
Talon nimi			Rakennelaskaus 1-1
Vuosi			
Projekti			RAK

08/13

10/0



RAKENNUS PERUSTETAAN TERRASSIPALJUN (98115/6,3mm JA R990) YHTEEN KTS. POHJATUNNUS (UUDENNAAN POHJATUNNUS OY LÄHTIEN TUOTTEILTA A.S.2013). PAALUTUSTESSA NOUDATTAMA EPS 2005 SEOS TERRASSIPALJUN VALUSTAMIN OIKEITA PAALUTUSLOUKKIA 3. ALAPOHJAN ALLE RAKENNETAAN VÄHINTÄÄN 250 mm PAKSUA SALAJUVI HYVÄSSÄ OLVAN, IVON TUVEVUUTTA KIVISEN ALAPOHJAN SÄLÄJÄRJESTYKSEN MATERIAALISTA KEROPIKSESI PÄÄLLÄ VOI TÄSKÄSEDI HUOLTAMISEKSI OLVAN 100mm SIVELYSKORKEUS

POHJATUNNUS KUVAAN MUKAAN  
- LAMPESSA RAKENTEISSA  $\pm 100$  mm SOKEUKSIA 2x50mm EPS 100 ROUTA  
- LAMPESSA RAKENTEISSA HUURAT  $\pm 150$ mm SOKEUKSIA 2x50 EPS ROUTA  
- KIVISEN RAKENTEISSA  $\pm 150$ mm

BETONIRAKENTEET  
SUUNNITELUKIRJITTIÄ 90 VUOTTA

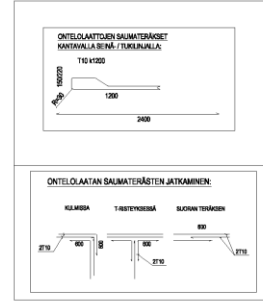
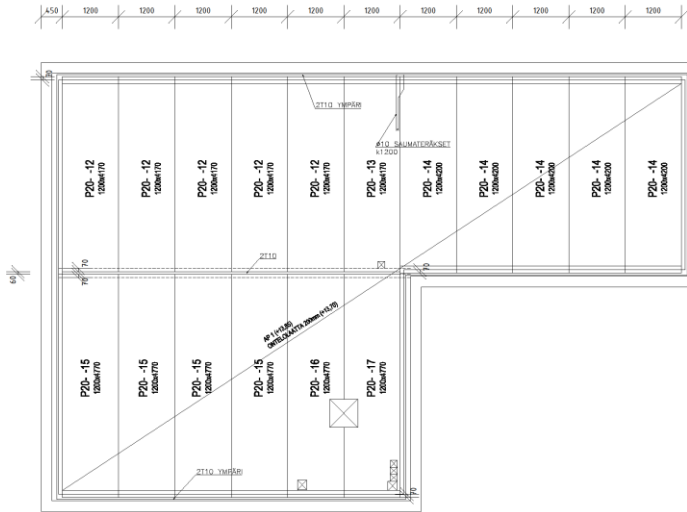
RAKUTUSLOUKKA  
KOTI LAMPESSA RAKENTEISSA SISÄPUELELLA OLVAT BETONIRAKENTEET  
KOTI ANTURI  
KOKO KOKORUS 1/2 SENAAT

BETONIN LUJUSLUOKAT  
- K11-LUJUSLUOKA C16/20-2  
- K12-LUJUSLUOKA C25/35-2  
- K14/L1-LUJUSLUOKA C30/37-2  
(OIKESIEN KOKORUS EN JA MAXSIMI RAE 16 mm)

