

Anu Pirttinen

Huoltorakennuksen suunnittelu

Opinnäytetyö

Kevät 2016

SeAMK Tekniikka

Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Tekniikan yksikkö

Tutkinto-ohjelma: Rakennustekniikka

Suuntautumisvaihtoehto: Talonrakennustekniikka

Tekijä: Anu Pirttinen

Työn nimi: Huoltorakennuksen suunnittelu

Ohjaaja: Petri Koistinen

Vuosi: 2016

Sivumäärä: 110

Liitteiden lukumäärä: 20

Tämän opinnäytetyön aiheena oli suunnitella Lappajärven pesäpallokentälle uusi huoltorakennus. Tavoitteena oli suunnitella käyttökelpoinen ja kilpailukykyinen rakennus, joka olisi järkevä rakentaa kustannuksia ajatellen.

Työhön sisältyy rakennuksen suunnittelu, puurakenteiden mitoituslaskennat ja rakennuslupahakemuksen pääpiirustukset, joita ovat pohja-, leikkaus-, asema- ja julkisivupiirustukset. Lisäksi työhön kuuluvat rakennuksen tarkemmat rakennepiirustukset ulkoseinistä, väliseinistä, alapohjasta ja yläpohjasta. Työhön kuuluu myös TAKU -ohjelmalla laskettu kustannusarvio.

Huoltorakennuksen pääpiirustukset ja rakennepiirustukset piirrettiin Auto Cad 2013 -ohjelmalla. Puurakenteiden mitoituslaskennat suoritettiin käsin laskemalla.

Avainsanat: rakennuspiirustus, rakennesuunnittelu, puurakenteiden mitoitukset

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Technology

Degree programme: Construction Engineering

Specialisation: Building Construction

Authors: Anu Pirttinen

Title of thesis: Design of the service building

Supervisor: Petri Koistinen

Year: 2016

Number of pages: 110 Number of appendices: 20

The subject of the thesis was to design a new service building for the baseball field in Lappajärvi. The objective was to design a useful and competitive building, which would be reasonable to build when thinking about the costs.

The thesis includes the planning of the building, dimensioning calculations of wood constructions and master plans for the building license which are the floor plan, the layout, the section drawings and the elevation drawings. Furthermore, the thesis includes more exact construction drawings of exterior walls, separating walls, the base floor and the roof of the building. The work also includes the calculated cost estimate with the TAKU- programme.

The service building's master plans and construction drawings were drawn with Auto Cad 2013 programme. The dimensioning calculations of wood constructions were calculated by hand.

Keywords: word one, word two, word three, word four, word five, word six

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
SISÄLTÖ.....	4
Kuva-, kuvio- ja taulukkoluettelo.....	6
Käytetyt termit ja lyhenteet.....	11
1 JOHDANTO.....	12
1.1 Työn tausta.....	12
1.2 Työn tavoite.....	15
1.3 Työn rajaus.....	15
2 PÄÄPIIRUSTUKSET.....	16
2.1 Suunnittelun lähtökohdat.....	16
2.2 Suunnittelun vaiheet.....	16
2.3 Piirustukset.....	17
3 RAKENTEIDEN KUORMAT.....	19
3.1 Omapaino.....	20
3.2 Katon lumikuorma.....	21
3.3 Tuulikuorma.....	23
3.3.1 Kokonaistuulikuorman määrittäminen.....	24
3.3.2 Paikallisen tuulikuorman määrittäminen.....	28
4 PUURAKENTEIDEN MITOITUS.....	30
4.1 Murtorajatilan mitoitus.....	30
4.1.1 Nurjahdus.....	32
4.1.2 Taivutus.....	35
4.1.3 Leikkaus.....	41
4.1.4 Leimapaine.....	43
4.2 Käyttörajatilan mitoitus.....	46
5 HUOLTORAKENNUKSEN KUORMAT.....	50
5.1 Katon lumikuorma.....	50
5.2 Kokonaistuulikuorma.....	52
5.2.1 Kokonaistuulikuorma sivuseinään.....	52

5.2.2	Kokonaistuulikuorma päätyseinään	53
5.3	Runkotolppaan kohdistuva paikallinen tuulikuorma	55
5.3.1	Tuulikuorma tolपाले, kun tuulee sivuseinään	55
5.3.2	Tuulikuorma tolपाले, kun tuulee päätyseinään	58
6	RAKENNEOSIEN MITOITUKSET	61
6.1.1	Runkotolppa.....	61
6.1.2	Kuormat	61
6.1.3	Mitoitus	63
6.2	Ikkunanylityspalkki	83
6.2.1	Kuormat	83
6.2.2	Mitoitus	84
6.3	Leimapaine	91
6.3.1	Leimapaine alasidepuussa	91
6.3.2	Kuormat	91
6.3.3	Mitoitus	91
6.3.4	Leimapaine yläsidepuussa.....	94
6.3.5	Kuormat	94
6.3.6	Mitoitus	95
6.4	Levyjäykistys.....	97
7	RAKENNEPIIRUSTUKSET	98
7.1	Suunnittelu.....	98
7.2	Piirustukset	98
7.3	Rakenteet	99
7.3.1	Perustukset.....	99
7.3.2	Alapohja.....	100
7.3.3	Ulkoseinät.....	101
7.3.4	Väliseinät	104
7.3.5	Yläpohja.....	105
8	YHTEENVETO.....	107
	LÄHTEET	108
	LIITTEET	110

Kuva-, kuvio- ja taulukkuuettelo

Kuvio 1. VU- tunnuksella merkitty tontti-alue asemakaavassa, jonne suunnitellut huolto- ja selostusrakennus tullaan rakentamaan	13
Kuvio 2. Veikkojen pesäpallostadion, jossa näkyy uuden huoltorakennuksen tieltä purettava punainen rakennus, katsomon penkit ja keltainen raja-aita (Veikkolan pesäpallostadio 2015).....	14
Kuvio 3. Pesäpallokenttä kuvattuna keväällä 2015, kentän toisessa päässä näkyvä valkoinen rakennus sisältää WC-tilat, jotka mahdollisesti puretaan myös tai rakennuksesta tehdään muu käyttökohde.	14
Kuvio 4. Vanha rakennus pesäpallokentällä.	17
Kuvio 5. Huoltorakennus kentältä päin 3D-mallinnettuna.....	18
Kuvio 6. Huoltorakennus parkkipaikan suunnalta 3D-mallinnettuna.	18
Kuvio 7. Ominaislumikuormat maassa (RIL 201-1-2011, 92).....	21
Kuvio 8. Lumikuorman muotokertoimet (RIL 201-1-2011 2011,95).....	22
Kuvio 9. Lumikuorman muotokertoimet harjakatoille (RIL 201-1-2011 2011,96)...	23
Kuvio 10. Voimakerron c_f teräväsärmäisen suorakaide poikkileikkauksen omaavalle matalalle tai korkealle rakennukselle (RIL 201-1-2011, 137).	24
Kuvio 11. Tehollisen hoikkuus λ suorakulmaisen poikkileikkauksen omaaville matalille ja korkeille rakennuksille (RIL 201-1-2011,136).....	25
Kuvio 12. Nopeuspaineen ominaisarvo $q_{p0}(z)$ eri maastoluokissa ($=q_p(z)$ tasaisessa maastossa) (RIL 201-1-2011, 132).	26
Kuvio 13. Maastoluokat (RIL 201-1-2011, 127).....	27
Kuvio 14. Ulkoisen paineen kertoimen riippuvuus kuormitusalan A koosta (RIL 201-1-2011,144).	29

Kuvio 15. Pystyseiniä koskeva vyöhykekaavio (RIL 201-1-2011,146).	29
Kuvio 16. Nurjahduskertoimen k_c riippuvuus hoikkuusluvusta λ (RIL 205-1-2009,73).....	32
Kuvio 17. Sauva, jossa on (a) syysuuntainen leikkausjännityskomponentti ja (b) sauva, jossa molemmat leikkausjännityskomponentit ovat syysuuntaa vastaan kohtisuoria (RIL 205-1-2009,69).	41
Kuvio 18. Tehollinen kosketuspinnan pituus (RIL 205-1-2009,67).....	44
Kuvio 19. Tukipaine 1) jatkuvalla tuella lepäävän sauvan kuormituspisteissä ja 2) palkin tukipinnoilla tai kuormituspisteessä (RIL 205-1-2009, 67).	44
Kuvio 20. Taipuman muodostuminen (RIL 205-1-2009, 205).	48
Kuvio 21. Lumikuorma $1,92 \text{ kN/m}^2$ kerrostuu harjakaton kummallekin lappeelle tasaisesti.....	51
Kuvio 22. Lumikuorma jakautuu harjakatolle epätasaisesti. Toisella lappeella lumikuorma on $1,92 \text{ kN/m}^2$ ja toisella $0,96 \text{ kN/m}^2$	51
Kuvio 23. Voimakerron c_f teräväsärmäinen suorakaidepoikkileikkauksen omaavalle matalalle tai korkealle rakennukselle (mukaihen RIL-201-1-2011, 137).	54
Kuvio 24. Kuormitusleveys k_1 ikkunan aukon runkotolpalle.	56
Kuvio 25. c_{pi} -arvon määrittäminen kuvitettuna.	57
Kuvio 26. c_{pi} -arvon määrittäminen kuvitettuna.	59
Kuvio 27. Runkotolpalle vaikuttavat tuulikuormat kuvitettuna.	60
Kuvio 28. Suurimman ikkuna-aukon vieressä olevan runkotolpan kuormitusleveys k_1	62
Kuvio 29. Runkotolpalle tuleva kuormitus KY 1:ssä kuvitettuna.....	65
Kuvio 30. Kuorman F_d epäkeskisyys kuvitettuna.....	67

Kuvio 31. Runkotolpalle tuleva kuormitus KY 2:ssa kuvitettuna.....	69
Kuvio 32. Runkotolpalle tuleva kuormitus KY 3:ssa kuvitettuna.....	72
Kuvio 33. Runkotolpalle vaikuttava tuulikuorma Qd kuvitettuna.....	75
Kuvio 34. Runkotolpalle tuleva kuormitus KY 4:ssa kuvitettuna.....	78
Kuvio 35. Runkotolpalle vaikuttava tuulikuorma Qd kuvitettuna.....	81
Kuvio 36. Ikkunanylityspalkin jänneväli l_4 kuvitettuna.....	83
Kuvio 37. Ikkunanylityspalkille tuleva yläpohjan kuorma Pd kuvitettuna.	84
Kuvio 38. Alasidepuun tehollinen pinta-ala A ja tehollisen kosketuspinnan pituus $l_{c,90,ef}$ kuvitettuna.....	92
Kuvio 39. Yläsidepuun tehollinen pinta-ala A ja tehollisen kosketuspinnan pituus $l_{c,90,ef}$ kuvitettuna.....	96
Kuvio 40. Esimerkki UTV -mallisesta vaakaverhouslaudasta (Puuinfo.2010, 4).	101
Kuvio 41. Rakennusjärjestelmän perusosat (RT 82–10820 2004, 3).....	102
Kuvio 42. Kantavan ulkoseinän rakenneperiaate ikkuna-aukon kohdalla. Aukkojen pielissä käytetään tarvittaessa kahta tai useampaa runkotolppaa ja yläpuolinen vahvistus tehdään joko yhdestä palkista tai tarvittaessa lisäpalkeista. (RT 82– 10820 2004, 13.).....	103
Kuvio 43. Kuvituspiirustus rakennuksen ulkoseinien liitoksesta väliseinän kanssa tai nurkkatapauksessa.	103
Kuvio 44. Ruukin muotokatteiden puuruoteiden ruodejako-esimerkki, jossa Y on etäisyys otsalaudan ulkoreunasta ja X on seuraavien ruoteiden etäisyys keskeltä keskelle (Ruukki 2016,4).....	106
Kuvio 45. Ruukin tiilikainen muotopeltikaton puuruoteiden ruodejako (Ruukki 2016, 9).....	106

Taulukko 1. Kuormien aikaluokat (RIL 205-1-2009,30).....	19
Taulukko 2. Esimerkkejä kuormien jaottelusta aikaluokkiin (RIL 205-1-2009,30).	19
Taulukko 3. Naulalevykannattimen ohjeellisia vähimmäiskuormituksia kN/m ² (RT 85–10495 1993,10).....	20
Taulukko 4. Lumikuorman muotokertoimet (RIL 201-1-2011,95).....	22
Taulukko 5. Voimakerroin c_f rakennuksen mittasuhteiden ja hoikkuuden vaikutus huomioiden (RIL 201-1-2011 2011, 137).	24
Taulukko 6. Nopeuspaineen q_p ominaisarvo (z) (kN/m ²) (RIL 201-1-2011 2011,133).....	26
Taulukko 7. Ulkoisen paineen kertoimet pohjaltaan suorakulmaisten rakennusten pystysuorille seinille (RIL-201-1-2011, 146).....	28
Taulukko 8. Seuraamusluokkien määrittely ja kuormakertoimien K_{FI} arvot (RIL 205-1-2009,26).	30
Taulukko 9. Puristussauvan nurjahduspituuksia l_c , kun sauvan pituus on L (RIL 205-1-2009,74).	33
Taulukko 10. Havupuun ominaislujuudet, jäykkyysominaisuudet ja tiheydet eri lujuusluokissa (RIL 205-1-2009,47).	38
Taulukko 11. Kerto-LVL:n ominaislujuudet, kokonaisvaikutusekspONENTIT, jäykkyysominaisuudet ja tiheydet (RIL 205-1-2009, 50).....	39
Taulukko 12. Suomessa käytettävät materiaalien osavarmuusluvut γ_m (RIL 205-1-2009,199).....	40
Taulukko 13. Muunnoskerroimen k_{mod} arvot (RIL 205-1-2009,199).	40
Taulukko 14. Muuttuvan kuorman yhdistelykertoimet, jossa Ψ_0 on ominaisyhdistelyssä käytettävä kerroin, Ψ_1 kuvastaa tavallisesti toistuvan kuormituksen osuutta ja Ψ_2 puolestaan muuttuvan kuorman pitkäaikaisosuutta (RIL 205-1-2009, 27).....	47

Taulukko 15. Taipumien ja rakennuksen vaakasiirtymien enimmäisarvot. Ulokkeiden taipuma jännevälin suhteen saa olla kaksinkertainen (RIL 205-1-2009, 205)..... 47

Taulukko 16. Virumaluvun k_{def} arvot puulle ja puutuotteille (RIL 205-1-2009, 46). 49

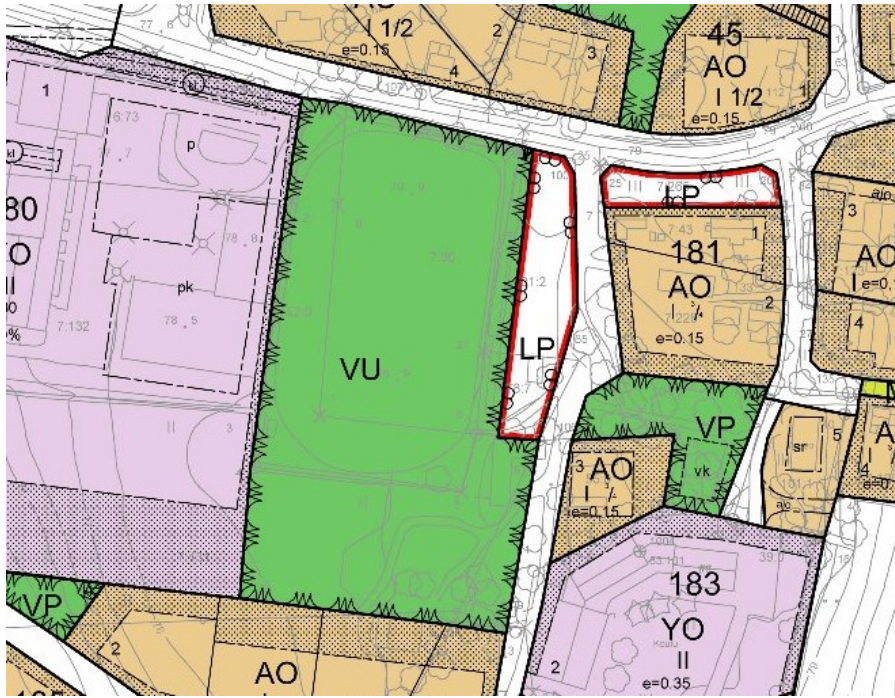
Käytetyt termit ja lyhenteet

Käyttörajatila	Tila, jonka ylittämisen jälkeen käyttökelpoisuusvaatimukset eivät enää täyty
Murtorajatila	Tila, jolloin rakenne sortuu tai vaurioituu
Pysyvä kuorma	Rakennuksen rakenteiden ja kiinteiden laitteiden oma paino
Muuttuva kuorma	Kuorma, jonka suuruus vaihtelee ajan myötä
U-arvo	Lämmönläpäisykerroin, joka kuvaa rakenteiden eli seinien, ala- ja yläpohjan sekä ikkunoiden ja ovien lämmöneristyskykyä

1 JOHDANTO

1.1 Työn tausta

Opinnäytetyön aiheena on suunnitella Lappajärven pesäpallokentälle huoltorakennus, jonka hanketta vetää urheiluseura Lappajärven Veikot. Huoltorakennuksen lisäksi kentälle on suunnitelmissa rakentaa pieni selostusrakennus. Suunnitelmat sisältävät rakennuslupahankkeeseen kuuluvat pääpiirustukset, kuten pohjapiirustus, leikkauspiirustus ja julkisivupiirustukset sekä rakennepiirustukset, joissa on tarkemmat selvitykset ulkoseinien, alapohjan, väliseinien ja yläpohjan rakenteista ja liitoksista. Piirustusten lisäksi suunnitelmiin kuuluu puurakenteiden mitoitukset. Sähkö- ja LVI-suunnitelmat on jätetty opinnäytetyön ulkopuolelle sekä anturoiden mitoitukset, koska mitoituksia ei pystytä määrittämään ilman pohjatutkimusta. Rakennushanke on suunniteltu toteutuvan vuosien 2017–2018 välillä ja se tulee arvioltaan maksamaan noin 156 000 euroa (LIITE 20.), joten hankkeelle kannattaa varata ainakin 200 000 euroa. Huoltorakennus tullaan rakentamaan tontti-alueelle, jonka tunnus on 403–402-101-2 ja sen pinta-ala 5973 m². Erikseen rakennettava selostusrakennus rakennetaan tontti-alueelle, jonka tunnus on 403–402-52-0 ja pinta-ala 4000 m². Tontit kuuluvat Lappajärven kunnan omistamaan VU- eli urheilu- ja virkistyspalvelualueeseen (Kuvio 1.).



Kuvio 1. VU-tunnuksella merkitty tontti-alue asemakaavassa, jonne suunnitellut huolto- ja selostusrakennus tullaan rakentamaan (Karttatiimi Oy, [viitattu 29.3.2016]).

Rakennusten suunnittelu toteutettiin siten, että hankkeen vetäjät ja Lappajärven kunnan tekninen toimisto eivät puuttuneet suunnitteluun millään tavalla, vaan antoivat vapaat kädet. Suunnittelun alkuvaiheessa hankkeen vetäjien kanssa käytiin suullinen keskustelu, mitä mahdollisesti huoltorakennus tulisi sisältämään tilavaa-tiluksiltaan. Kunnan teknisen toimiston henkilökunnan kanssa keskusteltiin ja ratkottiin vaikeita tilaratkaisuja ja muita ongelmia, esim. tullaanko huolto- ja selostusrakennus rakentamaan samaan rakennukseen vai erillisiksi rakennuksiksi. Hankkeen vetäjille lähetti kokouksia varten luonnoskuvista kopioita, jolloin päätettiin mahdollista muutoksista rakennuksen muodossa, tilojen määrissä ja pinta-aloissa. Lopulta kaikkien päätöksestä huolto- ja selostusrakennus tullaan rakentamaan erillisinä rakennuksina siten, että huoltorakennus tulee vanhan rakennuksen (Kuvio 2.) tilalle, joka puretaan tieltä ja selostusrakennus kentän toiselle puolelle (katso LIITE 2.). Asemakaavamääräykset laatii kunnan rakennuslautakunta ja tekninen toimisto ja siihen liittyvistä muutoksista ei ole tietoa.



Kuvio 2. Veikkojen pesäpallostadion, jossa näkyy uuden huoltorakennuksen tieltä purettava punainen rakennus, katsomon penkit ja keltainen raja-aita (Veikkolan pesäpallostadio 2015).



Kuvio 3. Pesäpallokenttä kuvattuna keväällä 2015, kentän toisessa päässä näkyvä valkoinen rakennus sisältää WC-tilat, jotka mahdollisesti puretaan myös tai rakennuksesta tehdään muu käyttökohde.

1.2 Työn tavoite

Työn tavoitteena on suunnitella toimiva ja kantava rakennus, joka olisi järkevä toteuttaa ja lopulta rakentaa kustannuksia ajatellen. Lisäksi tavoitteena on rakentaa Lappajärven veikkojen pesäpallojoukkuetta sekä pesäpallokentällä järjestettävien pesäpallo-otteluluita ajatellen käyttökelpoinen ja kilpailukykyinen rakennekokonaisuus.

1.3 Työn rajaus

Opinnäytetyöhön sisältyy liitteinä olevat pääpiirustukset eli huoltorakennuksen pohjapiirustukset, leikkauskuvat ja julkisivupiirustukset, jotka täyttävät rakennusluvhakemuksen vaatimukset. Lisäksi työhön kuuluvat liitteinä olevat rakennepiirustukset, kuten ulkoseinien, väliseinien, alapohjan ja yläpohjan rakennekuvaukset sekä asemakaavapiirustus. Lisäksi työhön kuuluu puurakenteiden mitoituslaskennat huoltorakennuksesta, jotka sisältävät runkotolpan ja ikkunanylityspalkin mitoitukset sekä ylä- ja alasidepuiden leimapainemitoitukset. Rakennuksen jäykkyysjärjestelmä kuvataan sanallisesti. Kattoristikon mitoitus on jätetty työstä pois, koska kattoristikoiden valmistaja mitoittaa ristikon pääpiirustusten mukaan eikä siihen perehdytä tarkemmin. LVI- ja sähkösuunnitelmat on myös jätetty pois, koska niiden suunnitelmat tulevat suunnittelemaan alaan erikoistuneet henkilöt tai yritys pääpiirustusten mukaan. Myös anturoiden mitoitus on jätetty työn ulkopuolelle puuttuvan pohjatutkimuksen vuoksi. Työhön kuuluu myös TAKU-ohjelmalla laskettu huoltorakennuksen kustannusarvio.

2 PÄÄPIIRUSTUKSET

2.1 Suunnittelun lähtökohdat

Huoltorakennuksen suunnittelun lähtökohtina olivat pesäpallokentän kokonaisu suunnitelma sekä hankkeen vetäjien tavoitteet ja toiveet. Lisäksi huoltorakennuksen suunnittelua määrittivät myös kunnan laatimat alueen maankäyttö ja sitä koskevat asemakaavamääräykset sekä urheilupaikkojen huoltotilojen suunnitteluja koskevat ohjeet ja määräykset. Huoltorakennuksen suunnittelussa rakennus tullaan sijoittamaan tontille niin, että se palvelee hyvin urheilijoiden, yleisön sekä henkilökunnan tavoitteita.

2.2 Suunnittelun vaiheet

Huoltorakennuksen tilat suunniteltiin pääkäyttäjien vaatimusten mukaan. Suunnitteleminen lähti luonnostelemalla erilaisia rakennusmalleja sekä hahmottamalla mahdollisia rakennuksen leveyttä ja pituutta sekä pinta-alaa. Suunnittelun alkuvaiheissa rakennuksen pinta-ala ja koko täytyi suunnitella siten, että se mahtuisi pesäpallokentän tontille. Aluksi huoltorakennuksen pohjapiirustus muistutti rakennettua urheilukentän huoltorakennuksen mallipohjaa, mutta sai vasta monien luonnoskuvien jälkeen lopullisen muotonsa. Lopullisessa luonnosversiossa huoltorakennuksessa ei ollut mukana selostamaa, koska se tuli omaksi rakennukseksi. Rakennus tulisi olemaan harjakattoinen yksikerroksinen ja 139 m² kooltaan, ja sisältää kioski- ja toimistotilat, pesäpalljoukkueiden puku- ja pesutilat sekä tuomareille oman puku- ja pesutilan. Lisäksi rakennuksessa olisi yleinen WC-tila sekä Inva-WC, siivouskomero sekä tekninen tila. Rakennus suunniteltiin alkujaan puurakenteiseksi kesäkäyttöiseksi puolikyhmäksi rakennukseksi, jonka lämmitystä pidettäisiin päällä talvisin, etteivät pesutilojen vesiputket jäätyisi. Rakennuksen ympärille tulee painekyllästetystä puusta rakennettu terassi. Rakennuksen tilankäyttö suunniteltiin RT-netistä löytyvän RT 97–11181 ohjeiden ja määräysten mukaisesti. Rakennusta suunnittelussa täytyi huomioida myös RT 09-10884 ohjeiden ja määräysten mukaisesti esteetön kulkeminen, joten portaiden lisäksi rakennetaan kaksi

luiskaa. Uusi huoltorakennus tulisi pesäpallokentällä sijaitsevan 70-luvulla rakennetun rakennuksen tilalle (Kuvio 4.), josta ei ole olemassa ainuttakaan piirustusta. Tämän seurauksena kävin kunnan rakennustarkastajan Virpi Tiaisen kanssa tutkimassa kentän maastoa ja mittaamassa etäisyyksiä rajapyykeistä, raja-aidoista sekä mitoittamassa vanhan rakennuksen mitat ja etäisyyden kentästä ja sadevesikaivosta. Uusi huoltorakennus rakennettaisiin kentälle siten, että pelaajien pukuhuoneet ovat länsisuuntaisesti kentälle päin ja suihkutilat ja kioski itään päin (LIITE 2. Asemapiirros). Uuden rakennuksen ison pinta-alan johdosta täytyy katsonon penkkirivistö ja raja-aitaan purkaa tieltä pois.



Kuvio 4. Vanha rakennus pesäpallokentällä.

2.3 Piirustukset

Pääpiirustuksiin kuuluvat kunnan laatima asemakaava, johon on lisätty mukaan uusi huoltorakennus ja selostusrakennus sekä huoltorakennuksen pohjapiirustus (LIITE 3.), leikkauspiirustukset (LIITE 6.) ja julkisivupiirustukset (LIITEET 4-5.). Pääpiirustuksia tullaan käyttämään, kun rankennuslupahakemusta (LIITE 19.) haetaan hankkeelle. Pohja-, leikkaus-, ja julkisivupiirustukset esitetään mittakaavassa 1:50, asemapiirros puolestaan on mittakaavassa 1:250 (LIITE 2). Pääpiirustukset sisältävät nimiön ja tekstiluettelon ja piirustuksissa esitetään yleensä kaikki

rakennuksen mitat, eri tilojen pinta-alat, korkeuserot, tasojen korkeudet, kaltevuudet sekä muut selitteet esim. rakennuksen eri rakenneosat. Huoltorakennuksen mallinnettiin 3D-kuviksi Arci Cad 17 -ohjelmalla, mutta pääpiirustukset kuten pohjapiirustus, leikkauskuvat ja julkisivukuvat sekä rakennekuvat piirrettiin Auto Cad 2013 -ohjelmalla. Asemapiirustus on piirretty Cadsillä, mutta sen muokkaaminen onnistui helposti Auto Cad 2013 -ohjelmalla ja sen avulla uudet huolto- ja selostusrakennukset saatiin lisätty asemapiirustukseen.



Kuvio 5. Huoltorakennus kentältä päin 3D-mallinnettuna.



Kuvio 6. Huoltorakennus parkkipaikan suunnalta 3D-mallinnettuna.

3 RAKENTEIDEN KUORMAT

Mitoitukset määritettiin käsin laskemalla. Mitoituksissa huomioituja kuormia olivat rakenteiden oma paino, lumikuorma ja tuulikuorma, joiden arvot laskettiin pääpiirustusten mittojen ja puurakenteiden eurokoodin mukaisesti. Kuormat luokitellaan muuttuviin, pysyviin ja onnettomuuskuormiin. Lisäksi kuormat lajitellaan aikaluokkiin taulukon 1. ja 2. mukaan.

Taulukko 1. Kuormien aikaluokat (RIL 205-1-2009, 30).

Kuorman aikaluokka	Ominaiskuorman vaikutusajan suuruusluokka
Pysyvä	yli 10 vuotta
Pitkäaikainen	6 kuukautta–10 vuotta
Keskipitkä	1 viikko–6 kuukautta
Lyhytaikainen	alle yksi viikko
Hetkellinen	

Taulukko 2. Esimerkkejä kuormien jaottelusta aikaluokkiin (RIL 205-1-2009, 30).

Aikaluokka	Kuormitukset
Pysyvä	Oma paino Pysyvästi rakenteeseen kiinnitetyt koneet, laitteet ja kevyet väliseinät Maanpaine
Pitkäaikainen	Varastoitu tavara, vesisäiliökuorma
Keskipitkä	Lumi Lattioiden ja parvekkeiden hyötykuorman pintakuormat luokissa A–D Autotallien ja liikennöintialueiden hyötykuormat (luokat F ja G) Kosteuden vaihtelun aiheuttamat kuormitukset
Lyhytaikainen	Portaiden hyötykuormat Hyötykuorman pistekuorma (Q_k), väliseinien ja kaiteiden vaakakuormat Kunnossapito- tai henkilökuorma katolla (luokka H) Ajoneuvokuormat luokassa E, kuljetusvälinekuormat Asennuskuormat
Hetkellinen	Tuuli Onnettomuuskuorma

3.1 Omapaino

Omapaino on pysyvä ja kiinteä kuorma. Rakenteen oman painon laskemiseen on ohjeistettu standardissa EN 1991-1-1 ja sen laskenta tapahtuu RIL 201-1-2011 ja RIL 205-1-2009 ohjeiden mukaan. Rakenneosan omapaino lasketaan nimellismittojen ja tilavuuspainojen keskiarvojen perusteella. Nimellismittoina pidetään piirustuksissa esiintyviä arvoja. Omaan painoon lasketaan kantavat ja ei-kantavat rakenneosat, kiinteät laitteet esim. hissit ja lvis-laitteet sekä maakerroksen ja siltojen täyte- tai sepelikerroksen paino. (RIL 205-1-2009,31.) Naulalevykannattimien ohjeellisia vähimmäiskuormia on esitetty taulukossa 3.

Taulukko 3. Naulalevykannattimen ohjeellisia vähimmäiskuormituksia kN/m² (RT 85–10495 1993,10).

Kuormitus	Yläpaarre	Alapaarre
Omapaino	0,05	0,05
Kate		
– kattotiili	0,55	
– betonikattotiili	0,55	
– kuitusementtilevy	0,30	
– bitumikermi	0,30	
– muotolevy	0,15	
– sileä ohutlevy	0,15	
Sisäkattoverhous ja lämmöneriste	0,30	0,30
Hyötykuorma		1,5 (käyttöullakko-kannattimelle)
Muut kuormat	Suomen rakentamismääräyskokoelman osan B1 mukaan	
– lumikuorma		
– tuulikuorma		

3.2 Katon lumikuorma

Lumikuorma luokitellaan muuttuvaksi kiinteäksi kuormaksi. Lumikuorma luokitellaan taulukon 2. mukaan keskipitkään aikaluokkaan ja sen laskentaan ohjeistettu standardissa EN 1991-1-3 ja RIL 201-1-2011:ssä.

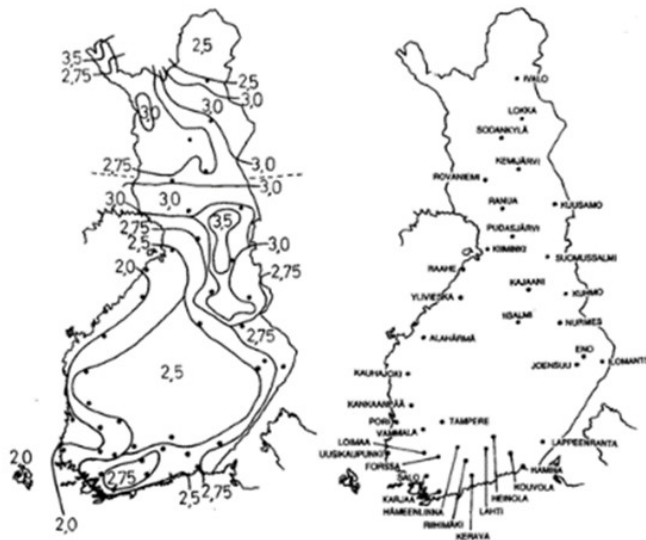
Suunnittelussa on otettava huomioon, että lumi voi kinostua katolle monenlaisiin eri muotoihin. Erilaisten kinostumia voivat aiheuttaa katon erilaiset ominaisuudet ja muut tekijät, joita esimerkiksi ovat katon muoto, lämpöominaisuudet, viereisen rakennuksen läheisyys, ympäröivä maasto, paikallinen ilmasto tai katon pinnan karheus. Harjakattoisen rakennuksen kuormituskaaviot esitetään kuviossa 9.

Rakennuksen katolla oleva ominaislumikuorma $q_{w,k}$ saadaan määritettyä kaavalla

$$q_k = \mu_i * S_k \quad (1)$$

, missä

S_k on maanpinnan lumikuorman ominaisarvo, joka on esitetty kuviossa 7. tai Liitteestä 1. Paikkakuntakohtaiset lumikuormat.

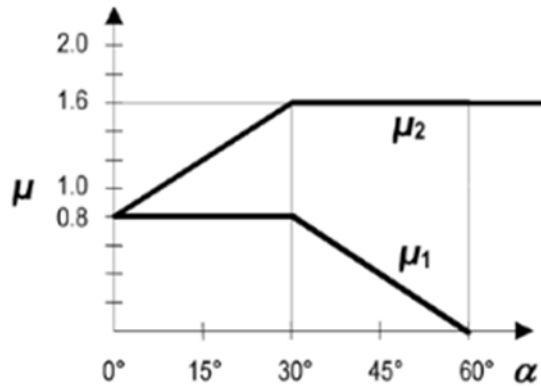


Kuvio 7. Ominaislumikuormat maassa (RIL 201-1-2011, 92).

μ_i on muotokerroin katolla olevan lumikuorman määrittämiseen, joka saadaan taulukosta 4. ja kuvioista 8.

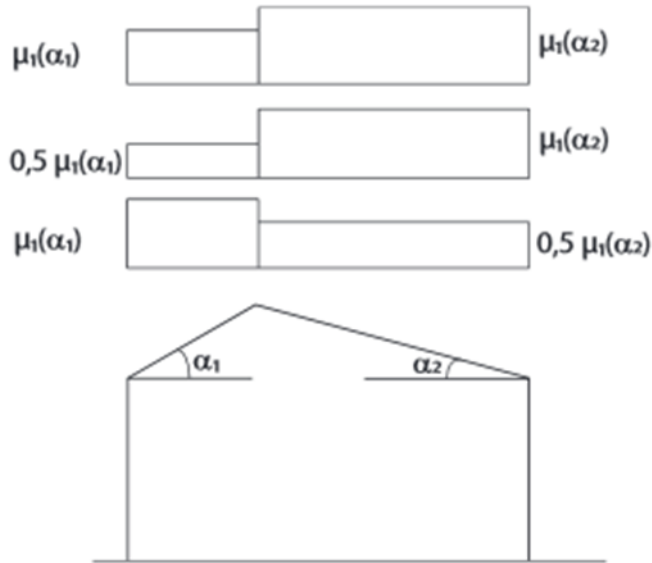
Taulukko 4. Lumikuorman muotokertoimet (RIL 201-1-2011,95).

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



Kuvio 8. Lumikuorman muotokertoimet (RIL 201-1-2011 2011,95).

Taulukossa 4. ja kuviossa 8. esitetyt muotokertoimien arvot ovat voimassa, kun lunta ei estetä liukumasta katolla. Jos katolla on kumminkin lumieste tai muu liukumiseste tai alaräystäällä on kaide, tulee lumikuorman muotokertoimena μ_i käyttää vähintään arvoa 0,8. (RIL 201-1-2011, 90–100.)



Kuvio 9. Lumikuorman muotokertoimet harjakatoille (RIL 201-1-2011 2011,96).

3.3 Tuulikuorma

Tuulikuorma esitetään yksinkertaistettuna paineiden tai voimien joukkona, jotka ovat muuttuvia ja liikkuvia kuormia. Tuulikuorma on hetkellisesti vaikuttava kuorma rakenteille ja sen määrittämiseen on ohjeistettu standardissa EN 1991-1-4 sekä RIL 201-1-2011:ssä.

Tuulikuormat vaihtelevat ajan mukaan ja ne aiheuttavat painetta umpinaisten rakenteiden ulkopintoihin sekä välillisesti sisäpintoihin ulkopinnan huokoisuuden vuoksi. Lisäksi tuulikuormat voivat vaikuttaa suoraan avoimien rakenteiden sisäpintaan, jolloin paineen vaikutus aiheuttaa kohtisuoria voimia rakenteen tai yksittäisten verhousosien pintaan. Tuulen kohdatessa isoja rakennepintoja pinnan suuntaisesti vaikuttavat kitkavoimat voivat olla merkittäviä. (RIL 201-1-2011,123.)

Rakenteiden ja rakenneosien tuulikuormat tulee määrittää ottamalla huomioon sekä ulkopuoliset että sisäpuoliset tuulenpaineet. Lisäksi kuormituksen määrittämiseen otetaan huomioon tuulen nopeuspaine, johon vaikuttaa ympäristö sekä maasto. Tuulikuormat määritetään joko koko rakenteeseen tai rakenneosiin vaikuttavana kokonaisuutena. (RIL 201-1-2011,126–134.)

