

Kivitalon rakennesuunnittelu



Ammattikorkeakoulun opinnäytetyö
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikan insinööri (AMK)

Hämeenlinnan korkeakoulukeskus

kevät, 2021

Joni Kinnunen

TIIVISTELMÄ

Tämän toiminnallisen opinnäytetyön tavoitteena oli tehdä rakennesuunnitelmat omakotitaloon. Talo, johon rakennesuunnitelmat tehtiin, on opinnäytetyön tekijän perheelle rakennettu koti, joka valmistui 2020 syksyllä. Ennen rakennesuunnittelun aloitusta, alapohjavaihtoehtoista tehtiin vertailu, jonka perusteella tuleva alapohjarakenne valittiin.

Työn teoriaosuudessa käydään hankkeen lähtötietoja, suunnitteluohjeita sekä määräyksiä läpi. Toiminnallinen osuus koostuu alapohjien vertailusta, kuormien laskennasta, rakenteiden mitoituksista ohjelmia apuna käyttäen sekä itse rakennesuunnittelusta. Työn lopputuloksena olevia rakennesuunnitelmia käytettiin talon rakentamiseen sellaisenaan, jotka myös hyväksyttiin rakennusvalvontaviranomaisilla.

Rakennesuunnittelu perustui eurokoodeihin ja rakenteiden mitoituksissa käytetyissä ohjelmistoissa on huomioitu eurokoodi-järjestelmät. Mitoitukseen apuna käytettiin betonirakenteiden osalta Eurocode Tools -ohjelmistoa ja puurakenteiden osalta Finnwood -ohjelmistoa. Lisäksi työssä käytettiin valittujen toimittajien suunnitteluohjeita, joiden mukaisesti rakennesuunnittelu tehtiin. Rakennesuunnitelmien piirtäminen suoritettiin CADS-ohjelmistolla.

Avainsanat kivitalo, rakennesuunnittelu, paalu, kantava alapohja, mitoitus

Sivut 44 sivua ja liitteitä 76 sivua

Author Joni Kinnunen

Year 2021

Subject Structural Design of a Stone House

Supervisors Kalle Rohola

ABSTRACT

The aim of this practice-based thesis was to design structure plans for a single-family house. The house has been built for a family of the author of this thesis. The house was finished in the autumn of 2020. A comparison about options of base floors was made before starting the structural design. On the grounds of the comparison the prospective structure of the base floor was selected.

Design manuals, regulations and initial data of this project are examined in the theory part of this thesis. The practice part consists of the comparison about base floors, load calculations, and dimensioning of the structures, with assistance of software, and additionally, the actual structural design. The structure plans - based on the result of the thesis - were used as they were for the construction of the house and also the plans were gotten approved by the authorities of supervision of building.

The structural design was founded on eurocodes and the eurocode systems were taken into account in the software which was used to dimension the structures. The dimensioning of the concrete structures was made with the assistance of Eurocode Tools software. Finnwood software was used for dimensioning the wood structures. In addition, the design manuals of the chosen suppliers were used for the structural design in this thesis. Drawing the structure plans was made with the aid of CADs software.

Keywords Stone house, structural design, pile, load-bearing base floor, dimensioning

Pages 44 pages and appendices 76 pages

Sisälllys

1	Johdanto	1
2	Lähtökohdat.....	2
2.1	Arkkitehtisuunnittelu	2
2.2	Pohjatutkimus	3
2.3	Määräykset ja ohjeet	3
2.3.1	Paalutus	4
2.3.2	Perustukset ja alapohja	4
2.3.3	Rungot	4
2.3.4	Välipohja.....	5
2.3.5	Yläpohja	5
3	Alapohjavaihtoehdot	6
3.1	Kantava maanvastainen teräsbetoni-laatta	6
3.2	Tuulettuva alapohja	7
3.3	Alapohjien vertailu	8
3.3.1	Kosteustekninen toiminta	9
3.3.2	Radonin torjuminen	9
3.3.3	Huollettavuus	10
3.3.4	Korkeusasema	11
3.3.5	Kustannukset.....	12
3.4	Alapohjan valinta	12
4	Kuormatiedot.....	13
4.1	Pysyvät kuormat.....	13
4.1.1	Perustukset.....	13
4.1.2	Alapohja.....	14
4.1.3	Ulkoseinät.....	15
4.1.4	Välipohjat	15
4.1.5	Yläpohja	16
4.2	Muuttuvat kuormat	17
4.2.1	Hyötykuorma.....	17
4.2.2	Lumikuorma	18
4.2.3	Tuulikuorma	19
5	Rakennesuunnittelu	21
5.1	Paalutus.....	23

5.1.1	Paalujen mitoitus.....	24
5.2	Perustukset	26
5.2.1	Paaluanturat.....	27
5.2.2	Salaojat, routasuojaus sekä radon	29
5.3	Alapohja	30
5.3.1	Alapohjan mitoitus	31
5.4	Seinät.....	32
5.4.1	Kantavat ulkoseinät.....	32
5.4.2	Pilarit	33
5.4.3	Aukkopalkit.....	34
5.4.4	Valettavat aukkopalkit	35
5.5	Välipohja	36
5.5.1	Ontelolaatasto.....	36
5.6	Yläpohja.....	39
5.6.1	NR-kattoristikot	41
5.6.2	Kertopuu ulokekatto	41
6	Pohdinta	43
7	Lähdeluettelo.....	44

Kuvat, taulukot ja kaavat

Kuva 1.	Kuva valmiista talosta	1
Kuva 2.	Kantava maanvastainen teräsbetonilaatta.....	7
Kuva 3.	Tuulettuva alapohja.	8
Kuva 4.	Aukkovaraus kantavassa maanvastaisessa laatassa.....	10
Kuva 5.	LVI-asemapiirroksen liitoskorkeudet	11
Kuva 6.	Lumikuormien ominaisarvot (kN/m ²) maan pinnalla. (RIL 201-1-2017, 2016, s.98).....	18
Kuva 7.	Tyypillisiä rasitusluokkia asuinrakennuksessa. (Punkki, Jouni, 2004).....	22
Kuva 8.	Paalujen tukireaktiot (paaluantura lounaaseen)	25
Kuva 9.	Paalujen tukireaktiot (paaluantura koilliseen)	25
Kuva 10.	Paalujen tukireaktiot (paaluantura kaakkoon)	25
Kuva 11.	Paalujen tukireaktiot (paaluantura lounaaseen)	25

Kuva 12. Paalujen tukireaktiot (välilinja).....	26
Kuva 13. Perustusleikkaus	27
Kuva 14. Paaluanturoiden raudoitus	28
Kuva 15. Paaluanturoiden ankkurointi	28
Kuva 16. Salaoja-, routasuojaus-, radon-putkistopiirros.....	29
Kuva 17. Kantava alapohja + perustusliitos.....	30
Kuva 18. Keskialueen vahvikelinja	31
Kuva 19. Reuna-alueen ankkurointi	32
Kuva 20. Pilarin kohta tasopiirroksessa	34
Kuva 21. Käytettävät liittopalkit rakennesuunnitelmissa.....	35
Kuva 22. Valettavat aukonylityspalkit	35
Kuva 23. Ontelolaataston teräkset tasopiirroksessa	37
Kuva 24. Ontelolaatan liitos seinään päädysä	38
Kuva 25. Ontelolaatan liitos seinään sivulla	38
Kuva 26. Porrasaukon kohta jossa PETRA 265-1200	39
Kuva 27. Yläpohja leikkaus.....	40
Kuva 28. Rakennuksen pituussuuntainen jäykistys	41
Kuva 29. Etupihan ulokekaton leikkaus	42
Taulukko 1. Lumikuorman muotokerroin. (RIL 201-1-2017, 2016, s.102)	19
Taulukko 2. Nopeuspaineen ominaisuusarvot eri maastoluokissa. (Puuinfo Oy, 2020, s.13)	20
Taulukko 3. Ulkoseinien paikallisen tuulenpaineen nettopainekertoimia. (Puuinfo Oy, 2020, s.14)	20
Taulukko 4. Kattojen nettopainekertoimia suurimmalle paikalliselle tuulen imulle. (Puuinfo Oy, 2020, s.14)	20
Taulukko 5. Paalujen puristuskestävyyden- sekä geoteknisen kestävyyden mitoitus- arvot. (SSAB, RR- ja RD- paalut suunnittelu ja asennusohjeet, 2017, s. 24)	23
Taulukko 6. Raudoitettun seinän kantokyky yhdessä tuulikuorman 0,8 kN/m ² kanssa. (Lammi, 2013, s. 7)	33
Taulukko 7. Liittopalkkien kuormituskapasiteetin laskenta-arvo/harkkopuolisko. (Lammi, 2013, s. 17)	34

Taulukko 8. 265mm ontelolaatan jännevälit erilaisilla kuoma- sekä punosmäärillä. (Pielisen Betoni, 2020, s. 5)	36
Kaava 1. Perustuksien omapaino:	13
Kaava 2. Alapohjan omapaino:	14
Kaava 3. Alapohjasta aiheutuva viivakuorma perustuksille:	14
Kaava 4. Terassista aiheutuvat viivakuormat perustuksille:	14
Kaava 5. Pääsisäänkäynnin laatasta aiheutuvat viivakuormat perustuksille:	14
Kaava 6. Ulkoseinistä aiheutuva viivakuorma perustuksille pitkällä sivulla:.....	15
Kaava 7. Ulkoseinistä aiheutuva viivakuorma perustuksille päädyissä:.....	15
Kaava 8. MH300 aiheutuva viivakuorma perustuksille:	15
Kaava 9. Välipohjan omapaino:	16
Kaava 10. Välipohjasta aiheutuva viivakuorma perustuksille päädyissä:	16
Kaava 11. Välipohjasta aiheutuva viivakuorma perustuksille pitkillä sivuilla:	16
Kaava 12. Parvekkeesta aiheutuvat viivakuormat perustuksille:.....	16
Kaava 13. Yläpohjasta aiheutuva viivakuorma perustuksille pitkillä sivuilla:.....	16
Kaava 14. Yläpohjasta aiheutuva viivakuorma perustuksille pääsisäänkäynnin päädyissä:	17
Kaava 15. Terassin katosta aiheutuva viivakuorma perustuksille pitkillä sivuilla:	17
Kaava 16. Vesikatolle aiheutuva lumikuorma s saadaan laskettua kaavalla (RIL 201-1-2017, 2016, s.101):.....	18
Kaava 17. Vesikatolle aiheutuva luomikuorma on yllämainituilla arvoilla:.....	19
Kaava 18. Rakenteiden osapinnoille aiheutuva nettopaine saadaan kaavasta (Puuinfo Oy, 2020):.....	19
Kaava 19. Pilarin kantokyky saadaan kaavasta (Lammin Betoni, 2013, s. 10):	33