HUOMIOVARIA RAKUTUSLOUKAT JA SUUNNITELUKIRJITTIÄ BETONIN VALMISTUKSESSA  
TERRASSIN SUOLAVIHNAN BETONIRAKENTEEN VÄLILASIT  
- K11-LUJUSLUOKA C16/20-2  
- K12-LUJUSLUOKA C25/35-2  
- K14-LUJUSLUOKA C30/37-2  
- 50 mm MASTIKOIVAN VALETUSSA  
SALLITTU KORKEUS  $\pm 10$ mm  
TERRASSIN ALKURAJON VÄLIKORKEUS  
TERRASSIN MIN. VÄLILASIT 25MM  
PAALUTUSTUN YMPÄRISTÖN KORKEUS ANTOURIN ALAPINNASTA  $\pm 50$  MM  
TERRASSIN ANTOURITAJUEIT BETONISSA  
- 10 = 450 mm  
- 110 = 300 mm  
- 112 = 600 mm  
- 116 = 1000 mm

TERRASSIN ANTOURITAJUEIT SAISSOISSA KOKORUS SALLITTU 14 ipi PAALUTUSLOUKKA 1

Projekti	08/13	10/0	08/13-10/0
Luovutusmerkinnys	08/13	10/0	
Talon nimi			Rakennelaskaus 1-1
Vuosi			
Projekti			RAK



**KUORMAT YLÄPOHJA (VP 3)**  
 PAKETTI KUORMA 13 kN/m<sup>2</sup>  
 PROFIILITRA 20 + 15 kN/m<sup>2</sup>  
 KIVET 15 kN/m<sup>2</sup> + 15 kN/m<sup>2</sup>  
 HOITOKUORMA 0,4 kN/m<sup>2</sup>

**ONTELOALUSTEN SALMATERÄKSET**  
 KANTAVALLA BEIN. / TUUKKUNALIA:  
 10 x 1200

**ONTELOALUSTEN SALMATERÄSTEN JÄTKÄMINEN:**

**KUORMAT YLÄPOHJA (VP 3)**  
 Kattorakenteen yläpäässä:  
 - kuormat 2,5 kN/m<sup>2</sup>  
 - tuulikuorma 0,5 kN/m<sup>2</sup>  
 - vastakuorma 0,4 kN/m<sup>2</sup>

**Kattorakenteen alapäässä:**  
 - alakuorma 0,5 kN/m<sup>2</sup>

**BETONIRAKENTEET:**  
 SUUNNITELUKATTOKORJA SI VOUITA

**RABITULLUOKKA:**  
 XC1 LAIKKORIEPTEISTEN SISÄPUOLELLA OLEVAT BETONIRAKENTEET  
 XC4 XF1 SOKKELEIT / SEINÄT

**KUORMALLUOKKA: A**  
**SEURAMALLUOKKA: C22**  
**PALJUOKKA: RE30**

**BETONIN LUJUSVAATIMUKSET:**  
 - XC1 LUOKASSA C22/25  
 - XC4 XF1 LUOKASSA C24/28  
 - XC4 XF1 LUOKASSA C24/28  
 HUOMIOITAVIA RABITULLUOKAT JA SUUNNITELUKATTOKORJA BETONIN VALMISTUKSESSA

**TERÄSÄÄ RUDAMINAN BETAOMPITTEEN VAHVAUS:**  
 - XC1 LUOKASSA 20 mm  
 - XC4 LUOKASSA 16 mm  
 SIIRIN MAAKUNNAN VUOLETTAMIN SALLITTU POKKOJAAH + 10mm

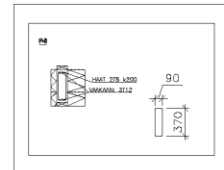
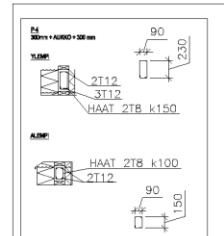
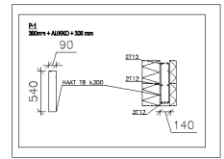
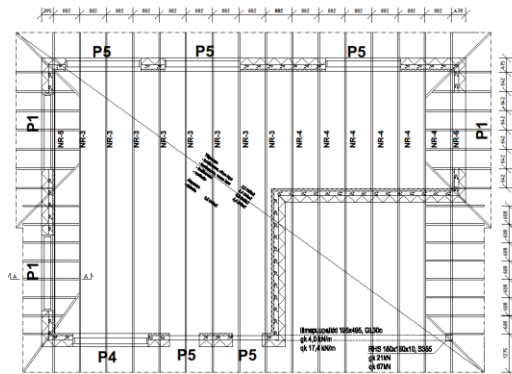
**TERÄS ARMOIN VUOKKO B20K**