3.3.1 Kokonaistuulikuorman määrittäminen

Kokonaistuulikuorma lasketaan kaavasta

$$q_{w,k} = c_s c_d * c_f * q_p \quad (2)$$

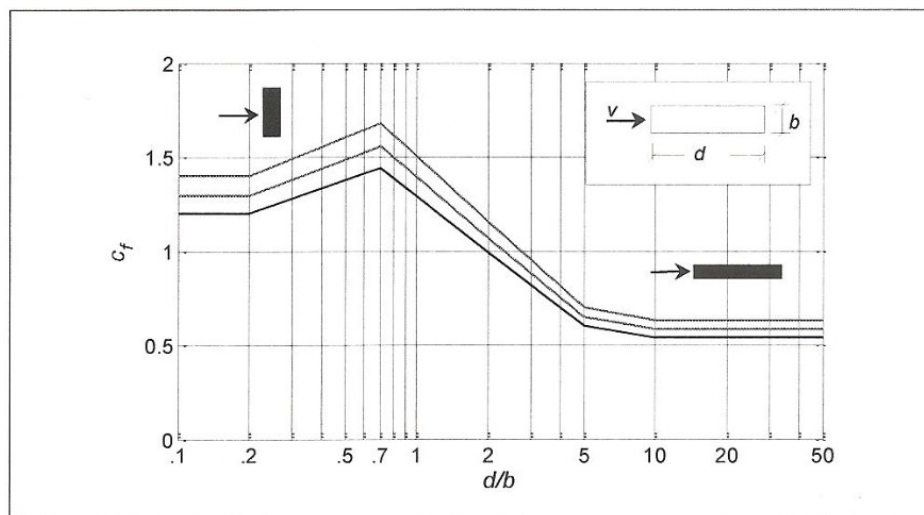
, missä

$c_s c_d$ = rakennekerroin, jonka arvona voidaan matalien rakennusten suunnittelussa käyttää 1,0.

c_f = voimakerroin, joka voidaan määrittää taulukon 5. tai kuvion 10. avulla.

Taulukko 5. Voimakerroin c_f rakennuksen mittasuhteiden ja hoikkuuden vaikutus huomioiden (RIL 201-1-2011 2011, 137).

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



Kuvio 10. Voimakerroin c_f terävsärmäisen suorakaide poikkileikkauksen omaavalle matalalle tai korkealle rakennukselle (RIL 201-1-2011, 137).

Taulukossa 5. oleva tehollinen hoikkuus λ pystytään määrittämään kuvion 11. olevalla kaavalla

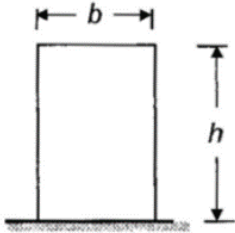
$$\frac{2 \cdot h}{b}, \text{ kun rakennuksen korkeus } h < 15 \text{ m} \quad (3)$$

, missä h on rakennuksen korkeus ja b rakennuksen sivuseinän pituus, kun tulee sivuseinään tai päätyseinän pituus, kun tulee päätyseinään.

tai kaavasta

$$\frac{1,4 \cdot h}{b}, \text{ kun rakennuksen korkeus } h \geq 50 \text{ m} \quad (4)$$

(RIL 201-1-2011,135–137.)

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

Kuvio 11. Tehollisen hoikkuus λ suorakulmaisen poikkileikkauksen omaaville matalille ja korkeille rakennuksille (RIL 201-1-2011,136).

Taulukossa 5. oleva sivusuhte puolestaan määritetään kaavasta

$$\frac{d}{b} \quad (5)$$

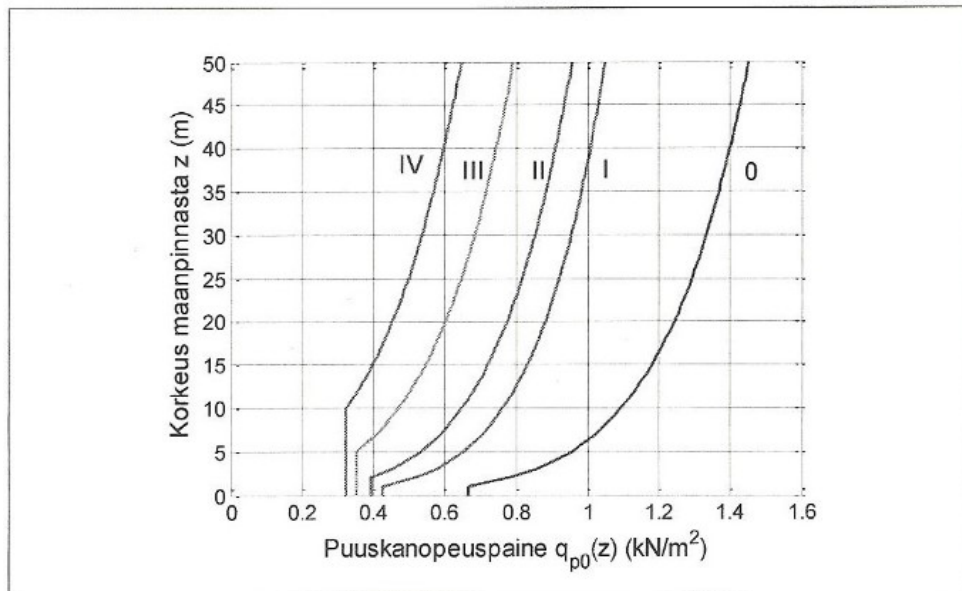
, missä

d = rakennuksen leveys, kun tuulee sivuseinään

b = rakennuksen pituus, kun tuulee sivuseinään

Mutta, jos tuulee päätyseinään, silloin d :n arvona käytetään rakennuksen pituutta ja b :N arvona rakennuksen leveyttä.

Kokonaistuulikuorman kaavassa oleva q_p nopeuspaineen ominaisarvo määritetään maastoluokan sekä rakennuksen korkeuden h mukaan. q_p nopeuspaineen ominaisarvo pystytään määrittämään taulukon 6. ja kuvioiden 12. ja 13. mukaan.



Kuvio 12. Nopeuspaineen ominaisarvo $q_{p0}(z)$ eri maastoluokissa ($=q_p(z)$ tasaisessa maastossa) (RIL 201-1-2011, 132).

Taulukko 6. Nopeuspaineen q_p ominaisarvo z (kN/m²) (RIL 201-1-2011 2011,133).

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



Kuvio 13. Maastoluokat (RIL 201-1-2011, 127).

3.3.2 Paikallisen tuulikuorman määrittäminen

Kun halutaan määrittää tuulikuorman vaikutus rakennuksen rakenneosiin esimerkiksi runkotolppaan, paikallinen tuulikuorma määritetään silloin kaavasta

$$q_{w,k} = (c_{pe} + c_{pi}) * q_p \quad (6)$$

, missä

c_{pi} =sisäpuolisen paineen kerroin, jonka arvona voidaan käyttää vaarallisemman vaikutuksen arvoa -0,3 tai +0,2, kun rakennuksen seinien tiiveydet voivat vaihdella tavalla, jota ei tarkkaan tunneta.

q_p = Nopeuspaineen ominaisarvona, joka määritetään kuvion 13. ja taulukon 6. avulla.

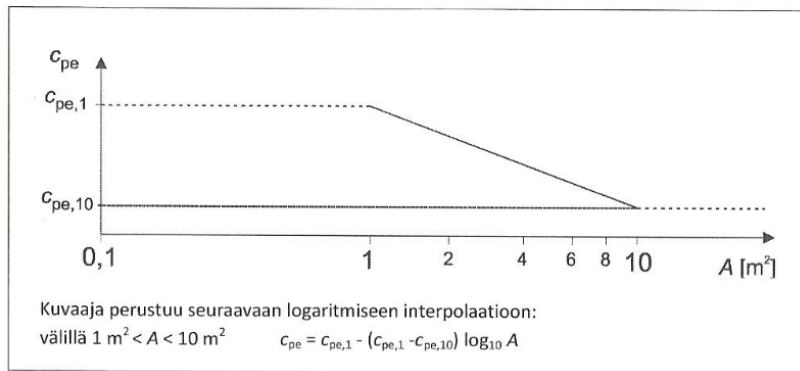
c_{pe} =ulkoisen paineen kerroin, joka saadaan laskettu kuviossa 14. olevasta kaavasta

$$c_{pe} = c_{pe,1} - (c_{pe,1} - c_{pe,10}) * \log A \quad (7)$$

Ulkoisen paineen kerroin c_{pe} kaavassa olevat $c_{pe,1}$ ja $c_{pe,10}$ arvot voidaan määrittää taulukon 7. ja kuvion 14. avulla, kun aluksi on määritetty rakennuksen pystyseiniä koskeva vyöhykekaavio kuviossa 15. josta määritetään mitta e tarvittaessa. Jos $c_{pe,10}$ arvo osuu taulukossa 7. olevien arvojen välimaastoon, se täytyy määrittää interpoloimalla kahden $c_{pe,10}$ väliltä. (RIL 201-1-2011, 142–144. 173–177.)

Taulukko 7. Ulkoisen paineen kertoimet pohjaltaan suorakulmaisten rakennusten pystysuurille seinille (RIL-201-1-2011, 146).

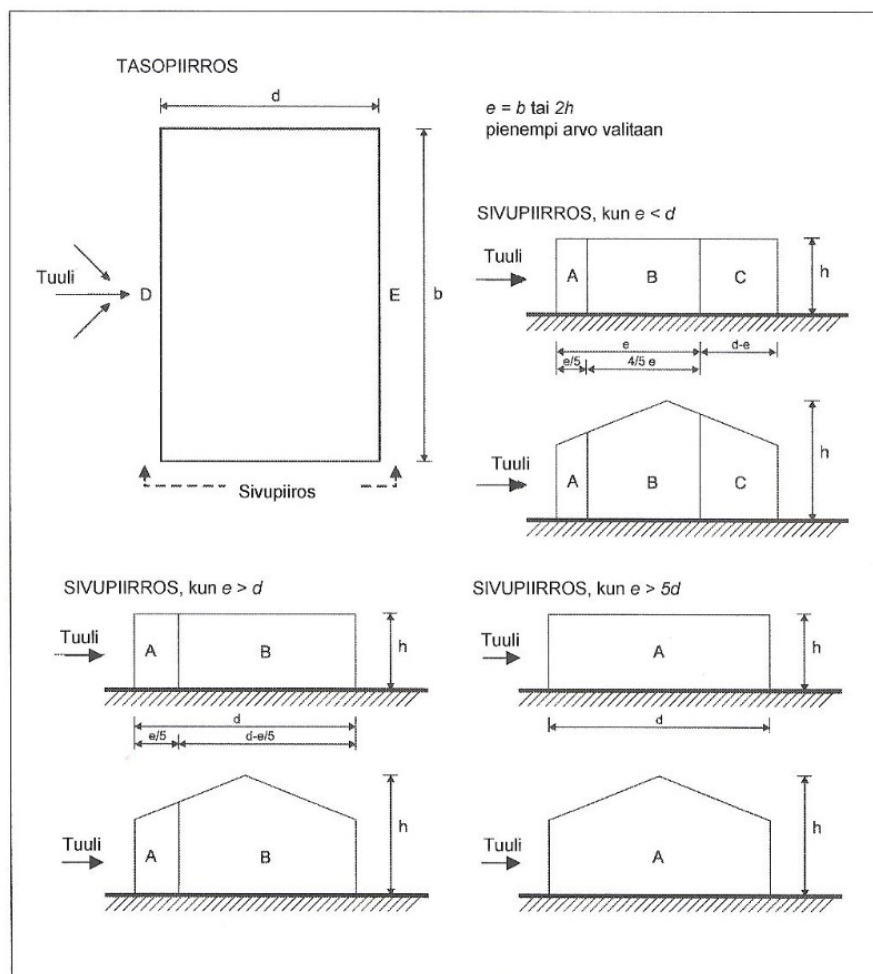
Vyöhyke	A		B		C		D		E	
	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
≥ 5	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,8	+1,0	-0,7	
1	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,8	+1,0	-0,5	
$\leq 0,25$	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,7	+1,0	-0,3	



Kuvio 14. Ulkoisen paineen kertoimen riippuvuus kuormitusalan A koosta (RIL 201-1-2011,144).

Kun paikallinen tuulikuorma on saatu selville, voidaan vaikuttava tuulikuorma runkotopalle saadaan kaavasta

$$q_k = q_{w,k} * k_1 \quad (8)$$



Kuvio 15. Pystyseiä koskeva vyöhykekaavio (RIL 201-1-2011,146).

4 PUURAKENTEIDEN MITOITUS

4.1 Murtorajatilan mitoitus

Murtorajatila tarkoittaa rakenteen tasapainon menetystä, vaurioitumista, murtumista tai väsymisestä aiheutuvaa vaurioitumista. Tarkasteltavia murtorajatiloina ovat jäykän kappaleen tai sen osan tasapainon menetys, kappaleen liian suuri siirtymätila, katkeaminen tai ajasta riippuva vaurioituminen, rakenteen tai sen osan muuttuminen mekanismiksi tai stabiiliuden menetys. Murtorajatilan mitoitusta lasketaan puurakenteiden eurokoodien, RIL 205-1-2009, RIL 201-1-2011 ohjeiden mukaisesti. Murtorajatilan kuormat jaetaan aikaluokkiin, joita ovat pysyvä, keskipitkä ja hetkellinen aikaluokka. (RIL 201-1-2011, 35–37.)

Taulukko 8. Seuraamusluokkien määrittely ja kuormakertoimien K_{FI} arvot (RIL 205-1-2009,26).

Luokka	K_{FI}	Kuvaus	Rakennuksia ja rakenteita koskevia esimerkkejä
CC3	1,1	Suuret seuraamukset ihmishenkien menetysten <i>tai hyvin suurten</i> taloudellisten, sosiaalisten tai ympäristövahinkojen takia.	Rakennuksen kantava runko ¹⁾ jäykistävine rakennusosineen sellaisissa rakennuksissa, joissa usein on suuri joukko ihmisiä, kuten <ul style="list-style-type: none"> – (yli 8-kerroksiset asuin-, konttori- ja liikerrakennukset) – konserttisalit, teatterit, urheilu- ja näyttelyhallit, katsomot (yli 1 000 henkeä) – raskaasti kuormitettut tai suuria jännevälejä sisältävät rakennukset. Erikoisrakenteet, kuten esim. suuret mastot ja tornit.
CC2	1,0	Keskisuuret seuraamukset ihmishenkien menetysten <i>tai merkittävien</i> taloudellisten, sosiaalisten tai ympäristön vahinkojen takia.	Rakennukset ja rakenteet, jotka eivät kuulu luokkiin CC3 tai CC1.
CC1	0,9	Vähäiset seuraamukset ihmishenkien menetysten <i>tai pienten tai merkityksettömien</i> taloudellisten, sosiaalisten tai ympäristön vahinkojen takia.	1- ja 2-kerroksiset rakennukset, joissa vain tilapäisesti oleskelee ihmisiä, kuten esim. varastot. Rakenteet, joiden vaurioitumisesta ei aiheudu merkittävää vaaraa, kuten <ul style="list-style-type: none"> – matalalla olevat alapohjat, ilman kellaritiloja – ryömintätilaiset vesikatot, kun yläpohja on varsinainen kantava rakenne – sellaiset ulko- ja väliseinät, ikkunat, ovet ja vastaavat, joihin pääasiassa kohdistuu ilman paine-eroista aiheutuva sivuttaiskuormitus ja jotka eivät toimi kantavan tai jäykistävän rungon osana.

Murtorajatiljan kuormitusyhdistelmät

Rakenteen kestävyyttä ja tasapainoa tarkasteltaessa mitoituskuorma lasketaan aikaluokittain seuraavilla kuormitusyhdistelyillä

Pysyvä aikaluokka (KY1):

$$F_d = 1,35 * K_{FI} * G_{kj} \quad (9)$$

Keskipitkä aikaluokka (KY2):

$$F_d = 1,15 * K_{FI} * G_{kj} + 1,5 * K_{FI} * Q_{k,1} \quad (10)$$

Hetkellinen aikaluokka, kun tuuli määräävänä (KY3):

$$F_d = 1,15 * K_{FI} * G_{kj} + 1,05 * K_{FI} * Q_{k,1} \quad (11)$$

$$Q_d = 1,5 * K_{FI} * Q_{k,2} \quad (12)$$

Hetkellinen aikaluokka, kun lumi määräävänä (KY4):

$$F_d = 1,15 * K_{FI} * G_{kj} + 1,5 * K_{FI} * Q_{k,1} \quad (13)$$

$$Q_d = 1,05 * K_{FI} * Q_{k,2} \quad (14)$$

, missä

G_{kj} on pysyvien kuormien ominaisarvo

$Q_{k,1}$ on lumi- ja hyötykuorman ominaisarvoista suurempi

$Q_{k,t}$ on tuulikuorman ominaisarvo

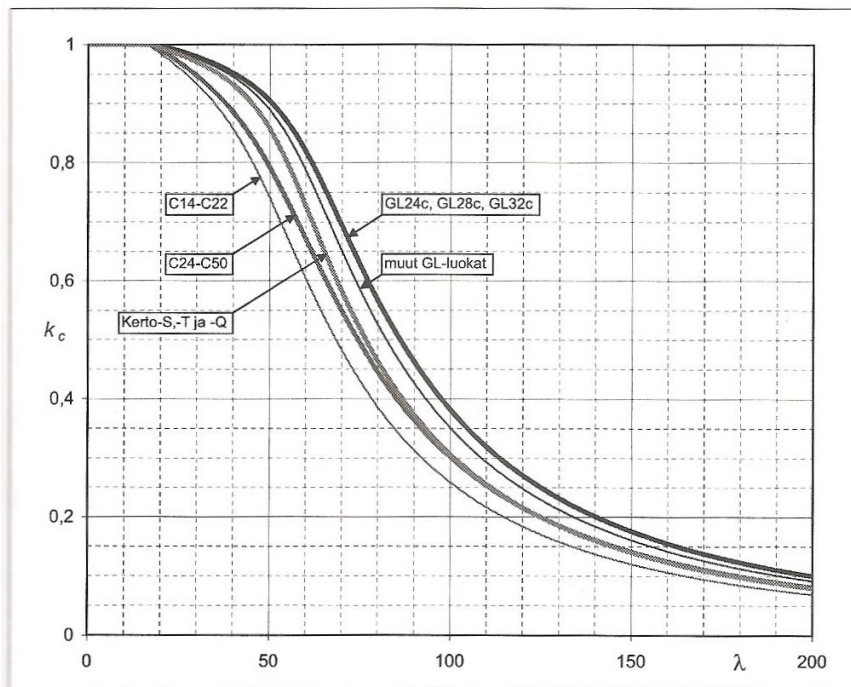
K_{FI} on taulukossa 8. esitetty seuraamusluokasta riippuva kuormakerroin

(RIL 205-1-2009, 25–26.)

4.1.1 Nurjahdus

RIL 205-1-2009:ssä annetaan tarkat ohjeet nurjahduksen laskentaan.

Nurjahdusalttiin sauvan nurjahduskertoimet $k_{c,y}$ ja $k_{c,z}$ voidaan määrittää sahata-varalle kuviosta 16. hoikkuusluvun λ avulla.



Kuvio 16. Nurjahduskertoimen k_c riippuvuus hoikkuusluvusta λ (RIL 205-1-2009,73).

Sauvan hoikkuusluku λ_y saadaan määritettyä kaavasta, vastaavalla lailla voidaan määrittää y-suunnan hoikkuusluku λ_z .

$$\lambda_y = \frac{l_{c,z}}{i_y} \quad (15)$$

, missä

$l_{c,z}$ on nurjahduspituus z-akselin suuntaisessa nurjahduksessa ja, jonka arvo voidaan katsoa taulukosta 9.

Taulukko 9. Puristussauvan nurjahduspituuksia L_c , kun sauvan pituus on L (RIL 205-1-2009,74).

Tuentatapa	Nurjahduspituus L_c
Sauva on jäykästi kiinnitetty toisesta ja nivelellisesti toisesta päästään (esim. jäykkäkantainen hallin päädyn "tuulipilari")	0,85 L
Sauva on nivelöity molemmista päistään (normaali tapaus)	1,0 L
Sauva on poikittaistuettu nurjahduksen suunnassa välein a	1,0 a
Sauva on jäykästi kiinnitetty toisesta päästään ja on vapaa toisesta päästään ("mastopilari")	2,5 L

i_y on poikkileikkauksen jäyhyysäde y -akselin suhteen, joka suora poikkileikkauksilla saadaan kaavasta, kun h on sivumitta nurjahduksen suuntaan

$$i_y = \frac{h}{\sqrt{12}} \quad (16)$$

Ympyrä poikkileikkauksissa puolestaan kaavasta, kun d on ympyrän halkaisija

$$i_y = \frac{d}{4} \quad (17)$$

Nurjahduskertoimien laskennallisessa määrittämisessä tarvittavat sauvan muunnetut hoikkeudet määritetään kaavoista

$$\lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\pi} * \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} \quad (18)$$

$$\lambda_{rel,z} = \frac{\lambda_z}{\pi} * \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} \quad (19)$$

, missä

λ_y ja $\lambda_{rel,y}$ ovat taivutusta y -akselin suhteen (eli z -akselin suuntaan) vastaava hoikkeusluku ja siitä laskettu muunnettu hoikkeus

λ_z ja $\lambda_{rel,z}$ ovat taivutusta z -akselin suhteen (eli y -akselin suuntaan) vastaava hoikkeusluku ja siitä laskettu muunnettu hoikkeus

$f_{c,0,k}$ on puristuslujuuden arvo, joka saadaan eri puumateriaaleille taulukosta.

$E_{0,05}$ on syysuuntaista kuormitusta vastaava kimmokertoimen ominaisarvo, joka saadaan taulukosta 10.

Jos $\lambda_{rel,y} \leq 0,3$ ja $\lambda_{rel,z} \leq 0,3$, voidaan nurjahduskertoimien $k_{c,y}$ ja $k_{c,z}$ arvoina käyttää lukua 1,0. Jos $\lambda_{rel,y} > 0,3$ ja $\lambda_{rel,z} > 0,3$, täytyy nurjahdus huomioida ja nurjahduskertoimien $k_{c,y}$ ja $k_{c,z}$ määrittää kaavoista

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} \quad (20)$$

$$k_{c,z} = \frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}} \quad (21)$$

, missä k_y ja k_z saadaan laskettua epälineaarisuuteen liittyvän apusuureen kaavasta

$$k_y = 0,5 * (1 + \beta_c * (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2) \quad (22)$$

$$k_z = 0,5 * (1 + \beta_c * (\lambda_{rel,z} - 0,3) + \lambda_{rel,z}^2) \quad (23)$$

Epälineaarisuuteen liittyvässä apusuureen kaavassa oleva sauvan alkukäyryydestä riippuvan kertoimen β_c arvoksi voidaan käyttää arvoja riippuen puumateriaalista. Sahatavaralla β_c on 0,2 ja liimapuu sekä LVL:llä β_c on 0,1. (RIL 205-1-2009, 73–76.)

4.1.2 Taivutus

RIL 205-1-2009:ssä annetaan tarkat ohjeet taivutuksen laskentaan ja sen mitoitus-
tusehtoa tarkastellaan murtorajatilan kuormitusyhdistelmissä ja se saadaan määri-
tettyä kaavoista

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m * \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \quad (24)$$

$$k_m * \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \quad (25)$$

jos taivutuksen aikana sauva nurjahtaa, täytyy määritetty nurjahduskerroin $k_{c,y}$ tai
 $k_{c,z}$ ottaa huomioon, jolloin mitoitusehto saadaan kaavoista

$$\frac{\sigma_{c,o,d}}{k_{c,y} * f_{c,o,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \quad (26)$$

$$\frac{\sigma_{c,o,d}}{k_{c,z} * f_{c,o,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \quad (27)$$

,missä

$\sigma_{m,y,d}$ ja $\sigma_{m,z,d}$ ovat jännitysten mitoitusarvot pääakselien suhteen tapahtuvassa
taivutuksessa.

$f_{m,y,d}$ ja $f_{m,z,d}$ ovat vastaavien taivutuslujuuksien mitoitusarvot

Kertoimella k_m otetaan puolestaan huomioon jännitys jakauman ja materiaalin
epähomogeenisuuden vaikutus kahteen suuntaan taivutetun poikkileikkauksen
taivutuskestävyyteen.

Kertoimen k_m arvo valitaan seuraavasti:

- Sahatavaralle, liimapuulle ja LVL:lle suorakaide poikkileikkauksessa k_m ar-
vona voidaan käyttää 0,7, muissa poikkileikkauksissa lukua 1,0
- muille puisille rakennetuotteille poikkileikkauksesta riippumatta k_m arvo on
aina 1,0

(RIL 205-1-2009, 68, 74.)

Mitoitusehdossa taivutusjännitysten mitoitusarvo $\sigma_{m,y,d}$ ja $\sigma_{m,z,d}$ saadaan määrittä-
tyä kaavasta

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{y,d}}{W_y} \quad (28)$$

, missä

$M_{y,d}$ on suurin sauvan taivutusmomentin arvo

W_y on taivutusvastus

Puristuslujuuden arvo $f_{c,0,d}$ voidaan määrittää kaavalla

$$f_{c,0,d} = \frac{f_{c,0,k} \cdot k_{sys} \cdot k_{mod}}{\gamma_M} \quad (29)$$

, missä

$f_{c,0,k}$ on puristuslujuus, joka voidaan määrittää taulukosta 10. puumateriaalien omi-
naisuuksien mukaan.

k_{mod} on muutoskerroin käyttöluokan ja kuorman aikaluokan mukaan, joka saadaan
taulukosta 13.

k_{sys} on kuormanjakoluku

Kun useat tasavälein sijaitsevat samanlaiset sauvat, ristikot tai muut rakenneosat
yhdistetään toisiinsa poikittaisilla, jatkuvilla sekä kuormaa jakavilla rakenneosilla,
voidaan toisiinsa yhdistettävien rakenneosien kestävyysominaisuudet kertoa
kuorman jakoluvulla k_{sys} . Mikäli jatkuvaa kuormaa jakava rakenneosa pystyy siir-
tämään kuormia rakenneosalta viereisille rakenneosille, käytetään k_{sys} arvona 1,1,
muulloin k_{sys} arvo on aina 1,0.

γ_M on puumateriaalien osavarmuusluku, joka saadaan taulukosta 12.

Taivutuslujuus $f_{m,y,d}$ ja $f_{m,z,d}$ saadaan määritettyä kaavoista

$$f_{m,y,d} = \frac{k_{\text{mod}} * k_h * k_{\text{sys}} * f_{m,y,k}}{\gamma_M} \quad (30)$$

$$f_{m,z,d} = \frac{k_{\text{mod}} * k_h * k_{\text{sys}} * f_{m,z,k}}{\gamma_M} \quad (31)$$

, missä

$f_{m,y,k}$ ja $f_{m,z,k}$ ovat taivutuslujuuden ominaisarvoja, jotka saadaan sahatavaralle taulukosta 10. ja kertopuulle taulukosta 11.

k_h on taivutuslujuuden $f_{m,k}$ ja vetolujuuden $f_{t,0,k}$ ominaisarvoja korjaava kerroin, jonka arvo saadaan

Sahatavaralle kaavasta

$$k_h = \left(\frac{150}{h}\right)^{0,2} \leq 1,3, \text{ kun } h < 150 \quad (32)$$

Liimapuulle kaavasta

$$k_h = \left(\frac{600}{h}\right)^{0,1} \leq 1,1, \text{ kun } h < 600 \quad (33)$$

kaavoissa oleva h on taivutetun palkin poikkileikkauksen korkeus tai vedetyn sauvan leveys (mm).

Kertopuulle (LVL) kaavasta

$$k_h = \left(\frac{300}{h}\right)^s \leq 1,2 \quad (34)$$

, jossa h on taivutetun palkin poikkileikkauksen korkeus (mm) ja s on LVL:ssä oleva kokovaikutuseksponentti, joka arvot ilmoitetaan taulukossa 11. (RIL 205-1-2009, 46–50.)

Taivutuksen mitoitusehdossa oleva puristusjännitys $\sigma_{c,0,d}$ saadaan määritettyä kaavasta

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{F_d}{(b \cdot h)} \quad (35)$$

, missä F_d on murtorajatilan kuormitusyhdistelmän arvo eri aikaluokissa ja b on tehollisen poikkileikkauksen leveys ja h puolestaan tehollisen poikkileikkauksen korkeus, jos on kyseessä suorakaide poikkileikkaus.

Taulukko 10. Havupuun ominaislujuudet, jäykkyysominaisuudet ja tiheydet eri lujuusluokissa (RIL 205-1-2009,47).

Lujuusluokka		C14 T0	C18 T1	C24 T2	C30 T3	C35 ¹⁾	C40 ¹⁾
Ominaislujuudet (N/mm ²)							
Taivutus	$f_{m,k}$	14	18	24	30	35	40
Veto	$f_{t,0,k}$	8	11	14	18	21	24
	$f_{t,90,k}$	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6
Puristus	$f_{c,0,k}$	16	18	21	23	25	26
	$f_{c,90,k}$	2,0	2,2	2,5	2,7	2,8	2,9
Leikkaus	$f_{v,k}$	1,7	2,0	2,5	3,0	3,4	3,8
Jäykkyysominaisuudet (N/mm ²)							
Kimmo- moduuli	$E_{0,mean}$	7 000	9 000	11 000	12 000	13 000	14 000
	$E_{0,05}$	4 700	6 000	7 400	8 000	8 700	9 400
	$E_{90,mean}$	230	300	370	400	430	470
Liukumoduuli	G_{mean}	440	560	690	750	810	880
	$G_{0,05}$	300	380	460	500	540	590
Tiheydet (kg/m ³)							
Ominaiستیheys	ρ_k	290	320	350	380	400	420
Tiheyden keskiarvo	ρ_{mean}	350	380	420	460	480	500

Taulukko 11. Kerto-LVL:n ominaislujuudet, kokonaisvaikutusekspONENTIT, jäykkyysoMINAISUUDET ja tiheydet (RIL 205-1-2009, 50).

Tyyppi		Kerto-S	Kerto-T	Kerto-Q Paksuus 21–24 mm	Kerto-Q Paksuus 27–69 mm
Ominaislujuudet (N/mm ²)					
Taivutus - syrjällään - kokovaikutusekspONENTTI - lappeellaan	$f_{m,k}$	44	27	28	32
	s	0,12	0,15	0,12	0,12
	$f_{m,0,flat,k}$	50	32	32	36
Veto - syysuuntaan - poikittain syrjällään	$f_{t,0,k}$	35	24	19	26
	$f_{t,90,edge,k}$	0,8	0,5	6,0	6,0
Puristus - syysuuntaan - poikittain syrjällään - poikittain lappeellaan	$f_{c,0,k}$	35	26	19	26
	$f_{c,90,edge,k}$	6	4	9	9
	$f_{c,90,flat,k}$	1,8	1,0	2,2	2,2
Leikkaus - syrjällään - lappeellaan pintaviilun suuntaan	$f_{v,k}$	4,1	2,4	4,5	4,5
	$f_{r,0,k}$	2,3	1,3	1,3	1,3
JäykkyysoMINAISUUDET (N/mm ²)					
Kimmomoduuli	E_{mean}	13 800	10 000	10 000	10 500
	$E_{0,05}$	11 600	8 800	8 300	8 800
Liukumoduuli	$G_{edge,mean}$	600	400	600	600
	$G_{edge,0.05}$	400	300	400	400
Ominaistiheys (kg/m ³)	ρ_k	480	410	480	480
Tiheyden keskiarvo (kg/m ³)	ρ_{mean}	510	440	510	510

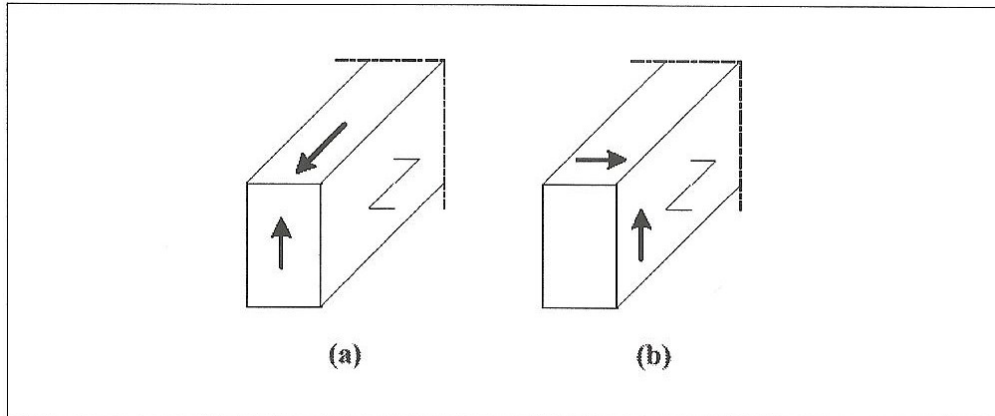
Taulukko 12. Suomessa käytettävät materiaalien osavarmuusluvut γ_m (RIL 205-1-2009,199).

Perusyhdistelmät:	
Sahatavara ja pyöreä puutavara yleensä	1,4
Havusahatavara, jonka lujuusluokka \geq C35	1,25
Liimapuu, LVL	1,2
Puulevyt	1,25
Liitokset	*)
Onnettomuusyhdistelmät	1,0

Taulukko 13. Muunnoskerroimen k_{mod} arvot (RIL 205-1-2009,199).

Materiaali	Käyttö- luokka	Kuorman aikaluokka		
		Pysyvä	Keskipitkä	Hetkellinen
Sahatavara, Pyöreä puu, Liimapuu, LVL, Vaneri	1	0,60	0,80	1,10
	2	0,60	0,80	1,10
	3	0,50	0,65	0,90
Lastulevy P4 ¹⁾ , OSB/2 ¹⁾ , Kova kuitulevy EN 622-2	1	0,30	0,65	1,10
	2	0,20	0,45	0,80
Lastulevy P6 ¹⁾ , OSB/3 ja OSB/4	1	0,40	0,70	1,10
	2	0,30	0,55	0,90
Puolikovat kuitulevyt: MBH.LA ¹⁾ , MBH.HLS, MDF.LA ¹⁾ ja MDF.HLS	1	0,20	0,60	1,10
	2	-	-	0,80

4.1.3 Leikkaus



Kuvio 17. Sauva, jossa on (a) syysuuntainen leikkausjännityskomponentti ja (b) sauva, jossa molemmat leikkausjännityskomponentit ovat syysuuntaa vastaan kohtisuoria (RIL 205-1-2009,69).

Leikkausjännityksen laskentaan ohjeistetaan RIL 205-1-2009:ssä. Kun leikkausjännityksellä on kuvion 17. mukaisesti syysuuntainen komponentti tai, kun molemmat leikkausjännityskomponentit ovat kohtisuorassa syysuuntaa vastaan, tulee mitoitusehto määrittää kaavasta

$$\tau_d \leq f_{v,d} \quad (36)$$

, missä

τ_d on leikkausjännityksen mitoitusarvo

$f_{v,d}$ on vallitsevaa tilannetta vastaava leikkauslujuuden mitoitusarvo

Leikkausjännityksen mitoitusarvo voidaan määrittää kaavasta

$$\tau_d = \frac{3}{2} * \frac{Q_{z,d}}{b_{ef} * h} \quad (37)$$

, missä

$Q_{z,d}$ on suurin leikkausvoiman arvo

h on puolestaan tehollisen poikkileikkauksen korkeus, jos on kyseessä suora-kaidepoikkileikkaus.

b_{ef} on tehollinen leveys, joka täytyy ottaa huomioon taivutettujen sauvojen leikkauskestävyysmitoituksessa.

Tehollinen leveys b_{ef} saadaan kaavasta

$$b_{ef} = k_{cr} * b \quad (38)$$

, missä

b on tarkasteltavan sauvan leveys

k_{cr} on halkeamisen vaikutuksesta oleva kerroin, jonka arvo on lämmitetyissä sisätiloissa tai vastaavissa kosteusoloissa

$k_{cr} = 0,67$ sahatavaralle

$k_{cr} = 1,0$ kosteuden siirtymistä estävällä pintakäsittelyllä käsitetyille puulle sekä Standardien EN 13986 ja EN 14374 mukaisille puutuotteille esim. puulevyt ja LVL. Myös pysyvästi käyttöluokkaa 2 tai 3 vastaavissa kosteusolosuhteissa oleville puurakenteille saadaan käyttää arvoa 1,0. (RIL 205-1-2009,68–69.)

Leikkauslujuuden mitoitusarvo saadaan määritettyä kaavasta

$$f_{v,d} = \frac{k_{mod} * k_{sys} * f_{v,k}}{\gamma_M} \quad (39)$$

, missä

$f_{v,k}$ on leikkauslujuuden ominaisarvo, joka saadaan sahatavaralle taulukosta 10. ja kertopuulle taulukosta 11.

k_{mod} , γ_M ja k_{sys} arvot selitetty kohdassa 4.1.2 taivutus.

4.1.4 Leimapaine

Leimapaineessa tutkitaan syysuuntaan vastaan kohtisuorassa olevaa puristusta, jonka laskemiseen ohjeistetaan RIL 205-1-2009:ssä.