Liitteet

Liite 1	Pääpiirustukset
Liite 2	Kustannuslaskelmat
Liite 3	Kuormataulukot
Liite 4	Rakennesuunnitelmat
Liite 5	Paaluanturoiden mitoituslaskelmat
Liite 6	Alapohjan mitoituslaskelmat
Liite 7	Aukkopalkkien mitoituslaskelmat
Liite 8	Ontelolaataston elementtiluettelo ja lappukuvat
Liite 9	Kattoristikkokaaviot
Liite 10	Ulokekaton mitoituslaskelmat

1 Johdanto

Opinnäytetyön aiheena on kivitalon rakennesuunnittelu sekä kahden alapohjavaihtoehdon vertailu teknisesti sekä kustannuksellisesti. Opinnäytetyön aluksi tehdään alapohjien vertailut, jonka perusteella tuleva alapohjavaihtoehto valittiin. Kun alapohjarakenne oli valittuna, tehtiin kivitalon rakennesuunnitelmat. Rakennesuunnitteluosiossa esitetään kuormien laskenta, mitoitukset rakennekohtaisesti sekä rakennesuunnittelun vaiheet.

Omakotitalo, johon rakennesuunnitelmat tehdään, on opinnäytetyön tekijän perheelle tuleva arkkitehdin yksilöllisesti suunnittelema omakotitalo. Rakennesuunnitelmia on tarkoitus käyttää tulevan talon rakentamiseen sellaisenaan.

Kuva 1. Kuva valmiista talosta



Opinnäytetyön tavoitteena on tehdä suunniteltavan kohteen kaikki rakennekuvat. Työssä käydään läpi rakennesuunnittelun kaikki vaiheet talon osalta. Ympäröivät rakenteet (mm. terassit, parvekkeet, terassin katto) rajattiin pois opinnäytetyöstä, mutta ne ovat rakennesuunnitelmissa mukana.

Perustukset toteutetaan paikalla valettuna paaluperustuksena, joissa paaluina käytetään SSAB:n teräspaaluja. Alapohja toteutetaan maanvastaisena kantavana teräsbetoni-laattana. Talon kantavat ulkoseinärungot suunnitellaan Lammi-valueristeharkoilla ja välipohjat Pielisen Betonin ontelolaatoilla. Yläpohja toteutetaan tehdasvalmisteisilla NR-ristikoilla (naulalevy rakenne) sekä kertopuurakenteisena parvekkeen katon osalta.

Kivitaloja pystytään toteuttamaan ja suunnittelemaan usealla eri tavalla. Opinnäytetyön lähtökohtana ei ole vertailla erilaisia rakenteita tai etsiä vaihtoehtoisia ratkaisuja, vaan tehdä kyseiselle talolle rakennekuvat valituilla rakenteilla. Tässä työssä esitetään yksi tapa suunnitella sekä toteuttaa kivitalo.

2 Lähtökohdat

Omakotitalo rakennettiin Helsingin kaupungilta vuokratulle tontille. Tontilla on voimassa oleva asemakaava, joka määritteli tietyiltä osin talon suunnittelua. Asemakaava määritteli mm. talon kerrosluvun, korkeuden ja rakennettavan alueen rajat tarkasti. Lisäksi talon päätyseinä sai olla maksimissaan 8 metriä leveä. Muutoin kaava antoi paljon vapauksia rakennussuunnittelulle.

Jo ennen rakennussuunnittelun aloitusta haluttiin, että talo tehdään valueristeharkosta. Tiedossa oli myös se, että talon pohjaolosuhteet ovat huonot ja perustukset joudutaan tekemään paalujen varaan.

2.1 Arkkitehtisuunnittelu

Kohteen pääpiirustukset taloon teki arkkitehtisuunnittelija. Pääpiirustukset koostuvat pohja-, julkisivu- sekä asemapiirroksista. Perheellä oli visio siitä, millainen talosta pitäisi tulla ja arkkitehti näiden pohjalta piirsi arkkitehtikuvat. Pääpiirustukset on esitetty liitteessä 1.

Kiinteistön perustiedot:

Tontin pinta-ala:	475 m ²
Kerrosala 250mm mukaan:	160 + 25(autosuoja) k-m ²
Kerrosten lukumäärä:	2
Rakennuksen paloluokka:	P3

Jo rakennussuunnitteluvaiheessa käytiin arkkitehdin kanssa tarkkaan läpi, millaisilla rakenteilla tuleva talo tehdään. Lisäksi arkkitehdille kerrottiin, miten haluttiin pääpiirustusten tehtävän, jotta rakennesuunnitteluvaiheessa ei tarvitsisi tehdä hankalia rakenteellisia ratkaisuja. Esimerkiksi kahden ikkunan välinen etäisyys piti olla vähintään 200 mm leveä, jotta ikkunoiden väliset pilarit saatiin toteutettua Lammi-valuharkolla eikä sitä vastoin tarvinnut suunnitella niitä paikalla valettavina. Myös muita yksityiskohtia otettiin jo rakennussuunnitteluvaiheessa huomioon. Näillä pienillä yksityiskohdilla saatiin tehtyä rakennesuunnittelusta helpompaa ja mahdollistettiin työnaikaisessa toteutuksessa aikataulu- sekä kustannussäästöjä.

2.2 Pohjatutkimus

Tontille suoritettiin pohjatutkimus, jossa tehtiin päärakennuksen osalta painokairauksia neljään pisteeseen. Pohjatutkimuksen (2019) mukaan rakennus ehdotettiin perustettavaksi tukipaalujen varaan. Kohteen geotekniseksi luokaksi määriteltiin GL2, paalutustyöluokaksi PTL2 seuraamusluokassa CC2. Paaluiksi pohjatutkimuksessa annettiin vaihtoehtoisiksi joko teräsbetoniset paalut tai teräspuikipaalut. Teräspaalujen korroosiovarana tuli huomioida 2 mm ja saven keskimääräisenä leikkauslujuutena teräspaalujen nurjahdusmitoituksessa 5 kN/m².

Alapohja määriteltiin rakennettavaksi kantavana ja alapohjan alle tuli suunnitella vähintään 300 mm paksu salaojituseros. Radonpitoisuuksia ei erikseen tutkittu, mutta radonin esiintyminen oli otettava huomioon alapohjarakenteita suunnitellessa. (Pohjatutkimus, 2019)

Salaojitus rakennuksen ympärille suositeltiin tehtäväksi RIL 126-2009:n Rakennuspohjan ja tonttialueen kuivatus mukaisesti. Lisäksi kerrottiin, että routasuojauksen suunnittelu tehdään RIL 261-2013 Routasuojaus- rakennukset ja infrarakenteet mukaisesti. (Pohjatutkimus, 2019)

2.3 Määräykset ja ohjeet

Rakennesuunnittelussa on huomioitava erilaisia lakeja, asetuksia sekä ohjeita. RIL 201-1-2017:ssa sanotaan: "Rakenteiden suunnittelua ohjaavat Maankäyttö- ja rakennuslaki

(erityisesti § 117), ympäristöministeriön asetukset, ympäristöministeriön ohjeet, kunnallinen rakentamishjaus sekä alan standardit ja ohjeet”. (RIL 201-1-2017, 2016, s.22)

2.3.1 Paalutus

Paalujen suunnittelussa huomioitiin SSAB:n RR- ja RD-paalut suunnittelu- ja asennusohjetta 2017. Ohjeessa on valmiit taulukot teräspaalujen puristuskestävyyden mitoitusarvoille. Taulukoissa on huomioitu mm. erilaiset paalutustyöluokat, korroosiovarat sekä mitoitusarvot erilaisille saven leikkauslujuuksille. SSAB:n suunnittelu- ja asennusohje perustuu RIL-254- 2016 Paalutusohje 2016- mukaiseen ohjeeseen sekä eurokoodijärjestelmään. (SSAB, 2021)

2.3.2 Perustukset ja alapohja

Perustuksien ja alapohjien mitoituksessa tässä työssä käytettiin Eurocode Service Oy:n web-pohjaista Eurocode Tools -mitoitustyökalua. Mitoitustyökalu sisältää Eurokoodin 1992-1-1 ja Suomen kansallisen liitteen mukaisen murto- ja käyttörajatilamitoituksen.

Perustuksien suunnittelussa huomioitiin lisäksi Lammin Betoni Oy:n suunnitteluohjetta (2013). Pääosin tätä ohjetta huomioitiin perustuksien ja seinärungon liittymiseksi toisiinsa.

Salaojien suunnittelu tehtiin RIL 126-2020 Rakennuspohjan ja tonttialueen kuivatus mukaisesti ja routasuojaus RIL 261-2013 Routasuojaus- rakennukset ja infrarakenteet mukaisesti.

2.3.3 Rungot

Seinärunkojen suunnittelu tehtiin Lammi-lämpökivien suunnitteluohjeen mukaisesti. Suunnitteluohjeessa (Lammin Betoni, 2013) noudatetaan RakMk B1 Rakenteiden varmuus ja kuormitukset-, B2 Kantavat rakenteet-, B4 Betonirakenteet- ja B9 Harkkorakenteet ohjeita.