TERÄSTEN MIN. VAPAVALU 25MM.

TERÄSTEN JÄTKÖSPITTELUDET BETOHISSA:  
 - T8 = 600 mm  
 - T10 = 750 mm  
 - T12 = 800 mm  
 - T16 = 1000 mm

TERÄSTEN JÄTKÖKSET SAUKOISSA KÖHDISSÄ SALLITTU.

Proj. nro.	68150	Rev.	05-015-15-A
Proj. nimi	Yhteiskeskus	Proj. tekijä	Rakennusjärjestelmä
Proj. alku	2015	Proj. tarkastaja	TALOUSKOHDEKESKUS
Proj. loppu		Proj. tarkastaja	YRITYS
Proj. tekijä		Proj. tarkastaja	RAK
Proj. tarkastaja		Proj. tarkastaja	



**KUORMAT YLÄPOHJA (VP 3)**  
 Kattorakenteen yläpäässä:  
 - kuormat 2,5 kN/m<sup>2</sup>  
 - tuulikuorma 0,5 kN/m<sup>2</sup>  
 - vastakuorma 0,4 kN/m<sup>2</sup>

**Kattorakenteen alapäässä:**  
 - alakuorma 0,5 kN/m<sup>2</sup>

**BETONIRAKENTEET:**  
 SUUNNITELUKATTOKORJA SI VOUITA

**RABITULLUOKKA:**  
 XC1 LAIKKORIEPTEISTEN SISÄPUOLELLA OLEVAT BETONIRAKENTEET  
 XC4 XF1 SOKKELEIT / SEINÄT

**KUORMALLUOKKA: A**  
**SEURAMALLUOKKA: C22**  
**PALJUOKKA: RE30**

**BETONIN LUJUSVAATIMUKSET:**  
 - XC1 LUOKASSA C22/25  
 - XC4 XF1 LUOKASSA C24/28  
 - XC4 XF1 LUOKASSA C24/28  
 HUOMIOITAVIA RABITULLUOKAT JA SUUNNITELUKATTOKORJA BETONIN VALMISTUKSESSA

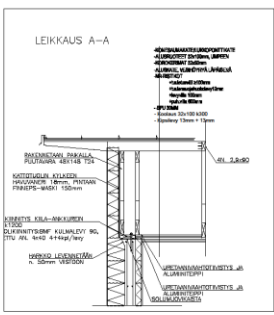
**TERÄSÄÄ RUDAMINAN BETAOMPITTEEN VAHVAUS:**  
 - XC1 LUOKASSA 20 mm  
 - XC4 LUOKASSA 16 mm  
 SIIRIN MAAKUNNAN VUOLETTAMIN SALLITTU POKKOJAAH + 10mm