Syysuuntaa vastaava kohtisuoran puristuksen mitoitusehto

$$\sigma_{c,90,d} \leq k_{c,\perp} * f_{c,90,d} \quad (40)$$

, missä

$\sigma_{c,90,d}$ on kosketuspinnalla vaikuttavan puristusjännityksen mitoitusarvo

$f_{c,90,d}$ on puristuslujuuden mitoitusarvo syysuuntaa vastaan kohtisuorassa puristuksessa

$k_{c,\perp}$ on tukipainekerroin

Tukipainekertoimen $k_{c,\perp}$ arvo saadaan määritettyä kaavalla

$$k_{c,\perp} = \frac{l_{c,90,ef}}{l} * k_{c,90} \quad (41)$$

, missä

l on kosketuspinnan pituus puun syiden suunnassa

$l_{c,90,ef}$ on tehollinen kosketuspinnan pituus, joka määritetään lisäämällä kosketuspinnan pituuteen l molemmin puolin 30 mm enintään mitan a , l tai $\frac{l_1}{2}$ kuvion 18. mukaan.

$k_{c,90}$ on kerroin, jonka avulla otetaan huomioon kuorman sijainti, puun halkeamismahdollisuus ja puristuman suuruus. Kertoimen arvona käytetään 1,0, paitsi seuraavissa tapauksissa, kun kuvion 19. mukainen puristuspintojen välinen etäisyys $l_1 \geq 2 * h$:

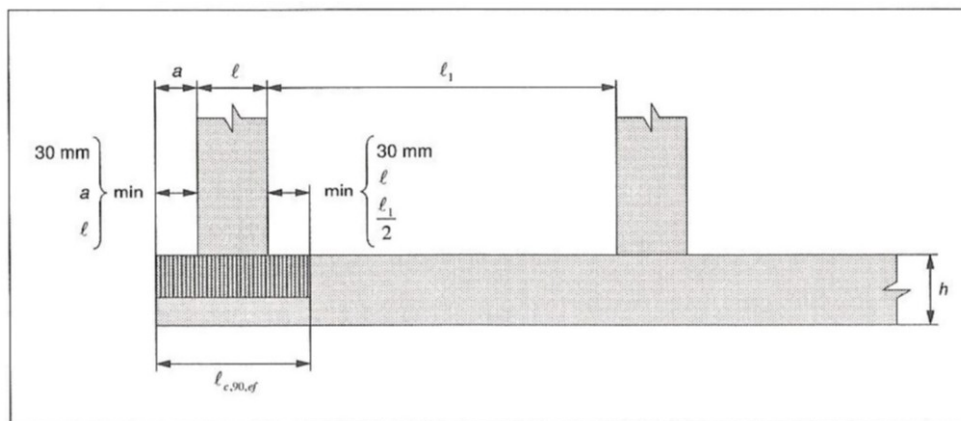
$k_{c,90} = 1,25$ (havupuisella sahatavaralla)

$k_{c,90} = 1,5$ (havupuisella liimapuulle)

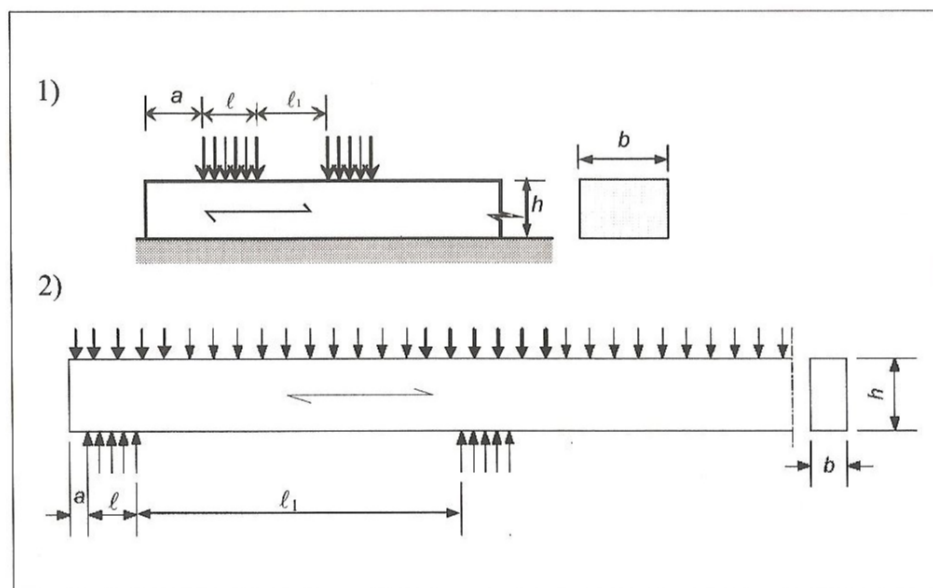
$k_{c,90} = 1,3$ (Kerto-Q:n syrjäpinnalla)

$k_{c,90} = 1,4$ (Kerto-LVL lapepinnalla)

Sauvojen, joiden korkeus muuttuu, kertoimen $k_{c,90}$ määrittämisessä käytettävä h -mitta on poikkileikkauksen korkeus tarkasteltavan kosketuspinnan keskikohdalla (RIL 205-1-2009, 66–67.)



Kuvio 18. Tehollinen kosketuspinnan pituus (RIL 205-1-2009,67).



Kuvio 19. Tukipaine 1) jatkuvalla tuella lepävän sauvan kuormituspisteissä ja 2) palkin tukipinnoilla tai kuormituspisteessä (RIL 205-1-2009, 67).

Puristusjännitys $\sigma_{c,90,d}$ saadaan laskettua kaavasta

$$\sigma_{c,90,d} = \frac{F_d}{A} \quad (42)$$

, missä

F_d on murtorajatilan kuormitusyhdistelmässä oleva kestävyyttä ja tasapainoa tarkasteltaessa mitoituskuorma

A on poikkileikkauksen pinta-ala, joka voidaan määrittää kaavasta

$$A = h * b \quad (43)$$

, missä h on sauvan poikkileikkauksen pituus ja b on sauvan poikkileikkauksen leveys.

4.2 Käyttörajan mitoitus

Käyttörajanloiksi luokitellaan rajatilat, jotka vaikuttavat rakenteen tai rakenneosien toimintaan normaalikäytössä, ihmisten mukavuuteen tai rakennuskohteen ulkonäköön. Käyttörajanlassa tarkastellaan siirtymiä, jotka vaikuttavat rakennuksen ulkonäköön, käyttäjien mukavuuteen tai rakenteen toimivuuteen, värähtelyjä, jotka saavat ihmiset tuntemaan olonsa epämukavaksi tai rajoittavat rakenteen kelpoisuutta käyttötarkoitukseen sekä vaurioita, jotka vaikuttavat kielteisesti rakennuksen ulkonäköön, säilyvyyteen tai rakenteen toimivuuteen. (RIL 201-1-2011, 28.)

Käyttörajanlassa tutkitaan käyttökelpoisuuskriteereitä, joita ovat esim. rakenteen jäykkyteen sekä rakenteiden keskinäisiin sijainteihin liittyviä kriteereitä. Jäykkyyskriteerit voidaan esittää taipumille, sivuttaisliikkeelle tai värähtelylle asetettujen raja-arvojen avulla. Taipumat ja vaakasiirtymät lasketaan standardien EN 1992...EN 1999 mukaisesti käyttämällä tarkoituksenmukaisia kuormayhdistelmiä huomioiden samalla käyttökelpoisuusvaatimukset. Käyttökelpoisuuskriteerit määritellään kutakin hanketta varten ja niistä sovitaan tilaajien kanssa. Minimivaatimukset esitetään standardeissa EN 1990...EN 1991 ja niiden kansallisissa liitteissä. (RIL 201-1-2011, 40.)

Käyttörajan kuormayhdistelmät valitaan siten, että ne ovat tarkoituksenmukaisia tarkasteltavien käyttökelpoisuusvaatimusten ja toimivuuskriteerien kannalta. Puurakenteiden taipumamitoituksissa käytetään käyttörajan ominaisyhdistelmää, joka voidaan laskea kaavalla

$$G_{k,j} + Q_{k,1} \sum_{i>1} \Psi_{0,i} * Q_{k,i} \quad (44)$$

, missä

$G_{k,j}$ on pysyvien kuormien ominaisarvo

$Q_{k,1}$ on lumi- ja hyötykuorman ominaisarvoista suurempi

$Q_{k,i}$ on muut muuttuvat kuormat

$\Psi_{0,i}$ on ominaisyhdistelyssä käytettävä muuttuvan kuorman yhdistelykerroin, jonka arvo saadaan taulukosta 14.

Taulukko 14. Muuttuvan kuorman yhdistelykertoimet, jossa Ψ_0 on ominaisyhdistelyssä käytettävä kerroin, Ψ_1 kuvastaa tavallisesti toistuvan kuormituksen osuutta ja Ψ_2 puolestaan muuttuvan kuorman pitkäaikaisosuutta (RIL 205-1-2009, 27).

Kuorma	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
Hyötykuormat rakennuksissa (ks. taulukko 2.5)			
Luokka A: asuintilat	0,7	0,5	0,3
Luokka B: toimistotilat	0,7	0,5	0,3
Luokka C: kokoontumistilat	0,7	0,7	0,3
Luokka D: myymälätilat	0,7	0,7	0,6
Luokka E: varastotilat	1,0	0,9	0,8
Luokka F: liikennöitävät tilat, esim. autotallit	0,7	0,7	0,6
Luokka G: liikennöitävät tilat, raskaat ajoneuvot	0,7	0,5	0,3
Luokka H: vesikatot (kunnossapito)	0	0	0
Jääkuorma	0,7	0,3	0
Lumikuorma ¹⁾ , kun			
$s_k < 2,75 \text{ kN/m}^2$	0,7	0,4	0,2
$s_k \geq 2,75 \text{ kN/m}^2$	0,7	0,5	0,2
Rakennusten tuulikuormat	0,6	0,2	0
Rakennusten sisäinen lämpötila (ei tulipalossa)	0,6	0,5	0

Taipuma. Käyttörajatilan mitoituksessa olevan taipuman laskentaan ohjeistetaan RIL 205-1-2009:ssä. Kun taipumista tai rakennuksen vaakasiirtymistä on haittaa, kuormien ominaisyhdistelmästä aiheutuvat käyttörajatilan taipumat ja vaakasiirtymät rajoitetaan taulukon mukaisiksi, ellei rakenteen tai rakennuksen tyypistä, käyttötarkoituksesta tai toiminnan luonteesta johtuen muiden arvojen voida katsoa soveltuvan paremmin. (RIL 205-1-2009, 90.)

Taulukko 15. Taipumien ja rakennuksen vaakasiirtymien enimmäisarvot. Ulokkeiden taipuma jännevälin suhteen saa olla kaksinkertainen (RIL 205-1-2009, 205).

Rakenne	$W_{inst}^{1)}$	$W_{net,fin}^{2)}$	$W_{fin}^{3)}$
Pääkannattimet	$\ell/400$	$\ell/300$	$\ell/200$
Orret ja muut toisiokannattimet	-	$\ell/200$	$\ell/150$
Rakennuksen vaakasiirtymä	-	$H/300$	-

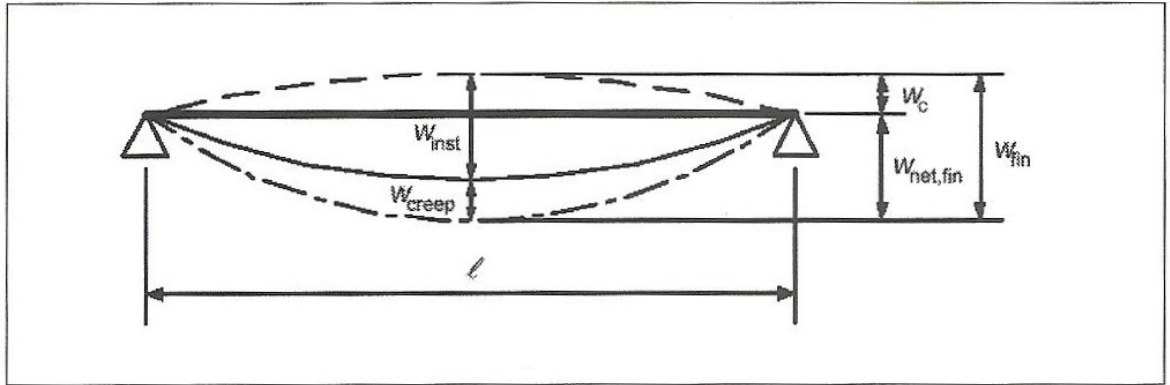
ℓ on jänneväli

H on rakennuksen tarkasteltavan kohdan korkeus

1) Koskee pelkästään lattiaita

2) Koskee suoria ja esikorotettuja rakenteita, mutta ei tukipisteiden välillä kaarevia tai taitteellisia kannattimia

3) Koskee esikorotettuja sekä tukipisteiden välillä kaarevia tai taitteellisia rakenteita



Kuvio 20. Taipuman muodostuminen (RIL 205-1-2009, 205).

Lopullinen mitoitusehto määräytyy taulukon 15. olevien taipumien ja rakennuksen vaakasiirtymien enimmäisarvojen mukaan.

Lopullinen taipuman arvo U_{fin} voidaan määrittää kaavasta

$$U_{fin} = U_{fin,G} + U_{fin,Q,1} + \sum U_{fin,Q,i} \quad (45)$$

, missä

U_{fin} on lopputilan taipuman arvo

$U_{fin,G}$ on lopullinen taipuma pysyvästä kuormasta

$U_{fin,Q,1}$ on lopullinen taipuma muuttuvasta kuormasta

$U_{fin,Q,i}$ on lopullinen taipuma samanaikaisesti muusta muuttuvasta kuormasta

Pysyvästä kuormasta tuleva lopullinen taipuma $U_{fin,G}$ voidaan määrittää kaavasta

$$U_{fin,G} = U_{inst,G} * (1 + k_{def}) \quad (46)$$

Muuttuvasta kuormasta tuleva lopullinen taipuma $U_{fin,Q,1}$ voidaan määrittää kaavasta

$$U_{fin,Q,1} = U_{inst,Q,1} * (1 + \Psi_{2,1} * k_{def}) \quad (47)$$

Muusta muuttuvasta kuormasta tuleva lopullinen taipuma $U_{fin,Q,i}$ voidaan määrittää kaavasta

$$U_{fin,Q,1} = U_{inst,Q,1} * (\Psi_{o,i} + \Psi_{2,i} * k_{def}) \quad (48)$$

, missä

k_{def} on virumaluku, joka saadaan taulukosta 16.

$\Psi_{2,1}$ ja $\Psi_{2,i}$ ovat muuttuvien kuormien pitkäaikaisarvon yhdistelykuormia, jotka saadaan taulukosta 14.

$\Psi_{o,i}$ on ominaisyhdistelyssä käytettävä muuttuvan kuorman yhdistelykerroin, joka saadaan myös taulukosta 14.

Taulukko 16. Virumaluvun k_{def} arvot puulle ja puutuotteille (RIL 205-1-2009, 46).

Materiaali	Standardit	Käyttöluokka		
		1	2	3
Sahatavara, Pyöreä puu	EN 14081-1	0,60	0,80	2,00
Liimapuu	EN 14080			
LVL	EN 14374, EN 14279			
Vaneri, Kerto-Q lappeella	EN 636, VTT 184/03	0,80	1,00	2,50
OSB-levy	EN 300: OSB/2	2,25	-	-
	EN 300: OSB/3, OSB/4	1,50	2,25	-
Lastulevy	EN 312: P4 ja P5	2,25	3,00	-
	EN 312: P6 ja P7	1,50	2,25	-
Kova kuitulevy	EN 622-2: HB.LA, HB.HLA	2,25	3,00	-
Puolikova kuitulevy	EN 622-3: MBH.LA, MBH.HLS	3,00	4,00	-
MDF-levy	EN 622-5: MDF.LA, MDF.HLS	2,25	3,00	-

5 HUOLTORAKENNUKSEN KUORMAT

5.1 Katon lumikuorma

Huoltorakennus sijaitsee Lappajärvellä, joten liitteestä 1. voidaan S_k arvona käyttää $2,40 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$. Katon kaltevuus on 1:3

Määritetään rakennuksen harjakaton kaltevuus kaavasta

$$\alpha = \tan^{-1} \frac{1}{3} = 18,434^\circ \quad (49)$$

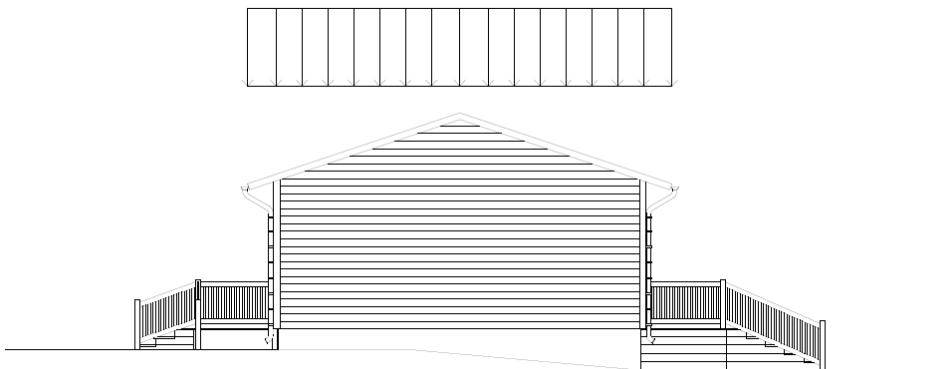
, jolloin taulukon 4. mukaan muotokerroin $\mu_i = 0,8$, kun $0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$

Lasketaan ominaislumikuorma kaavalla (1)

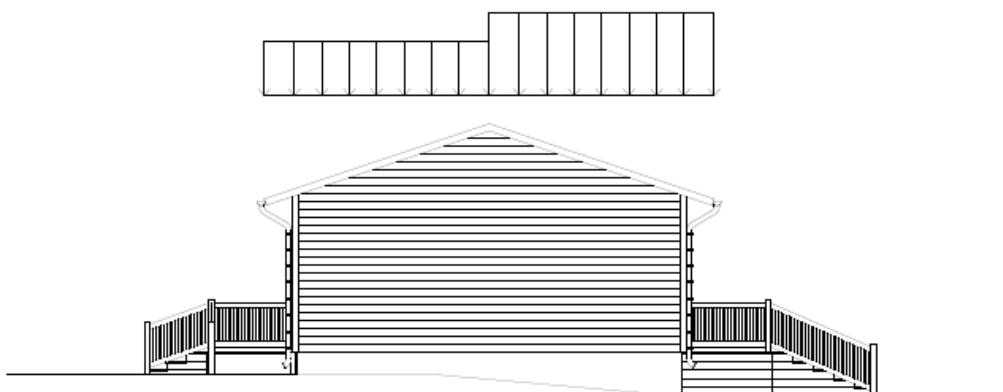
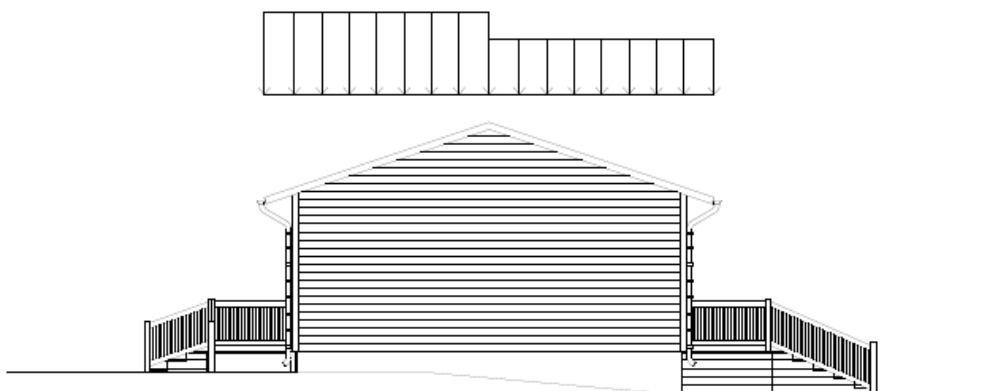
$$q_k = \mu_i * S_k$$

$$q_k = 0,8 * 2,40 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} = 1,92 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Koska rakennuksen katto on muodoltaan harjakatto, määritetään kaksi tapausta, miten lumikuorma kerrostuu katolle. Katolla olevan lumikuorman kerrostumistapaukset ovat esitetty kuvioissa 21. ja 22.



Kuvio 21. Lumikuorma $1,92 \text{ kN/m}^2$ kerrostuu harjakaton kummallekin lappeelle tasaisesti.



Kuvio 22. Lumikuorma jakautuu harjakatolle epätasaisesti. Toisella lappeella lumikuorma on $1,92 \text{ kN/m}^2$ ja toisella $0,96 \text{ kN/m}^2$.

5.2 Kokonaistuulikuorma

5.2.1 Kokonaistuulikuorma sivuseinään

Rakennuksen päätyseinän pituus d on 7,15 m ja sivuseinän pituus b on 19,38 m. Rakennuksen korkeus h on 5 m.

Ennen kokonaistuulikuorman määrittämistä, täytyy selvittää mihin maastoluokkaan kyseinen alue kuuluu, jonne rakennus tullaan rakentamaan. Maastoluokka saadaan selville kuviosta 13. Todetaan, että alue kuuluu maastoluokkaan III, koska Lappajärven kunta ja sen keskusta sijaitsee alueella, jossa on matalaa kasvillisuutta, pelto-alueita, rakennuksia ja metsää ympärillä sekä järvi muutaman kilometrin päässä keskustasta.

Koska rakennuksen korkeus on 5 m ja se kuuluu maastoluokkaan III, nopeuspai-
neen ominaisarvoksi saadaan taulukosta 6. katsottuna $q_p = 0,35 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

Koska maasto on tasaista, kuvio 12. mukaan

$$q_p = q_{p0}$$

Lasketaan kokonaistuulikuorma sivuseinään kaavan (2) mukaan

$$q_{\text{wik}} = c_s c_d * c_f * q_p$$

, missä

Rakennekerroin $c_s c_d = 1$, kun rakennuksen korkeus $h < 15$ m

Tehollinen hoikkuus λ , kun rakennuksen korkeus $h < 15$ m, joten sen määrittämiseen voidaan käyttää kaavaa (3)

$$\begin{aligned} \lambda &= \frac{2 * h}{b} \\ &= \frac{2 * 5 \text{ m}}{19,38 \text{ m}} = 0,515995872 \approx 0,52 \end{aligned}$$

Sivusuhte saadaan laskettu kaavasta (5)

$$\frac{d}{b} = \frac{7,15 \text{ m}}{19,38 \text{ m}} = 0,3689370485 \approx 0,37$$

voimakerroin c_f saadaan määritettyä taulukosta 5.

koska $\lambda = 0,52$ on lähellä arvoa 0,50 voidaan voimakertoimena c_f käyttää arvoa 1,37.

Syötetään arvot kokonaistuulikuorman kaavaan (2) ja lasketaan kokonaistuulikuorma

$$q_{\text{wik}} = 1 * 1,37 * 0,35 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} = 0,4795 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \approx 0,48 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

5.2.2 Kokonaistuulikuorma päätyseinään

Nopeuspaineen ominaisarvona voidaan käyttää samaa $q_p = 0,35 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$ kuin sivuseinän kokonaistuulikuorman laskennassa. Maasto on tasaista, jolloin $q_p = q_{p0}$

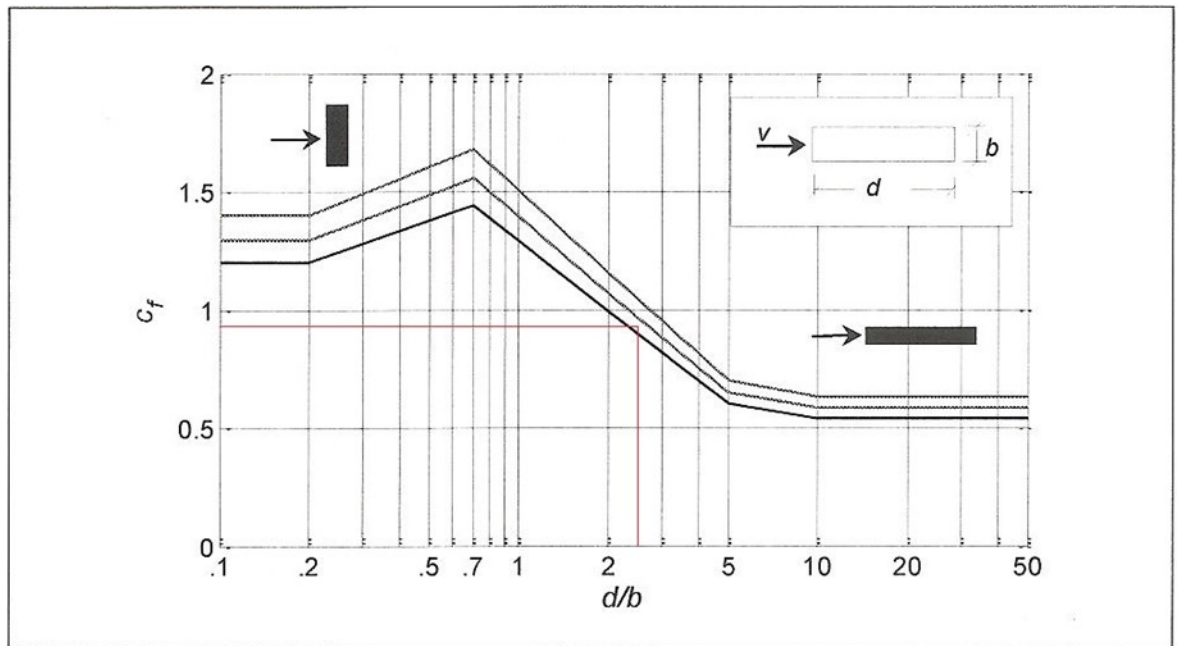
Tehollinen hoikkuus λ kaavasta (3), missä b arvona käytetään päätyseinän pituutta 7,15 m

$$\lambda = \frac{2 * 5 \text{ m}}{7,15 \text{ m}} = 1,398601399 \approx 1,40$$

Sivusuhte kaavasta (5), jossa d arvona on sivuseinän pituus 19,38 m ja b on päätyseinän pituus 7,15 m.

$$\frac{d}{b} = \frac{19,38 \text{ m}}{7,15 \text{ m}} = 2,71048951 \approx 2,71$$

koska $\lambda = 1,40$ ja sivusuhte 2,71, saadaan c_f arvo väliltä $\leq 1 \dots 3$ (katso kuvio 23.), josta saadaan katsottua c_f arvoksi 0,90.



Kuvio 23. Voimakerroin c_f teräväsärmäinen suorakaidepoikkileikkauksen omaavalle matalalle tai korkealle rakennukselle (mukaiillen RIL-201-1-2011, 137).

Kokonaistuulikuorma päätyseinään saadaan kaavasta (2)

$$q_{wik} = c_s c_d * c_f * q_p$$

$$q_{wik} = 1 * 0,90 * 0,35 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} = 0,315 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \approx 0,31 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

5.3 Runkotolppaan kohdistuva paikallinen tuulikuorma

Määritetään ikkunan 18x12 vieressä olevalle runkotolpalle vaikuttava paikallinen tuulikuorma, kun runkotolppa on 48x123 k 600 jaolla. Lujuus- ja materiaaliluokaltaan runkotolppa on sahatavara C24. Rakennuksen sivuseinän pituus b on 19.38 m ja päätyseinän pituus d on 7,15 m. Rakennuksen korkeus h on 5,0 m. Kuviosta 13. määrittämällä saadaan maastoluokaksi III, joten nopeuspaineen arvo taulukosta 6. katsottuna on $q_p = 0,35 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$.

5.3.1 Tuulikuorma tolppalle, kun tuulee sivuseinään

Paikallisen tuulikuorma määrittäminen runkotolpalle kaavasta (6)

$$q_{w,k} = (c_{pe} + c_{pi}) * q_p$$

, josta aluksi määritetään ulkoisen paineen kerroin c_{pe} . Määritetään aluksi kuviosta 15. kuormitusalueen vyöhyke, joka on vyöhyke D, jolloin $c_{pe,1} = +1,0$ ja määritetään $c_{pe,10}$ arvo.

Lasketaan sivusuhte hyödyntäen kaavaa (3)

$$\begin{aligned} \frac{h_1}{d} \\ = \frac{5,4 \text{ m}}{7,15 \text{ m}} = 0,7552447552 \approx 0,75 \end{aligned}$$

, missä h_1 on rakennuksen korkeus, joka saadaan laskemalla rakennuksen korkeus ja perustuksen korkeus yhteen $h_1 = 5,0 \text{ m} + 0,4 \text{ m} = 5,4 \text{ m}$ arvo d puolestaan on rakennuksen leveys 7,15 m.

$\frac{h}{d}$ arvoa vastaan taulukon 7. $c_{pe,10}$:n arvo 0,75

Ulkoisen paineen kerroin c_{pe} kaavassa oleva A tarkoittaa tuulen vaikutusaluetta, joka saadaan määritettyä kaavasta

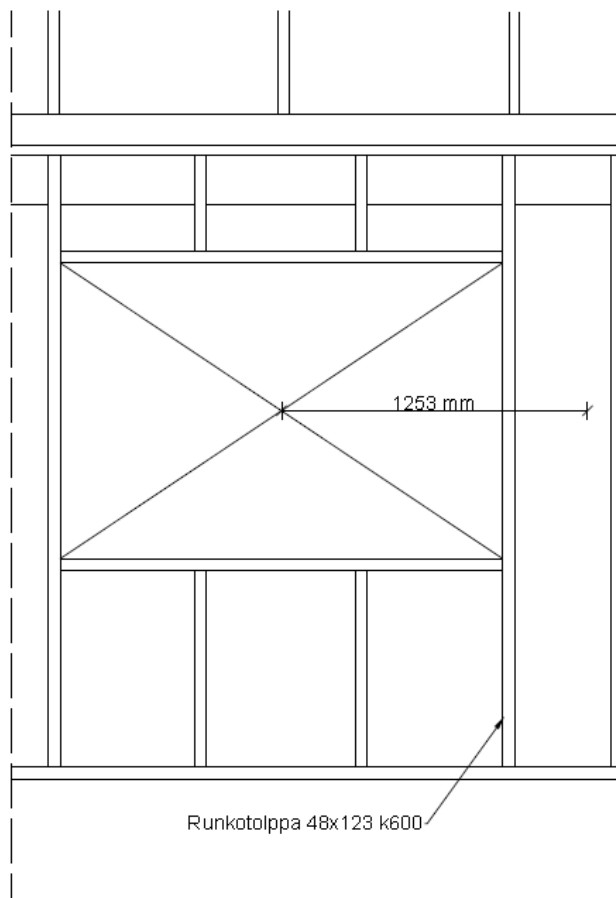
$$A = l_3 * k_1 \quad (50)$$

, missä

l_3 on runkotolpan korkeus

k_1 on kuormitusleveys

Lasketaan tuulen vaikutusalue A kaavasta (50), missä kuormitusleveys k_1 saadaan katsomalla kuvioista 24.



Kuvio 24. Kuormitusleveys k_1 ikkunan aukon runkotolpalle.

$$A = l_3 * k_1$$

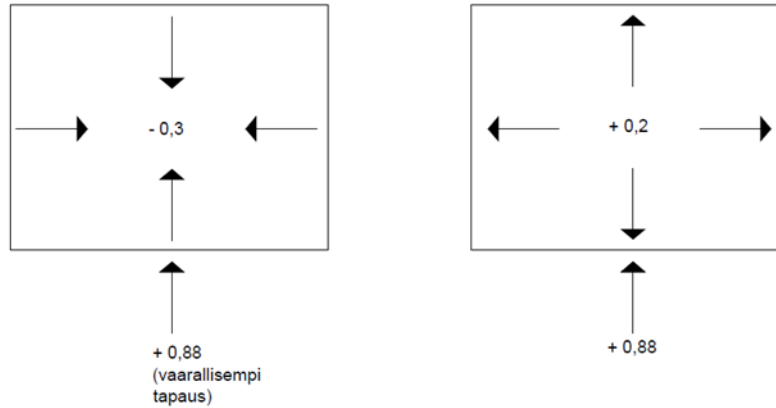
$$= (2,5 \text{ m} - 0,048 \text{ m}) * 1,253 \text{ m} = 3,072356 \text{ m}^2 \approx 3,072 \text{ m}^2$$

Lasketaan c_{pe} arvo kaavasta (7)

$$c_{pe} = c_{pe,1} - (c_{pe,1} - c_{pe,10}) * \log A$$

$$c_{pe} = 1,0 - (1,0 - 0,75) * \log 3,072 \text{ m}^2 = 0,8781446972 \approx 0,88$$

Määritetään sisäpaineen kertoimen c_{pi} arvo, joka saadaan kuviosta 25.



Kuvio 25. c_{pi} -arvon määrittäminen kuvitettuna.

Käytetään vaarallisinta arvoa, joten $c_{pi} = -0,3$, joten lasketaan kokonaistuulivoima kaavasta (6)

$$q_{w,k} = (c_{pe} + c_{pi}) * q_p$$

$$q_{w,k} = (0,88 + 0,3) * 0,35 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} = 0,413 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \approx 0,41 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Vaikuttava tuulikuorma runkotolpalle saadaan määritettyä kaavasta

$$q_k = q_{w,k} * k_1 \tag{51}$$

$$= 0,41 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} * 1,253 \text{ m} = 0,51373 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \approx 0,51 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

5.3.2 Tuulikuorma tolपालle, kun tuulee päätyseinään

Määritetään aluksi ulkoisen paineen kerroin c_{pe}

Vyöhykkeen valitseminen jolloin kuormitusalueen vyöhykkeen e mitan määrittäminen kaavasta, jotka ilmoitetaan kuviossa 15.

$$e = \min \left\{ \begin{array}{l} 2 * h \\ b \end{array} \right. = \left\{ \begin{array}{l} 2 * 5,4 \text{ m} = 10,8 \text{ m} \\ 7,15 \text{ m} \end{array} \right.$$

$$e < d$$

7,15 m < 19,38 m, jolloin vyöhykkeet A, B ja C mukana,

$$\frac{e}{5} = \frac{7,15 \text{ m}}{5} = 1,43 \text{ m}$$

Runkotolppa ja (tuulen vaikutusala) sijaitsevat vyöhykkeellä A, kun tuulee päätyseinään.

$c_{pe,1}$ ja $c_{pe,10}$ arvot määritetään taulukosta 7. vyöhykkeen A kohdalta, jolloin

$$c_{pe,1} = -1,4 \text{ ja } c_{pe,10} = -1,2$$

Lasketaan c_{pe} arvo kaavasta (7), jossa tuulen vaikutusalue A käytetään samaa pinta-alaa kun edellisessä runkotolpan kokonaistuulikuorman laskennassa.

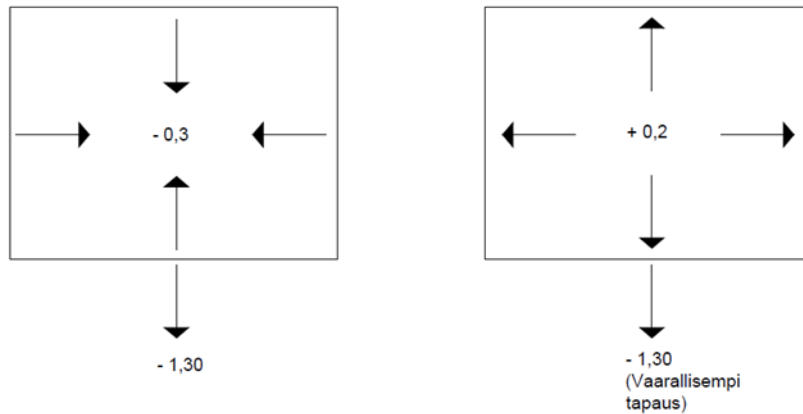
$$c_{pe} = c_{pe,1} - (c_{pe,1} - c_{pe,10}) * \log A$$

$$c_{pe} = -1,4 - (-1,4 - (-1,2)) * \log 3,072 \text{ m}^2$$

$$c_{pe} = -1,4 - (-1,4 + 1,2) * \log 3,072 \text{ m}^2$$

$$c_{pe} = -1,4 + 0,09748424227 = -1,302515758 \approx -1,30$$

Sisäisen paineen kerroin c_{p1} kuviosta 26., kun seinillä on vaihteleva tiiviys.