Lammi-suunnitteluohjeessa on valmiit taulukot seinän pystykuormille, joissa huomioitu mm. tuulikuormat, taivutusmomentit sekä näihin tulevat raudoitukset. Lisäksi ohjeessa on

taulukot Lammi-lämpökivillä toteutettavilla aukkopalkeilla sekä pilareiden laskentaperusteet. (Lammin Betoni, 2013)

Taloon tulee muutama paikalla valettava aukkopalkki suurista kuormista johtuen. Näiden mitoitus tehdään Eurocode Tools -ohjelmalla.

2.3.4 Välipohja

Välipohjan ontelolaatasto suunnitellaan Pielisen Betoni Oy:n suunnitteluohjeen ja eurokoodijärjestelmän mukaisesti. Ontelolaattojen punossuunnittelun tekee Pielisen Betoni Oy:n punossuunnittelija heille toimitettavien lähtötietojen mukaisesti.

Suunnitteluohjeessa (Pielisen Betoni, 2020) kerrotaan, mitä ontelolaattojen suunnittelussa pitää ottaa huomioon sekä millaiset lähtötiedot Pielisen Betoni Oy:lle toimitetaan, jotta tehdas pystyy ontelolaatat toteuttamaan ja tekemään niihin tarvittavat punossuunnitelmat. Lisäksi ohjeessa on annettu valmiit taulukot, joista voi nähdä kunkin ontelolaatan maksimi jännevälit erilaisilla kuormitusmäärillä sekä ontelolaatan punosmäärillä. (Pielisen Betoni, 2020)

2.3.5 Yläpohja

Talon yläpohjarakenteet toteutettiin NR-kattoristikoilla. Kattoristikoiden rakennelaskelmat tulivat Sepa Oy:n rakennesuunnittelijalta. Ristikoiden suunnittelua varten tehtaalle tuli toimittaa kattoristikkokaaviot, joihin on merkitty mm. kohteen tiedot, kuormitustiedot, kuormitusleveydet ja ristikoiden tarkat mitat.

Parvekkeen ulokekaton mitoitus toteutettiin Finnwood -ohjelmalla. Yläpohjan suunnittelussa muutoin noudatettiin Eurokoodi 5 Puurakenteiden suunnittelu -ohjetta sekä muita määräyksiä ja ohjeita.

3 Alapohjavaihtoehdot

Ennen rakennesuunnittelun aloitusta tulevan rakennuksen alapohjavaihtoehdoista tehtiin vertailu. Pohjatutkimuksen (2019) mukaan perustukset tuli tehdä paalujen varaan, joten tulevaksi alapohjavaihtoehdoksi valittiin joko kantava maanvastainen teräsbetonilaatta tai kantava tuulettuva alapohja. Tuulettuvassa alapohjavaihtoehdossa kantavaksi rakenteeksi valittiin ontelolaatta. Nämä alapohjarakenteet ovat yleisimpiä vaihtoehtoja sekä hyväksi koettuja ratkaisuja, kun perustukset tehdään paalujen varaan.

Molemmista vaihtoehdoista tehtiin perustusleikkaus ja niiden teknistä toimintaa sekä kustannuksia vertailtiin. Näiden vertailujen perusteella tuleva alapohjarakenne valittiin. Myös perustusvaihtoehtojen alapinnan tuleva korko haluttiin selvittää, jotta hulevesien pumppaukselta välttyttäisiin. Hulevesien liitoskorkeus kadulla on korkealla, joten mitä ylempänä perustuksien alapinta on, sitä varmemmin hulevesien kaadot saadaan riittämään ilman pumppausta liitoskohdassa.

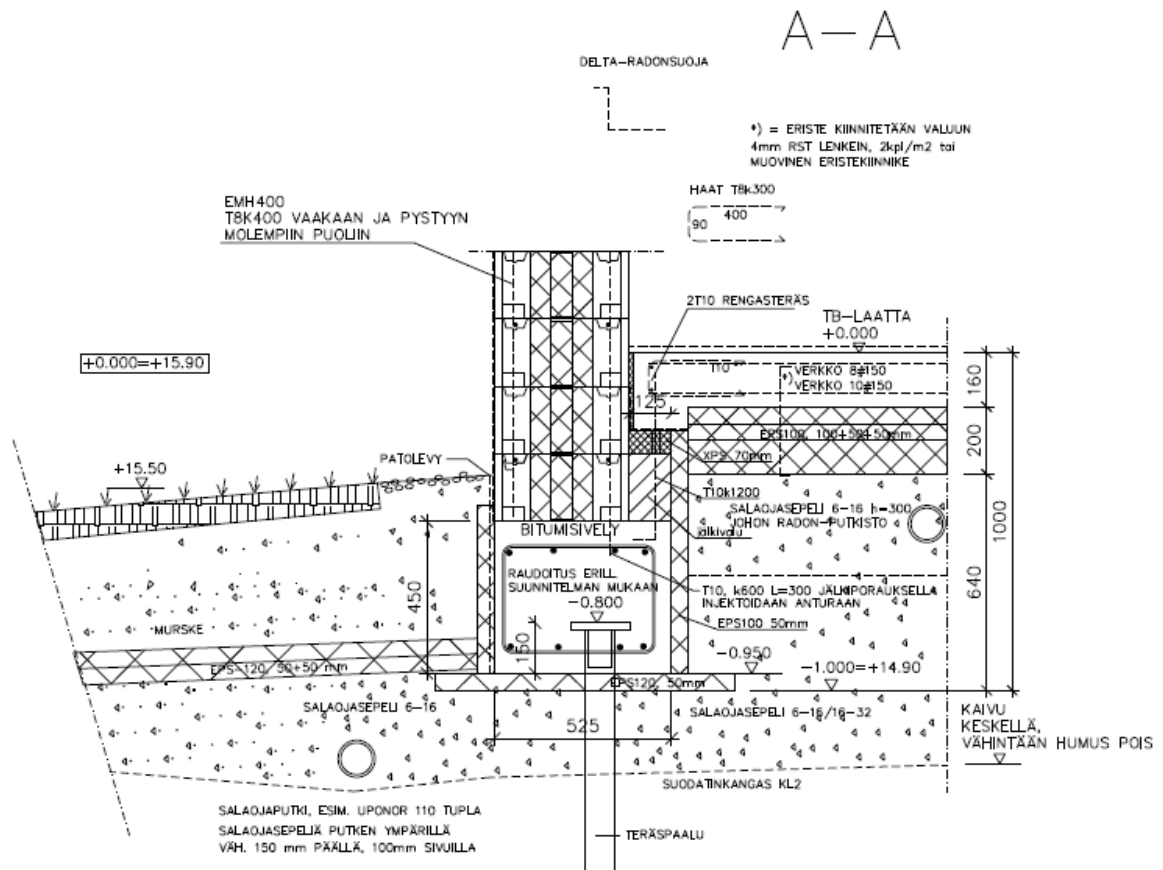
3.1 Kantava maanvastainen teräsbetonilaatta

Tässä alapohjavaihtoehdossa perustukset toteutetaan paaluanturoilla. Rakennuksen sisäpuolelle tehdään sisätäyttö murskeella/sepelillä kuten normaaleissa ei-kantavissa maanvastaisissa alapohjarakenteissa (Ratu 81-10854, 2005, s. 2, 4–7). Erona normaaliin maanvastaiseen laattaan, tässä rakenteessa alapohja tukeutuu rakennuksen reunoilla paaluanturoihin ja keskellä paaluvahvikelinjaan. Alapohjan alapuolinen sisätäyttö ei kannattele teräsbetonilaattaa lainkaan, vaan toimii käytännössä asennusaikaisena ”tukena” eristeille sekä laattavalulle.

Laatan paksuudeksi valittiin 160 mm, jolloin alapohja saadaan toimimaan kantavana tulevilla jänneväleillä sekä normaaleilla varastotuotteina löytyvillä verkkovahvuuksilla. Rakenne suunniteltiin tehtäväksi niin, että yhdellä valukerralla saadaan tehtyä kantava rakenne sekä lopullinen lattiapinta ennen päällysteitä. Teräsbetonin alapuoliseksi eristeeksi valittiin 200 mm EPS-eriste, jolla päästään rakennuslupakuvissa vaadittuun 0,16 U-arvoon.

Maanvastainen kantava alapohjarakenne on esitetty kuvassa 2.