**TERÄS ARMOIN VUOKKO B20K**

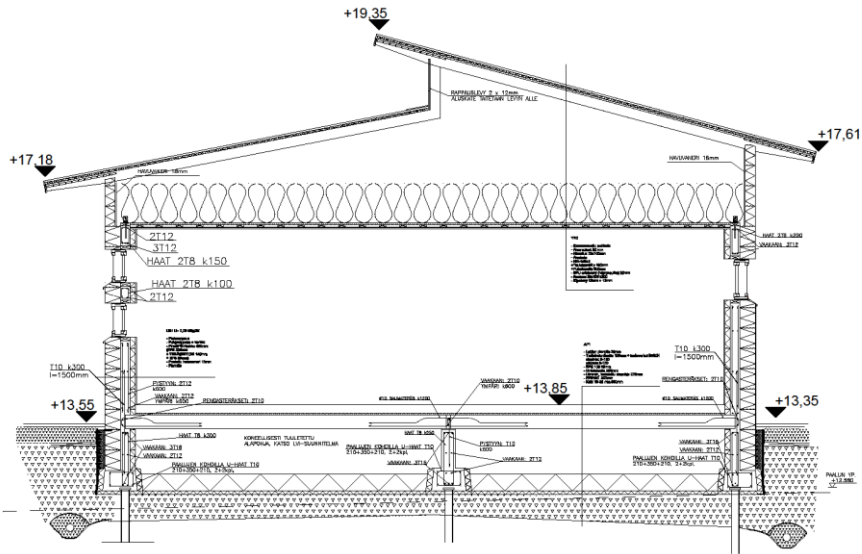
TERÄSTEN MIN. VAPAVALU 25MM.

TERÄSTEN JÄTKÖSPITTELUDET BETOHISSA:  
 - T8 = 600 mm  
 - T10 = 750 mm  
 - T12 = 800 mm  
 - T16 = 1000 mm

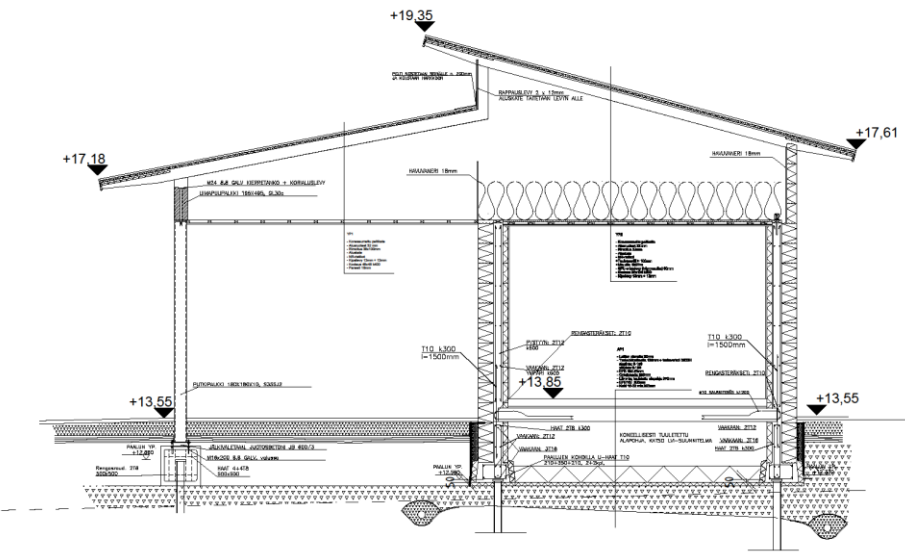
TERÄSTEN JÄTKÖKSET SAUKOISSA KÖHDISSÄ SALLITTU.



Proj. nro.	68150	Rev.	05-015-15-A
Proj. nimi	Yhteiskeskus	Proj. tekijä	Rakennusjärjestelmä
Proj. alku	2015	Proj. tarkastaja	TALOUSKOHDEKESKUS
Proj. loppu		Proj. tarkastaja	YRITYS
Proj. tekijä		Proj. tarkastaja	RAK
Proj. tarkastaja		Proj. tarkastaja	



Projekti:	68-Kouvolan	5	68-9113-D-A
Alue:	Ulkorakenrus		4
Talo Raken:			1:25
Vantaa			
<b>RAK</b>			



Projekti:	68-Kouvolan	5	68-9113-D-A
Alue:	Ulkorakenrus		4
Talo Raken:			1:25
Vantaa			
<b>RAK</b>			