Kuvio 26. c_{pi} -arvon määrittäminen kuvitettuna.

c_{p1} arvona käytetään vaarallisinta arvo eli +0,2, joten lasketaan paikallinen tuulikuorma tolppalle kaavasta (6)

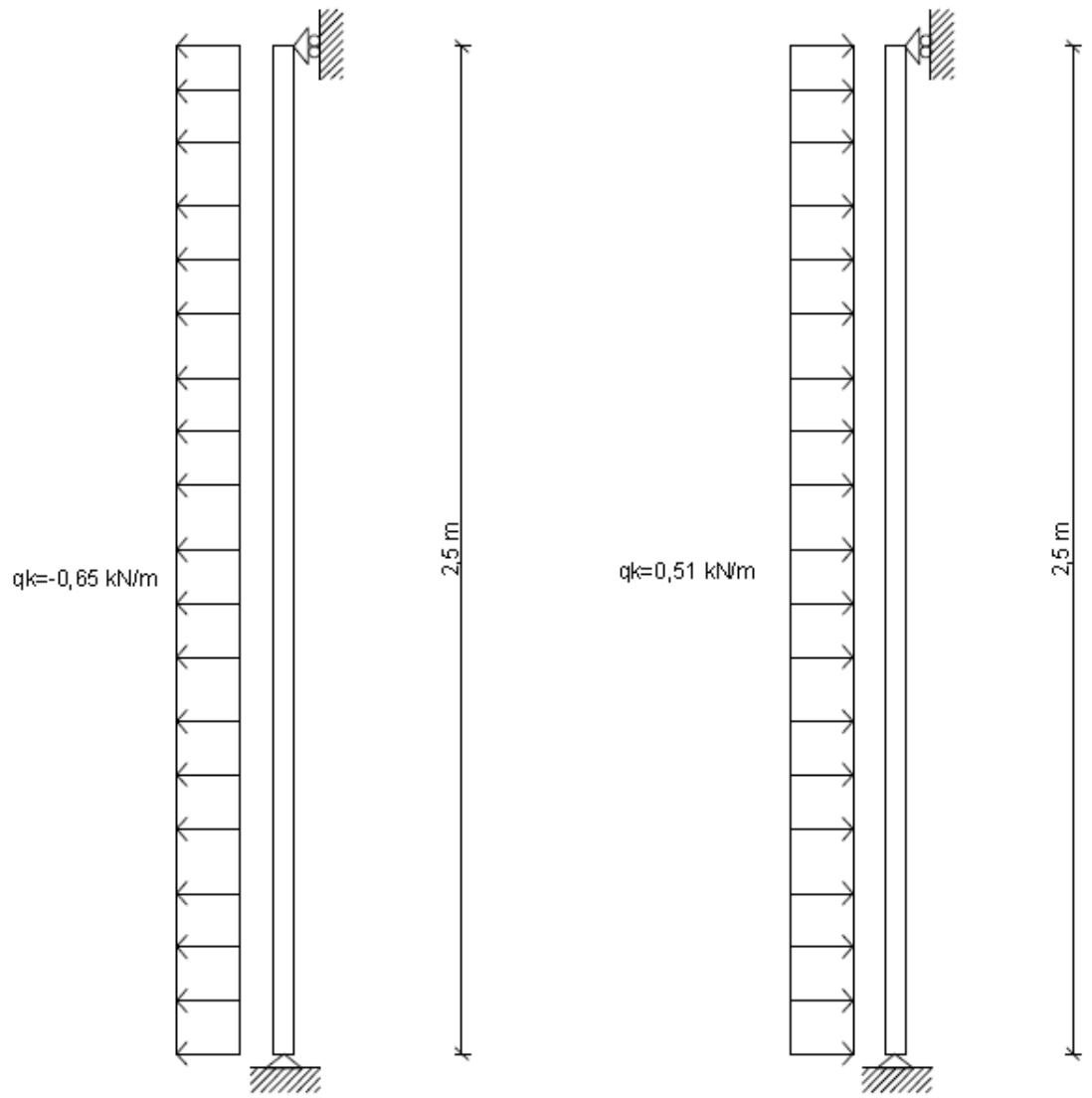
$$q_{w,k} = (c_{pe} + c_{pi}) * q_p$$

$$q_{w,k} = (-1,30 - 0,2) * 0,35 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} = -0,525 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \approx -0,52 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Vaikuttava tuulikuorma runkotolpalle saadaan kaavasta (51)

$$q_k = q_{w,k} * k_1$$

$$q_k = -0,52 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} * 1,253 \text{ m} = -0,65156 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \approx -0,65 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$



Kuvio 27. Runkotolpalle vaikuttavat tuulikuormat kuvitettuna.

6 RAKENNEOSIEN MITOITUKSET

Rakennuksen rakenneosat mitoitetaan murto- ja käyttörajatilassa. Murtorajatilassa tutkitaan runkotolpan, ikkunaylityspalkin sekä ylä- ja alasidepuiden kestävyyttä. Käyttörajatilassa tutkitaan ikkunanylityspalkin taipumaa.

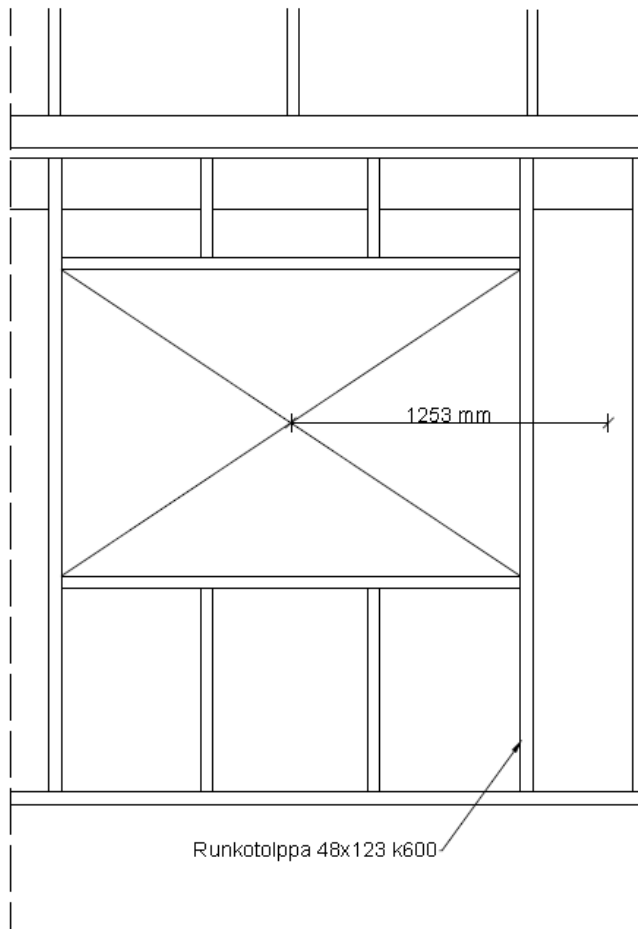
6.1.1 Runkotolppa

Ulkoseinän runkotolppa on sahatavara C24 48x123 k600 suurimman ikkunaukon 18x12 pielessä, jossa käytetään yhtä runkotolppaa. Rakennus kuuluu CC2-luokkaan, joten murtorajatilassa mitoituksessa tarvittava K_{FI} arvo on 1,0 (katso Taulukko 8.).

Tarkastellaan runkotolpan nurjahdusta sekä taivutus- ja leikkauskestävyyttä neljässä murtorajatilassa kuormitusaikaluokassa, joita ovat pysyvä aikaluokka (KY 1), keskipitkä aikaluokka (KY 2), Hetkellinen aikaluokka, kun tuuli määräävänä (KY 3) sekä hetkellinen aikaluokka, kun lumi määräävänä (KY 4).

6.1.2 Kuormat

Runkotolppa mitoitetaan murtorajatiloiden kuormitusten kautta, jotka on esitetty kohdassa murto- ja käyttörajatilassa mitoitukset. Runkotolppaa tarkastellaan nurjahdus- ja taivutuskestävyyden yhteisvaikutuksessa sekä leikkauskestävyydessä, joka tapahtuu ainoastaan hetkellisissä aika-luokissa KY 3 ja KY 4. Laskennoissa tarvittavia mittoja ovat kattoristikon jänneväli $l_1 = 7,0$ m, räystään pituus $l_2 = 0,6$ m, runkotolpan pituus $l_3 = 2,5$ m, runkotolpan kuormitusleveys suurimman ikkunaukon kohdalla $k_1 = 1,253$ m (Kuvio 28.). Runkotolpan poikkileikkauksen leveys b on 48 mm ja korkeus h on 123 mm. Lumikuorma katolle $Q_{k1} = 1,92 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$ on laskettu kohdassa 5.1 Katon lumikuorma ja runkotolpalle välittyvä suurempi tuulikuorma $Q_{k2} = 0,65 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$ kohdassa 5.3.2 Tuulikuorma tolppalle, kun tuulee päätyseinään.



Kuvio 28. Suurimman ikkuna-aukon vieressä olevan runkotolpan kuormitusleveys k_1 .

Laskennoissa tarvittava yläpohjan omapaino saadaan kaavasta

$$G_k = 0,3 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} + 0,1 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} + 0,15 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} = 0,55 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad (52)$$

, missä

$0,1 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$ on taulukossa 3. ala- ja yläpaarteen yhteiskuormitus

$0,15 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$ on taulukossa 3 olevan muotolevykatteen ja alusrakenteiden kuormitus

$0,3 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$ on taulukossa 3. olevan sisäkattoverhouksen ja lämmöneristeen yhteiskuormitus.

Pystykuorma tolपाले, yläpohjan omasta painosta saadaan kaavasta

$$G_{k1} = \left(\frac{l_1}{2} + l_2\right) * k_1 * g_k \quad (53)$$

$$= \left(\frac{7,0 \text{ m}}{2} + 0,6 \text{ m}\right) * 1,253 \text{ m} * 0,55 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} = 2,825515 \text{ kN} \approx 2,8 \text{ kN}$$

Pystykuorma tolपाले katolla olevasta lumikuormasta saadaan kaavasta

$$Q_{k1} = \left(\frac{l_1}{2} + l_2\right) * k_1 * q_{k1} \quad (54)$$

$$= \left(\frac{7,0 \text{ m}}{2} + 0,6 \text{ m}\right) * 1,253 \text{ m} * 1,92 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} = 9,863616 \text{ kN} \approx 9,86 \text{ kN}$$

6.1.3 Mitoitus

Nurjahduskestävyys

Määritetään nurjahduskerroin $k_{c,y}$ poikkileikkauksen y-akselin suhteen

Katsotaan taulukosta 9. runkotolpan nurjahduspituus, joka on

$$L_{c,z} = 1,0 * l_3$$

$$l_{c,z} = 1,0 * 2500 \text{ mm} = 2500 \text{ mm}$$

Lasketaan poikkileikkauksen jäyhyyssäde i_y kaavasta (16)

$$i_y = \frac{h}{\sqrt{12}}$$

$$i_y = \frac{123 \text{ mm}}{\sqrt{12}} = 35,50704156 \text{ mm} \approx 35,5 \text{ mm}$$

Hoikkuusluku λ_y saadaan kaavasta (15)

$$\lambda_y = \frac{L_{c,z}}{i_y}$$

$$\lambda_y = \frac{2500 \text{ mm}}{35,5 \text{ mm}} = 70,42253521 \approx 70,42$$

Suhteellisen hoikkuusluvun $\lambda_{rel,y}$ määrittäminen kaavasta (18)

$$\lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\pi} * \sqrt{\frac{f_{c,o,k}}{E_{0,05}}}$$

, missä $f_{c,o,k}$ ja $E_{0,05}$ arvot saadaan taulukosta 10. sahatavara C24 kohdalta.

$$\lambda_{rel,y} = \frac{70,42}{\pi} * \sqrt{\frac{21 \frac{N}{mm^2}}{7400 \frac{N}{mm^2}}} = 1,194097903 \approx 1,194$$

Koska $\lambda_{rel,y} > 0,3$ nurjahdus on otettava huomioon

Lasketaan epälineaarisuuteen liittyvä apusuure kaavasta (22), missä Sahatavara-
la β_c on 0,2

$$K_y = 0,5 * (1 + \beta_c * (\lambda_{rel,y} - 0,3) + (\lambda_{rel,y})^2)$$

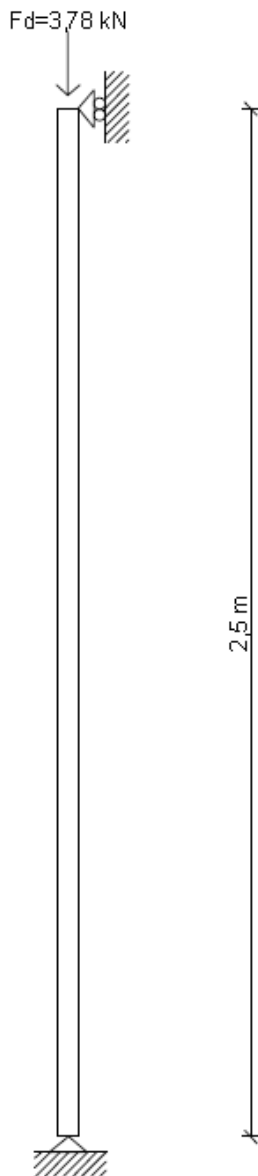
$$K_y = 0,5 * (1 + 0,2 * (1,194 - 0,3) + (1,194)^2) = 1,302218 \approx 1,302$$

Nurjahduskerroin $k_{c,y}$ saadaan kaavasta (20)

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}}$$

$$k_{c,y} = \frac{1}{1,302 + \sqrt{((1,302)^2 - (1,194)^2)}} = 0,5490886989 \approx 0,55$$

Nurjahduskerroin $k_{c,y}$ on 0,55

Runkotolpan taivutuskestävyys (Pysyvä aikaluokka KY1)

Kuvio 29. Runkotolpalle tuleva kuormitus KY 1:ssä kuvitettuna.

Maksimi normaalivoima kaavasta (9)

$$F_d = 1,35 * K_{FI} * G_{kj}$$

$$F_d = 1,35 * 1,0 * 2,8 \text{ kN} = 3,78 \text{ kN}$$

Lasketaan puristusjännitys kaavasta (35)

$$\sigma_{c,o,d} = \frac{Fd}{(b * h)}$$

$$\sigma_{c,o,d} = \frac{3780 \text{ N}}{(48 \text{ mm} * 123 \text{ mm})} = 0,6402439024 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \approx 0,64 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Puristuslujuuden laskenta kaavasta (29)

$$f_{c,o,d} = \frac{f_{c,o,k} * k_{mod}}{\gamma_M}$$

, jossa

$k_{mod} = 0,6$ (Taulukko 13. Sahatavara C24, käyttöluokka 1)

$\gamma_M = 1,4$ (Taulukko 12. sahatavara C24)

$f_{c,o,k} = 21 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$ (Taulukko 10. sahatavara C24)

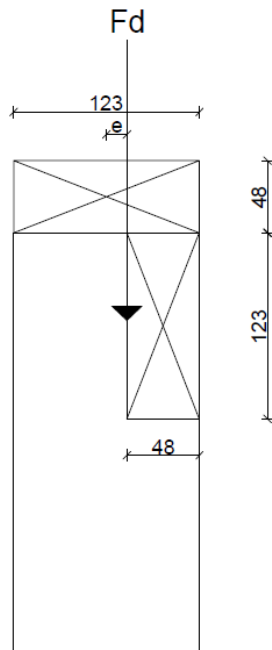
$$f_{c,o,d} = \frac{21 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} * 0,6}{1,4} = 9 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Taivutus (y-akselin suhteen)

Kuorman Fd epäkeskisyyden arvon määrittäminen kaavasta sekä kuviosta 30.

$$e = \frac{h}{2} - b \tag{55}$$

$$e = \frac{123 \text{ mm}}{2} - 48 \text{ mm} = 13,5 \text{ mm}$$



Kuvio 30. Kuorman F_d epäkeskisyys kuvitettuna.

Taivutusmomentti $M_{y,d}$ kaavasta

$$M_{y,d} = F_d * e \quad (56)$$

$$M_{y,d} = 3780 \text{ N} * 13,5 \text{ mm} = 51030 \text{ Nmm}$$

Taivutusjännityksen määrittäminen kaavasta (28)

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{y,d}}{W_y}$$

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{51030 \text{ Nmm}}{\frac{48 \text{ mm} * (123 \text{ mm})^2}{6}} = 0,4216240333 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \approx 0,42 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Taivutuslujuus kaavasta (30)

$$f_{m,y,d} = \frac{k_{\text{mod}} * k_h * k_{\text{sys}} * f_{m,n,k}}{\gamma_M}$$

, jossa k_h arvo saadaan kaavasta (32) sahatavaralle

$$k_h = \left(\frac{150}{h}\right)^{0,2} \leq 1,3$$

$$k_h = \frac{150^{0,2}}{123} = 1,040488368 \leq 1,3 \Rightarrow k_h \approx 1,040$$

$k_{\text{mod}} = 0,6$ ja $\gamma_M = 1,4$, kuten puristuslujuuden laskennassa

$$f_{m,n,k} = 24 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \text{ (Taulukko 10. Sahatavara C24)}$$

$$f_{m,y,d} = \frac{0,6 * 1,040 * 1 * 24 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{1,4} = 10,69714286 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \approx 10,7 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Mitoitusehto nurjahdus + taivutus kaavasta (26)

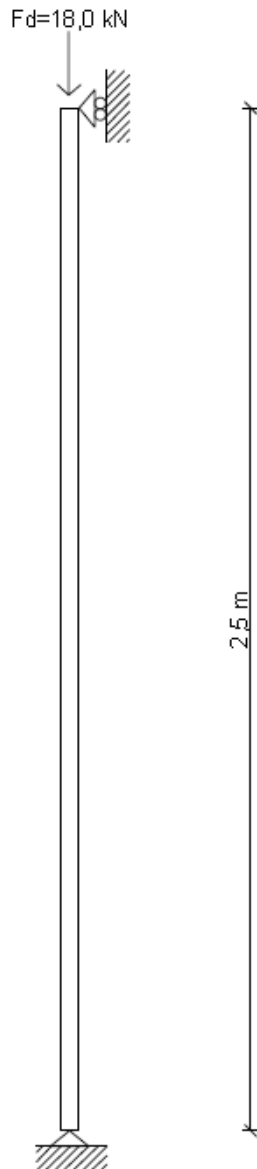
$$\frac{\sigma_{c,o,d}}{k_{c,y} * f_{c,o,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} \leq 1$$

$$\frac{0,64 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{0,55 * 9 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}} + \frac{0,42 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{10,7 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}} \leq 1$$

$$0,1685452657 \leq 1$$

Käyttöaste 16,85452657 % \approx 17 %, jolloin runkotolppa kestää.

Taivutuskestävyys (keskipitkä aikaluokka KY2)



Kuvio 31. Runkotolpalle tuleva kuormitus KY 2:ssa kuvitettuna.

Maksimi normaalivoima kaavasta (10)

$$F_d = 1,15 * K_{FI} * G_{kj} + 1,5 * K_{FI} * Q_{k,1}$$

$$F_d = 1,15 * 1,0 * 2,8 \text{ kN} + 1,5 * 1,0 * 9,86 \text{ kN} = 18,01 \text{ kN} \approx 18,0 \text{ kN}$$

Nurjahduskerroin $k_{c,y} = 0,55$, joka on laskettu KY 1:ssä laskennoissa nurjahduskestävyyden kohdalla.

Puristusjännitys kaavan (35) mukaan

$$\sigma_{c,o,d} = \frac{Fd}{(b * h)}$$

$$\sigma_{c,o,d} = \frac{18000 \text{ N}}{(48 \text{ mm} * 123 \text{ mm})} = 3,048780488 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \approx 3,05 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Puristuslujuus kaavan (29) mukaan

$$f_{c,o,d} = \frac{f_{c,o,k} * k_{mod}}{\gamma_M}$$

, jossa

$k_{mod} = 0,8$ (Taulukko 13. sahatavara C24, käyttöluokka 1)

$\gamma_M = 1,4$ (Taulukko 12. sahatavara C24)

$f_{c,o,k} = 21 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$ (Taulukko 10. C24 sahatavara)

$$f_{c,o,d} = \frac{21 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} * 0,8}{1,4} = 12 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Taivutus (y-akselin suhteen)

Taivutusmomentti $M_{y,d}$ kaavasta (56), missä $e = 13,5 \text{ mm}$, joka on laskettu kaavan (55) avulla

$$M_{y,d} = Fd * e$$

$$M_{y,d} = 18000 \text{ N} * 13,5 \text{ mm} = 243000 \text{ Nmm}$$

Taivutusjännitys kaavasta (28)

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{y,d}}{W_y}$$

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{243000 \text{ Nmm}}{\frac{48 \text{ mm} * (123 \text{ mm})^2}{6}} = 2,007733492 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \approx 2,0 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Taivutuslujuus kaavasta (30)

$$f_{m,y,d} = \frac{k_{\text{mod}} * k_h * k_{\text{sys}} * f_{m,n,k}}{\gamma_M}$$

$$f_{m,y,d} = \frac{0,8 * 1,040 * 1 * 24 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{1,4} = 14,26285714 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \approx 14,3 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Mitoitusehto taivutus+nurjahdus kaavasta (26) laskettuna

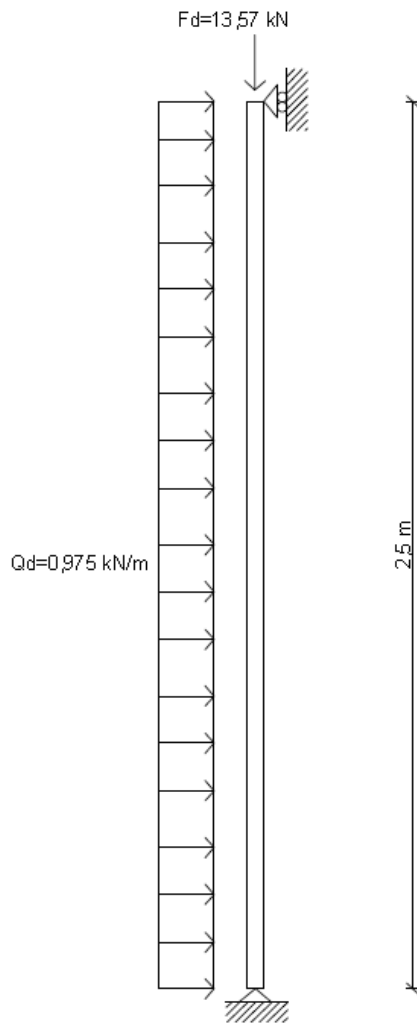
$$\frac{\sigma_{c,o,d}}{k_{c,y} * f_{c,o,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} \leq 1$$

$$\frac{3,05 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{0,55 * 12 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}} + \frac{2,0 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{14,3 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}} \leq 1$$

$$0,601981352 \leq 1$$

Käyttöaste 60,1981352 % \approx 60 %, jolloin runkotolppa kestää.

Taivutuskestävyys hetkellisessä aikaluokassa (KY 3), kun tuuli on määrävänä



Kuvio 32. Runkotolpalle tuleva kuormitus KY 3:ssa kuvitettuna.

Maksimi normaalivoima kaavasta (11)

$$F_d = 1,15 * K_{FI} * G_{kj} + 1,05 * K_{FI} * Q_{k,1}$$

$$F_d = 1,15 * 1,0 * 2,8 \text{ kN} + 1,05 * 1,0 * 9,86 \text{ kN} = 13,573 \text{ kN} \approx 13,57 \text{ kN}$$

Maksimi tuulen normaalivoima kaavasta (12)

$$Q_d = 1,5 * K_{FI} * Q_{k,2}$$

$$Q_d = 1,5 * 1,0 * 0,65 \frac{\text{kN}}{\text{m}} = 0,975 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Nurjahduskerroin $k_{c,y} = 0,55$, joka on laskettu pysyvän aikaluokan KY1 nurjahduskestävyyden laskennoissa.

Puristusjännitys kaavasta (35)

$$\sigma_{c,o,d} = \frac{Fd}{(b * h)}$$

$$\sigma_{c,o,d} = \frac{13570}{(48 \text{ mm} * 123 \text{ mm})} = 2,298441734 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \approx 2,3 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Puristuslujuus kaava (29) mukaan, jossa

$$f_{c,o,d} = \frac{f_{c,o,k} * k_{mod}}{\gamma_M}$$

, missä

$k_{mod} = 1,10$ (Taulukko 13. sahatavara C24, käyttöluokka 1)

$$f_{c,o,d} = \frac{21 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} * 1,10}{1,4} = 16,5 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Taivutusmomentti $M_{y,d}$ määrittäminen, kun runkotolppaan vaikuttaa omanpainon ja lumikuorman lisäksi tuulikuorma.

Taivutusmomentti:

$$M_{y,d} = \frac{Q_d * (l_3)^2}{8} + \frac{F_d * e}{2} * \frac{(F_d * e)^2}{2 * q_d * (l_3)^2} \quad (57)$$

, missä

e on kaavasta (55) laskettu epäkeskisyys

l_3 on runkotolpan pituus

Lasketaan taivutusmomentti $M_{y,d}$ kaavasta (57)

$$M_{y,d} = \frac{0,975 \frac{\text{kN}}{\text{m}} * (2,5 \text{ m})^2}{8} + \frac{13,57 \text{ kN} * 0,0135 \text{ m}}{2} * \frac{(13,57 \text{ kN} * 0,0135 \text{ m})^2}{2 * \left(0,975 \frac{\text{kN}}{\text{m}}\right) * (2,5 \text{ m})^2}$$

$$M_{y,d} = 0,7619709797 \text{ kNm} \approx 0,76 \text{ kNm}$$

Taivutusjännitys kaavasta (28):

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{y,d}}{W_y}$$

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{0,76 * 10^6 \text{ Nmm}}{\frac{48 \text{ mm} * (123 \text{ mm})^2}{6}} = 6,279331086 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \approx 6,3 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Taivutusjännitys kaavasta (30):

$$f_{m,y,d} = \frac{k_{\text{mod}} * k_h * k_{\text{sys}} * f_{m,n,k}}{\gamma_M}$$

, missä

$k_{\text{mod}} = 1,10$, kuten edellä lasketussa puristuslujuuden kaavassa

$$f_{m,y,d} = \frac{1,10 * 1,040 * 1 * 24 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{1,4} = 19,61142857 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \approx 19,6 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Mitoitusehto taivutus+nurjahdus kaavasta (26)

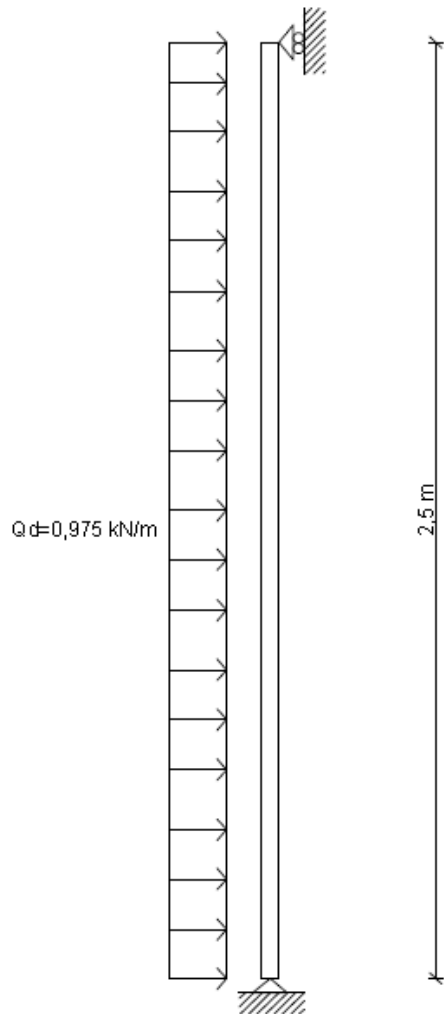
$$\frac{\sigma_{c,o,d}}{k_{c,y} * f_{c,o,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} \leq 1$$

$$\frac{2,3 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{0,55 * 16,5 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}} + \frac{6,3 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{19,6 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}} \leq 1$$

$$0,5748720976 \leq 1$$

Käyttöaste $57,48720976 \% \approx 57,5 \%$, jolloin runkotolppa kestää.

Leikkauskestävyys hetkellinen aikaluokka (KY 3), kun tuuli on määrävänä tekijänä



Kuvio 33. Runkotolpalle vaikuttava tuulikuorma Q_d kuvitettuna.

Leikkausjännityksen mitoitusarvo voidaan määrittää kaavasta (37)

$$\tau_d = \frac{3}{2} * \frac{Q_{z,d}}{b_{ef} * h}$$

, josta maksimi leikkausvoima voidaan määrittää kaavasta

$$Q_{z,d} = \frac{Q_d * l_3}{2} \quad (58)$$

, missä

Q_d on runkotolpalle vaikuttava maksimi tuulivoima, joka on laskettu kaavasta (12)

l_3 on runkotolpan pituus

Maksimi leikkausvoima on siis

$$Q_{z,d} = \frac{0,975 \frac{\text{kN}}{\text{m}} * 2,5 \text{ m}}{2} = 1,21875 \text{ kN} \approx 1,22 \text{ kN}$$

Määritetään leikkausjännityksen kaavassa oleva tehollinen leveys b_{ef} kaavasta (38), missä k_{cr} arvo sahatavarakkeelle on 0,67

$$b_{ef} = k_{cr} * b$$

$$b_{ef} = 0,67 * 48 \text{ mm} = 32,16 \text{ mm}$$

Leikkausjännitys on siis

$$\tau_d = \frac{3}{2} * \frac{1220 \text{ N}}{32,16 \text{ mm} * 123 \text{ mm}} = 0,4626258949 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \approx 0,46 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Leikkauslujuus saadaan kaavasta (39)

$$f_{v,d} = \frac{k_{mod} * k_{sys} * f_{v,k}}{\gamma_M}$$

, missä

$f_{v,k}$ on leikkauslujuuden ominaisarvo, joka saadaan taulukosta 10. sahatavara C24

k_{mod} , γ_M ja k_{sys} arvot ovat samat kuin aiemmin lasketussa taivutuksen laskennassa

$$f_{v,d} = \frac{1,10 * 1,0 * 2,5 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{1,4} = 1,964285714 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \approx 1,96 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Leikkauskestävyyden mitoitusehto kaavasta (36)

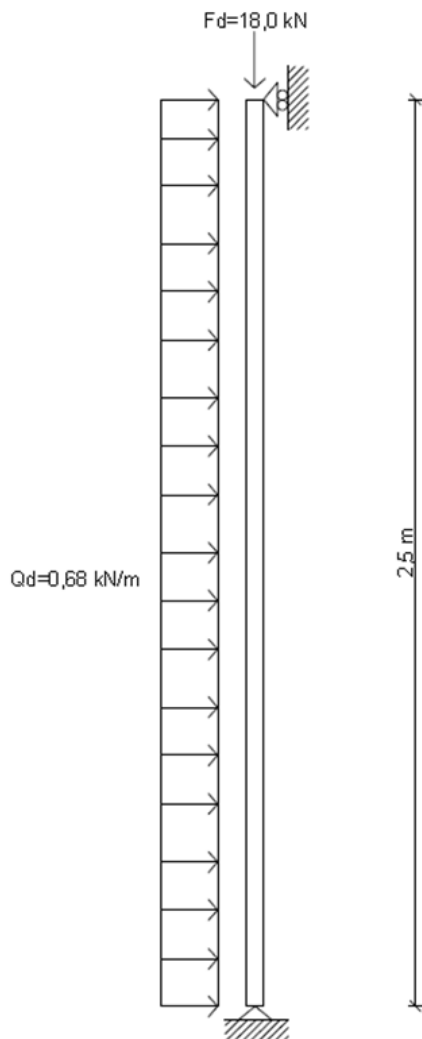
$$\tau_d \leq f_{v,d}$$

$$0,46 \frac{N}{\text{mm}^2} \leq 1,96 \frac{N}{\text{mm}^2}$$

$$0,2346938776 \leq 1$$

Käyttöaste 23,46938776 % \approx 23,5 %, jolloin runkotolppa kestää.

Nurjahduskestävyys hetkellisessä aikaluokassa (KY 4), kun lumi on määrävänä



Kuvio 34. Runkotolpalle tuleva kuormitus KY 4:ssa kuvitettuna.

Maksimi normaalivoima kaavasta (13)

$$F_d = 1,15 * K_{FI} * G_{kj} + 1,5 * K_{FI} * Q_{k,1}$$

$$F_d = 1,15 * 1,0 * 2,8 \text{ kN} + 1,5 * 1,0 * 9,86 \text{ kN} = 18,01 \text{ kN} \approx 18 \text{ kN}$$

Maksimi tuulen normaalivoima kaavasta (14)

$$Q_d = 1,05 * K_{FI} * Q_{k,2}$$

$$Q_d = 1,05 * 1,0 * 0,65 \frac{\text{kN}}{\text{m}} = 0,6825 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \approx 0,68 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Nurjahduskerroin $k_{c,y} = 0,55$, joka on laskettu pysyvän aikaluokan KY1 nurjahduskestävyyden laskennoissa.

Puristusjännitys kaavasta (35):

$$\sigma_{c,o,d} = \frac{Fd}{(b * h)}$$

$$\sigma_{c,o,d} = \frac{18000 \text{ N}}{(48 \text{ mm} * 123 \text{ mm})} = 3,048780488 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \approx 3,05 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Puristuslujuus kaava (29) mukaan, jossa

$$f_{c,o,d} = \frac{f_{c,o,k} * k_{mod}}{\gamma_M}$$

, missä

$k_{mod} = 1,10$ (Taulukko13. sahatavara C24, käyttöluokka 1)

$$f_{c,o,d} = \frac{21 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} * 1,10}{1,4} = 16,5 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Taivutusmomentti $M_{y,d}$ määrittäminen, kun runkotolppaan vaikuttaa omanpainon ja lumikuorman lisäksi tuulikuorma.

Taivutusmomentti kaavasta (57)

$$M_{y,d} = \frac{Q_d * (l_3)^2}{8} + \frac{F_d * e}{2} * \frac{(F_d * e)^2}{2 * q_d * (l_3)^2}$$

$$M_{y,d} = \frac{0,68 \frac{\text{kN}}{\text{m}} * (2,5 \text{ m})^2}{8} + \frac{18 \text{ kN} * 0,0135 \text{ m}}{2} * \frac{(18 \text{ kN} * 0,0135 \text{ m})^2}{2 * \left(0,68 \frac{\text{kN}}{\text{m}}\right) * (2,5 \text{ m})^2}$$

$$M_{y,d} = 0,5320940534 \approx 0,53 \text{ kNm}$$

Taivutusjännitys kaavasta (28):

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{y,d}}{W_y}$$

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{0,53 * 10^6 \text{ Nmm}}{\frac{48 \text{ mm} * (123\text{mm})^2}{6}} = 4,379007205 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \approx 4,4 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Taivutusjännitys kaavasta (30):

$$f_{m,y,d} = \frac{k_{\text{mod}} * k_h * k_{\text{sys}} * f_{m,n,k}}{\gamma_M}$$

, missä

$k_{\text{mod}} = 1,10$, kuten edellä lasketussa puristuslujuuden kaavassa

$$f_{m,y,d} = \frac{1,10 * 1,040 * 1 * 24 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{1,4} = 19,61142857 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \approx 19,6 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Mitoitusehto taivutus+nurjahdus kaavasta (26)

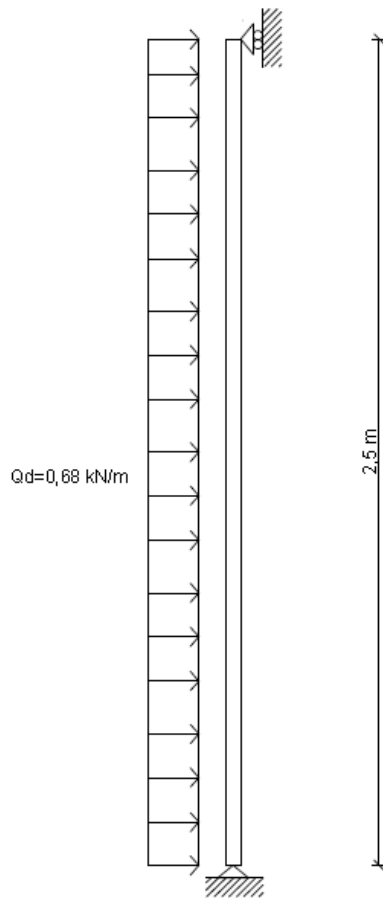
$$\frac{\sigma_{c,o,d}}{k_{c,y} * f_{c,o,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} \leq 1$$

$$\frac{3,05 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{0,55 * 16,5 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}} + \frac{4,4 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{19,6 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}} \leq 1$$

$$0,5605779502 \leq 1$$

Käyttöaste $56,05779502 \% \approx 56 \%$, jolloin runkotolppa kestää

Leikkauskestävyys hetkellinen aikaluokka (KY 4), kun lumi on määrävänä tekijänä



Kuvio 35. Runkotolpalle vaikuttava tuulikuorma Q_d kuvitettuna.