Kuva 2. Kantava maanvastainen teräsbetoni-laatta



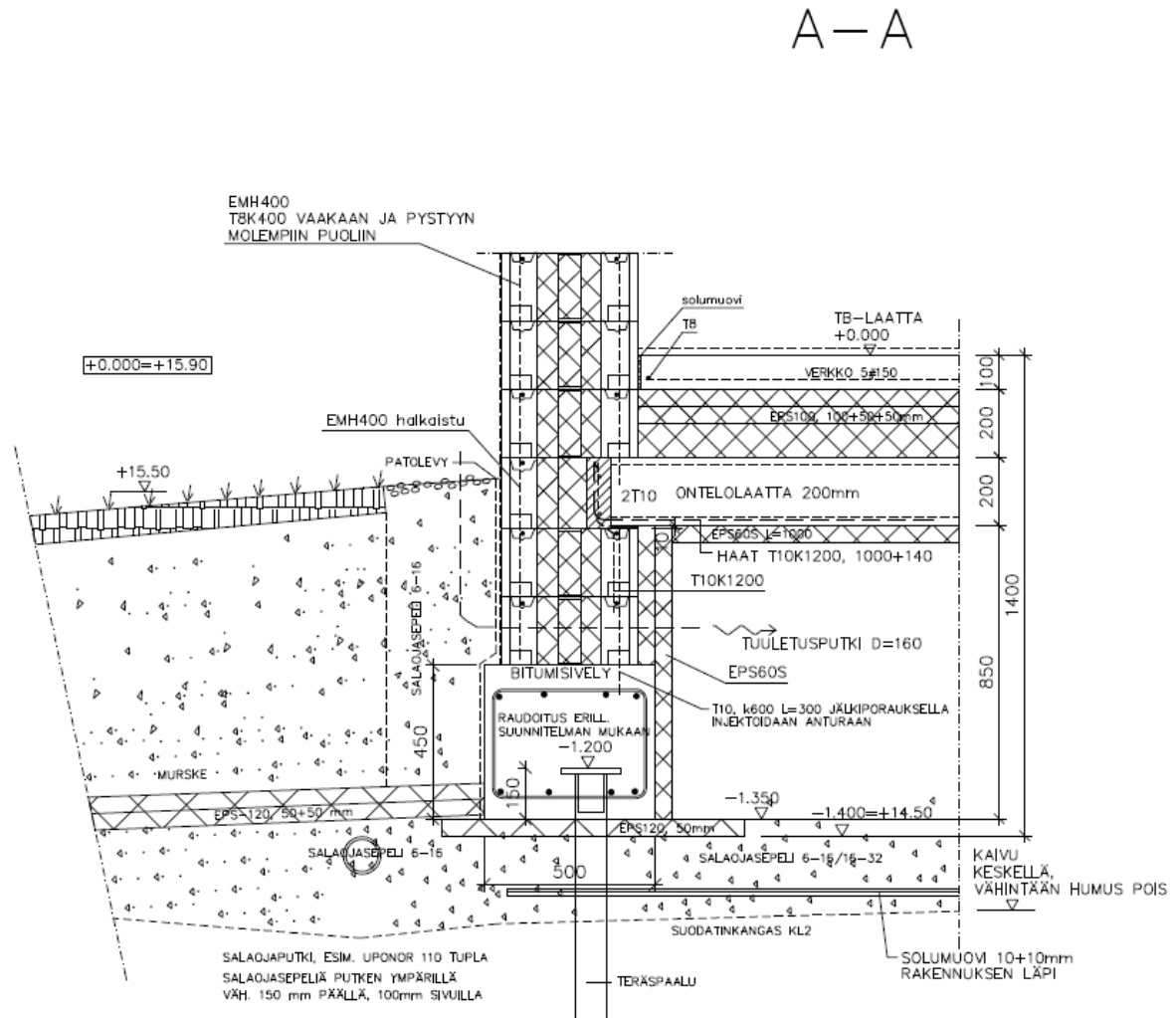
3.2 Tuulettuva alapohja

Tuulettuva alapohjarakenne on nimensä mukaisesti tuulettuva. Lattian kantavana rakenteena voidaan käyttää useita eri vaihtoehtoja, muun muassa paikalla valettua teräsbetoni-laattaa, ontelolaattaa tai puualapohjaa. Alapohjan lämmöneriste sijoitetaan kantavan rakenteen alapintaan tai yläpintaan. Asuinrakennuksissa tuulettuvan tilan korkeus tulisi olla keskimäärin 0,8m, jotta tilaa pystytään myöhemmin tarkastamaan sekä tekemään tarvittavia huoltotöitä. Alapohjan suunnittelussa tulee huomioida tuuletus, jotta maaperästä tai ulkoilmasta tuleva kosteus ei vahingoita rakenteita. Jos käytetään painovoimaista tuuletusta, tuuletusaukkojen pinta-alat ovat vähintään 4 ‰ ja enintään 8 ‰ ryömintätilan pinta-alasta. Tarvittaessa tuulettuvaan alapohjaan voidaan järjestää koneellinen tuuletus. (Ratu 81-10854, 2005, s. 2)

Tässä tapauksessa kantavaksi rakenteeksi valittiin 200 mm ontelolaatta. Ontelolaatan yläpuoliseksi eristeeksi suunniteltiin 200 mm EPS-eriste ja sen yläpuolelle 100 mm

teräsbetonilaatta. Tällä rakenteella päästään myös rakennuslupakuivissa vaadittuun 0,16 U-arvoon. Kyseinen rakennevaihtoehto on esitetty kuvassa 3.

Kuva 3. Tuulettuva alapohja.



3.3 Alapohjien vertailu

Rakenteellisesti alapohjissa on useita eroja, vaikka itse perustukset molemmissa vaihtoehtoissa ovat hyvinkin samankaltaiset. Alapohjissa suurimpina eroina on kosteustekninen toiminta, radonin estäminen huoneilmaan sekä huollettavuus. Lisäksi vertailu tehtiin alapohjien rakentamiskustannuksista sekä korkeusasemasta, lähinnä perustamissyvyydestä.

3.3.1 Kosteustekninen toiminta

Maanvastaisessa laatussa rakenne on suorassa kosketuksessa alapuoliseen maaperään. Laatan alapuolisessa täytössä tulee huomioida mahdollinen kapillaarinen vedennousu. Tämä saadaan toteutettua esimerkiksi laatan alapuolelle tehtävällä 6–16mm sepelillä vähintään 300 mm paksuna täyttökerroksena (RIL 126-2020, 2020, s. 32, s. 90-91). Yksi suurimmista riskeistä maanvastaisissa rakenteissa on se, ettei kapillaarista vedennousua maaperästä alapohjarakenteisiin ole estetty ja tästä johtuen rakenteet pääsevät kostumaan. Lisäksi laattaan aiheutuu diffuusiolla siirtyvää kosteutta, joka kylläkin on vähäistä, mikäli alapohjarakenne on oikein toteutettu (RIL 250-2020, 2020, s. 107-108, s. 263). Valettu teräsbetonilaatta kuivuu joko ylöspäin huoneilmaan tai alaspäin alapuolen sisätäyttöön. Laattaan syntyy suuri kosteus rakentamisaikana, kun alapohjalaatta valetaan. Teräsbetonilaatan ollessa 160mm paksu, erityistä huomiota on kiinnitettävä sen kuivumiseen ennen sisäpuolisia pinnoitustöitä.

Tuulettuvassa alapohjassa rakenne ei ole kosketuksissa maaperään. Rakenteen alapuolista tilaa tuuletetaan tuuletusputkien sekä mahdollisen koneellisen imurin avulla. Tuuletuksen avulla maaperästä nouseva kosteus poistuu eikä pääse nousemaan yläpuolisiin rakenteisiin. Jos tila tuulettuu oikein, tämä alapohjaratkaisu on riskitön. Kosteusongelmia syntyy, mikäli esimerkiksi tuuletusaukkoja suljetaan kokonaan tai osassa rakennusta. Tällöin kosteus ei pääse poistumaan ja kosteus alkaa tiivistymään rakenteisiin. (RIL 250-2020, 2020, s. 264)

3.3.2 Radonin torjuminen

Radonin kulkeutuminen huoneilmaan tulee estää. Radonia voi esiintyä maaperässä tai laatan alapuolisissa murske- tai sepelitäytöissä (RIL 126-2020, 2020, s. 12). Maanvastaisissa rakenteissa alapohjan alapuolelle asennetaan radonputkisto, jonka tehtävänä on poistaa mahdollisia radonkaasuja maaperästä ja näin estää niitä nousemasta ylöspäin huoneilmaan (RIL 126-2020, 2020, s. 25). Imukanavisto samalla myös tuulettaa sisätäyttöä ja poistaa täytöissä mahdollisesti olevaa kosteutta. Radonputkisto johdetaan rakennuksen katolle, jonne voidaan asentaa lisäksi erillinen imuri tehostamaan kaasujen poistoa. Myös perustuksen ja alapohjan liitoskohdassa tulee huomioida tiivistys, jotta radonkaasut eivät

pääse kulkeutumaan huoneilmaan (Ratu 81-10854, 2005, s. 2). Tiivistys suunnitellaan tarkoitukseen sopivalla radonkaistalla.

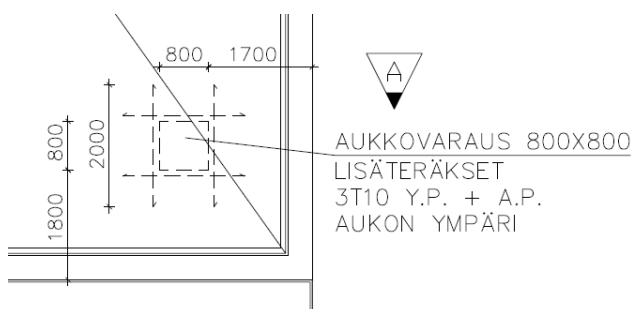
Tuulettuvassa alapohjassa erillistä imukanavistoa ei tarvitse suunnitella. Alapohjan tuuletuessa, myös radonkaasut kulkeutuvat ulos tuuletusaukkojen kautta. Oikein toteutettuna tuulettuva alapohja on turvallinen ja riskitön ratkaisu radonin kannalta.

3.3.3 Huollettavuus

Tuulettuva alapohja on huollettavuuden kannalta hyvä ratkaisu. Vesi- ja viemäri-laitteistot ovat tuulettuvassa tilassa näkyvissä, joten niiden huolto- sekä korjaustyöt on helppo suorittaa ilman mittavia lisäkustannuksia. Tuulettuvaan tilaan tehtävän huoltoluukun ansiosta tilaa päästään helposti tarkastamaan joko mittalaitteilla tai silmämääräisesti.

Maanvastaisissa rakenteissa laatan alapuolista tilaa ei päästä tarkastamaan silmämääräisesti lainkaan, joten mahdollisten vaurioiden tarkastaminen suoritetaan yläpuolelta alaspäin mittalaitteita apuna käyttäen. Myös vesi- ja viemäri-laitteistot ovat ”piilossa” laatan alapuolella sisätäytöissä tai eristekerroksissa, joten niiden tarkastaminen on mahdollista pääasiassa ainoastaan kuvaamalla. Mikäli alapohjarakenne toteutetaan maanvastaisena kantavana laattana, Helsingin rakennusvalvontaviranomaiset vaativat, että kantavaan rakenteeseen suunniteltava varaus huoltoluukulle mahdollisesti tulevia korjaustöitä varten. Varauksen kohdalle huomioidaan lisäteräkset, jotta laatan kantavuus ei heikkene, vaikka varauksen kohdalle tehtäisiin reikä laattaan. Huoltoluukun kautta lvi-putkistoihin päästään käsiksi ilman massiivisia purkutöitä. Esimerkki varauksesta on esitetty kuvassa 4. Lvi-putkistojen uusiminen on työläämpää ja kalliimpaa maanvastaisissa rakenteissa kuin tuulettuvassa alapohjassa.