Leikkausjännityksen mitoitusarvo voidaan määrittää kaavasta (37)

$$\tau_d = \frac{3}{2} * \frac{Q_{z,d}}{b_{ef} * h}$$

, josta maksimi leikkausvoima voidaan määrittää kaavasta (58)

$$Q_{z,d} = \frac{Q_d * l^3}{2}$$

$$Q_{z,d} = \frac{0,68 \frac{\text{kN}}{\text{m}} * 2,5 \text{ m}}{2} = 0,85 \text{ kN}$$

Määritetään leikkausjännityksen kaavassa oleva tehollinen leveys b_{ef} kaavasta (38), missä k_{cr} arvo sahatavaralle on 0,67

$$b_{ef} = k_{cr} * b$$

$$b_{ef} = 0,67 * 48 \text{ mm} = 32,16 \text{ mm}$$

Leikkausjännitys on siis

$$\tau_d = \frac{3}{2} * \frac{850 \text{ N}}{32,16 \text{ mm} * 123 \text{ mm}} = 0,3223213202 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \approx 0,32 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Leikkauslujuus saadaan kaavasta (39)

$$f_{v,d} = \frac{k_{mod} * k_{sys} * f_{v,k}}{\gamma_M}$$

, missä

$f_{v,k}$ on leikkauslujuuden ominaisarvo, joka saadaan taulukosta 10. sahatavara C24

k_{mod} , γ_M ja k_{sys} arvot ovat samat kuin taivutuksen laskennassa

$$f_{v,d} = \frac{1,10 * 1,0 * 2,5 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{1,4} = 1,964285714 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \approx 1,96 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Leikkauskestävyyden mitoitusehto kaavasta (36)

$$\tau_d \leq f_{v,d}$$

$$0,32 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 1,96 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

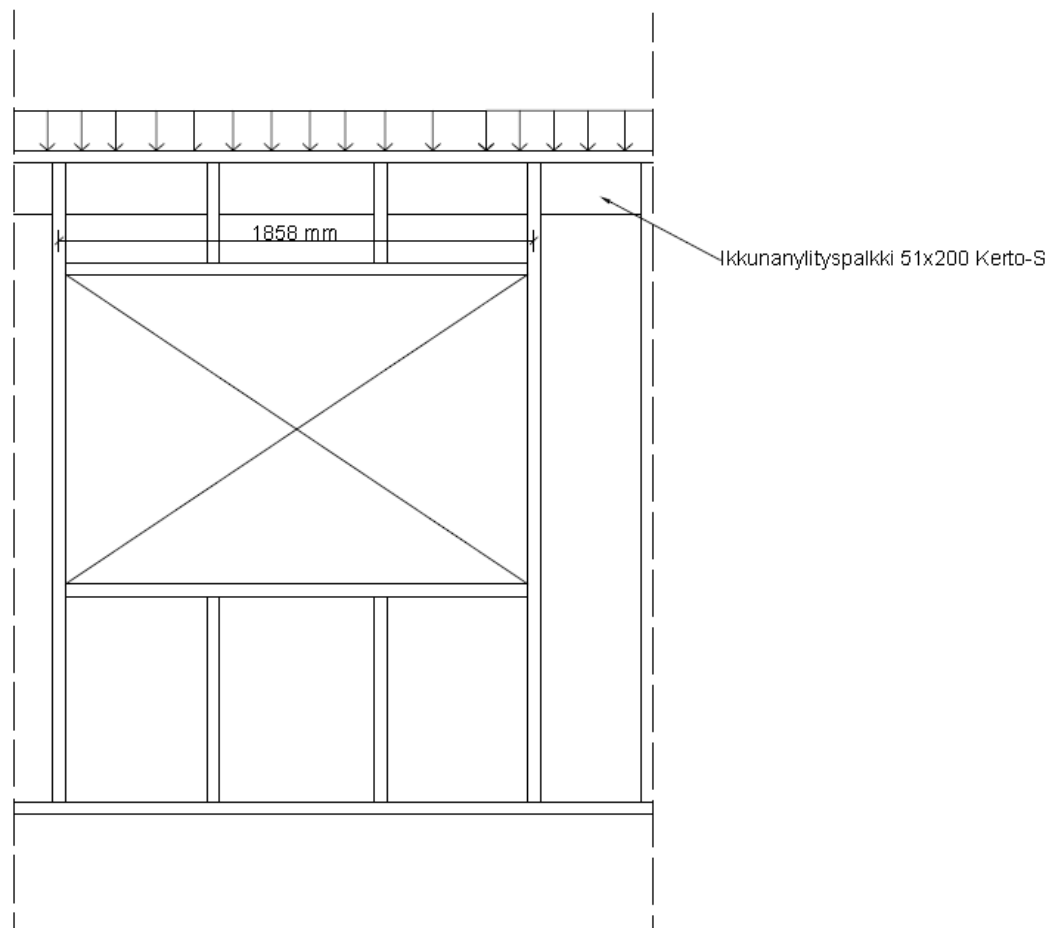
$$0,1632653061 \leq 1$$

Käyttöaste 16,32653061 % \approx 16 %, jolloin runkotolppa kestää.

6.2 Ikkunanylityspalkki

6.2.1 Kuormat

Ikkunanylityspalkin taivutuskestävyyttä ja leikkauskestävyyttä tutkitaan murtorajati-
lan kuormituksessa keskipitkässä aikaluokassa, kun palkkiin vaikuttaa kaavasta
(52) laskettu yläpohjan omapaino $g_k = 0,55 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$ ja kaavalla (1) laskettu katolla oleva
lumikuorma $q_k = 1,92 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$. Ristikön jänneväli l_1 on 7 m, Räystään pituus l_2 on 0,6 m
ja palkin jänneväli l_4 = 1,858 m (Kuvio 36.). Ikkunanylityspalkki on kokoa 51x200 ja
lujuusluokaltaan kerto -S.



Kuvio 36. Ikkunanylityspalkin jänneväli l_4 kuvitettuna.

Kuormitus palkille, yläpohjan omasta painosta määritetään kaavasta

$$G_{kj} = \left(\frac{l_1}{2} + l_2\right) * g_k \quad (59)$$

$$= \left(\frac{7,0 \text{ m}}{2} + 0,6 \text{ m}\right) * 0,55 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} = 2,255 \text{ kN} \approx 2,3 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Kuormitus palkille katolla olevasta lumikuormasta määritetään kaavasta

$$Q_k = \left(\frac{l_1}{2} + l_2\right) * q_{k1} \quad (60)$$

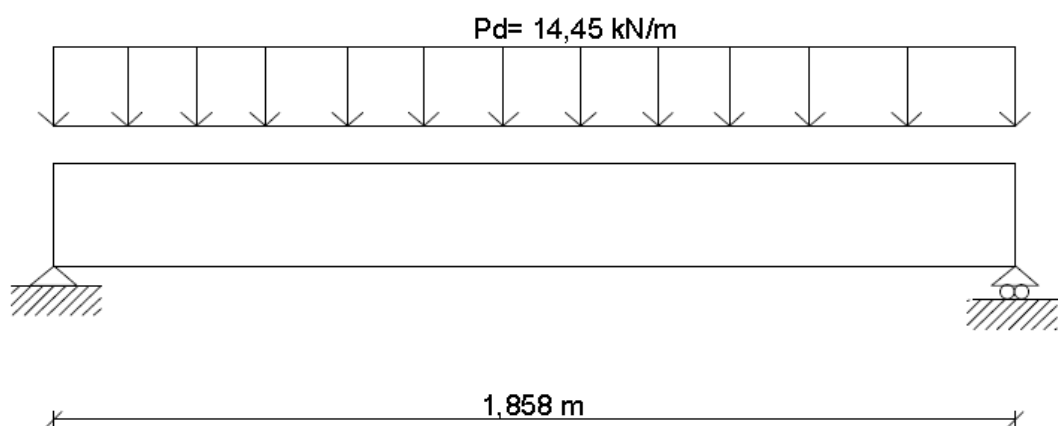
$$= \left(\frac{7,0 \text{ m}}{2} + 0,6 \text{ m}\right) * 1,92 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} = 7,872 \text{ kN} \approx 7,87 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

6.2.2 Mitoitus

Murtorajatilan kuormitusyhdistelmän mitoituskuorma keskipitkässä aikaluokassa (KY2) saadaan käyttämällä kaavaa (10)

$$P_d = 1,15 * K_{FI} * G_{kj} + 1,5 * K_{FI} * Q_k$$

$$P_d = 1,15 * 1,0 * 2,3 \text{ kN} + 1,5 * 1,0 * 7,87 \text{ kN} = 14,45 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$



Kuvio 37. Ikkunanylityspalkille tuleva yläpohjan kuorma Pd kuvitettuna.

Taivutuskestävyys

Taivutusmomentti $M_{y,d}$ suurin arvo saadaan kaavasta

$$M_{y,d} = \frac{Pd \cdot l_4^2}{8} \quad (61)$$

$$M_{y,d} = \frac{14,45 \frac{\text{N}}{\text{mm}} * (1858 \text{ mm})^2}{8} = 6235471,225 \frac{\text{N}}{\text{mm}}$$

Taivutusjännitys kaavasta (28)

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{y,d}}{W_y}$$

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{6235471,225 \frac{\text{N}}{\text{mm}}}{\frac{51 \text{ mm} * (200 \text{ mm})^2}{6}} = 18,33962125 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \approx 18,34 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Taivutuslujuus kaavasta (33)

$$f_{m,y,d} = \frac{k_{\text{mod}} * k_h * k_{\text{sys}} * f_{m,n,k}}{\gamma_M}$$

, missä

$$f_{m,n,k} = 44 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}, \text{ (Taulukko 11. kerto-S)}$$

$$k_{\text{mod}} = 0,8 \text{ (Taulukko 13.)}$$

$$k_{\text{sys}} = 1 \text{ ja } \gamma_M = 1,2 \text{ (Taulukko 12. kerto-S)}$$

k_h arvo saadaan määritettyä kertopuulle kaavasta (34)

$$k_h = \left(\frac{300}{h} \right)^s \leq 1,2$$

, missä s on kerto-S puulle 0,12

$$k_h = \left(\frac{300}{200}\right)^{0,12} = 1,049858941 \approx 1,05 \leq 1,2, \text{ jolloin } k_h \text{ arvona käytetään arvoa } 1,05$$

, jolloin taivutuslujuus on

$$f_{m,y,d} = \frac{0,8 * 1,05 * 1 * 44 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{1,2} = 30,8 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Mitoitusehto taivutus kaavaa (24) soveltaen

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} \leq 1$$

$$\frac{18,34 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{30,8 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}} \leq 1$$

$$0,5954545455 \leq 1$$

Käyttöaste 59,54545455 % \approx 59,5 %, jolloin ikkunanylityspalkki kestää.

Leikkauskestävyys

Leikkausjännityksen mitoitusarvo voidaan määrittää kaavasta (37)

$$\tau_d = \frac{3}{2} * \frac{Q_{z,d}}{b_{ef} * h}$$

, josta maksimi leikkausvoima voidaan määrittää kaavaa (58) soveltaen,

$$Q_{z,d} = \frac{F_d * l_4}{2}$$

$$Q_{z,d} = \frac{14,45 \text{ kN} * 1,858 \text{ m}}{2} = 13,42405 \text{ kN} \approx 13,4 \text{ kN}$$

Määritetään leikkausjännityksen kaavassa oleva tehollinen leveys b_{ef} kaavasta (38), missä k_{cr} kertopuille on 1,0.

$$b_{ef} = k_{cr} * b$$

$$b_{ef} = 1,0 * 51 \text{ mm} = 51 \text{ mm}$$

Leikkausjännitys on siis

$$\tau_d = \frac{3}{2} * \frac{13400 \text{ N}}{51 \text{ mm} * 200 \text{ mm}} = 1,970588235 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \approx 1,97 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Leikkauslujuus saadaan kaavasta (39)

$$f_{v,d} = \frac{k_{\text{mod}} * k_{\text{sys}} * f_{v,k}}{\gamma_M}$$

, missä

$f_{v,k} = 4,1 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$ leikkauslujuuden ominaisarvo, joka saadaan taulukosta 11. kerto-S puulle

k_{mod} , γ_M ja k_{sys} arvot ovat samat kuin taivutuskestävyyden laskennassa

$$f_{v,d} = \frac{0,8 * 1,0 * 4,1 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{1,2} = 2,733333 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \approx 2,734 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Leikkauskestävyyden mitoitusehto kaavasta (36)

$$\tau_d \leq f_{v,d}$$

$$1,97 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 2,734 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$0,720555962 \leq 1$$

Käyttöaste 72,0555962 % \approx 72 %, jolloin Ikkunanylityspalkki kestää.

Taipuma

Lasketaan ikkunanylityspalkin kuormitukset ja lopullinen taipuma käyttörajatilassa.

Yläpohjan omasta painosta tuleva kuormituksena käytetään kaavasta (59) saatua arvoa.

$$G_{kj} = 2,3 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Vaikuttavan katolla olevan lumikuorman kuormituksena käytetään kaavasta (60) saatua arvoa

$$Q_k = 7,87 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Määritetään aluksi pysyvästä kuormasta tuleva lopullinen taipuma $U_{fin,G}$ kaavasta (46)

$$U_{fin,G} = U_{inst,G} * (1 + k_{def})$$

, missä

$$k_{def} = 0,60 \text{ (Taulukosta 16. käyttöluokka 1)}$$

$U_{inst,G}$ arvo saadaan määritettyä kaavasta

$$U_{inst,G} = \frac{5}{384} * \frac{G_{kj} * l_4^4}{E_{mean} * I} \quad (61)$$

, missä

E_{mean} on kimmomoduuli, jonka arvo kerto-s puulle on taulukosta 11. katsottuna

$$13800 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

I_y on jäyhyysmomentti, jonka kaavaa suorakaidepoikkileikkauksilla on

$$I_y = \frac{b * h^3}{12} \quad (62)$$

Lasketaan aluksi jäyhyysmomentti kaavalla (62)

$$I_y = \frac{51 \text{ mm} * (200 \text{ mm})^3}{12} = 34000000 \text{ mm}^4$$

Lasketaan hetkellinen taipuma pysyvstä kuormasta kaavalla (61)

$$U_{\text{inst,G}} = \frac{5}{384} * \frac{2,3 \frac{\text{N}}{\text{mm}} * (1858 \text{ mm})^4}{13800 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} * 34000000 \text{ mm}^4} = 0,7606615275 \text{ mm} \approx 0,76 \text{ mm}$$

Lasketaan pysyvstä kuormasta tuleva lopullinen taipuma $U_{\text{fin,G}}$

$$U_{\text{fin,G}} = 0,76 \text{ mm} * (1 + 0,6) = 1,216 \text{ mm}$$

Lasketaan hetkellinen taipuma muuttuvasta kuormasta hyödyntäen kaavaa (61)

$$U_{\text{inst,Q,1}} = \frac{5}{384} * \frac{7,87 \frac{\text{N}}{\text{mm}} * (1858 \text{ mm})^4}{13800 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} * 34000000 \text{ mm}^4} = 2,602785313 \text{ mm} \approx 2,60 \text{ mm}$$

Lasketaan muuttuvasta kuormasta tuleva lopullinen taipuma kaavasta (47)

$$U_{\text{fin,Q,1}} = U_{\text{inst,Q,1}} * (1 + \Psi_{2,1} * k_{\text{def}})$$

, missä $\Psi_{2,i} = 0,2$ (Taulukosta 14.)

$$U_{\text{fin,Q,1}} = 2,60 \text{ mm} * (1 + 0,2 * 0,6) = 2,912 \text{ mm}$$

Lopullinen taipuman lasketaan soveltaen kaavasta (45)

$$U_{\text{fin}} = U_{\text{fin,G}} + U_{\text{fin,Q,1}} + \sum U_{\text{fin,Q,i}}$$

$$U_{\text{fin}} = 1,216 \text{ mm} + 2,912 \text{ mm} = 4,128 \text{ mm}$$

Mitoitusehto taulukosta 15. katsottuna

$$U_{\text{fin}} \leq \frac{l_4}{300}$$

$$4,128 \text{ mm} \leq \frac{1858 \text{ mm}}{300}$$

$$4,128 \text{ mm} \leq 6,193 \text{ mm}$$

$$0,6665590182 \leq 1$$

Käyttöaste 66,65590182 % \approx 67 %, jolloin taipuma ei ylitä sallittua arvoa.

6.3 Leimapaine

6.3.1 Leimapaine alasidepuussa

Tutkitaan, onko tukipinta riittävä alasidepuussa, kun mitoitus tehdään keskipitkässä aikaluokassa (KY2). Puutavaran materiaali- ja lujuusluokka on sahatavara C24.

6.3.2 Kuormat

Maksimi normaalivoima kaavasta (10) alasidepuulle murtorajatilan keskipitkässä aikaluokassa KY 2

$$F_d = 1,15 * K_{FI} * G_{kj} + 1,5 * K_{FI} * Q_{k}$$

$$F_d = 1,15 * 1,0 * 2,8 \text{ kN} + 1,5 * 1,0 * 9,86 \text{ kN} = 18,01 \text{ kN} \approx 18 \text{ kN}$$

6.3.3 Mitoitus

Lasketaan puristusjännitys alasidepuulle kaavasta (42)

$$\sigma_{c,90,d} = \frac{F_d}{A}$$

, missä A saadaan kaavasta (43) ja kuviosta 38.

$$A = h * b$$

$$A = 123 \text{ mm} * 48 \text{ mm} = 5904 \text{ mm}^2$$

, joten puristusjännitys on

$$\sigma_{c,90,d} = \frac{18000 \text{ N}}{5904 \text{ mm}^2} = 3,048780488 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \approx 3,05 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Lasketaan tukipainekerroin kaavasta (41)

$$k_{c,\perp} = \frac{l_{c,90,ef}}{l} * k_{c,90}$$

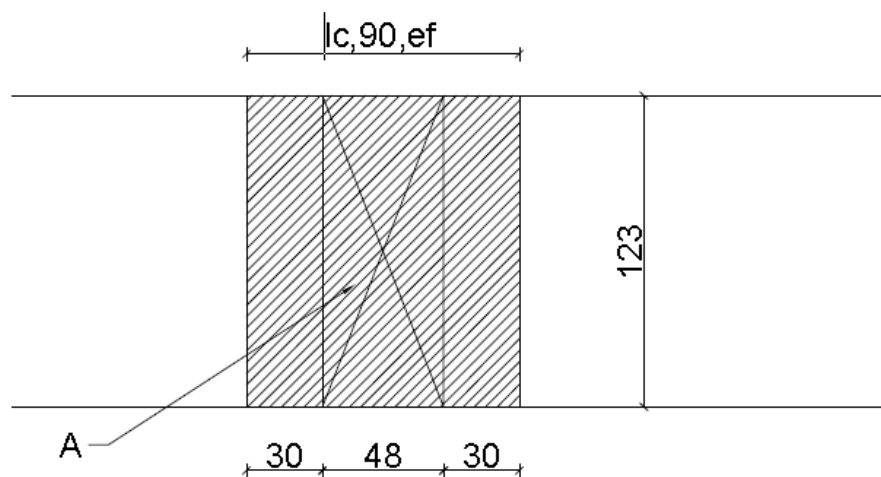
, missä

$$l_{c,90,ef} = 48 \text{ mm} + (2 * 30 \text{ mm}) = 108 \text{ mm}$$

$$l = 48 \text{ mm}$$

$$k_{c,90} = 1,25 \text{ (havupuiselle sahatavaralle)}$$

$$k_{c,\perp} = \frac{108 \text{ mm}}{48 \text{ mm}} * 1,25 = 2,8125 \approx 2,81$$



Kuvio 38. Alasidepuun tehollinen pinta-ala A ja tehollisen kosketuspinnan pituus $l_{c,90,ef}$ kuvitettuna.

Puristuslujuutta määrittäessä voidaan hyödyntää kaavaa (29)

$$f_{c,0,d} = \frac{f_{c,0,k} * k_{sys} * k_{mod}}{\gamma_M}$$

, joka muutetaan vastamaan alasidepuun leimapaineen puristuslujuuden kaavaa

$$f_{c,90,d} = \frac{k_{mod} * k_{sys} * f_{c,90,k}}{\gamma_M}$$

, missä

$$k_{mod} = 0,8 \text{ (Taulukosta 13. käyttöluokka 1)}$$

$$k_{sys} = 1$$

$$f_{c,90,k} = 2,5 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \text{ (Taulukko 10.)}$$

$$\gamma_M = 1,4 \text{ (taulukko 12.)}$$

$$f_{c,90,d} = \frac{0,8 * 1 * 2,5 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{1,4} = 1,428571429 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \approx 1,43 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Syysuuntaa vastaava kohtisuoran puristuksen mitoitusehto kaavasta (43)

$$\sigma_{c,90,d} \leq k_{c,\perp} * f_{c,90,d}$$

$$3,05 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 2,81 * 1,43 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$0,7590274494 \leq 1$$

Käyttöaste 75,90274494 % \approx 76 %, jolloin alasidepuu kestää.

6.3.4 Leimapaine yläsidepuussa

Tutkitaan, onko tukipinta yläsidepuussa riittävä, kun mitoitus tehdään keskipitkässä aikaluokassa (KY2). Oletetaan puutavaran lujuusluokaksi C24 ja kattoristikon C30. Kattoristikon jänneväli l_1 on 7,0 m, räystään pituus l_2 on 0,6 m ja ristikon jakoväli k900.

6.3.5 Kuormat

Kuormitusleveys keskipitkässä aikaluokassa (KY 2) saadaan kaavasta

$$F_d = 1,15 * g_k + 1,5 * q_k * A \quad (63)$$

, missä

$$g_k = 0,55 \frac{\text{kN}}{\text{mm}^2} \text{ (yläpohjan omapaino, joka laskettu kaavasta (52))}$$

$$q_k = 1,92 \frac{\text{kN}}{\text{mm}^2} \text{ (lumikuorma katolla, joka laskettu kaavasta (1))}$$

$$A = \left(\frac{7,0 \text{ m}}{2} + 0,6 \text{ m} \right) * 0,9 \text{ m} = 3,69 \text{ m}^2$$

$$F_d = \left(1,15 * 0,55 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} + 1,5 * 1,92 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \right) * 3,69 \text{ m}^2 = 12,961125 \text{ kN} \approx 12,96 \text{ kN}$$

6.3.6 Mitoitus

Lasketaan puristusjännitys alasidepuulle kaavasta (42)

$$\sigma_{c,90,d} = \frac{Fd}{A}$$

$$\sigma_{c,90,d} = \frac{12960 \text{ N}}{5166 \text{ mm}^2} = 2,508710801 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \approx 2,51 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

, missä A lasketaan kaavasta (46) ja kuviota 39. apuna käyttäen

$$A = h * b$$

$$A_{ef} = 123 \text{ mm} * 42 \text{ mm} = 5166 \text{ mm}^2$$

Lasketaan tukipainekerroin kaavasta (41)

$$k_{c,\perp} = \frac{l_{c,90,ef}}{l} * k_{c,90}$$

, missä

$$l_{c,90,ef} = 42 \text{ mm} + (2 * 30 \text{ mm}) = 102 \text{ mm}$$

$$l = 42 \text{ mm}$$

$$k_{c,90} = 1,25 \text{ (havupuiselle sahatavaralle)}$$

$$k_{c,\perp} = \frac{102 \text{ mm}}{42 \text{ mm}} * 1,25 = 3,035714286 \approx 3,035$$

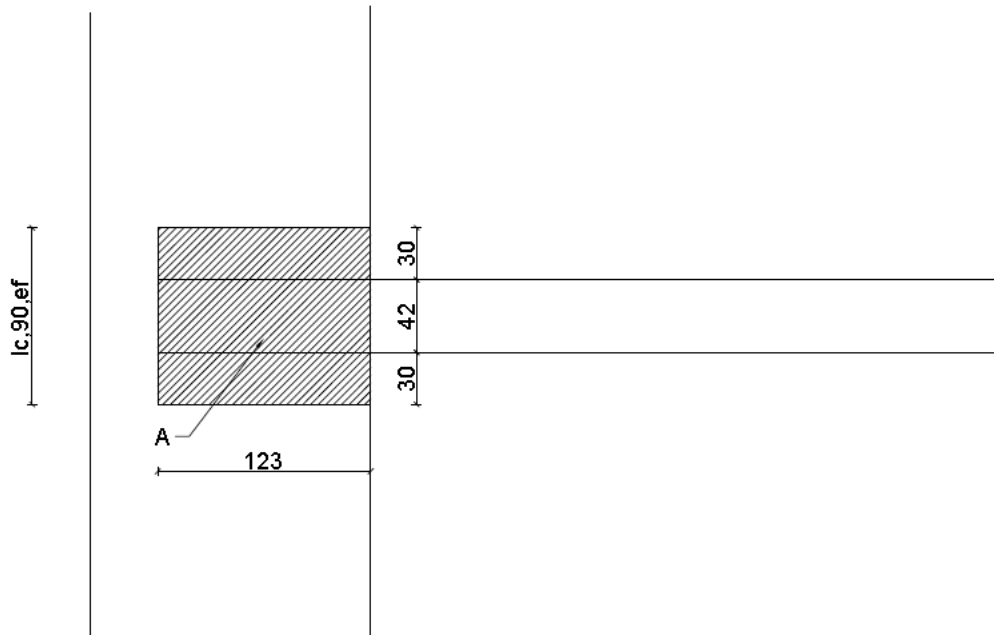
Puristuslujuutta määrittäessä, voidaan hyödyntää kaavaa (29)

$$f_{c,o,d} = \frac{f_{c,o,k} * k_{sys} * k_{mod}}{\gamma_M}$$

, joka muutetaan vastamaan yläsidepuun leimapaineen kaavaa

$$f_{c,90,d} = \frac{k_{\text{mod}} * k_{\text{sys}} * f_{c,90,k}}{\gamma_M}$$

$$f_{c,90,d} = \frac{0,8 * 1 * 2,5 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{1,4} = 1,428571429 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \approx 1,43 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$



Kuvio 39. Yläsidepuun tehollinen pinta-ala A ja tehollisen kosketuspinnan pituus $l_{c,90,ef}$ kuvitettuna.

Syysuuntaa vastaava kohtisuoran puristuksen mitoitusehto kaavasta (43)

$$\sigma_{c,90,d} \leq k_{c,\perp} * f_{c,90,d}$$

$$2,51 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 3,035 * 1,43 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$0,578334351 \leq 1$$

Käyttöaste 57,8334351 % \approx 58 %, jolloin yläsidepuu kestää

6.4 Levyjäykistys

Jäykistysseinät tulee suunnitella siten, että ne tulevat kestävämmän rakennukselle vaikuttavat vaakasuuntaiset ja pystysuuntaiset kuormat. Seinän tulee olla riittävästi tuettu kaatumista sekä liukumista vastaan, ja sen suunnittelussa täytyy ottaa huomioon materiaali ja rakenne. Seinän vaakaleikkausvoimakestävyys tulee määrittää joko kokeellisesti standardin EN 594 mukaan tai laskennallisesti käyttämällä esim. tarkoituksenmukaisia analyttisiä menetelmiä tai mitoitusmalleja. Levyjäykistykseen tarkempaan laskentaan ohjeistetaan RIL 205-1-2009:ssa. Jäykistysseinien levyrakenteiden kiinnityksessä käytetään yleensä nauloja, ruuveja tai hakasija, jotka mitoitetaan standardin SFS-EN 1995-1-1 mukaan. Lisäksi täytyy ottaa huomioon, että jäykistävien rakennelevyissä on huomattavia tuote- ja valmistajakohtaisia eroja ja ne täytyy asentaa ja noudattaa valmistajan ohjeita. (RIL 205-1-2009,148.)

Huoltorakennuksen levyjäykisteinä toimivat rakennuksen ulkoseinät ja väliseinät jotka ottavat vastaan rakennukseen tulevat vaakasuuntaiset tuulikuormat. Ulkoseinässä jäykisteenä toimii 25 mm paksuinen runkoleijona tuulensuojalevy. Runkoleijona tuulensuojalevy voidaan kiinnittää kuumasinkityillä lankanauloilla 50 x 2.1, konenauloilla 60 x 2.5 tai hakasilla, joiden leveys on 10 mm ja pituus 50 mm. Levyn reunoilla kiinnitysväli on 200 mm ja keskellä 300 mm. Kiinnike-etäisyys puolestaan levyn reunoista on minimissään 10 mm. (Suomen Tuulileijona Oy, [Viitattu 31.3.2016].)

7 RAKENNEPIIRUSTUKSET

7.1 Suunnittelu

Huoltorakennuksen alapohjan, väliseinien, ulkoseinien ja yläpohjan rakennekuvien suunnittelussa käytettiin apuna Rakennustiedon RT-netissä julkaisemia RT-kortteja, kuten RT 83–11009 Alapohjarakenteita, RT 82–10903 Väliseinärakenteita, RT 82–11006 Ulkoseinärakenteita ja RT 83–11010 yläpohjarakenteita ohjeistuksia sekä ympäristöministeriön laatimia määräyksiä. Rakenneosien lämmönläpäisykertoimet eli U-arvot noudattavat ympäristöministeriön laatimaa D3 rakennusmääräyskokoelmaa rakennusten energiatehokkuudesta. Siinä mainitaan, että puolilämpimän rakennuksen alapohjan U-arvo saa enintään olla 0,24 W/m²K, ulkoseinän U-arvo enintään 0,26 W/m²K ja yläpohjan enintään 0,14 W/m²K. Ikkunoiden ja ovien U-arvot puolestaan täytyy enintään olla 1,4 W/m²K. (Suomen rakentamismääräyskokoelma 30.3.2011.)

7.2 Piirustukset

Tarkemmat rakennepiirustukset ulkoseinistä, alapohjasta, väliseinistä ja yläpohjasta on piirretty Auto Cadin 2013-ohjelmaversiolla. Piirustuksissa selitetään tarkemmin, mitä rakenneosat sisältävät. Lisäksi piirustukset sisältävät nimiöosan ja ne esitetään liitteissä 1:10 mittakaavassa.

7.3 Rakenteet

7.3.1 Perustukset

Perustustapa valitaan tapauskohtaisesti maaperän kantavuuden mukaan, jolloin ratkaistaan samalla vaaditaanko paalutusta. Perustukset noudattava MaaRYL 2010 sekä RunkoRYL 2010 ohjeistuksia ja määräyksiä.

Huoltorakennuksen perustus voidaan rakentaa maanvaraisena anturaperustuksena, joka on yleisin tapa perustaa rakennus. Tällöin maaperästä täytyy olla olemassa pohjatutkimus, jolla on todettu, että maa kantaa ja rakennus voidaan perustaa pintamaan poiston jälkeen tehdyille tasaiselle sorapedille ilman, että joudutaan paaluttamaan. Lisäksi pohjatutkimuksella pystytään mitoittamaan anturan koko ja vaadittava raudoitus eurokoodien standardien määräysten ja ohjeiden mukaan. Anturaperustuksessa valetaan ensiksi antura, jonka päälle tehdään sokkeli eli perusmuuri, joka voidaan toteuttaa monella tavalla esim. muuraamalla kevytsoraharjoista, valamalla valuharjoista tai elementeistä. (Riveset 2012.)

Rakennuksen perustus voidaan rakentaa myös reunavahvistettua laattana silloin, kun pohjatutkimuksessa todetaan maapohjan olevan heikosti kantava hienorakeinen maalaji tai, kun rakennusta ollaan perustamassa täyttömaan varaan. Tällöin maapohjalle tuleva kuorma jaetaan jäykällä, kantavalla rakenteella koko laatan alueelle ja reunat paksunnetaan ottamaan vastaan seinille tulevia kuormituksia. Reunavahvistettu laatta tehdään yleensä muottityönä paikanpäällä, jolloin muottityön valmistuksen jälkeen asennetaan eristeet ja raudoitus ja vasta sen jälkeen tehdään valu. Muottityöstä ja suuresta raudoitus määrästä johtuen työn ja jätteen määrä on paljon suurempi. Lisäksi se on kustannuksiltaan kalliimpi ja vaikeampi rakentaa verrattuna esim. anturaperustukseen, joten huoltorakennuksen perustus tulee varmasti olemaan maanvarainen anturaperustus. (Riveset 2012.)

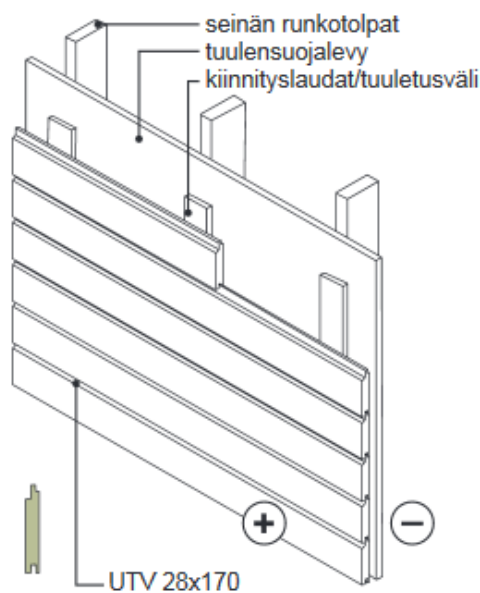
7.3.2 Alapohja

Huoltorakennuksen alapohjaratkaisuksi on valittu maanvarainen alapohja, joka lepää ilman tuulettuvaa ilmaväliä suoraan kantavan maakerroksen päällä. Perusmaan on joko moreenia tai hiekkaa ja sen kohdalla täytyy salaojat kallistaa 1:50. Perusmaan päälle tulee 300 mm tai suurempi salaojituskerros, joka tiivistetään koneellisesti. Tämän jälkeen asennetaan suodatinkangas, jonka päälle tulee 20 mm paksuinen hiekkakerros. Hiekkakerroksen päälle asennetaan 100 mm paksuinen lämmöneristys, joka metrin reuna-alueilla on 200 mm. Lämmöneristyksen jälkeen asennetaan jälleen suodatinkangas, jonka päälle valetaan 80 mm paksuinen alapohja teräsbetonista. Valetun teräsbetonin päälle asennetaan huonekohtaisesti lattiapintamateriaali. Alapohjan täytyy noudattaa Runko ja MaaRYL 2010 laatumääräyksiä. (RT 83–11009 1010,18.)

Rakennuksen kuivien tilojen lattiapäällysteenä toimii muovimatto esim. Uponfloorin valmistama Estrad dB -muovimatto. Märkätilojen lattiapäällysteet varustetaan laatoituksella ja vedeneristyksellä. Vedeneristyksien täytyy olla yhtenäinen seinärakenteiden vedeneristykseen. Märkätilan alapohja on suositeltavaa kallistaa 1:80, lattiakaivojen kohdalla 1:50. Lattialaatoituksena voidaan käyttää esimerkiksi Pukkilan valmistamaa Natura-lattialaattaa, jonka mitat ovat 10x10 cm ja paksuus 8 mm. Pukuhuoneiden lattiapäällysteenä toimii esim. polyuretaani, jonka täytyy kestää kovaa kulutusta. Pukuhuoneisiin voidaan myös asentaa tavallinen muovimatto, jolloin muovimaton päälle laitetaan vain kulutusta kestävät suojamatot. Kuivan ja märkätilan lattiapäällysteen asennuksen alustan lujuus-, suoruus ja kosteustason tulee olla SisäRYL 2013 määräysten ja laatuvaatimusten mukaiset. Alapohjien tarkemmat rakennekuvaukset esitetään liitteissä 9. ja 10.

7.3.3 Ulkoseinät

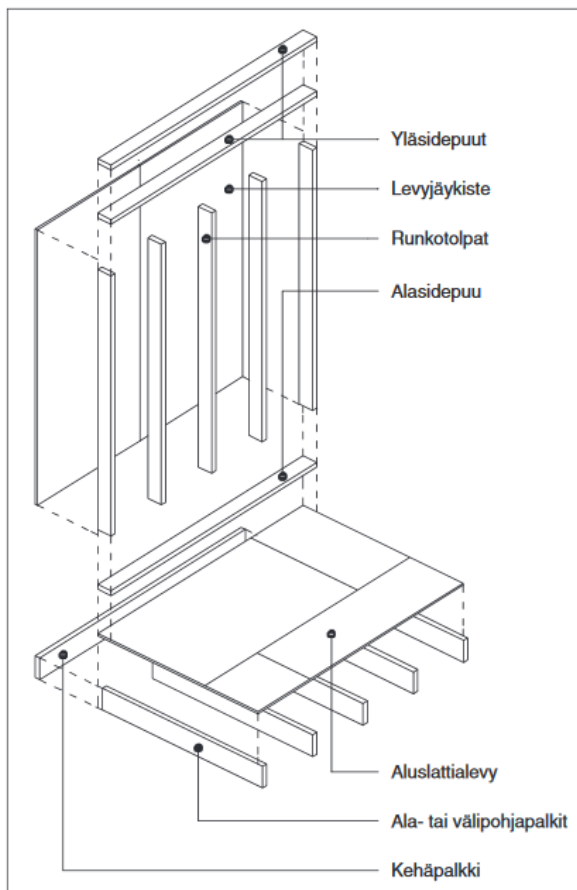
Huoltorakennuksen ulkoseinät tulevat olemaan kantavia puurakenteisia vaakaverhoiltuja ulkoseiniä. Vaakaverhouslaudat ovat muotoon höylättyjä puoli- tai täyspon-tillisia vaakasuuntaiseen ulkoverhoukseen tarkoitettuja lautoja. Rakennuksen ulko-seinän ulkoverhous tehdään 28x145 vaakasuuntaisesta ulkoverhouslaudasta, joka on profiililtaan UTV. Ulkoverhouksen jälkeen tulee 22x100 k600 jaolla oleva pysty-koolaus, joka toimii samalla ilmarakona. Ulkoverhouslauta kiinnitetään pystykoo-laukseen. (Puuinfo 2010.)



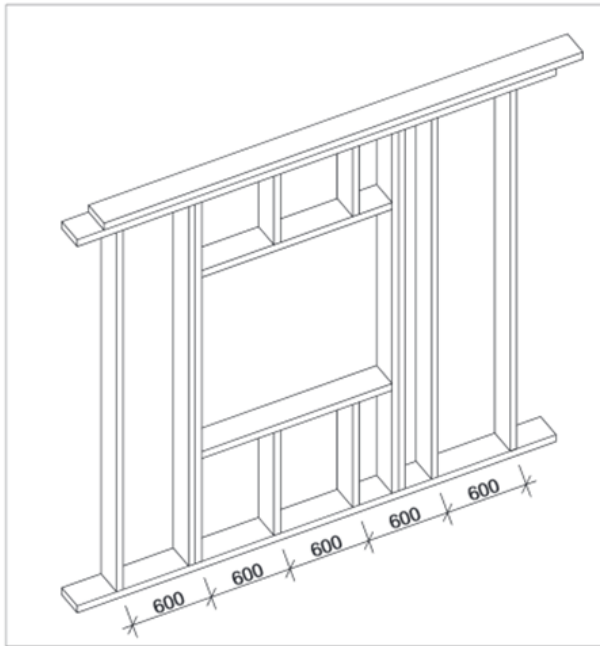
Kuvio 40. Esimerkki UTV -mallisesta vaakaverhouslaudasta (Puuinfo.2010, 4).