Kuva 4. Aukko varaus kantavassa maanvastaisessa laattassa

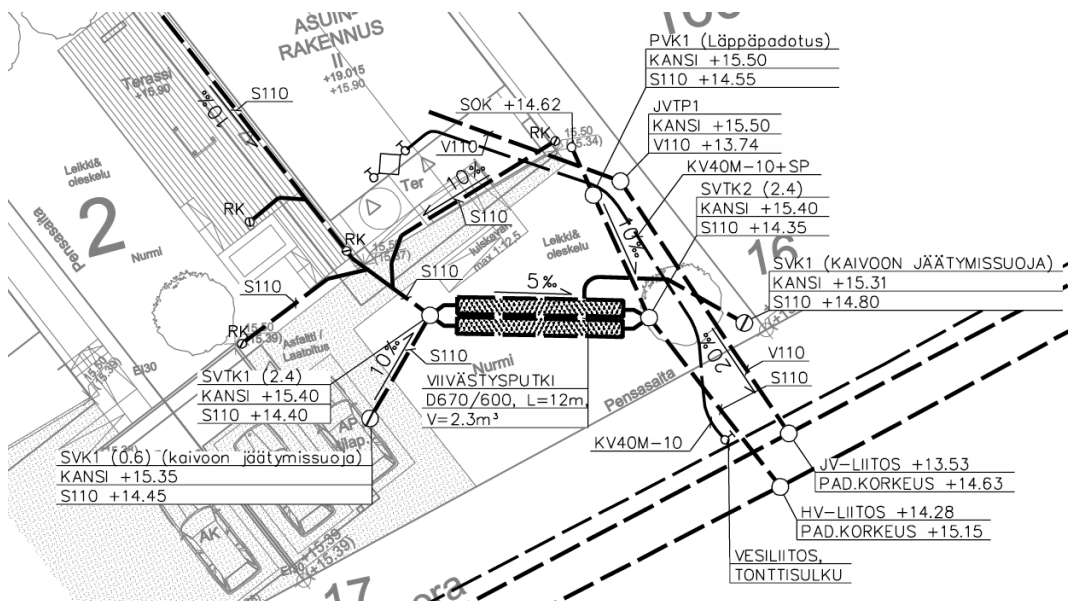


3.3.4 Korkeusasema

Pääpiirustuksissa (liite 1) on esitetty tuleva lattian korko, jonka mukaan rakennesuunnitelmat tehdään. Perustuksen alapinta menee näin ollen sitä syvemmälle, mitä korkeampi perustusrakenne on. Perustuksen yläpinnan ja lattian korko pysyy samana, oli perustusvaihtoehto mikä tahansa. Perustuksien alapinnan korkeusasemat haluttiin selvittää, jotta saatiin selville tarvitseeko hulevesien käsittely pumppausta. Hulevesien liitoskorkeus kadulla on korossa +14.28, joka on lähtökohtaisesti todella korkealla suhteessa tulevaan lattiapintaan.

Kuvia 2 ja 3 tarkastelemalla huomataan, että perustuksien alapinta on tuulettuvassa alapohjavaihtoehdossa 400 mm alempana kuin maanvastaisessa vaihtoehdossa. Tuulettuvassa alapohjassa perustuksien alapinnan korkeus on +14.50 ja maanvastaisessa +14.90. Perustuksien ympärille tulevat salaojaputket liitetään perusvesikaivoon ja siitä edelleen kaupungin liitokohtaan. Kuvassa 5 on esitetty salaojaputkien liitoskorkeus +14.55 perusvesikaivoon (PVK1). Salaojaputket on asennettava kokonaisuudessaan perustusten alapinnan alapuolelle, ja kaatona käytettävä vähintään 5mm/m (RIL 126-2020, 2020, s. 34). Edellä mainitut asiat huomioon ottaen, tuulettuvassa alapohjavaihtoehdossa hulevesien käsittely jouduttaisiin suorittamaan pumppaamalla, kun taas maanvastaisessa vaihtoehdossa hulevedet voidaan ohjata kaupungin verkkoon painovoimaisesti.

Kuva 5. LVI-asemapiirroksen liitoskorkeudet



3.3.5 Kustannukset

Kun sekä tuulettuvasta että maanvastaisesta alapohjasta oli tehty detaljipiirroksia, kustannusten laskeminen voitiin suorittaa tarkasti. Kustannustarkastelun lähtökohtana oli laskea perustusvaihtoehtojen kokonaiskustannuserot. Täten molemmista vaihtoehdoista laskettiin kustannukset vain tarvittavilta osin, jotta kustannusero saatiin selville. Kustannuslaskennassa käytettiin omia tiedossa olleita hintoja ja menekkejä.

Maanrakennuksen osuus otettiin huomioon vain niiltä osin, jotka vaikuttavat kokonaiskustannuseroon. Tuulettuvassa alapohjassa kaivutyöt ulottuivat 400 mm alemmaksi koko rakennusalalta ja vastaavasti maanvastaisessa vaihtoehdossa sisäpuolen täyttötyöt sekä radonputkitus tulisi lisänä. Maanrakennuksen osalta edellä mainitut asiat otettiin mukaan kustannustarkasteluun. Paalutustyötä ei huomioitu kustannuksissa, koska molemmissa vaihtoehdoissa paalumeneikki tulisi olemaan lähes samansuuruinen.

Perustuksien ja alapohjien osalta kustannukset laskettiin kokonaisuudessaan. Pientarvikkeita ei otettu huomioon laskennassa, sillä niiden osuus kokonaiskustannuksissa on vähäistä. Kaikissa työvaiheissa työmenekkejä ei otettu huomioon kustannustarkastelussa, sillä työt oli tarkoitus suorittaa itse. Mikäli kaikki työmenekit olisi otettu huomioon, kokonaiskustannusero olisi pysynyt lähes samansuuruisena.

Edellä mainittujen rajausten mukaisen laskennan lopputuloksena, maanvastaisen alapohjan kokonaiskustannukset ovat 13 567,5 € ja tuulettuvan alapohjan kokonaiskustannukset 19 208,7 €. Maanvastainen rakenne on tällöin kustannuksiltaan 5 641,2 € halvempi kuin tuulettuva rakenne. Kustannuslaskelmat ovat esitetty liitteessä 2.

3.4 Alapohjan valinta

Molemmat vaihtoehdot ovat teknisesti toimivia, mikäli ne toteutetaan ja suunnitellaan oikein. Ennen vertailun aloittamista, tärkeimpänä asiana pidin sitä, ettei hulevesien pumppausta tarvitsisi tontilla tehdä. Vertailujen perusteella tuulettuvassa alapohjavaihtoehdossa pumppaus tulisi toteuttaa, joten vaihtoehdoksi jäi maanvastainen kantava laatta. Lisäksi kustannusero oli laskelmien mukaan merkittävä maanvastaisen

rakenteen hyväksi, joten lopullinen valinta oli helppo tehdä. Tulevaksi rakenteeksi valikoitui näiden perusteella maanvastainen kantava laatta.

4 Kuormatiedot

Rakennuksesta aiheutuvia kuormia jaetaan pysyviin kuormiin (G), muuttuviin kuormiin (Q) ja onnettomuuskuormiin (A) (RIL 201-1-2017, 2016, s. 31). Tässä työssä kuormina käytetään pysyviä sekä muuttuvia kuormia.

Tässä luvussa käydään läpi, mistä kyseisen rakennuksen yksittäiset kuormat koostuvat ja lasketaan niille ominaisarvot. Rakennesuunnittelun helpottamiseksi tein lisäksi Excel- taulukon, johon kuorma- ja mittatiedot syötetään. Taulukoiden (liite3) avulla pystytään nopeasti näkemään suunnitelmia tehdessä, millaiset kokonaiskuormat rakennuksen kullekin sivuille tulee.

4.1 Pysyvät kuormat

Rakennuksen/rakennelman omapaino on pysyvää kuormaa. Rakenteen omapaino saadaan laskettua rakenteen mittojen ja tilavuuspainon perusteella. Rakenteen omapaino esitetään pysyvän kuorman ominaisarvolla (G_k). Omaan painoon huomioidaan kaikki kantavat ja ei-kantavat rakenteet. (RIL 201-1-2017, 2016, s.31- 64)

4.1.1 Perustukset

Talon perustukset toteutetaan 450 mm x 525 mm paikalla valettuna paaluanturana. Normaalin raudoitettun betonin tilavuuspainona käytetään 25 kN/m^3 . Perustuksien omapaino lasketaan viivakuormaksi kN/m.

Kaava 1. Perustuksien omapaino:

$$G_{k, \text{per}} = 0,45 \text{ m} * 0,525 \text{ m} * 25 \text{ kN/m}^3 = \mathbf{5,9 \text{ kN/m}}$$

4.1.2 Alapohja

Talon alapohja tehdään 160 mm vahvalla maanvaistaisella kantavalla teräsbetonilaatalla, joka tuetaan laatan reunoilta paaluanturaan ja laatan keskeltä talon keskelle tehtävän paaluanturalinjan varaan. Betonin tilavuuspainona käytetään 25 kN/m^3 . Alapohjan päälle tulevat ei-kantavat väliseinät lasketaan alapohjan omapainoon mukaan. Ei-kantavien väliseinien laskenta-arvona käytetään $0,5 \text{ kN/m}^2$.

Kaava 2. Alapohjan omapaino:

$$G_{k, ap} = 0,16 \text{ m} * 25 \text{ kN/m}^3 + 0,5 \text{ kN/m}^2 = \mathbf{4,5 \text{ kN/m}^2}$$

Perustuksille aiheutuva viivakuorma alapohjasta tulee myös laskea, jotta paaluanturan mitoitus voidaan tehdä. Alapohjalaatan kokonaisuutena on yhteensä 7,2 m ja 1/4 laatan kuormasta tulee pitkän sivun perustukselle.