Pystykoolauksen jälkeen tulee jäykisteseinänä toimiva tuulensuojalevy. Huoltora-kennuksessa voidaan tuulensuojalevynä käyttää 25 mm paksuista runkoleijona levyä. Tuulensuojalevyn asennusvaiheessa on otettava huomioon, että eri tuulen-suojamateriaalien käytössä jäykistävänä levynä saattaa olla tuote- ja valmistaja-kohtaisia eroja ja ne täytyy asentaa valmistajan ohjeiden mukaisesti. (RT 82–10820 2004,3.)

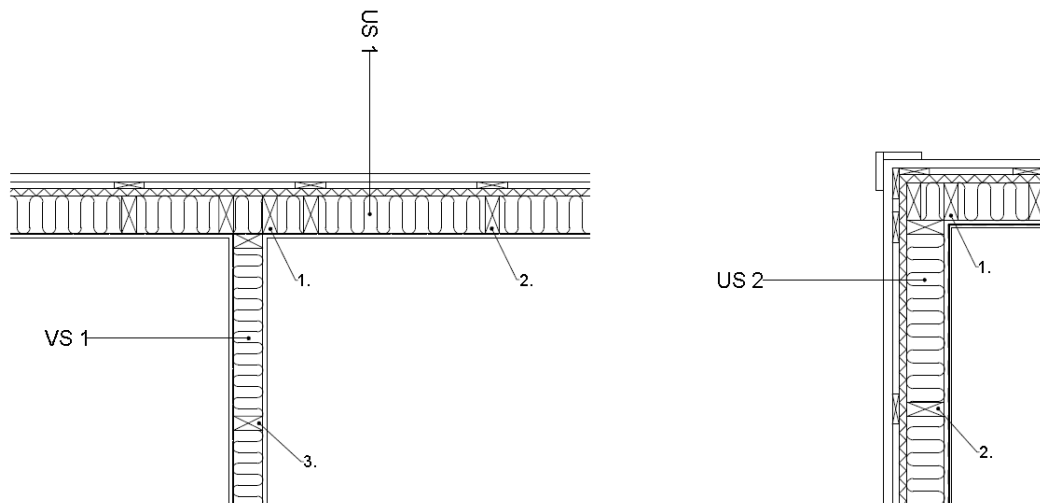
Ulkoseinän runkorakenne tehdään määrämittaan katkaistusta, mitallistetusta ja kulmapyöristetystä puutavarasta, josta runkotolpat ovat lujuusluokaltaan sahatavara C24 48x123 k 600 jaolla ja valmistetaan kerroskorkeuden mukaan määrämittaan katkaistusta mitallistetusta puutavarasta. Rakennuksen runkorakenteen piirustukset on esitetty liitteissä 14–15. sekä tarkempi kuvaus ulkoseinien liitoksesta esim. väliseinän kanssa tai nurkkatapauksessa kuviossa 43. Runkotolpan jälkeen asennettavana lämmöneristyksenä toimii 125 mm paksuinen mineraalivilla, joka toimii samalla ääneneristeenä. Lämmöneristyksen jälkeen tulee asentaa höyrinsulkumuovi, jonka tehtävänä on ehkäistä ilmavuodot ja vesihöyryn tunkeutumisen rakennuksen rakenteiden sisään. Ilman- ja höyrinsulkumateriaalin valinta arvioidaan tapauskohtaisesti ottaen huomioon sisäverhousmateriaali pintakäsittelyineen, lämmöneristemateriaali ja sen paksuus sekä käytettävä tuulensuojamateriaali. (RT 82–10820 2004, 10.)



Kuvio 41. Rakennusjärjestelmän perusosat (RT 82–10820 2004, 3).



Kuvio 42. Kantavan ulkoseinän rakenneperiaate ikkuna-aukon kohdalla. Aukkojen pielissä käytetään tarvittaessa kahta tai useampaa runkotolppaa ja yläpuolinen vahvistus tehdään joko yhdestä palkista tai tarvittaessa lisäpalkeista (RT 82–10820 2004, 13).



1. Lisätolppa (levyjien kiinnitys)
2. Ulkoseinän runkotolppa 48x123 k 600 jaolla
3. Väliseinän runkotolppa 48x97 k 600 jaolla

Kuvio 43. Kuvituspiirustus rakennuksen ulkoseinien liitoksesta väliseinän kanssa tai nurkkatapauksessa.

Höyrynsulkumuovin jälkeen tulee 13 mm paksuinen kipsilevy, jonka jälkeen kuivissa tiloissa seinä pintakäsittelään tasoittamalla ja lopuksi maalataan. Märkätilojen seinissä olevan kipsilevyn jälkeen märkätilojen seinärakenne puolestaan varustetaan kosteuden- tai vedeneristeellä, jonka täytyy olla yhtenäinen märkätilojen lattian vedeneristykseen kanssa. Vedeneristykseen jälkeen seinään tulee seinälaatoitus. Seinälaattoina voidaan käyttää esimerkiksi Pukkilan valmistamaa 20x40 cm ja 7,5 mm paksuista Usva merkistä peruslaattaa. Kuivien tilojen ulkoseinissä olevan höyrynsulkumuovi katkaistaan kohtaan, mistä märkätilan seinän vedeneristys alkaa. Dof-lämpö ohjelmalla laskettuna huoltorakennuksen ulkoseinän U-arvoksi saatiin 0,257 W/m²K. Huoltorakennuksen kuivien ja märkätilojen seinärakennekuvat ovat katsottavissa liitteissä. Ulkoseinien täytyy noudattaa SisäRYL 2013 sekä RunkoRYL 2010 laatuvaatimuksia ja määräyksiä. Ulkoseinien tarkemmat rakennekuvat esitetään liitteissä 7. ja 8. Ulkoseinän tarkemmat liitosdetaljikuvat alapohjiin ja yläpohjaan on esitetty liitteissä 16–18.

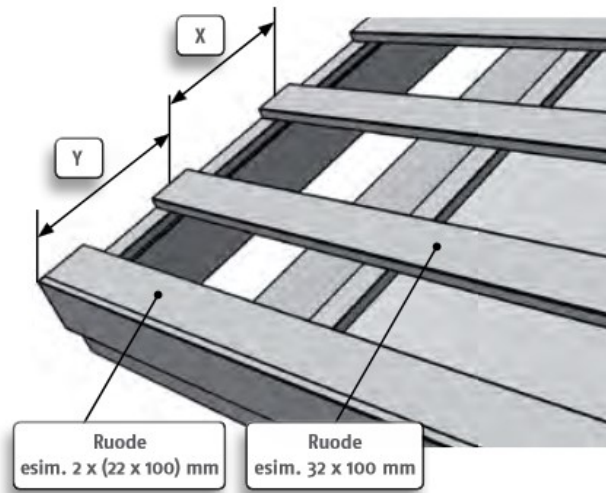
7.3.4 Väliseinät

Väliseinät ovat kevyitä väliseiniä, joiden runkorakenne tehdään määrämittaan katkaistusta, mitallistetusta ja kulmapyöristetystä puutavarasta, josta runkotolpat ovat lujuusluokaltaan sahatavara C24 48x97 k 600 jaolla. Huoneistojen välisen seinärakenteen tulee täyttää ilmaääneneristysvaatimus R'_w 55 dB. (RT 82–10820 2004, 12). Väliseinässä olevana eristeenä toimii 100 mm paksuinen mineraalivilla, joka toimii ääneneristeenä. Tämän jälkeen tulee 13 mm paksuinen jäykistelevynä toimiva kipsilevy ja pintakäsittely huoneselosteen mukaan. Märkätilojen väliseinään kipsilevyn jälkeen tulee vedeneritys, jonka täytyy olla yhtenäinen märkätilojen lattian vedeneristykseen kanssa ja seinälaatoitus. Märkätilan seinälaattoina voidaan käyttää esimerkiksi Pukkilan valmistamaa 20x40 cm ja 7,5 mm paksuista Usva merkistä peruslaattaa. Märkätilojen lisäksi seinälaatoitus asennetaan myös kuivissa tiloissa olevien käsienpesuallaiden ympärille. Kuivien tilojen väliseinät tasoitetaan ja pintakäsittelään maalaamalla. Väliseinien täytyy noudattaa SisäRYL 2013 sekä RunkoRYL 2010 laatuvaatimuksia ja määräyksiä ja niiden tarkemmat rakennekuvaukset esitetään liitteissä 12. ja 13.

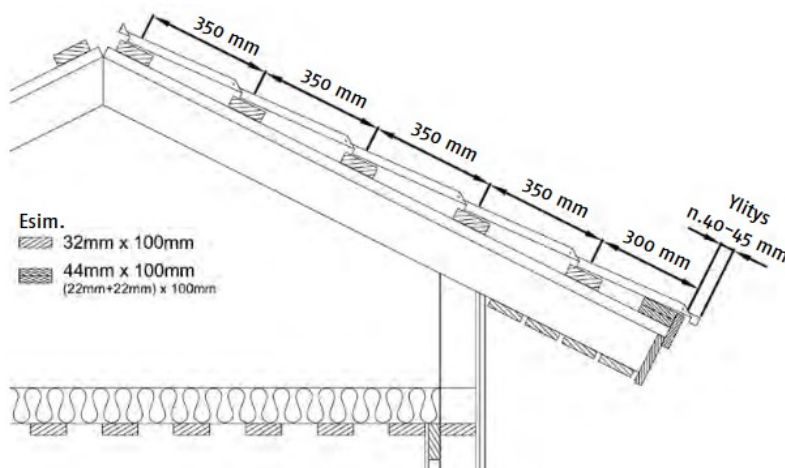
7.3.5 Yläpohja

Yläpohjarakenne mitoitetaan aina tapauskohtaisesti ja sen täytyy noudattaa RunkoRYL 2010 ja SisäRYL 2013 laatuvaatimuksia. Yläpohjan tarkempi rakennekuvaus esitetään liitteessä 11. Yläpohjan kantavana rakenteena toimii kattoristikko, jonka mitoittaa ristikoiden valmistaja pääpiirustusten mukaan. Yläpohjan lämmöneristekerros on 300 mm paksuista esim. puhallusvillaa. Puhallettavia lämmöneristeitä käytettäessä on otettava huomioon eristeen painuminen, joka on noin 15...20 % puukuitu-villalle ja 5 % mineraalivillalle. Yläpohjan lämmöneristeenä voidaan käyttää myös rulla- tai levytavarana. Yläpohjaan on jätettävä riittävä tuulettuva ilmarako, joka korkeus saa vähintään olla 100 mm. Lämmöneristeen alapintaan asennetaan höyrynsulkumuovi. Rakennuksen sisäkatto rakennetaan 50 mm paksuisesta puukoolauksesta k 400 jaolla mahdollisia sähköjohtoja varten. Puukoolauksen jälkeen asennetaan 16 mm paksuinen paneelilevy, joka pintakäsitellään lakkaamalla huoneselosteen mukaan. (RT 82–10820 2004, 9.)

Rakennuksen katto on normaali harjakatto, jonka kaltevuus on 1:3. Katon kate voidaan tehdä punaisesta muotopeltikatteesta, esimerkiksi Ruukin Tiilikaisesta, Ruukin asennusohjeen ja määräysten mukaisesti. Kattoristikoon asennetaan aluksi aluskate, jonka jälkeen tulee puurimat, jotka voivat olla esim. 32x50 kokoisia. Rimojen jälkeen asennetaan puuruoteet. Ruukin Tiilikaisen muotokatteilla ruoteeksi riittää 32 x 100 mm lauta kuviossa 45. esitetyillä ruodejaoilla Ruukin asennusohjeiden mukaan. Ruoteiden asennuksen jälkeen asennetaan muotopeltikate. Katon harjalle asennetaan harjalistat ja päätyräystäisiin räystäslistat Ruukin asennusohjeiden mukaan.



Kuvio 44. Ruukin muotokatteiden puuruoteiden ruodejako, jossa Y on etäisyys otsalaudan ulkoreunasta ja X on seuraavien ruoteiden etäisyys keskeltä keskelle (Ruukki 2016,4).



Kuvio 45. Ruukin tiilikainen muotopeltikaton puuruoteiden ruodejako (Ruukki 2016, 9).

8 YHTEENVETO

Opinnäytetyön aiheena oli suunnitella Lappajärven pesäpallokentälle huoltorakennus, jonka hanketta vetää Lappajärven Veikot. Tavoitteena oli suunnitella toimiva ja kantava rakennus, joka olisi järkevä toteuttaa ja lopulta rakentaa kustannuksia ajatellen. Lisäksi tavoitteena on rakentaa Lappajärven veikkojen pesäpallojoukkuetta sekä pesäpallokentällä järjestettävien pesäpallo-otteluluita ajatellen käyttökelpoinen ja kilpailukykyinen rakennekokonaisuus. Työn suunnitteluun kuului pääpiirustuksien sekä rakennekuvien rakennuksen ulkoseinistä, väliseinistä, alapohjasta ja yläpohjasta piirtäminen Auto Cadilla. Lisäksi määritettiin puurakenteiden mitoitukset, joiden laskennalliset tulokset osoittivat rakennuksen runkotolpan, ikkunaylityspalkin sekä ala- ja yläsidepuiden kestävän niille vaikuttavat rasituskuormat.

Rakennuksen pääpiirustusten piirtäminen tuotti ongelmia Auto Cadin kanssa ja niiden piirtämiseen kului liian paljon aikaa, koska tietokoneen kapasiteetti ei jaksanut Auto Cadiä välillä pyörittää ja pääpiirustuksiin tuli loppumetreillä vielä muutoksia. Lisäksi haastavaa oli pohtia erilaisia asioita, kuten tilaratkaisuja ja rakenneratkaisuja ja niiden toimivuutta kokonaisuudessaan, joka vei myös oman aikansa. Mielestäni opinnäytetyössä päästiin kohtalalaisen hyvin tavoitteisiin.

LÄHTEET

Karttatiimi Oy. Ei päiväystä. Lappajärvi Karttapalvelu [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 29.3.2016]. Saatavilla: <http://lappajarvi.karttatiimi.fi/>

Puuinfo. 2010. Puu ulkoverhous, Tee itse puusta. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 29.3.2016]. Saatavilla: http://www.rakennapuusta.fi/files/4109/Puuinfo_puu_ulkoverhous_web.pdf

Riveset Oy. 2012. Laatuperustukset. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 26.3.2016]. Saatavana: <http://www.laatuperustukset.fi/perustukset/maanvaraiset-perustukset>

Ruukki. 2016. Ruukki Tiilikainen Elite asennusohje. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 29.3.2016]. Saatavilla: http://cdn.ruukki.com/docs/default-source/roofing-documents/finland/asennusohjeet/fi_ruukki_tiilikainen_elite_asennusohje.pdf?sfvrsn=4

RT 82–10820. Huhtikuu 2004. Pientalon Puurakenteet. Avoin puurakennearjestelmä [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 29.3.2016]. Saatavilla: https://libts.seamk.fi:2155/kortistot/tuotteet/RT_8861.html.stx

RIL 205-1-2009. 2009. Puurakenteiden suunnitteluohje, eurokoodi EN 1995-1-1. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.

RIL 201-1-2011.2011. Suunnitteluperusteet ja rakenteiden kuormat, eurokoodi EN 1990, EN 1991-1-3, EN 1991-1-4. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.

RT 85-10495. 1993. Puuristikot ja kehät. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 29.3.2016]. Saatavana: https://libts.seamk.fi:2155/kortistot/tuotteet/RT_2327.html.stx

Suomen rakentamismääräyskokoelma. 30.3.2011. [Verkkojulkaisu]. Helsinki: Ympäristöministeriö. [Viitattu 29.3.2016]. Saatavilla: http://www.finlex.fi/data/normit/37188-D3-2012_Suomi.pdf

Suomen Tuulileijona Oy. Ei päiväystä. Runkoleijona [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 30.3.2016]. Saatavilla: <http://www.tuulileijona.fi/tuotteet/runkoleijona>

Suomen Tuulileijona Oy. Ei päiväystä. Tuulensuojalevy Kiinnitysohjeet ja levyjajkistysominaisuudet [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 31.3.2016]. Saatavilla: <http://www.tuulileijona.fi/images/pdf/STLkiinnitusohjet.pdf>

Veikkolan pesäpallostadion. 2015. [Verkojulkaisu]. [Viitattu 29.3.2016]. Saatavilla: https://fi.wikipedia.org/wiki/Lappaj%C3%A4rven_Veikot#/media/File:Veikkolan_pes%C3%A4pallostadion_2015.JPG

LIITTEET

LIITE 1. Paikkakuntaakohtaiset lumikuormat (RIL 205-1-2009,254)

LIITE 2. Asemapiirros

LIITE 3. Huoltorakennuksen pohjapiirustus

LIITE 4. Huoltorakennuksen julkisivupiirustus itään ja etelään

LIITE 5. Huoltorakennuksen julkisivupiirustus länteen ja pohjoiseen

LIITE 6. Huoltorakennuksen leikkauspiirustus A-A, B-B ja C-C

LIITE 7. Ulkoseinädetalji US 1

LIITE 8. Ulkoseinädetalji US 2

LIITE 9. Alapohjadetalji AP 1

LIITE 10. Alapohjadetalji AP 2

LIITE 11. Yläpohjadetalji YP

LIITE 12. Väliseinädetalji VS 1

LIITE 13. Väliseinädetalji VS 2

LIITE 14. Huoltorakennuksen runkopiirustus pohjoiseen ja itään

LIITE 15. Huoltorakennuksen runkopiirustus etelään ja länteen

LIITE 16. Detalji 1

LIITE 17. Detalji 2

LIITE 18. Detalji 3

LIITE 19. Rakennuslupahakemus

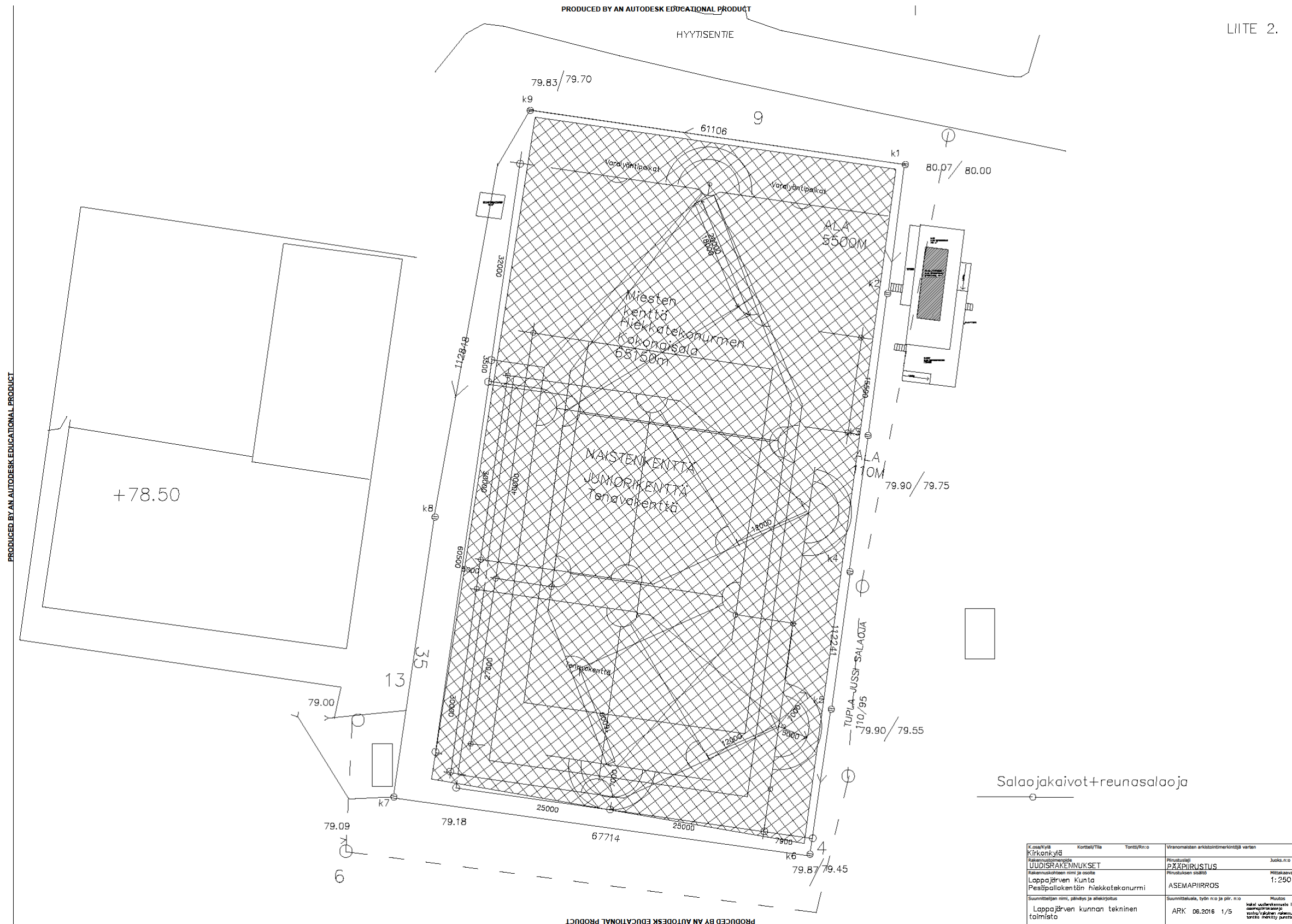
LIITE 20. Rakenneosa-arvio (kustannusarvio)

LIITE 1. Paikkakuntaakohtaiset lumikuormat (RIL 205-1-2009,254)

kunta	S_k (kN/m ²)	kunta	S_k (kN/m ²)	kunta	S_k (kN/m ²)
Koski TI	2,60	Loviisa	2,50	Oulunsalo	2,35
Kotka	2,65	Luhanka	2,50	Outokumpu	2,60
Kouvola	2,50	Lumijoki	2,25	Padasjoki	2,50
Kristiinankaupunki	2,50	Lumparland	2,00	Paimio	2,60
Kruunupyö	2,20	Luopioinen	2,50	Paltamo	3,30
Kuhmalahti	2,50	Luoto	2,00	Parainen	2,50
Kuhmo	3,00	Luumäki	2,75	Parikkala	2,75
Kuhmoinen	2,50	Luvia	2,00	Parkano	2,50
Kuivaniemi	3,00	Längelmäki	2,50	Pedersören kunta	2,10
Kumlinge	2,00	Maalahti	2,00	Pelkosenniemi	2,90
Kuopio	2,50	Maaninka	2,50	Pello	3,00
Kuortane	2,50	Maarianhamina	2,00	Perho	2,50
Kurikka	2,50	Maksamaa	2,00	Pernaja	2,50
Kuru	2,50	Marttila	2,60	Perniö	2,75
Kustavi	2,10	Masku	2,30	Pertteli	2,75
Kuusamo	3,50	Mellilä	2,55	Pertunmaa	2,50
Kuusankoski	2,50	Merijärvi	2,00	Petäjavesi	2,50
Kuusjoki	2,70	Merikarvia	2,40	Pieksamäki	2,50
Kylmäkoski	2,30	Merimasku	2,20	Pieksänmaa	2,50
Kyyjärvi	2,50	Miehikkälä	2,75	Pielavesi	2,50
Kälviä	2,30	Mietoinen	2,30	Pietarsaari	2,00
Kärkölä	2,75	Mikkeli	2,50	Pihtipudas	2,50
Kärsämäki	2,50	Mouhijärvi	2,40	Piikkiö	2,60
Kökar	2,00	Muhos	2,50	Piippola	2,50
Köyliö	2,00	Multia	2,50	Pirkkala	2,40
Lahti	2,65	Muonio	3,00	Pohja	2,75
Laihia	2,30	Mustasaari	2,00	Polvijärvi	2,75
Laitila	2,20	Muurame	2,50	Pomarkku	2,40
Lammi	2,75	Muurla	2,75	Pori	2,00
Lapinjärvi	2,50	Mynämäki	2,30	Pornainen	2,75
Lapinlahti	2,60	Myrskylä	2,65	Porvoo	2,65
Lappajärvi	2,40	Mäntsälä	2,75	Posio	3,50
Lappeenranta	2,75	Mänttä	2,50	Pudasjärvi	3,50
Lappi	2,00	Mäntyharju	2,50	Pukkila	2,75
Lapua	2,50	Naantali	2,50	Pulkkiila	2,40
Laukaa	2,50	Nakkila	2,00	Punkaharju	2,65
Lavia	2,45	Nastola	2,65	Punkalaidun	2,10
Lehtimäki	2,50	Nauvo	2,30	Puolanka	3,50
Leivonmäki	2,50	Nilsjä	2,65	Puumala	2,50
Lemi	2,70	Nivala	2,35	Pyhtää	2,50
Lemland	2,00	Nokia	2,45	Pyhäjoki	2,05
Lempäälä	2,40	Noormarkku	2,35	Pyhäjärvi	2,50
Lemu	2,30	Nousiainen	2,30	Pyhäntä	2,75
Leppävirta	2,50	Nummi-Pusula	2,75	Pyhäranta	2,10
Lestijärvi	2,50	Nurmes	3,00	Pyhäselkä	2,65
Lieksa	2,75	Nurmijärvi	2,75	Pylkönmäki	2,50
Lieto	2,60	Nurmo	2,50	Pälkäne	2,50
Lijendal	2,50	Närpiö	2,10	Pöytyä	2,50
Liminka	2,45	Oravainen	2,10	Raahe	2,10
Liperi	2,55	Orimattila	2,75	Raisio	2,50
Lohja	2,75	Oripää	2,20	Rantasalmi	2,50
Lohtaja	2,00	Orivesi	2,50	Rantsila	2,40
Loimaa	2,65	Oulainen	2,15	Ranua	3,20
Loppi	2,75	Oulu	2,45	Rauma	2,00

LIITE 2. Asemapiirros

LIITE 2.

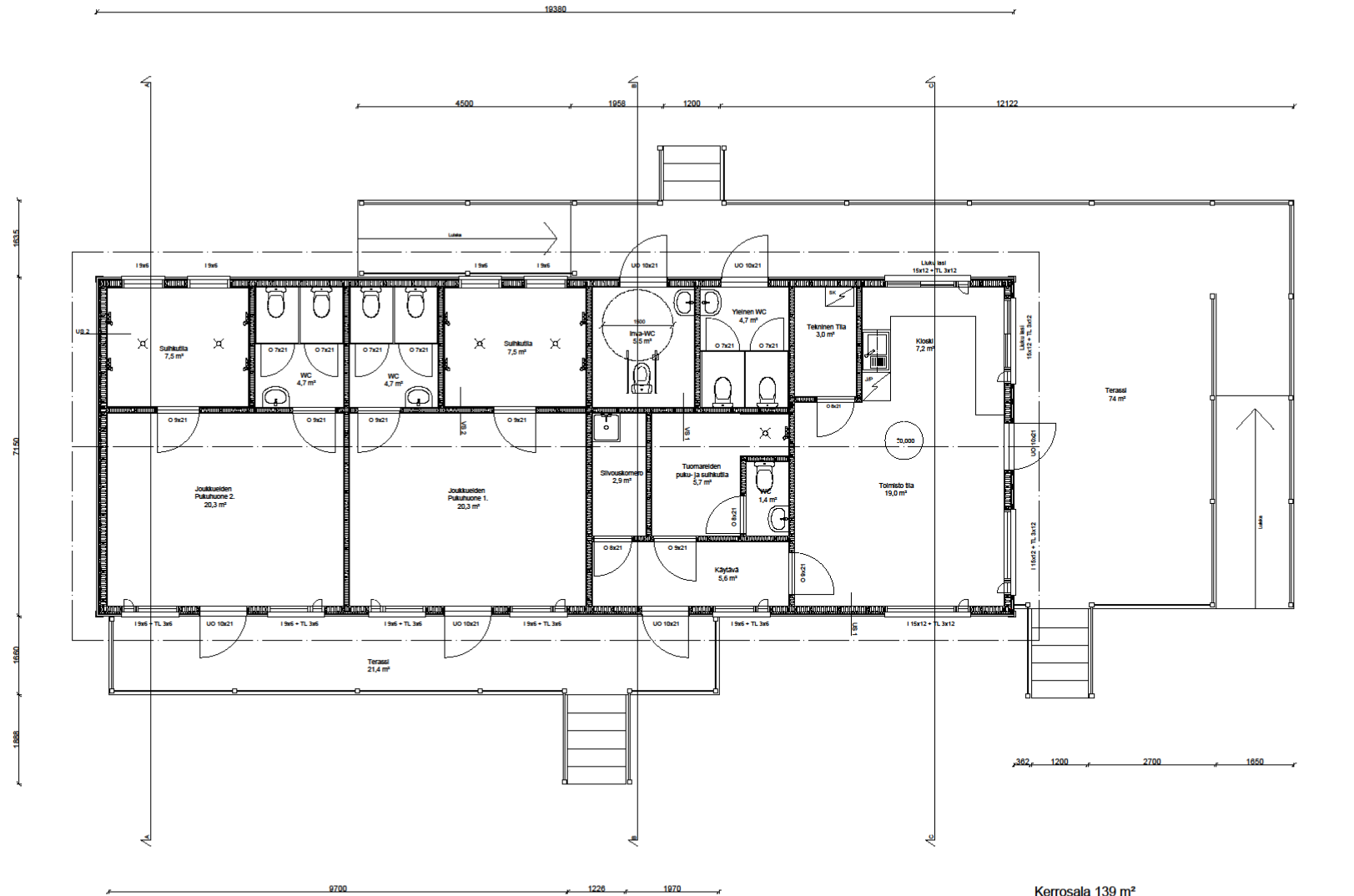


Kaavakysy	Kortti/Tila	Tuntti/Rn:o	Viranomaisten arkistointimerkintä varten
Kirkkonkylä			
Rakennusluvanmerkintä			Juokse n:o
UUDISRAKENNUKSET			PÄÄPIIRUSTUS
Rakennusluvan nimi ja osoite			Perustuksen sisältö
Loppajärven kunta			Mittakaava
Pesäpallokentän hiekkatekonurmi			1:250
			ASEMPIIRROS
Suunnittelijan nimi, päiväys ja allekirjoitus			Suunnitteluala, työn n:o ja pöj. n:o
Loppajärven kunnan tekninen toimisto			ARK 06.2016 1/5

LIITE 3. Huoltorakennuksen pohjapiirustus

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

LIITE 3.



Kerrosala 139 m²
Tilavuus 441 m³

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

US 1

Pintakäsittely, rakennusolosuhteiden mukaan
Ulkoeristys, vaaka esim. 20x145, rakennusolosuhteiden mukaan
Tulelteräsvälit, pystylaudat 22x100 k 600
Tulelteräsvälit, esim. Runkoleijona
Kantava rakenne, rakennusosaston mukaan, puurunko 48x123 k 600
Lämmöneriste, mineraalivilla
Ilma- ja höyryeristys, polyeteenivälikalvo, saumat ilma- ja höyrytiivitt
Rakennuslevy, Kipsilevy, rakennusolosuhteiden mukaan
Seinä- ja pintakäsittely, huoneolosuhteiden mukaan
U-ano 0,257 W/m²K (Dof-lämpö ohjelma)

US 2

Pintakäsittely, rakennusolosuhteiden mukaan
Ulkoeristys, vaaka esim. 20x145, rakennusolosuhteiden mukaan
Tulelteräsvälit, pystylaudat 22x100 k 600
Tulelteräsvälit, esim. Runkoleijona
Kantava rakenne, rakennusosaston mukaan, puurunko 48x123 k 600
Lämmöneriste, mineraalivilla
Rakennuslevy, Kipsilevy esim. EK Gyproc, rakennusolosuhteiden mukaan
Vedeneriste, sertiifoitu vedeneristysjärjestelmä, liitännä lattian vedeneristykseen oltava yhtenäinen
Käynnöstyksellä vedenkestävä, tartuntasilla tarvittaessa
Seinä- ja pintakäsittely, laatuus, huoneolosuhteiden mukaan
U-ano 0,257 W/m²K (Dof-lämpö ohjelma)

VS 1

Seinä- ja pintakäsittely, huoneolosuhteiden mukaan
Rakennuslevy, Kipsilevy, rakennusolosuhteiden mukaan
Kantava rakenne, rakennusosaston mukaan, puurunko 48x67 k 600
Ääneneriste, mineraalivilla
Rakennuslevy, Kipsilevy, rakennusolosuhteiden mukaan
Huon. rakennuksessa olevien pesuallaiden ympärille kipsilevyyden jälkeen tulee seinälaatuus kiinnityksellään, joka tehdään esim. 1,2 m korkeudelle lattialta

VS 2

Seinä- ja pintakäsittely, huoneolosuhteiden mukaan
Rakennuslevy, Kipsilevy esim. EK Gyproc, rakennusolosuhteiden mukaan
Kantava rakenne, rakennusosaston mukaan, puurunko 48x67 k 600
Ääneneriste, mineraalivilla
Rakennuslevy, Kipsilevy esim. EK Gyproc, rakennusolosuhteiden mukaan
Vedeneriste, sertiifoitu vedeneristysjärjestelmä, liitännä lattian vedeneristykseen oltava yhtenäinen
Käynnöstyksellä vedenkestävä, tartuntasilla tarvittaessa
Seinä- ja pintakäsittely, laatuus, huoneolosuhteiden mukaan

Numero	Kohde	Tuote	Yksikkö	Määrä
1	Lappajärvi	VU-alue	PIEÄMÄÄ 1012	
2	Rakennusosasto	Uudrakennus		
3	Rakennusosasto	Lappajärven pelipöytäkeskus		
4	Rakennusosasto	Lappajärven pelipöytäkeskus		
5	Rakennusosasto	Lappajärven pelipöytäkeskus		
6	Rakennusosasto	Lappajärven pelipöytäkeskus		
7	Rakennusosasto	Lappajärven pelipöytäkeskus		
8	Rakennusosasto	Lappajärven pelipöytäkeskus		
9	Rakennusosasto	Lappajärven pelipöytäkeskus		
10	Rakennusosasto	Lappajärven pelipöytäkeskus		
11	Rakennusosasto	Lappajärven pelipöytäkeskus		
12	Rakennusosasto	Lappajärven pelipöytäkeskus		
13	Rakennusosasto	Lappajärven pelipöytäkeskus		
14	Rakennusosasto	Lappajärven pelipöytäkeskus		
15	Rakennusosasto	Lappajärven pelipöytäkeskus		
16	Rakennusosasto	Lappajärven pelipöytäkeskus		
17	Rakennusosasto	Lappajärven pelipöytäkeskus		
18	Rakennusosasto	Lappajärven pelipöytäkeskus		
19	Rakennusosasto	Lappajärven pelipöytäkeskus		
20	Rakennusosasto	Lappajärven pelipöytäkeskus		
21	Rakennusosasto	Lappajärven pelipöytäkeskus		
22	Rakennusosasto	Lappajärven pelipöytäkeskus		
23	Rakennusosasto	Lappajärven pelipöytäkeskus		
24	Rakennusosasto	Lappajärven pelipöytäkeskus		
25	Rakennusosasto	Lappajärven pelipöytäkeskus		
26	Rakennusosasto	Lappajärven pelipöytäkeskus		
27	Rakennusosasto	Lappajärven pelipöytäkeskus		
28	Rakennusosasto	Lappajärven pelipöytäkeskus		
29	Rakennusosasto	Lappajärven pelipöytäkeskus		
30	Rakennusosasto	Lappajärven pelipöytäkeskus		
31	Rakennusosasto	Lappajärven pelipöytäkeskus		
32	Rakennusosasto	Lappajärven pelipöytäkeskus		
33	Rakennusosasto	Lappajärven pelipöytäkeskus		
34	Rakennusosasto	Lappajärven pelipöytäkeskus		
35	Rakennusosasto	Lappajärven pelipöytäkeskus		
36	Rakennusosasto	Lappajärven pelipöytäkeskus		
37	Rakennusosasto	Lappajärven pelipöytäkeskus		
38	Rakennusosasto	Lappajärven pelipöytäkeskus		
39	Rakennusosasto	Lappajärven pelipöytäkeskus		
40	Rakennusosasto	Lappajärven pelipöytäkeskus		
41	Rakennusosasto	Lappajärven pelipöytäkeskus		
42	Rakennusosasto	Lappajärven pelipöytäkeskus		
43	Rakennusosasto	Lappajärven pelipöytäkeskus		
44	Rakennusosasto	Lappajärven pelipöytäkeskus		
45	Rakennusosasto	Lappajärven pelipöytäkeskus		
46	Rakennusosasto	Lappajärven pelipöytäkeskus		
47	Rakennusosasto	Lappajärven pelipöytäkeskus		
48	Rakennusosasto	Lappajärven pelipöytäkeskus		
49	Rakennusosasto	Lappajärven pelipöytäkeskus		
50	Rakennusosasto	Lappajärven pelipöytäkeskus		
51	Rakennusosasto	Lappajärven pelipöytäkeskus		
52	Rakennusosasto	Lappajärven pelipöytäkeskus		
53	Rakennusosasto	Lappajärven pelipöytäkeskus		
54	Rakennusosasto	Lappajärven pelipöytäkeskus		
55	Rakennusosasto	Lappajärven pelipöytäkeskus		
56	Rakennusosasto	Lappajärven pelipöytäkeskus		
57	Rakennusosasto	Lappajärven pelipöytäkeskus		
58	Rakennusosasto	Lappajärven pelipöytäkeskus		
59	Rakennusosasto	Lappajärven pelipöytäkeskus		
60	Rakennusosasto	Lappajärven pelipöytäkeskus		
61	Rakennusosasto	Lappajärven pelipöytäkeskus		
62	Rakennusosasto	Lappajärven pelipöytäkeskus		
63	Rakennusosasto	Lappajärven pelipöytäkeskus		
64	Rakennusosasto	Lappajärven pelipöytäkeskus		
65	Rakennusosasto	Lappajärven pelipöytäkeskus		
66	Rakennusosasto	Lappajärven pelipöytäkeskus		
67	Rakennusosasto	Lappajärven pelipöytäkeskus		
68	Rakennusosasto	Lappajärven pelipöytäkeskus		
69	Rakennusosasto	Lappajärven pelipöytäkeskus		
70	Rakennusosasto	Lappajärven pelipöytäkeskus		
71	Rakennusosasto	Lappajärven pelipöytäkeskus		
72	Rakennusosasto	Lappajärven pelipöytäkeskus		
73	Rakennusosasto	Lappajärven pelipöytäkeskus		
74	Rakennusosasto	Lappajärven pelipöytäkeskus		
75	Rakennusosasto	Lappajärven pelipöytäkeskus		
76	Rakennusosasto	Lappajärven pelipöytäkeskus		
77	Rakennusosasto	Lappajärven pelipöytäkeskus		
78	Rakennusosasto	Lappajärven pelipöytäkeskus		
79	Rakennusosasto	Lappajärven pelipöytäkeskus		
80	Rakennusosasto	Lappajärven pelipöytäkeskus		
81	Rakennusosasto	Lappajärven pelipöytäkeskus		
82	Rakennusosasto	Lappajärven pelipöytäkeskus		
83	Rakennusosasto	Lappajärven pelipöytäkeskus		
84	Rakennusosasto	Lappajärven pelipöytäkeskus		
85	Rakennusosasto	Lappajärven pelipöytäkeskus		
86	Rakennusosasto	Lappajärven pelipöytäkeskus		
87	Rakennusosasto	Lappajärven pelipöytäkeskus		
88	Rakennusosasto	Lappajärven pelipöytäkeskus		
89	Rakennusosasto	Lappajärven pelipöytäkeskus		
90	Rakennusosasto	Lappajärven pelipöytäkeskus		
91	Rakennusosasto	Lappajärven pelipöytäkeskus		
92	Rakennusosasto	Lappajärven pelipöytäkeskus		
93	Rakennusosasto	Lappajärven pelipöytäkeskus		
94	Rakennusosasto	Lappajärven pelipöytäkeskus		
95	Rakennusosasto	Lappajärven pelipöytäkeskus		
96	Rakennusosasto	Lappajärven pelipöytäkeskus		
97	Rakennusosasto	Lappajärven pelipöytäkeskus		
98	Rakennusosasto	Lappajärven pelipöytäkeskus		
99	Rakennusosasto	Lappajärven pelipöytäkeskus		
100	Rakennusosasto	Lappajärven pelipöytäkeskus		

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

LIITE 4. Huoltorakennuksen julkisivupiirustus itään ja etelään

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

LIITE 4.



J2 02 Etään

- 1. Muotopeltikatto, esim. Ruukin Tiilikainen, väri RR29 Punainen
- 2. Lumieste
- 3. Puuverhous, maalattu, keltainen
- 4. Otsa-, nurkka- ja pielilaudat, maalattu, valkoinen
- 5. Sokkeeli



J2 02 Etelään

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

Kaavioalue Lappajoki	Kortti VU-alue	Tuotteen PE330maa 1012	Ulosterasteri merkintä
Rakennusvaihe Uudisrakennus			Projekti PE330maa
Rakennusmaa Lappajoen peltoalueella Hyytieste 7 62600 LAPPAJOKI			Projekti nimi Pöytäalokortin huoltorakennuksen Julkisivupiirustus itään ja etelään
			Mittakaava 1:50
			Luokka Muuta
			ARK 06.2016 3/5
Yhteisö, suunnittelija, tekijä 3.5.2016, Anu Piittinen, Rakennuspiirustus			Tarkastaja Tarkastaja

LIITE 5. Huoltorakennuksen julkisivukuvat länteen ja pohjoiseen

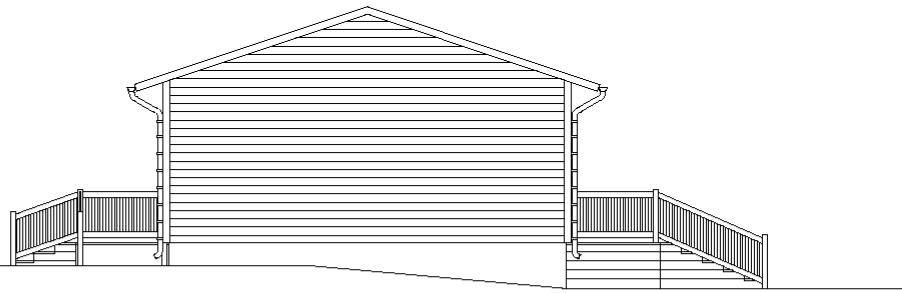
PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

LIITE 5.



J5 03 Länneen

- 1. Muotopeltikatto, esim. Ruukin Tiilikainen, väri RR29 Punainen
- 2. Lumieste
- 3. Puuverhous, maalattu, keltainen
- 4. Otsa-, nurkka- ja piililaudat, maalattu, valkoinen
- 5. Sokkeli



J5 04 Pohjoiseen

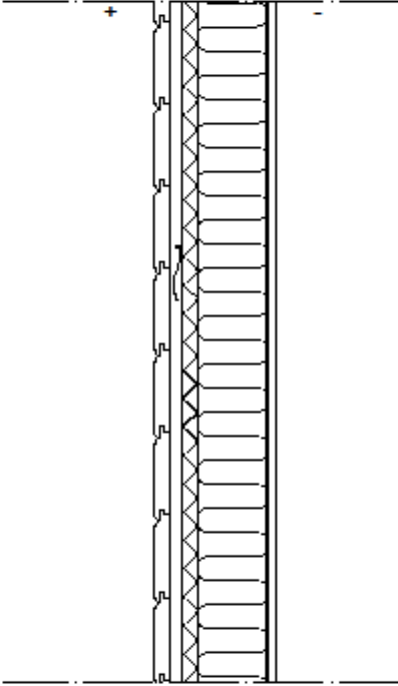
PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

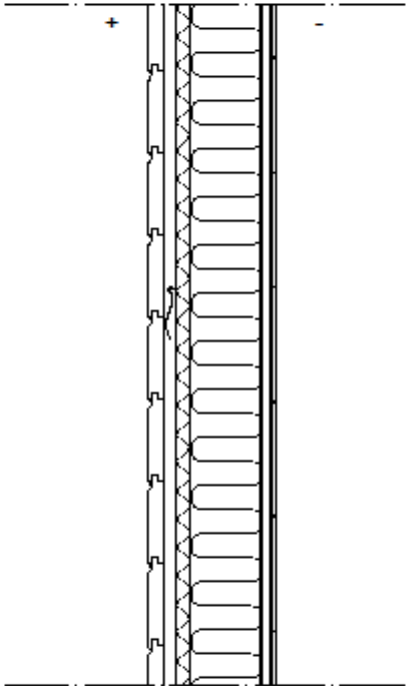
PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

Kaavioalue Lappajoki	Kunta Vuoksi	Tuote Pääpiirustus 1012	Ulosterasteri merkintä
Rakennusluvan Uudrakennus			Projekti Pääpiirustus
Rakennusmaa Lappajoen peltoalueella Hyytieste 7 62600 LAPPAJOKI			Projekti nimi Pääpiirustus huoltorakennus Julkisivupiirustus länteen ja pohjoiseen
			Mittakaava 1:50
			Muuta ARK 06.2016 4/5
Yhteydet 3.5.2016, Anu Piittinen, Rakennuspiirustus			Tuotteen Tiedot

LIITE 7. Ulkoseinädetalji US 1

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT		
Pesäpallokentän huoltorakennus	Piirustuksen sisältö: Ulkoseinädetalji Puurunkoseinä Mineraalivillaeriste	LIITE 7.
Suunnittelija: Anu Pirttinen Rakennusinsinööri		
Päiväys: 1.6.2016	KUIVA TILA	US 1
<p>1:10</p> 		
<p>28 mm 22 mm 25 mm 123 mm 125 mm 13 mm</p>	<p>Pintakäsittely, rakennuselostuksen mukaan Ulkoverhous, vaaka 28x145, rakennuselostuksen mukaan Tuuletusväli, pystylaudat 22x100 k 600 Tuulensuoja, esim. Runkoleijona Kantava rakenne, rakennesuunnitelman mukaan, puurunko 48x123 k 600 Lämmöneriste, mineraalivilla Ilma- ja höyrynsulku, polyeteenimuovikalvo, saumat ilma- ja höyrytiivit Rakennuslevy, Kipsilevy, rakenneselostuksen mukaan Seinä- ja pintakäsittely, huoneselosteen mukaan</p> <p>U-arvo 0,257 W/m²K (Dof-lämpö ohjelma)</p>	
PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT		

LIITE 8. Ulkoseinädetalji US 2

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT				
Pesäpallokentän huoltorakennus Suunnittelija: Anu Pirttinen Rakennusinsinööri	Piirustuksen sisältö: Ulkoseinädetalji Puurunkoseinä Mineraalivillaeriste	LIITE 8.		
Päiväys: 1.6.2016	MÄRKÄ TILA	US 2		
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT <div style="text-align: center;"> <p>1:10</p>  </div> PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT </div> <div style="margin-top: 20px;"> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%; vertical-align: top;"> 28 mm 22 mm 25 mm 123 mm 125 mm 13 mm </td> <td style="vertical-align: top;"> Pintakäsittely, rakennuselostuksen mukaan Ulkoverhous, vaaka 28x145, rakennuselostuksen mukaan Tuuletusväli, pystylaudat 22x100 k 600 Tuulensuoja, esim. Runkoleijona Kantava rakenne, rakennesuunnitelman mukaan, puurunko 48x123 k 600 Lämmöneriste, mineraalivilla Rakennuslevy, Kipsilevy esim. EK Gyproc, rakenneselostuksen mukaan Vedeneriste, sertifioitu vedeneristysjärjestelmä, liittymä lattian vedeneristykseen oltava yhtenäinen Kiinnityslaasti, vedenkestävä, tartuntasilta tarvittaessa Seinä- ja pintakäsittely, laatoitus esim. seinälaatta 20x40 cm, huoneselosteen mukaan U-arvo 0,257 W/m²K (Dof-lämpö ohjelma) </td> </tr> </table> </div>			28 mm 22 mm 25 mm 123 mm 125 mm 13 mm	Pintakäsittely, rakennuselostuksen mukaan Ulkoverhous, vaaka 28x145, rakennuselostuksen mukaan Tuuletusväli, pystylaudat 22x100 k 600 Tuulensuoja, esim. Runkoleijona Kantava rakenne, rakennesuunnitelman mukaan, puurunko 48x123 k 600 Lämmöneriste, mineraalivilla Rakennuslevy, Kipsilevy esim. EK Gyproc, rakenneselostuksen mukaan Vedeneriste, sertifioitu vedeneristysjärjestelmä, liittymä lattian vedeneristykseen oltava yhtenäinen Kiinnityslaasti, vedenkestävä, tartuntasilta tarvittaessa Seinä- ja pintakäsittely, laatoitus esim. seinälaatta 20x40 cm, huoneselosteen mukaan U-arvo 0,257 W/m²K (Dof-lämpö ohjelma)
28 mm 22 mm 25 mm 123 mm 125 mm 13 mm	Pintakäsittely, rakennuselostuksen mukaan Ulkoverhous, vaaka 28x145, rakennuselostuksen mukaan Tuuletusväli, pystylaudat 22x100 k 600 Tuulensuoja, esim. Runkoleijona Kantava rakenne, rakennesuunnitelman mukaan, puurunko 48x123 k 600 Lämmöneriste, mineraalivilla Rakennuslevy, Kipsilevy esim. EK Gyproc, rakenneselostuksen mukaan Vedeneriste, sertifioitu vedeneristysjärjestelmä, liittymä lattian vedeneristykseen oltava yhtenäinen Kiinnityslaasti, vedenkestävä, tartuntasilta tarvittaessa Seinä- ja pintakäsittely, laatoitus esim. seinälaatta 20x40 cm, huoneselosteen mukaan U-arvo 0,257 W/m²K (Dof-lämpö ohjelma)			
PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT				

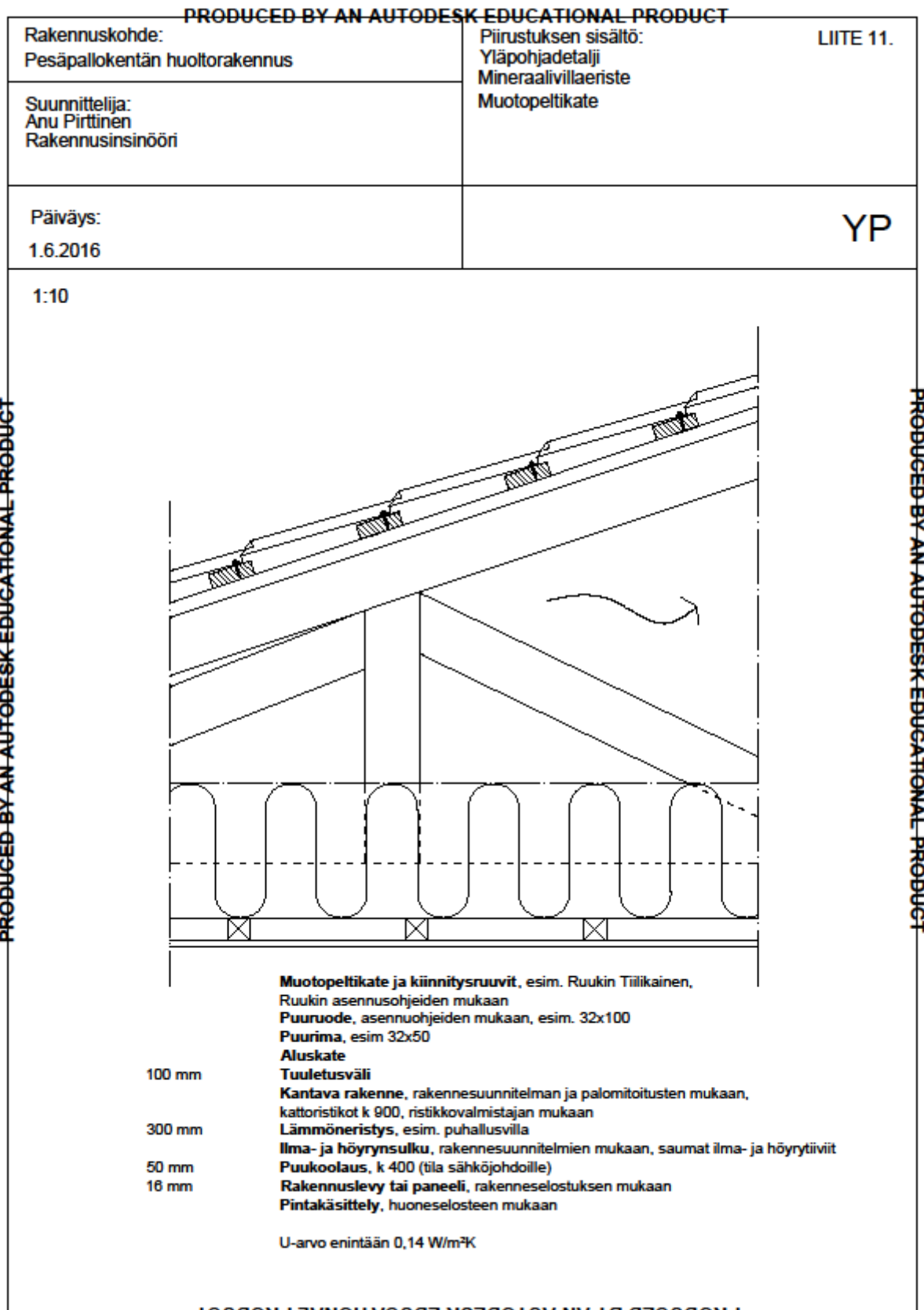
LIITE 9. Alapohjadetalji AP 1

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT		
Rakennuskohde: Pesäpallokentän huoltorakennus	Piirustuksen sisältö: Alapohjadetalji Betonilaatta, maanvarainen Alapuolinen lämmöneriste	LIITE 9.
Suunnittelija: Anu Pirttinen Rakennusinsinööri		
Päiväys: 1.6.2016	KUIVA TILA	AP 1
1:10		
80 mm	Lattiapäällyste ja pintakäsittely, esim. muovimatto, huoneselosteen mukaan	
	Kantava rakenne, rakennesuunnitelman mukaan, teräsbetonilaatta, by 45 luokka käyttötarkoituksen mukaan, pintahieronta	
100 mm	Suodatinkangas, saumat limitetty ja teipattu	
	Lämmöneriste, polystyreeni, pontatut levyt tai kaksinkertaiset levyt 1m:n reuna-alueella 200 mm	
20 mm	Tasaushiekka	
	Suodatinkangas	
≥ 250 mm	Salaojituseros, Ø 6.....16 mm, koneellisesti tiivistetty	
	Perusmaa, pohjarakennesuunnitelman mukaan, hiekka tai moreeni, kallistus salaojiin vähintään 1:50	
	U-arvo enintään 0,24 W/m²K	
PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT		

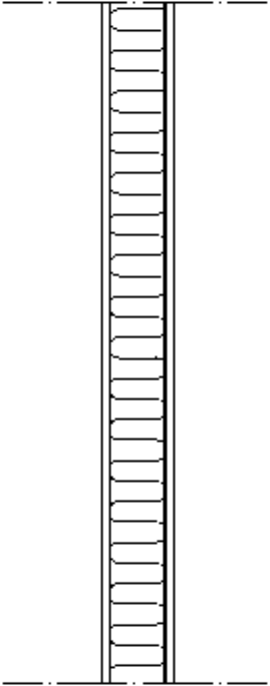
LIITE 10. Alapohjadetalji AP 2

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT	
Rakennuskohde: Pesäpallokentän huoltorakennus	Piirustuksen sisältö: Alapohjadetalji Betonilaatta, maanvarainen Alapuolinen lämmöneriste
Suunnittelija: Anu Pirttinen Rakennusinsinööri	LIITE 10.
Päiväys: 1.6.2016	MÄRKÄ TILA
	AP 2
1:10	
80 mm	<p>Lattiapäällyste, laatoitus esim. 10x10 cm lattilaatta, huoneselosteen mukaan Kiinnityslaasti, vedenkestävä, tartuntasilta tarvittaessa Vedeneriste, sertifioitu, vedeneristysjärjestelmä, vedeneriste suositellaan nostettavan seinille 150 mm (vähintään 100 mm) valmista lattiapintaa ylemmäksi, liittymän seinän vedeneristeeseen oltava yhtenäinen Kantava rakenne, rakennesuunnitelman mukaan, teräsbetonilaatta, by 45 luokka A-4-30, rakennesuunnitelmien mukaan, pintahieronta/hionta vedeneristeen valmistajan ohjeiden mukaan, suositeltava kallistus 1:80 (vähintään 1:100), lattiakaivojen läheisyydessä 1:50 Suodatinkangas, saumat limitetty ja teipattu</p>
100 mm	<p>Lämmöneriste, polystyreeni, pontatut levyt tai kaksinkertaiset levyt 1m:n reuna-alueella 200 mm</p>
20 mm	<p>Tasaushiekka</p>
≥ 250 mm	<p>Suodatinkangas Salaojituseros, Ø 6.....16 mm, koneellisesti tiivistetty Perusmaa, pohjarakennesuunnitelman mukaan, hiekka tai moreeni, kallistus salaojiin vähintään 1:50</p>
	U-arvo enintään 0,24 W/m²K
PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT	

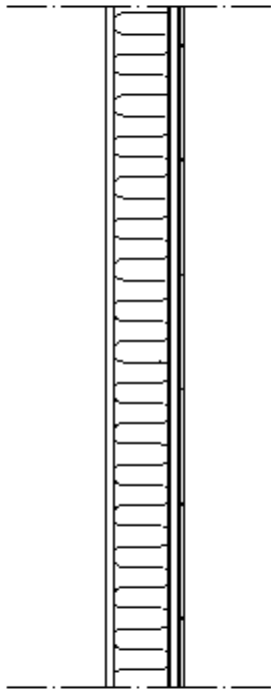
LIITE 11. Yläpohjadetalji YP



LIITE 12. Väliseinädetalji VS 1

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT	
Rakennuskohde: Pesäpallokentän huoltorakennus	Piirustuksen sisältö: Väliseinädetalji Puurunkoseinä Mineraalivillaeriste
Suunnittelija: Anu Pirttinen Rakennusinsinööri	LIITE 12.
Päiväys: 2.6.2016	KUIVA TILA
	VS 1
1:10	
	
13 mm	Seinä- ja pintakäsittely, huoneselosteen mukaan
97 mm	Rakennuslevy, Kipsilevy, rakenneselostuksen mukaan
100 mm	Kantava rakenne, rakennesuunnitelman mukaan, puurunko 48x97 k 600
13 mm	Ääneneriste, mineraalivilla
	Rakennuslevy, Kipsilevy, rakenneselostuksen mukaan
	Seinä- ja pintakäsittely, huoneselosteen mukaan
PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT	

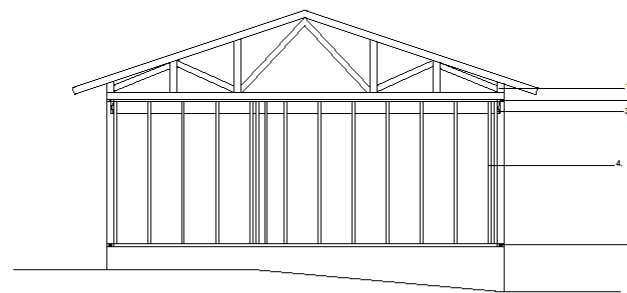
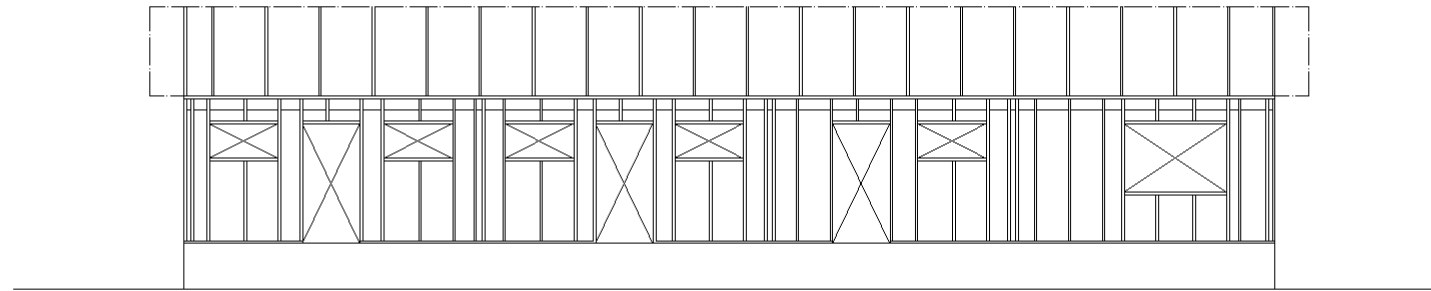
LIITE 13. Väliseinädetalji VS 2

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT	
Rakennuskohde: Pesäpallokentän huoltorakennus	Piirustuksen sisältö: Väliseinädetalji Puurunkoseinä Mineraalivillaeriste
Suunnittelija: Anu Pirttinen Rakennusinsinööri	LIITE 13.
Päiväys: 2.6.2016	MÄRKÄ TILA
	VS 2
1:10	
	
13 mm 97 mm 100 mm 13 mm	<p>Seinä- ja pintakäsittely, huoneselosteen mukaan</p> <p>Rakennuslevy, Kipsilevy esim. EK Gyproc, rakennuselostuksen mukaan</p> <p>Kantava rakenne, rakennesuunnitelman mukaan, puurunko 48x97 k 600</p> <p>Ääneneriste, mineraalivilla</p> <p>Rakennuslevy, Kipsilevy esim. EK Gyproc, rakenneselostuksen mukaan</p> <p>Vedeneriste, sertifioitu vedeneristysjärjestelmä, liittymä lattian vedeneristykseen oltava yhtenäinen</p> <p>Kiinnityslaasti, vedenkestävä, tartuntasilta tarvittaessa</p> <p>Seinä- ja pintakäsittely, laatoitus esim. seinälaatta 20x40 cm, huoneselosteen mukaan</p>
PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT	

LIITE 15. Huoltorakennuksen runkopiirustus etelään ja länteen

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

LIITE 15.



1. Kattoristikot k 900, ristikkovalmistajan ja rakennesuunnitelmien mukaan
2. Yläsidepuu 48x123 C24
3. Ikkunanylityspalkki 51x200 Kerto-S
4. Runkotolpat 48x123 C24 k 600
5. Alasidepuu 48x123 C24

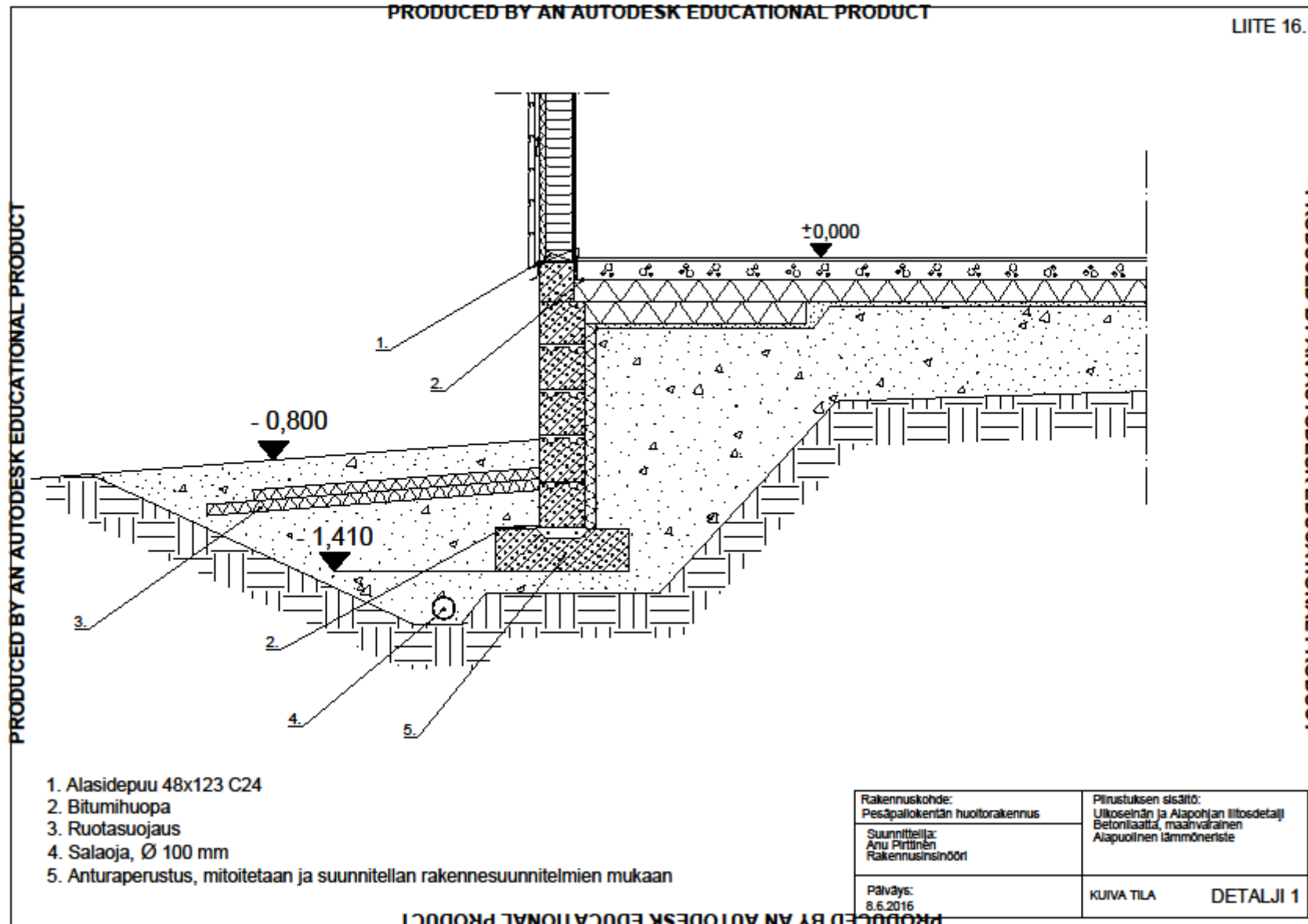
PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

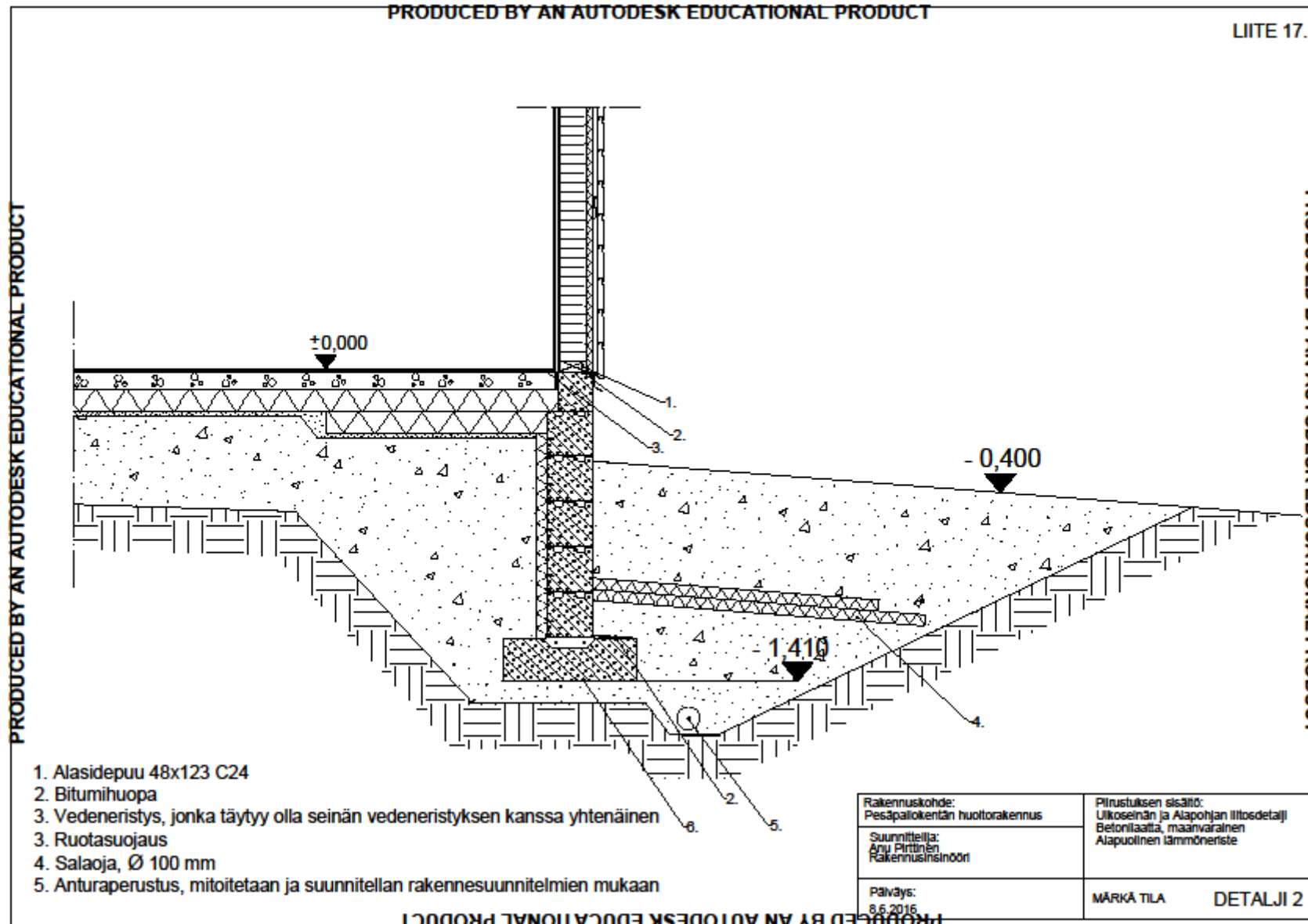
PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

<p>Projekti Lappi</p> <p>Rakennusvaihe Uudisrakennus</p> <p>Rakennusmaa Lappi, Pöytäkirja 7 6200 LAPPAA/RAVI</p>	<p>Kohde VU-alue</p> <p>Tuote Pöytäkirja 1012</p>	<p>Ulosterästeri merkintä</p> <p>Projekti Rakennuspiirustus</p> <p>Rakennusvaihe Pöytäkirja 7 Rakennuspiirustus länteen ja pohjoiseen</p> <p>Mittakaava 1:50</p> <p>Luokka Muuta</p> <p>RAK 06.2016 2/2</p>
<p>Yhteisö 3.5.2016, Anu Pitkanen, Rakennuspiirustus</p>	<p>Yhteyshenkilö</p>	<p>Työntekijä</p>

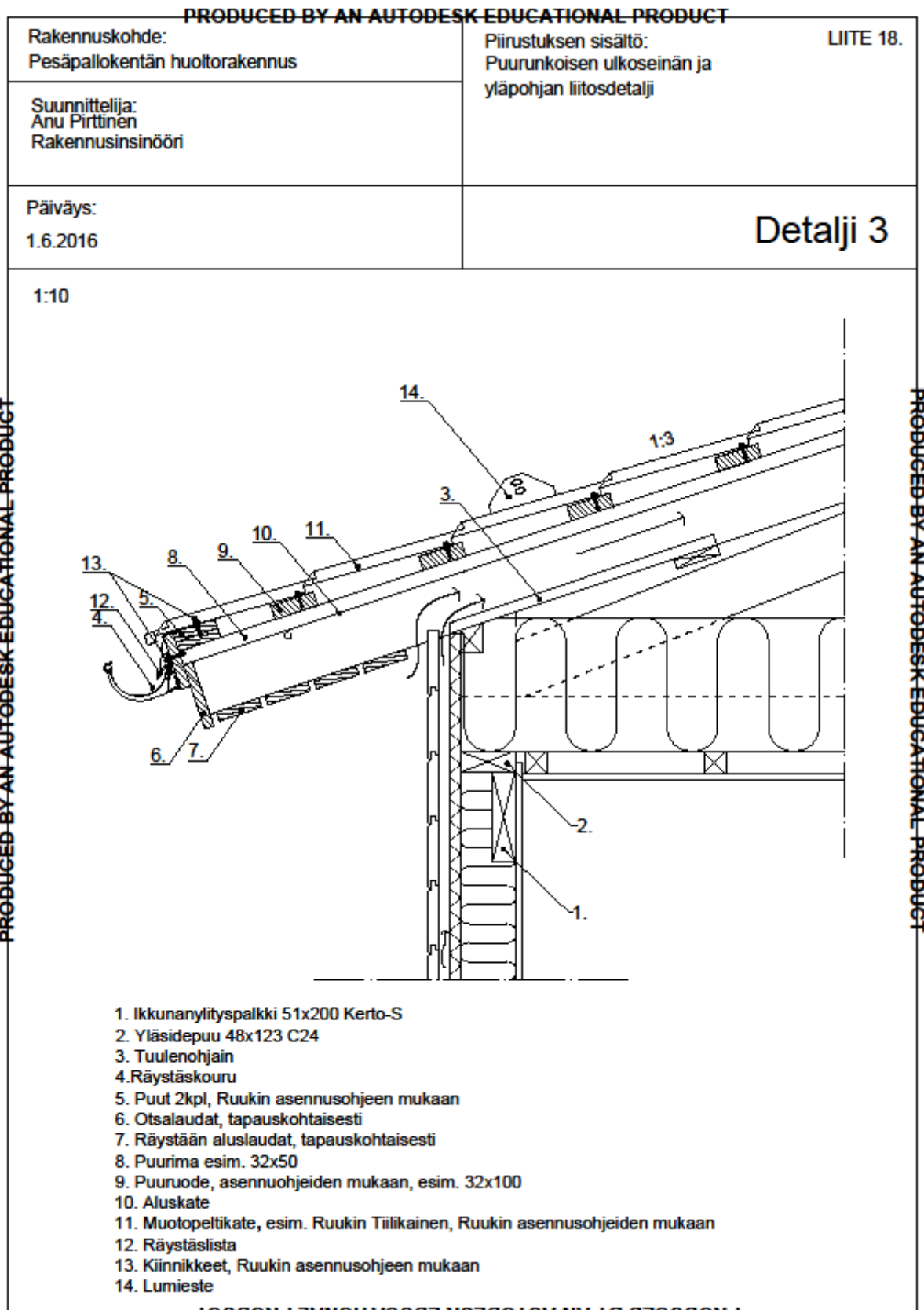
LIITE 16. Detalji 1



LIITE 17. Detalji 2



LIITE 18. Detalji 3



LIITE 19. Rakennuslupahakemus

RAKENNUSVALVONTAVIRANOMAINEN

- RAKENNUSLUPAHAKEMUS
 TOIMENPIDELUPAHAKEMUS
 ILMOITUS

SAAPUMISPVN

403-402-101-2^{KIINTEISTÖTUNNUS}

LUPANUMERO

1 ▶
rakennus-
paikka

KAUPUNGINOSA/KYLÄ Lappajärvi	KORTTELI JA TONTTI VU-alue	TILAN NIMI JA RN:O Pitäjänmaa 101:2
POSTIOSOITE Hyytisentie 7	62600	LAPPAJÄRVI

TONTTI / RAKENNUSPAIKKA ON RAKENTAMATON

SALLITTU RAKENNUSOIKEUS KERROSALAA m2

OSAKSI RAKENNETTU

KÄYTETTY RAKENNUSOIKEUS KERROSALAA m2

TONTILLA PURETTAVIA RAKENNUKSIA

PURETTAVA KERROSALA m2

43 m²

TONTIN / RAKENNUSPAIKAN PINTA-ALA m2

2 ▶
hakija

NIMI Lappajärven kunta	PUHELIN
POSTIOSOITE Maneesintie 5A 62600 LAPPAJÄRVI	
SP-OSOITE	

Lyhyt selostus toimenpiteestä

3 ▶
rakennus-
hanke tai
toimenpide

Uusi puolilämmin rakennus pesäpallokentällä olevan vanhan huoltorakennuksen tilalle

Uudisrakennuksen tai muutostoimenpiteen rakennuskohtaiset tiedot

RAKENNUS	KERROSALA m ²	KOKONAISALA m ²	TILAVUUS m ³	ASUNTOJA kpl	KERROSLUKU
Huoltorakennus	139 m ²	139 m ²	441 m ³	—	1

Pyydän maankäyttö- ja rakennuslain 144 §:n mukaista lupaa rakennustyön aloittamisen ennen kuin lupaa koskeva päätös on saanut lainvoiman.