Kaava 3. Alapohjasta aiheutuva viivakuorma perustuksille:

$$G_{k, ap, per} = 4,5 \text{ kN/m}^2 * 7,2 \text{ m} / 4 = \mathbf{8,1 \text{ kN/m}}$$

Rakennuksen sivulla terassit ja pääsisäänkäynnin laatta tukeutuu ulkoseinään, joten sen omapaino pitää huomioida perustusta mitoittaessa. Terassit tukeutuvat puurunkoisena ja pääsisäänkäynti 120 mm kantavalla teräsbetonilaatalla. Terassin laskenta-arvona käytetään $0,5 \text{ kN/m}^2$ ja kuorma-alueena 1,2 m. Teräsbetonilaatan tilavuuspainona käytetään 25 kN/m^3 ja kuorma-alueena 1 m.

Kaava 4. Terassista aiheutuvat viivakuormat perustuksille:

$$G_{k, ter, per} = 0,5 \text{ kN/m}^2 * 1,2 \text{ m} = \mathbf{0,6 \text{ kN/m}}$$

Kaava 5. Pääsisäänkäynnin laatasta aiheutuvat viivakuormat perustuksille:

$$G_{k, ter, per} = 25 \text{ kN/m}^3 * 0,12 \text{ m} * 1 \text{ m} = \mathbf{3 \text{ kN/m}}$$

4.1.3 Ulkoseinät

Kantavat ulkoseinät molemmissa kerroksissa toteutetaan Lammi- betonin 400 mm leveällä valueristeharkolla. Ulkoseinän korkeus on 6,3 m. Kattoristikoiden otsapinta (0,6 m) pitkällä sivuilla sekä päätykolmiot (mitoitavana korkeutena 1,2 m) toteutetaan 150 mm valettavalla muottiharkolla. Etupihan kylmät seinäkkeet tehdään 300 mm valuharkolla, korkeuden ollessa 6,9 m.

Lammi- valuharkkojen omapainot (Lammi, n.d.):

- LL 400 = 5,5 kN/m²
- MH150 = 3,5 kN/m²
- MH300 = 7,15 kN/m²

Kaava 6. Ulkoseinistä aiheutuva viivakuorma perustuksille pitkällä sivulla:

$$G_{k, us1} = 5,5 \text{ kN/m}^2 * 6,3 \text{ m} + 3,5 \text{ kN/m}^2 * 0,6 \text{ m} = \mathbf{36,8 \text{ kN/m}}$$

Kaava 7. Ulkoseinistä aiheutuva viivakuorma perustuksille päädyissä:

$$G_{k, us2} = 5,5 \text{ kN/m}^2 * 6,3 \text{ m} + 3,5 \text{ kN/m}^2 * 1,2 \text{ m} = \mathbf{38,9 \text{ kN/m}}$$

Kaava 8. MH300 aiheutuva viivakuorma perustuksille:

$$G_{k, us2} = 7,15 \text{ kN/m}^2 * 6,9 \text{ m} = \mathbf{49,3 \text{ kN/m}}$$

4.1.4 Välipohjat

Välipohjat taloon toteutetaan Pielisen Betoni Oy:n 265 mm vahvaisilla ontelolaatoilla. Ontelolaattojen asennussuunta on talon pitkän sivun suuntainen, joten välipohjasta aiheutuvat kuormat kohdistuu talon päätyseinille. Ontelolaattojen kokonaispituus on 10,2 m, ja sen pituudesta 1/2 kuormittaa päätyseinää. Pitkille sivuille huomioidaan välipohjan kuormista 0,5 m alue.

Ontelolaattojen omapaino saumattuna on $3,64 \text{ kN/m}^2$ (Pielisen Betoni, 2020).

Ontelolaataston päälle tehdään 80 mm teräsbetoni-laatta, tilavuuspainon ollessa 25 kN/m^3 .

Välipohjan päälle tulevat ei-kantavat väliseinät lasketaan välipohjan omapainoon mukaan, ja niiden laskenta-arvona käytetään $0,5 \text{ kN/m}^2$.

Kaava 9. Välipohjan omapaino:

$$G_{k, vp} = 3,64 \text{ kN/m}^2 + 0,08 \text{ m} * 25 \text{ kN/m}^3 + 0,5 \text{ kN/m}^2 = \mathbf{6,2 \text{ kN/m}^2}$$

Kaava 10. Välipohjasta aiheutuva viivakuorma perustuksille päädyissä:

$$G_{k, vp1, per} = 6,2 \text{ kN/m}^2 * 10,2 \text{ m} / 2 = \mathbf{31,6 \text{ kN/m}}$$

Kaava 11. Välipohjasta aiheutuva viivakuorma perustuksille pitkillä sivuilla:

$$G_{k, vp2, per} = 6,2 \text{ kN/m}^2 * 0,5 \text{ m} = \mathbf{3,1 \text{ kN/m}}$$

Pääsisäänkäynnin parvekkeen lattia tukeutuu talon päätyseinään, joten sen omapaino pitää huomioida perustusta mitoittaessa. Parvekkeen lattia suunnitellaan puurunkoisena. Lattian laskenta-arvona käytetään $0,5 \text{ kN/m}^2$ ja kuorma-alueena 1,5 m.

Kaava 12. Parvekkeesta aiheutuvat viivakuormat perustuksille:

$$G_{k, parv, per} = 0,5 \text{ kN/m}^2 * 1,5 \text{ m} = \mathbf{0,8 \text{ kN/m}}$$

4.1.5 Yläpohja

Laskenta-arvona yläpohjan osalta käytetään 1 kN/m^2 , johon sisältyy kaikki yläpohjan rakenteet. Kattoristikot tuetaan rakennuksen pitkille sivuille. Vesikaton kokonaisleveys on 8,6 m, joten 1/2 leveydestä kuormittaa kutakin pitkää sivua. Näiden lisäksi rakennuksen sisäänkäynnin puoleista päätyseinää kuormittaa ulokekatto 2,5 m alueelta.

Kaava 13. Yläpohjasta aiheutuva viivakuorma perustuksille pitkillä sivuilla:

$$G_{k, yp1} = 1 \text{ kN/m}^2 * 8,6 \text{ m} / 2 = \mathbf{4,3 \text{ kN/m}}$$

Kaava 14. Yläpohjasta aiheutuva viivakuorma perustuksille pääsisäänkäynnin päädyssä:

$$G_{k, yp2} = 1 \text{ kN/m}^2 * 2,5 \text{ m} = \mathbf{2,5 \text{ kN/m}}$$

Talon toista pitkää sivua kuormittaa lisäksi terassin kattorakenteet. Kattorakenteen laskentavertaisena käytetään 1 kN/m^2 ja kuorma-alueena $1,25 \text{ m}$.

Kaava 15. Terassin katosta aiheutuva viivakuorma perustuksille pitkällä sivuilla:

$$G_{k, yp1} = 1 \text{ kN/m}^2 * 1,25 \text{ m} = \mathbf{1,25 \text{ kN/m}}$$

4.2 Muuttuvat kuormat

Muuttuvia kuormia ovat kuormat, jotka vaihtelevat ajan myötä. Yksittäisen muuttuvan kuorman ominaisarvo esitetään merkinnällä Q_k (RIL 201-1-2017, 2016, s. 31). Tämän työn muuttuvia kuormia ovat hyötykuorma, lumikuorma sekä tuulikuorma.

4.2.1 Hyötykuorma

Rakenteiden mitoituksessa tulee huomioida hyötykuorma ja kuorman suuruus vaihtelee tilan käyttötarkoituksen mukaan. Hyötykuorma aiheutuu tilan käytöstä, esimerkiksi henkilöiden oleskelusta tilassa tai materiaalien varastoinnista tilassa. Suunniteltava rakennus kuuluu käyttötarkoituserluokkaan A (Asunto- ja majoitustilat). (RIL 201-1-2017, 2016, s.71)

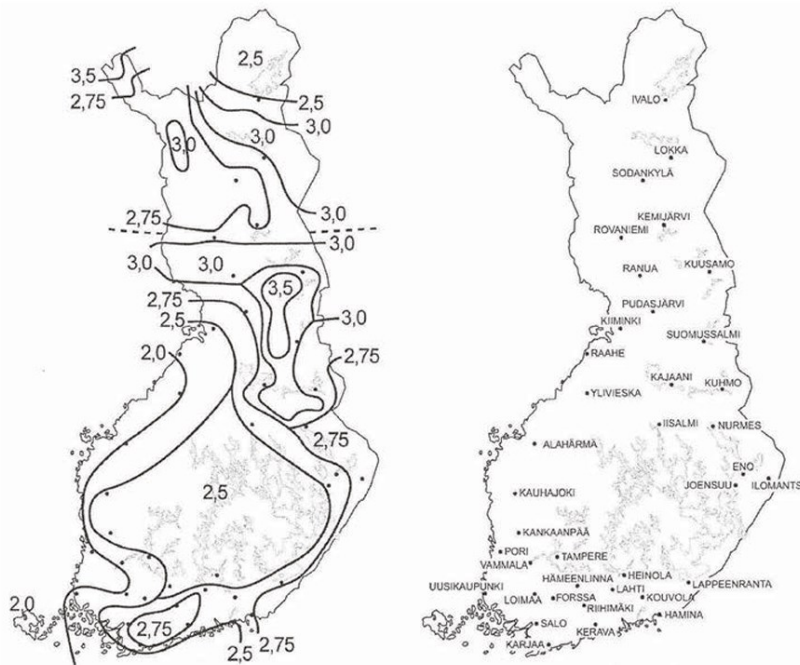
Käyttötarkoituserluokassa A hyötykuorman ominaisarvot ovat:

- ala- ja välipohjassa $\mathbf{2 \text{ kN/ m}^2}$
- portaissa $\mathbf{2 \text{ kN/ m}^2}$
- parvekkeilla $\mathbf{2,5 \text{ kN/ m}^2}$
- pistekuormat $\mathbf{2 \text{ kN/ m}^2}$

4.2.2 Lumikuorma

Lumesta aiheutuu vesikatolle muuttuvaa kuormaa. Helsingissä lumikuorman ominaisarvo maan pinnalla on $2,5 \text{ kN/m}^2$ (kuva 6), mutta tämän kohteen rakennesuunnittelussa käytetään arvoa $2,75 \text{ kN/m}^2$, jotta ollaan varman puolella.

Kuva 6. Lumikuormien ominaisarvot (kN/m^2) maan pinnalla. (RIL 201-1-2017, 2016, s.98)



Kaava 16. Vesikatolle aiheutuva lumikuorma s saadaan laskettua kaavalla (RIL 201-1-2017, 2016, s.101):

$$s = \mu_i s_k$$

missä

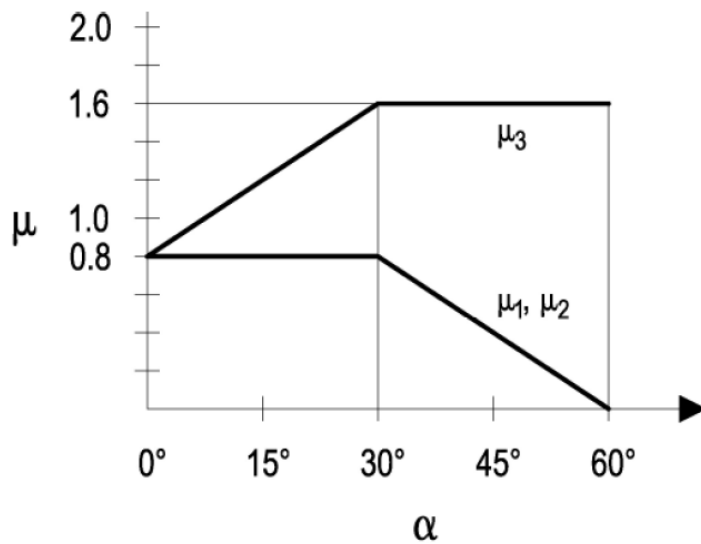
μ_i lumikuorman muotokerroin

s_k maassa olevan lumikuorman ominaisarvo (kN/m^2)

(RIL 201-1-2017, 2016, s.101)

Lumikuorman muotokerroin saadaan taulukosta 1. Muotokertoimena käytetään arvoa 0,8.

Taulukko 1. Lumikuorman muotokerroin. (RIL 201-1-2017, 2016, s.102)



Kaava 17. Vesikatolle aiheutuva lumikuorma on yllämainituilla arvoilla:

$$Q_{k, \text{lumi}} = 2,75 \text{ kN/m}^2 * 0,8 = 2,2 \text{ kN/m}^2$$

4.2.3 Tuulikuorma

Rakennukseen seinille sekä vesikattoon aiheutuu tuulen vaikutuksesta tuulikuormaa, joka pitää huomioida rakennesuunnittelussa. Rakenteiden taivutustarkastelua varten tulee laskea osapinnoille kohdistuva paikallinen tuulenpaine.

Kaava 18. Rakenteiden osapinnoille aiheutuva nettopaine saadaan kaavasta (Puuinfo Oy, 2020):

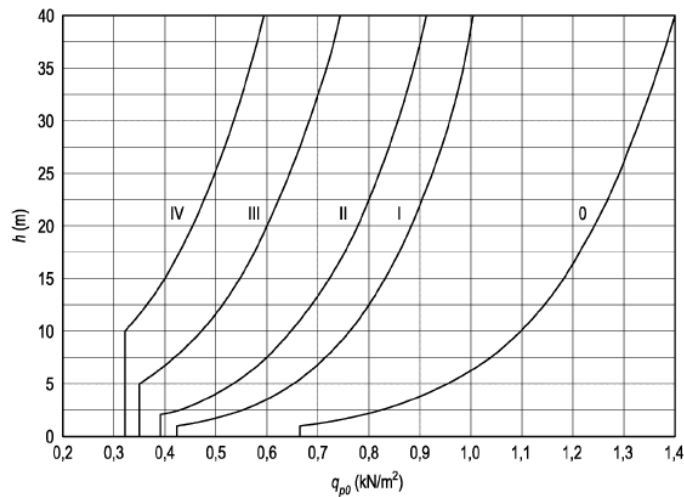
$$q_{w,k} = c_{p,net} q_p^{(h)}$$

missä

$c_{p,net}$ osapinnan nettotuulenpaine kerroin. (Taulukot 3 ja 4)

$q_p^{(h)}$ rakennuksen korkeutta h vastaava nopeuspaine. (Taulukko 2)

Taulukko 2. Nopeuspaineen ominaisuusarvot eri maastoluokissa. (Puuinfo Oy, 2020, s.13)



Taulukko 3. Ulkoseinien paikallisen tuulenpaineen nettopainekertoimia. (Puuinfo Oy, 2020, s.14)

Ulkoseinät	suurin imu nurkka-alueilla ¹⁾		suurin imu keskialueilla		suurin paine sisäänpäin	
	A ≥ 10	A ≤ 1 m ²	A ≥ 10	A ≤ 1 m ²	A ≥ 10	A ≤ 1 m ²
tarkasteltava pinta-ala	A ≥ 10	A ≤ 1 m ²	A ≥ 10	A ≤ 1 m ²	A ≥ 10	A ≤ 1 m ²
c _{p,net}	-1,5	-1,7	-1,1	-1,4	+1,1	+1,3

Taulukko 4. Kattojen nettopainekertoimia suurimmalle paikalliselle tuulen imulle. (Puuinfo Oy, 2020, s.14)

kattotyyppi	katon kaltevuus ¹⁾	nurkka-alueet ²⁾			reuna-alueet ³⁾			muu alue ⁴⁾	
		A ≥ 10	A ≤ 1	räys-täs	A ≥ 10	A ≤ 1	räys-täs	A ≥ 10	A ≤ 1
Tasakatto	< 5°	-2,1	-2,8	-3,5	-1,5	-2,3	-3,0	-1,0	-1,5
Pulpettikatto	5°...15°	-2,7	-3,2	-3,9	-2,2	-2,8	-3,5	-1,2	-1,5
	≥ 30°	-2,4	-3,2	-3,9	-1,8	-2,3	-3,0	-1,3	-1,6
Harjakatto	5°...15°	-2,0	-2,8	-3,5	-1,6	-2,3	-3,0	-1,0	-1,5
	≥ 30°	-1,4	-1,8	-2,5	-1,7	-2,3	-3,0	-1,2	-1,5

Suunniteltavan rakennuksen maastoluokka on 3 (Puuinfo Oy, 2020, s.12) ja korkeus 9 m. Tuulen nopeuspaineen ominaisarvoksi saadaan taulukon 2 mukaisesti $q_p^{(9m)} = 0,45 \text{ kN/m}^2$.

Ulkoseinien pinta-alat suunniteltavassa rakennuksessa on yli 10 m^2 , joten käytetään taulukon 3 arvoja $A \geq 10$. Ulkoseinien osalta kertoimeksi valitaan 1,1, joten osapinnoille aiheutuvaksi nettopaineeksi saadaan kaavalla 18:

$$q_{w,k} = c_{p,net} q_p^{(9)} = 1,1 * 0,45 \text{ kN/m}^2 = \mathbf{0,5 \text{ kN/m}^2}$$

Vesikaton pinta-alat suunniteltavassa rakennuksessa on yli 10 m², joten käytetään taulukon 3 arvoja $A \geq 10$. Kattotyyppinä on harjakatto ja katon kaltevuutena $\geq 30^\circ$. Vesikaton osalta kertoimeksi valitaan koko katon aluetta tarkastellessa -1,2, osapinnoille aiheutuvaksi nettopaineeksi saadaan kaavalla 18:

$$q_{w,k} = c_{p,net} q_p^{(9)} = -1,2 * 0,45 \text{ kN/m}^2 = \mathbf{-0,6 \text{ kN/m}^2}$$

Lammin suunnitteluohjeessa (2013) seinien kantokyvyissä on huomioitu tuulikuormaksi 0,8 kN/m², joten suunnitteluohjeen mukaiset arvot ovat varman puolella. Myöskään seinien kokonaistuulikuormaa ei ole tarpeen laskea, sillä suunnitteluohjeessa on huomioitu pystykuorman ja taivutusmomentin yhteisvaikutus seinien eri nurjahduspituuksilla. Vesikaton rakennesuunnittelussa huomioidaan tuulikuorma 0,6 kN/m².

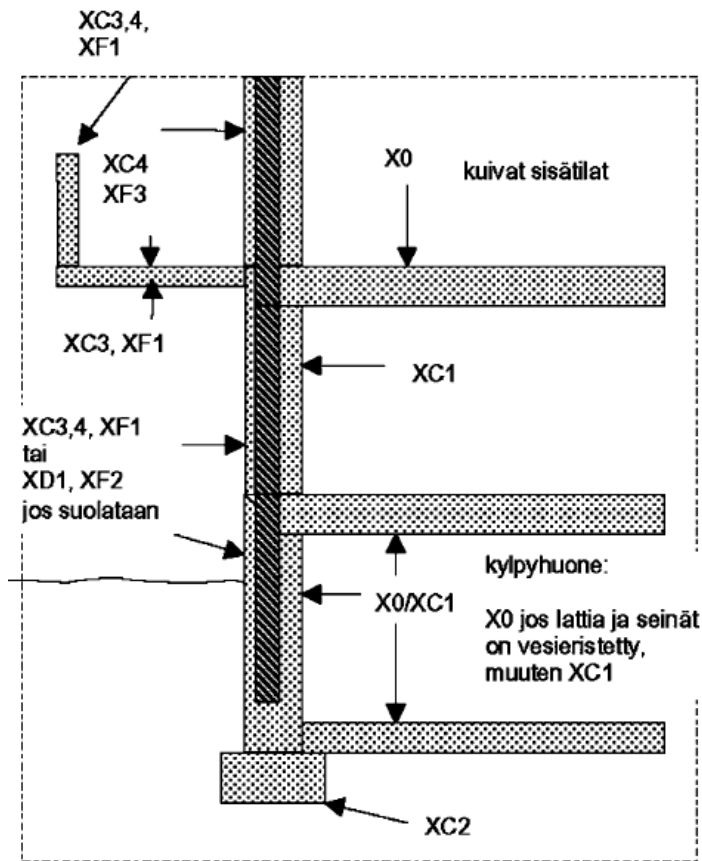
5 Rakennesuunnittelu

Rakenteet tulee suunnitella siten, että ne kestävät sille tulevat kuormat ja muut vaikutukset koko sen käyttöikänsä ajan. Rakenteille tulee määritellä käyttöikä sekä seuraamus- ja luotettavuusluokka (RIL 201-1-2017, 2016, s.25–27).