4 ▶
lisätietoja

(poikkeukset säännöksistä ja määräyksistä perusteluineen ym.)

VU = urheilu - ja virkistys palvelualue

5 ▶
tekninen
huolto

Veden hankintatapa

LIITYTÄÄN YLEISEEN VESIJOHTOON

OMA VEDENHANKINTAJÄRJESTELMÄ (selostus liitteenä)

Jätevesien johtamistapa

LIITYTÄÄN YLEISEEN VIEMÄRIJOHTOON

OMA JÄRJESTELMÄ (liitteenä suunnitelma jätevesien käsittelyjärjestelmästä)

Sade- ja perustusten kuivatusvesien johtamistapa

JOHDETAAN SADEVESIVIEMÄRIIN

IMEYTTÄÄN MAAHAN

MUU TAPA (selostus liitteenä)

Jätehuolto

JÄRJESTETTY JÄTTEIDEN KULJETUS

OMATOIMINEN JÄTEHUOLTO (selostus liitteenä)

6 ▶
vastaava
työnjohtaja

Sitoudun toimimaan tämän rakennuskohteen MRL 122 §:n mukaisena vastaavana työnjohtajana

NIMI JA AMMATTI

POSTIOSOITE

PÄIVÄMÄÄRÄ

ALLEKIRJOITUS

7 ▶
pääsuun-
nittelija

Sitoudun toimimaan tämän rakennuskohteen MRA 48 §:n mukaisena pääsuunnittelijana

NIMI JA AMMATTI

Anu Piittinen

Rakennusinsinööri

POSTIOSOITE

PÄIVÄMÄÄRÄ

ALLEKIRJOITUS

3.6.2016

Anu Piittinen

8 ▶
lisäsel-
vitykset

Lisätietoja antaa tässä nimetty asiamies, jolla on hakijan puolesta oikeus täydentää asiakirjoja

NIMI JA AMMATTI

POSTIOSOITE

PUHELIN

9 ▶
ennakko-
luvut

1 POIKKEAMISPÄÄTÖS LAINVOIMAISUUSTODISTUKSINEEN

3 YMPÄRISTÖLUPA

5 LUPA JÄTEVESIEN JOHTAMISEEN

2 SUUNNITTELUTARVERATKAISU

4 LIITYMÄLUPA YLEISELLE TIELLE

10 ▶
liitteet

1 SELVITYS RAKENNUSPAIKAN OMISTUS- TAI HALLINTAOIKEUDESTA

7 SELVITYS RAKENNUSPAIKAN PERUSTAMIS- JA POHJAOLosuhteista

13 RAKENNUSOIKEUSLASKELMA

2 OTE KAUPPAREKISTERISTÄ

8 VÄESTÖREKISTERIKESKUKSEN RAKENNUSHANKEILMOITUS LISÄLEHTINEEN

14 AUTOPAIKKASELVITYS

3 OTE ALUEEN PERUSKARTASTA

9 VALTAKIRJA

15 YMPÄRISTÖVAIKUTUSTEN ARVIOINTISELOSTUS

4 OTE ASEMAKAAVASTA

10 ILMOITUS VÄESTÖNSUOJASTA JA LUETTELOINTIPIIRUSTUS

16 SELVITYS TIEOIKEUDESTA

5 SUUNNITTELIJAN NIMIKIRJOITUKSELLA VARMENNETUT PÄÄPIIRUSTUKSET

11 SELVITYS NAAPURIN KUULEMISESTA ___ KPL

17 JÄTEVESIEN KÄSITTELYSUUNNITELMA

6 RAKENNETAPASELOSTUS

12 SELVITYS ASIAN VIREILLÄOLON TIEDOTTAMISESTA RAKENNUSPAIKALLA

11 ▶
hakijan tietojen
luovutus

Hakemuksessa olevia tietojani saa luovuttaa suorainontaa, osoitepalvelua ja muuta vastaavaa henkilötietolain 19 §:n 1 momentissa mainittua tarkoitusta varten.

Kiellän henkilötietolain 30 §:n nojalla luovuttamasta tietojani

Suostun tietojen luovuttamiseen

**päätöksen
toimitus**

POSTITSE

NOUDETAAN

12 ▶
rakennusvalv.
maksun suo-
rittaja (ellei hakija)

NIMI

POSTIOSOITE

Kaikkien rakennuspaikan omistajien/haltijoiden tai heidän valtuuttamansa asiamiehen allekirjoitus

13 ▶
allekirjoitus

PÄIVÄMÄÄRÄ

ALLEKIRJOITUS

VIRANOMAISTEN LAUSUNNOT

PÄIVÄMÄÄRÄ	VIRANOMAINEN

PÄIVÄMÄÄRÄ	VIRANOMAINEN

PÄIVÄMÄÄRÄ	VIRANOMAINEN

PÄIVÄMÄÄRÄ	VIRANOMAINEN

PÄIVÄMÄÄRÄ	VIRANOMAINEN

LUPAHAKEMUKSEN TÄYTTÄMINEN

Lomakkeen etusivun oikeassa yläkulmassa olevan ruudukon merkinnät tekee viranomainen.

- 1 ► Rakennuspaikan viralliset tiedot löytyvät tontin tai tilan lainhuutotodistuksesta tai kiinteistörekisteriotteesta.
- 2 ► Hakijana voi olla ainoastaan rakennuspaikan omistaja tai haltija. Esimerkiksi asunto-osakeyhtiön osakas tai liikehuoneiston vuokraaja ei voi olla hakijana, vaikka hakemus koskisi yksinomaan hänen hallinnassaan olevaa huoneistoa.
- 3 ► Tässä kohdassa selvitetään mihin toimenpiteisiin lupaa haetaan. Kohdassa ilmoitetaan rakennuksittain uudisrakennusta tai muutostoimenpiteitä koskevan rakennuksen käyttötarkoitus, pinta-alat, tilavuus- ja kerroslukutiedot sekä rakennettavien uusien asuntojen määrä. Jos olevaan rakennukseen tulee samalla laajennus ja sisäpuolisia muutostöitä, ilmoitetaan laajennusta ja sisäpuolisia muutostöitä koskevat tiedot eri riveillä. Pinta-alojen ja tilavuuden laskentaohje on mm. rakennushankeilmoituslomakkeen RH I takasivulla.
- 4 ► Mikäli lupahakemuksen tarkoittaman rakennussuunnitelman toteuttaminen edellyttää vähäiseksi katsottavaa poikkeamista rakentamista koskevista säännöksistä, määräyksistä, kielloista tai muista rajoituksista, on poikkeamiset selostettava ja esitettävä ne syyt, joiden nojalla poikkeamisia pidetään tarpeellisena.
- 5 ► Tässä kohdassa on selvitettävä, miten veden hankinta, viemärointi sekä jätteiden kerääminen, säilyttäminen ja poistaminen on suunniteltu järjestettäväksi.
- 7 ► Lupahakemuksessa on aina ilmoitettava hakemukseen liitettyjen pääpiirustusten laatijan nimi ja ammatti. Suunnittelijan on myös allekirjoitettava laatimansa piirustukset.
- 8 ► Hakija voi täyttämällä lomakkeen tämän kohdan valtuuttaa asiamiehensä tai erityissuunnitelman laatijan antamaan mahdolliset lisäselvitykset sekä täydentämään ja korjaamaan hakemusasiakirjoja.
- 9 ►
 - 1 Mikäli rakentamiseen on saatu poikkeamispäätös, on se liitettävä hakemukseen alkuperäisenä ja lainvoimaisuustodistuksella varustettuna.
 - 4 Jos rakentamisen yhteydessä rakennetaan uusi, pysyvä liittymä yleiselle tielle, on hakemukseen liitettävä jäljennös tieviranomaisen myöntämästä liittymäluvasta.
- 10 ►
 - 1 Hallintaoikeuden selvityksinä tulevat kysymykseen todistus viimeksi myönnetystä lainhuudosta tai oikeaksi todistettu jäljennös kauppakirjasta, vuokrasopimuksesta, lahjakirjasta, hallintasopimuksesta tai muusta vastaavasta asiakirjasta.
 - 5 Piirustukset laaditaan Suomen rakentamismääräyskokoelman osan A 2 määräysten ja ohjeiden mukaisesti.
 - 8 Rakennusselostus- ja rakennushankeilmoituslomakkeita (RH1 ja RH2) saa rakennusvalvontatoimistosta. Jos rakentamisen yhteydessä puretaan rakennuksia, täytetään myös RK9-lomake.
 - 9 Jos luvan hakija ei itse allekirjoita hakemusta, tulee hakemus varustaa asiamiehen allekirjoituksella. Asiamiehen on tällöin liitettävä hakemukseen hakijan antama valtakirja.



LIITE 20. Rakenneosa-arvio (kustannusarvio)

TAKU™

RAKENNUSOSA-ARVIO

11.5.2016

Sivu 1/16

Opetuskäyttö

Seinäjoen ammattikorkeakoulu

Hanke:
1 Huoltorakennus

Vaihe:
Paikkakunta: Seinäjoki
Haahtela-ind.: 72,0 / 1.2015
Hintataso: 73,0 / 12.2015
Laajuus: 0 brm2

RAKENNUSOSA-ARVIO

Ro	Nimike	Yks	Määrä	€/yks	€	€	Määrä	€/yks
RAKENNUSOSAT								
ALUEOSAT								
111 Maaosat								
1111	Raivaustehtävät	m2	139	10,0		1 384		
	purettavat aluerakenteet	erä						
	purku, puurakennus pieni	rm3	116	11	1 267			
	purettavat aluerakenteet	erä						
	pintamaan poisto, ei kuljetusta	m2	139	0,8	117			
1112	Kaivannot	rm2	139	7,9		1 103		
	kaivu, US-linja, sokkelip. syv. 0.8m	jm	53	8,3	441			
	kaivu, rak.sis, pieni ant. syv. 1.0m	krm2	139	4,8	662			
1113	Kanaalit	rm2				162		
	Viemärien kaivu	m2*	139	1,2	162			
1114	Täyttöosat	rm2				3 224		
	täyttö, US-linja, sokkelip, syv. 0.8m	jm	53	29	1 555			
	viem.routaeristys, syvyys 1.0m	jm*	61	13	779			
	täyttö kaivumailla	m3*	346	2,6	889			
1115	Penkereet	rm2						
1116	Kuivatusosat	rm2	139	8,5		1 183		
	perustukset salaojitetaan, tav.om.r	arm2	139	8,5	1 183			
1117	Erietyiset maaosat	brm2						
	Maaosat					7 055		
112 Tuennat ja vahvistukset								
1121	Paalut	rm2						
1122	Tuennat	brm2						
1123	Vahvistukset	rm2						
1124	Erietyiset tuennat ja vahvistukset	brm2						
	Tuennat ja vahvistukset							
113 Päällysteet								
1131	Liikennealueiden päällysteet	urm2						

RAKENNUSOSA-ARVIO

Sivu 2/16

Ro	Nimike	Yks	Määrä	€/yks	€	€	Määrä	€/yks
1132	Paikoitusalueiden päällysteet	urm2				1 957		
	sora/kiivituhka,routiva pohjamaa	m2	196	10	1 957			
1133	Oleskelu- ja leikkialueiden päällysteet	urm2						
1134	Kasvillisuus	urm2						
1135	Erytisalueiden päällysteet	erä						
	Päällysteet					1 957		
114	Alueen varusteet							
1141	Talovarusteet	brm2						
1142	Oleskeluvarusteet	brm2						
1143	Leikkivarusteet	erä						
1144	Alueopasteet	erä						
1145	Erytyiset aluevarusteet	erä						
	Alueen varusteet							
115	Alueen rakenteet							
1151	Pihavarastot	brm2						
1152	Pihakatokset	brm2						
1153	Aidat ja tukimuurit	brm2						
1154	Alueen portaat, luiskat ja terassit	brm2				3 208		
	terassi, painekyllästetty puu	m2*	100	32	3 208			
1155	Alueen pysäköintirakenteet	brm2						
1156	Erytyiset aluerakenteet	brm2						
	Alueen rakenteet					3 208		
	Alueosat					12 220		
TALO-OSAT								
121	Perustukset							
1211	Anturat	rm2				2 255		
	seinäantura, kokol. b (0,6x0,3 m2) jm*		53	43	2 255			
1212	Perusmuurit, peruspilarit ja peruspalkit	rm2				1 866		
	perusmuuri, lämpöeristetty, h = 0,3 jm*		53	35	1 866			
1213	Erytyiset perustukset	rm2						
	Perustukset					4 121		
122	Alapohjat							
1221	Alapohjalaatat	rm2	139	32		4 495		
	betonilaatta 80, lämmöneriste, normm2		139	32	4 495			
1222	Alapohjakanaalit	rm2						
1223	Erytyiset alapohjat	rm2						
	Alapohjat					4 495		

RAKENNUSOSA-ARVIO

Sivu 3/18

Ro	Nimike	Yks	Määrä	€/yks	€	€	Määrä	€/yks
123 Runko								
1231	Väestönsuojat	vssm						
1232	Kantavat seinät	m2						
1233	Pilarit	bm3						
1234	Palkit	brm2						
1235	Välipohjat	m2						
1236	Yläpohjat	m2						
1237	Runkoportaat	kpl						
1238	Erityiset runkorakenteet	kpl						
Runko								
124 Julkisivut								
1241	Ulkoseinät	m2	139	113		15 736		
	levy+puurak.+eriste+lautaverhous	hm2	139	113	15 736			
	norm. kulmia 0.10kpl/ulkos.jm	m2*	139					
1242	Ikkunat	m2	14	367		5 142		
	puuikkuna 3-las.,laatu2,0,5m2	m2	14	367	5 142			
1243	Ulko-ovet	kpl	6	528		3 167		
	ulko-ovi mäntypaneli,umpi	kpl	6	528	3 167			
1244	Julkisivuvarusteet	brm2						
1245	Erityiset julkisivurakenteet	brm2						
Julkisivut						24 045		
125 Ulkotasot								
1251	Parvekkeet	m2						
1252	Katokset	m2						
1253	Erityiset ulkotasot	brm2						
Ulkotasot								
126 Vesikatot								
1261	Vesikattorakenteet	m2	139	52		7 159		
	harjak., puu+eriste (045)+pontt.l, h	m2	139	52	7 159			
1262	Räystäsrakenteet	jm	35	40		1 381		
	harjak. puuräyst 0,6m yksink.kouru	jm	19	53	1 019			
	harjak. puurak. räyst 0,6m ei kouruajm		15	24	362			
1263	Vesikatteet	m2	139	24		3 289		
	muovip profiilipelti norm.	m2	139	24	3 289			
1264	Vesikattovarusteet	m2						
1265	Lasikattorakenteet	m2						
1266	Kattoikkunat ja luukut	m2						
1267	Erityiset vesikattorakenteet	brm2						
Vesikatot						11 828		

RAKENNUSOSA-ARVIO

Sivu 4/18

Ro	Nimike	Yks	Määrä	€/yks	€	€	Määrä	€/yks
	Talo-osat					44 490		
	TILAOSAT							
	131 Tilan jako-osat							
1311	Väliseinät	m2	139	30		4 157		
	met70mm 2-kipsilevyä, 30 dB	m2	139	30	4 157			
1312	Lasiväliseinät	m2						
1313	Erytysväliseinät	m2						
1314	Kaiteet	jm						
1315	Väliovet	kpl	9	155		1 391		
	maalattu laakaovi, asuntotaso	kpl	9	155	1 391			
1316	Erytisovet	m2						
1317	Tilaportaat	m2						
1318	Erytyiset tilajako-osat	brm2						
	Tilan jako-osat					5 548		
	132 Tilapinnat							
1321	Lattioiden pintarakenteet	m2						
1322	Lattiapinnat	m2				5 061		
	Pinnan lk 1	m2						
	Pinnan lk 2	m2						
	Pinnan lk 3	m2						
	Pinnan lk 4	m2						
	Pinnan lk 5	m2						
	Pinnan lk 6	m2						
	Pinnan lk 7	m2						
	Pinnan lk 8	m2						
	Pinnan lk 9	m2						
	Pinnan lk 10	m2						
	epoksipinnoite 4 mm	m2*	104	37	3 829			
	keraaminen laatta, tav anomainen	m2*	16	56	900			
	vesieristys, lisähinta	m2*	16	21	333			
1323	Sisäkattorakenteet	m2				6 033		
	puupaneli alakatto, tav anomainen	m2*	139	43	6 033			
1324	Sisäkattopinnot	m2				923		
	Pinnan lk 1	m2						
	Pinnan lk 2	m2						
	Pinnan lk 3	m2						
	Pinnan lk 4	m2						
	Pinnan lk 5	m2						
	katon lakkaus 2-kertaa	m2*	139	6,6	923			
1325	Seinien pintarakenteet	m2						

RAKENNUSOSA-ARVIO

Sivu 5/16

Ro	Nimike	Yks	Määrä	€/yks	€	€	Määrä	€/yks
1326	Seinäpinnat	m2				988		
	Pinnan lk 1	m2						
	Pinnan lk 2	m2						
	Pinnan lk 3	m2						
	Pinnan lk 4	m2						
	Pinnan lk 5	m2						
	maalaus 2 x lateksi, pesunkestävä	m2*	63	5,3	333			
	laatoitus, tavanomainen, kuvioitu	m2*	10	45	446			
	vesieristys, lisähinta	m2*	10	21	208			
1327	Erityiset tilapinnat	m2						
	Tilapinnat					13 005		
133	Tilavarusteet							
	Tilaluettelon mukaan	m2						
1331	Vakiokiintokalusteet	m2				9 984		
	Jätevaunu tiskikaappiin	kpl*	1	68	68			
	Baarituoli	kpl*	2	99	198			
	Kassakone ja maksupääte	kpl*	1	978	978			
	kahvinkeitin, säiliöjakelija	kpl*	1	495	495			
	Varastohylly	kpl*	4	369	1 476			
	Seinään kiinnitettävä istuinpenkki l=	kpl*	9	143	1 287			
	Roskakori pihalle	kpl*	1	181	181			
	Terassituoli	kpl*	9	59	531			
	Terassipöytä,pöyreä	kpl*	3	75	225			
	Peili	kpl*	5	128	640			
	Saippua-annostelija	kpl*	5	19	97			
	Roskakori,sisätilaan	kpl*	4	25	100			
	Käsipaperiteline	kpl*	5	38	190			
	WC-paperiteline	kpl*	7	30	210			
	Komero	kpl*	2	161	322			
	Toimistotuoli	kpl*	1	217	217			
	Naulaukko, l=2000 mm,seinään kiinn	kpl*	9	90	810			
	Allaskaappi	kpl*	1	273	273			
	Kuivauskaappi	kpl*	2	83	166			
	Nurkkakaappi	kpl*	2	59	118			
	Alapäätyhylly	kpl*	1	83	83			
	Pyyhenaulakko	kpl*	5	15	74			
	Suihkun jakoseinät	kpl*	5	249	1 245			
1332	Erityiskiintokalusteet	m2						
1333	Varusteet	m2						
1334	Vakiolaitteet	m2				667		
	jääkaappi/pakastekaappi 350 l	kpl*	1	667	667			
1335	Tilaopasteet	m2						
1336	Erityiset tilavarusteet	m2						

RAKENNUSOSA-ARVIO

Sivu 6/16

Ro	Nimike	Yks	Määrä	€/yks	€	€	Määrä	€/yks
	Tilav arusteet					10 651		
	134 Muut tilaosat							
1341	Hoitotasot ja kulkurakenteet	m2						
1342	Tulisijat ja savuhormit	kpl						
1343	Muut erityiset tilaosat	kpl						
	Muut tilaosat							
	135 Tilaelementit							
1351	Kylpyhuone-elementit	m2						
1352	Kylmähuone-elementit	m2						
1353	Saunaelementit	m2						
1354	Talotekniikan tilaelementit	m2						
1355	Hormielementit	m2						
1356	Erytyiset tilaelementit	m2						
	Tilaelementit							
	Tilaosat					29 203		
	TEKNIikkaOSAT							
	PUTKIOSAT							
	211 Lämmitys							
2111	Lämmön alueosat	brm2						
2112	Lämmön tuotantolaitteet	rm3				5 762		
	kaukol.alakesk 300/3 as	rm3*	693	8,3	5 762			
2113	Lämmön siirtoputkisto	brm2						
2114	Lämmönluovuttimet	brm2						
2115	Eryityinen lämmitys	brm2						
	Lämmitys					5 762		
	212 Kylmä							
2121	Kylmän alueosat	brm2						
2122	Kylmän tuotantolaitteet	brm2						
2123	Kylmän siirtoputkisto	brm2						
2124	Kylmänluovuttimet	kpl						
2125	Eryityinen kylmä	brm2						
	Kylmä							
	213 Käyttövesi							
2131	Käyttöveden alueosat	brm2				3 064		

RAKENNUSOSA-ARVIO

Sivu 7/16

Ro	Nimike	Yks	Määrä	€/yks	€	€	Määrä	€/yks
	vesijohdot 30 m saakka	jm*	61	50	3 064			
2132	Käyttöveden tuotantolaitteet	brm2						
2133	Käyttövesiverkosto	brm2	139	8,8		1 220		
	vesijohdot pien.krs.talo hajanainen	brm2	139	8,8	1 220			
2134	Eriytynen käyttövesi	brm2						
	Käyttövesi					4 284		
214	Jätevesi							
2141	Jäteveden alueosat	brm2				833		
	jätevesiviemärijohdot 200	brm2 jm*	61	14	833			
2142	Jätevesiverkosto	brm2	139	9,9		1 377		
	viemäriputkisto, as.krs.talo norma	brm2	139	9,9	1 377			
2143	Jäteveden käsittely	brm2						
2144	Eriytynen jätevesi	brm2						
	Jätevesi					2 211		
215	Vesi- ja viemärikalustus							
2151	Hanat ja sekoittajat	kpl	15	540		8 096		
	suihku, term.sekoitt. hl4	kpl	9	495	4 451			
	pesuallas,termost.sek.hl4	kpl	5	495	2 473			
	inva-pesualltaan lisähinta	kpl*	1	677	677			
	astianpesupöydän var. hl4	kpl	1	495	495			
2152	Pesu- ja wc-kalusteet	kpl	8	592		4 735		
	WC-kulho/irtsalo v	kpl	7	572	4 005			
	WC-kulho/irtsalo ev	kpl	1	730	730			
2153	Laitteiden liitokset LV-järjestelmiin	brm2						
2154	Eriytynen vesi- ja viemärikalustus	brm2						
	Vesi- ja viemärikalustus					12 831		
216	Sadevesi							
2161	Alueen sadevesijärjestelmät	urm2						
2162	Rakennuksen sadevesijärjestelmät	brm2						
2163	Eriyiset sadevesijärjestelmät	brm2						
	Sadevesi							
217	Eriyiset putkiosat							
2171	Palontorjuntajärjestelmät	brm2						
2172	Höyryjärjestelmät	brm2						
2173	Kaasujärjestelmät	brm2						
2174	Muut putkijärjestelmät	brm2						
2175	Muut putkiosat	brm2						
	Eriyiset putkiosat							
	Putkiosat					25 088		

RAKENNUSOSA-ARVIO

Sivu 8/18

Ro	Nimike	Yks	Määrä	€/yks	€	€	Määrä	€/yks
ILMANVAIHTO-OSAT								
221 Tuloilma								
2211	Tuloilman alueosat	brm2						
2212	Tuloilmakoneet	kpl						
2213	Tuloilmakanavat	brm2						
2214	Tuloilmanpäätelaitteet	brm2						
2215	Eriytynen tuloilma	brm2						
	Tuloilma							
222 Poistoilma								
2221	Poistoilman alueosat	brm2						
2222	Poistoilmakoneet	kpl	1	909		909		
	huippumuri koko 0.25	kpl	1	909	909			
2223	Poistoilmakanavat	brm2	139	2,7			374	
	poistoilmakanavointi keskit. 2-4krs	brm2	139	2,7	374			
2224	Poistoilman päätelaitteet	brm2	139	1,6			218	
	tilakohtainen ilmanpoisto	brm2	139	1,6	218			
2225	Eriytynen poistoilma	brm2						
	Poistoilma					1 501		
223 Eriyiset ilmanvaihto-osat								
2231	Eriyiset ilmastointijärjestelmät	brm2						
2232	Eriyiset ilmastointilaitteet	brm2						
	Eriyiset ilmanvaihto-osat							
	Ilmanvaihto-osat					1 501		
SÄHKÖOSAT								
231 Sähköenergian tuotto ja syöttö								
2311	Muuntamo	erä						
2312	Pääkeskus	brm2						
2313	Varavoima	erä						
2314	Käyttömaadoitus	erä						
2315	Eriytynen sähkön tuotto	erä						
	Sähköenergian tuotto ja syöttö							
232 Sähkön asennusreitit ja jakelu								
2321	Sähkön asennusreitit	brm2						
2322	Sähkön pääjakelu	brm2						

RAKENNUSOSA-ARVIO

Sivu 9/16

Ro	Nimike	Yks	Määrä	€/yks	€	€	Määrä	€/yks	
2323	Tilojen sähköistys	brm2							
2324	Laitteistojen sähköistys	brm2							
2325	Erityiset sähkön asennusreitit	brm2							
	Sähkön asennusreitit ja jakelu								
233	Sähkön päätelaitteet								
2331	Alueen sähkölaitteet	urm2							
2332	Sähkölitöntäjäjärjestelmät	brm2							
2333	Sähkökojeet ja laitteet	brm2							
2334	Erityiset sähkön päätelaitteet	brm2							
	Sähkön päätelaitteet								
234	Valaistus								
2341	Alueen valaistus	urm2							
2342	Ulkovalaistus	brm2							
2343	Tilojen valaistus	m2							
2344	Erityinen valaistus	m2							
	Valaistus								
235	Sähkölämmitys								
2351	Alueen sähkölämmitys	urm2							
2352	Tilojen sähkölämmitys	m2							
2353	Erityinen sähkölämmitys	m2							
	Sähkölämmitys								
236	Erityiset sähköosat								
2361	Erityiset sähköjärjestelmät	brm2	139	56		7 742			
	sähkötöyt pu omakotitalo	brm2	139	56	7 742				
2362	Erityiset sähkölaitteet	brm2							
	Erityiset sähköjärjestelmät						7 742		
	Sähköosat						7 742		
TIETO-OSAT									
241	Rakennusautomaatio								
2411	Säätökeskukset	brm2							
2412	Säädön päätelaitteet	brm2							
2413	Erityinen automaatiikka ja säätö	brm2							
	Rakennusautomaatio								
242	Turvallisuus								
2421	Rikosilmoitusjärjestelmät	brm2							

Ro	Nimike	Yks	Määrä	€/yks	€	€	Määrä	€/yks
2422	Valvontajärjestelmät	brm2						
2423	Palontorjuntajärjestelmät	brm2						
2424	Erietyiset turvallisuusjärjestelmät	brm2						
	Turvallisuus							
243	Viestintä							
2431	Tiedon aluejärjestelmät	brm2						
2432	Tiedonsiirtojärjestelmät	brm2						
2433	Tietoverkkojärjestelmät	brm2						
2434	Puhelinverkkojärjestelmät	brm2						
2435	Antennijärjestelmät	brm2						
2436	Av-järjestelmät	brm2						
2437	Erietyiset viestintäjärjestelmät	brm2						
	Viestintä							
244	Merkinanto							
2441	Sisäänpyyntöjärjestelmät	brm2						
2442	Kutsujärjestelmät	brm2						
2443	Ajannäyttöjärjestelmät	brm2						
2444	Opastevalojärjestelmät	brm2						
2445	Erietyiset merkinantojärjestelmät	brm2						
	Merkinanto							
245	Erietyiset tieto-osat							
2451	Muut tietojärjestelmät	brm2						
2452	Muut tietolaitteet	brm2						
	Erietyiset tieto-osat							
	Tieto-osat							
	LAITEOSAT							
251	Siirtolaitteet							
2511	Hissit	kpl						
2512	Kuljettimet	kpl						
2513	Erietyiset siirtolaitteet	kpl						
	Siirtolaitteet							
252	Tilalaitteet							
2521	Keittiölaitteet	erä						
2522	Pesulalaitteet	erä						
2523	Väestönsuojalaitteet	erä						
2524	Allaslaitteet	erä						

Ro	Nimike	Yks	Määrä	€/yks	€	€	Määrä	€/yks
2525	Erityiset tilalaitteet	erä						
	Tilalaitteet							
	Laiteosat							
	HANKETEHTÄVÄT							
	Osat 11... 24 yhteensä				120 244			
	Osat 11... 25 + 34 yhteensä				126 257			
	Osat 11... 25+33 +34 yhteensä				126 257			
	HANKKEEN JOHTOTEHTÄVÄT							
	311 Rakennuttaminen							
	3111 Hankkeen valmistelu							
	3112 Suunnittelun valmistelu ja ohjaus							
	3113 Rakentamisen valmistelu							
	3114 Rakentamisen ohjaus							
	3115 Vastaan- ja käyttöönoton ohjaus							
	3116 Takuuajan rakennuttaminen							
	3117 Muu hankkeen rakennuttaminen							
	Rakennuttaminen							
	312 Paikallisvalvonta							
	3121 Rakentamisen työmaavalvonta							
	3122 Tekniikan työmaavalvonta							
	3123 Muu paikallisvalvonta							
	Paikallisvalvonta							
	313 Hankkeen hallinto							
	3131 Hankkeen hallintotehtävät							
	3132 Lupatehtävät							
	3133 Rakentamisen vakuuttaminen							
	3134 Muu rakennuttamisen hallinto							
	Hankkeen hallinto							
	Hankkeen johtotehtävät							
	SUUNNITTELU TEHTÄVÄT							
	321 Tilasuunnittelu							
	3211 Toiminnallinen tilasuunnittelu							

RAKENNUSOSA-ARVIO

Sivu 12/16

Ro	Nimike	Yks	Määrä	€/yks	€	€	Määrä	€/yks
3212	Tilayhteyssuunnittelu							
	Tilasuunnittelu							
322	Rakennussuunnittelu							
3221	Pääsuunnittelu							
3222	Arkkitehtisuunnittelu							
3223	Rakennesuunnittelu							
3224	LM-suunnittelu							
3225	Sähkösuunnittelu							
3226	Sisustusuunnittelu							
	Rakennussuunnittelu							
323	Suunnittelun asiantuntijatehtävät							
3231	Geotekniset asiantuntijatehtävät							
3232	Akustiset asiantuntijatehtävät							
3233	Maisema-asiantuntijatehtävät							
3234	Palo-asiantuntijatehtävät							
3235	Talousasiantuntijatehtävät							
3236	Muut suunnittelun asiantuntijatehtävät							
	Suunnittelun asiantuntijatehtävät							
324	Hanketietotehtävät							
3241	Kopiointitehtävät							
3242	Tietokantatehtävät							
3243	Huoltokirjatehtävät							
3244	Eryliset hanketietotehtävät							
	Hanketietotehtävät							
	Suunnittelutehtävät							
	RAKENTAMISEN JOHTOTEHTÄVÄT							
331	Rakentamisen yleisjohto ja hallinto							
3311	Työmaan yleisjohto							
3312	Laskentatehtävät							
3313	Hankintatehtävät							
3314	Yritystehtävät							
3315	Muut rakentamisen yleisjohto- ja hallintotehtävät							
	Rakentamisen yleisjohto ja hallinto							
332	Työmaan johtotehtävät							
	Työmaan johtotehtävät erittelemättöminä							
3321	Vastaava työnjohto							

RAKENNUSOSA-ARVIO

Sivu 13/16

Ro	Nimike	Yks	Määrä	€/yks	€	€	Määrä	€/yks
	työnjohto	kk	12					
3322	Työnsuunnittelu ja ohjaus							
3323	Työmaan työturvallisuus							
3324	Rakennustyön työnjohto ja valvonta							
	Työmaan johtopalvelut							
	Rakentamisen johtotehtävät							
	TYÖMAA TEHTÄVÄT							
	341 Työmaapalvelut							
	Työnaikaiset rakenteet, asennukset ja koneet		2,0		2 405			
	Käyttöaineet ja energia	%	2,0		2 405			
	Muu käyttö ja ylläpito	%	1,0		1 202			
	Muut erilliset (talvilisätyö, aluevuokrat jms.)		1					
3411	Työmaarakennukset							
3412	Työmaa-alue							
3413	Avustavat rakennustyöt							
3414	Käyttöaineet ja energia							
3415	Työmaan lämmitys ja kuivaus							
3416	Työmaan puhtaanapito ja suojaus							
3417	Työmaan vartiointi							
3418	Muut työmaan palvelut							
	Työmaapalvelut					6 012		
	342 Työmaakalusto							
	Nostot ja siirrot	kk						
3421	Nostot ja siirrot							
	nostot ja siirrot	kk	6					
3422	Telineet							
3423	Työmaakuljetukset							
3424	Muu työmaan kalusto							
	Työmaakalusto							
	Työmaatehtävät					6 012		
	Osat 11... 34 yhteensä					126 257		
	KIINTEISTÖTEHTÄVÄT							
	MAA-ALUETEHTÄVÄT							
	411 Tonttitehtävät							

RAKENNUSOSA-ARVIO

Sivu 14/16

Ro	Nimike	Yks	Määrä	€/yks	€	€	Määrä	€/yks
4111	Tontin hankinta ja vuokraus							
4112	Verot ja rasitteet							
4113	Erityiset tonttitehtävät							
	Tonttitehtävät							
412	Liittymät							
4121	Liittyminen rakennuksiin							
4122	Liittyminen verkostoihin							
4123	Erityiset liittymät							
	Liittymät							
413	Maa-alueen kehittäminen							
4131	Kiinteistökehitys							
4132	Kaavoitus							
	Maa-alueen kehittäminen							
	Maa-alueetehvät							
RAHOITUS JA MARKKINOINTI								
421	Rahoitustehtävät							
4211	Lainoitustehtävät							
4212	Yhtiötehtävät							
4213	Erityiset rahoitustehtävät							
	Rahoitustehtävät							
422	Markkinointitehtävät							
4221	Asuntomarkkinointi							
4222	Toimitilamarkkinointi							
4223	Muu markkinointi							
	Markkinointitehtävät							
	Rahoitus ja markkinointi							
KÄYTTÄJÄ TEHTÄVÄT								
TILAVARUSTUS								
511	Irtaimisto							
5111	Irtaimet kalusteet							
5112	Irtaimet varusteet							

RAKENNUSOSA-ARVIO

Sivu 15/18

Ro	Nimike	Yks	Määrä	€/yks	€	€	Määrä	€/yks
	Irtaimisto							
	512 Toiminnan kojeet ja laitteet							
5121	Toiminnan kojeet							
5122	Toiminnan laitteet							
	Toiminnan kojeet ja laitteet							
	Tilavarustus							
	TOIMINNAN YLLÄPITO							
	521 Väliaikainen toiminta							
5211	Väliaikaiset tilat							
5212	Väliaikaiset rakenteet ja laitteet							
5213	Muu väliaikainen toiminta							
	Väliaikainen toiminta							
	522 Käyttöönotto							
5221	Muutto							
5222	Käyttökoulutus							
5223	Muut käyttöönotto							
	Käyttöönotto							
	Toiminnan ylläpito							
	HANKEVARAUKSET							
	SUUNNITELMA- JA HINTAMUUTOKSET							
	611 Asiakirjamuutokset							
6111	Suunnitelma- ja hintamuutokset							
6112	Rakentamismuutokset							
	Asiakirjamuutokset							
	612 Hintamuutokset							
6121	Suunnittelu- ja hintamuutokset							
6122	Rakennusaikainen hintamuutos							
6123	Muu hintamuutos							
	Hintamuutokset							
	Suunnitelma- ja hintamuutokset							

RAKENNUSOSA-ARVIO

Sivu 16/16

Ro	Nimike	Yks	Määrä	€/yks	€	€	Määrä	€/yks
MUUT VARAUKSET								
	621 Riskit							
	6211 Sijaintiriskit							
	6212 Olosuhderiskit							
	6213 Muut riskit							
	Riskit							
	622 Erityiset varaukset							
	6221 Toteutusmuotovaraus							
	6222 Muu erityinen varaus							
	Erityiset varaukset							
	Muut varaukset							
	HANKE YHTEENSÄ (alv 0%)				126 257			
	Arvonlisävero (ei sisällä tontin hankintaa ja hankerahoitusta)				30 302			
	HANKE YHTEENSÄ (alv 24%)				156 558			