Suunniteltavan rakennuksen käyttöikäksi valittiin 50 vuotta (talonrakennukset ja muut tavanomaiset rakenteet), seuraamusluokaksi CC2 ja luotettavuusluokaksi RC2 (RIL 201-1-2017, 2016, s. 26–27). Rakennuslupavaiheessa rakennuksen paloluokaksi määriteltiin P3 ja pääpiirustuksissa on huomioitu mahdolliset palovaatimukset.

Betonirakenteita suunniteltaessa tulee huomioida betonin rasitusluokat. Käytettävä betonin lujuus määräytyy rasitusluokkien mukaan, ja nämä merkitään rakennesuunnitelmiin. Kuvassa 7 on esitetty tyypillisiä rasitusluokkia asuinrakennuksissa.

Kuva 7. Tyypillisiä rasisusluokkia asuinrakennuksessa. (Punkki, Jouni, 2004, s. 38)



Rasisusluokat suunniteltavassa kohteessa:

- XC1, X0 Pintalattiat sisällä
- XC2 Anturat
- XC3 ja XF1 Sokkelit, terassilaatat, valuharkot

Betonin lujuusvaatimukset kohteessa:

- XC1-luokassa C25/30
- XC2- luokassa C30/37
- XC3- luokassa C30/37

Rakennesuunnitelmien mitoitus tehtiin valmiita suunnitteluohjeita ja web-pohjaisia ohjelmia apuna käyttäen. Annetut kuormat ovat ominaiskuormia ja mitoitusvaiheessa ohjelmat laskevat kuormitustapaukset varmuuskertoimien kanssa. Rakennesuunnitelmat tehtiin CAD Planner -ohjelmalla. Talon ulkopuolisten rakenteiden mitoitusta ei käydä tässä työssä läpi, mutta ne ovat mukana rakennesuunnitelmissa ja niistä aiheutuvat kuormat on otettu

huomioon talon rakenteita mitoittaessa. Ulkopuolisia rakenteita ovat terassi, terassin katto, terassin betonilaatta, pääsisäänkäynnin parveke sekä pääsisäänkäynnin teräsbetonilaatta.

Rakennesuunnitelmat tehtiin kattavasti koko talosta ja ne leimattiin Helsingin rakennusvalvonnassa. Ei riitä että rakennesuunnitelmat ovat pelkästään määräysten ja ohjeiden mukaiset, vaan suunnitelmien tulee olla selkeät, kattavat ja helposti luettavat myös työmaakäytössä. Kaikki rakennesuunnitelmat ovat liitteessä 4.

5.1 Paalutus

Omakotitalo perustettiin SSAB:n teräspaalujen varaan. Ennen paalukartan suunnittelua, perustuksille aiheutuvat kuormat tuli laskea, jotta paalutyypit pystyttiin valitsemaan ja määrät mitoittaa. Jokaisen talon sivun perustukselle laskettiin tulevat kokonaiskuormat Excel-taulukolla. Kuormataulukot on esitetty liitteessä 3. Rakennesuunnittelussa tehtiin erillinen tasopiirros (paalukartta), johon on merkitty mm. paalujen sijainnit korkotietoineen, määräluettelot, kuormatiedot sekä ohjeita paalutustyötä varten.

Suunnittelun lähtökohtana oli käyttää teräspaaluja, jotka löytyvät suoraan toimittajien varastosta. Käytettäviksi paaluiksi valittiin RR90/6,3, RR115/6,3 sekä RRs125/6,3 teräspaalut. Taulukossa 5 on annettu mitoitusarvot kullekin paalulle.

Taulukko 5. Paalujen puristuskestävyyden- sekä geoteknisen kestävyyden mitoitusarvot. (SSAB, 2017, s. 24)

Paalu	Teräslaji	Alkutaipuma	Rakenteen puristuskestävyyden mitoitusarvo R_d [kN] suljettu leikkauslujuus c_{sk} [kPa]					Geoteknisen kestävyyden mitoitusarvot R_d [kN]			
			$\bar{\sigma}_a$	5	7	10	15	20	30	PTL1	PTL2
Korroosiovara 2,0 mm											
RR75	S440J2H	L _c /400	191	234	276	297	310	325	186	220*	274*
		L _c /600	223	267	290	312	324	338			
RR90	S440J2H	L _c /400	251	308	339	363	376	392	220	260*	324*
		L _c /600	292	331	357	380	393	407			
RRs100/6,3	S550J2H	L _c /400	317	388	472	511	535	561	318	423	529
		L _c /600	367	446	496	535	558	583			
RR115/6,3	S440J2H	L _c /400	388	439	468	494	510	528	288	345*	423*
		L _c /600	429	462	490	515	530	546			
RR115/8	S440J2H	L _c /400	435	532	605	648	673	704	360	480	600
		L _c /600	506	588	635	678	703	731			
RRs115/8	S550J2H	L _c /400	435	532	659	766	807	851	450	600	749
		L _c /600	506	614	734	803	844	890			
RRs125/6,3	S550J2H	L _c /400	464	567	631	676	701	731	402	536	670
		L _c /600	535	614	662	706	730	757			
RR140/8	S440J2H	L _c /400	613	730	781	830	859	892	446	594	743
		L _c /600	710	768	820	867	894	924			
RRs140/8	S550J2H	L _c /400	613	751	915	991	1036	1088	557	743	929
		L _c /600	711	863	961	1038	1082	1131			
RR140/10	S440J2H	L _c /400	675	827	969	1043	1088	1139	549	732	915
		L _c /600	787	940	1019	1094	1137	1185			
RRs140/10	S550J2H	L _c /400	675	827	1024	1228	1298	1380	686	915	1143
		L _c /600	787	956	1171	1289	1359	1438			
RR170/10	S440J2H	L _c /400	929	1138	1233	1316	1364	1421	670	893	1116
		L _c /600	1079	1207	1296	1377	1422	1474			
RRs170/10	S550J2H	L _c /400	929	1138	1407	1564	1641	1730	837	1116	1396
		L _c /600	1079	1310	1509	1640	1715	1799			

Pohjatutkimuksessa oli määritetty saven leikkauslujuudeksi 5 kPa, paalutustyöluokaksi PTL2 sekä korroosiovaraksi 2 mm. Paalujen alkutaipumaksi valitaan $L_{cr}/400$, jota käytetään RR- ja RRs- paaluissa, kun paalutustyö tehdään jatkettavilla paaluilla (SSAB, 2017, s. 20).

Tarkastellaan kunkin paalun osalta geoteknisen kestävyden mitoitusarvoja paalutustyöluokassa 2 (PTL2) sekä puristuskestävyyden mitoitusarvoja saven leikkauslujuuden ollessa 5 kPa. Näistä pienempi arvo valitaan mitoittavaksi arvoksi.

Taulukosta 5 saadaan mitoitusarvot (R_d) käytettäville paaluille seuraavasti:

- RR90/6,3 251 kN
- RR115/6,3 345 kN
- RRs125/6,3 464 kN

Teräspaalujen päät suunniteltiin 150 mm paaluanturan sisään, jolloin paalut kiinnittyy paaluanturaan jäykästi (SSAB, 2017, s. 26). Paalujen päihin suunniteltiin asennettavaksi paaluhatut, jotka siirtävät perustuksilta aiheutuvat kuormat paaluille ja siitä edelleen maaperään/kallioon.

5.1.1 Paalujen mitoitus

Paalukarttaa suunniteltaessa, ei ollut tarkoitus pyrkiä mitoittamaan pienintä mahdollista paalumäärää tai maksimipaaluväliä. Paalujen kapasiteettia haluttiin jättää käyttämättä, jotta ollaan varman puolella. Paalujen etäisyyksien kasvaessa toisistaan, pääterästen sekä hakojen määrää pitää kasvattaa, joten paaluväliä ei haluttu kasvattaa liian suureksi. Paaluille tulevat maksimikuormat saatiin paaluanturan mitoituksesta Eurocode Tools -ohjelmalla, johon syötettiin kullekin paaluanturalle aiheutuvat kuormat liitteen 3 mukaisesti. Tukipisteiden maksimikuormien perusteella valittiin käytettävä paalu.

Talon paaluanturoiden osuuksilla paaluina käytetään joko RRs125/6,3- tai RR115/6,3 paaluja. Pääsisäänkäynnin ja terrassien paaluanturoissa sekä alapohjalaatan vahvikelinjalla käytetään RR90/6,3 paaluja.

Rakennuksen pituus on 10,9 m. Pitkällä sivulla paalut suunniteltiin talon nurkkiin ja keskellä 3,433 m tasavälein. Kuvissa 8 ja 9 on esitetty pitkien sivujen paaluille tulevat tukireaktiot (Pd).

Kuva 8. Paalujen tukireaktiot (paaluantura lounaaseen)

Taivutuskestävyys		Leikkauskestävyys		Voimasuureet tuilla					
Tuki	Leveys	Tukireaktio	Tukireaktio (uud.jaettu)	Med0	Med1 (uud.jaettu)	Med1/Med0	δ (min)	ΔMed	Med
Tuki 1	200 mm	158,4 kN	158,4 kN	-4,33 kNm	-4,33 kNm	1,00	1,00	2,99 kNm	-1,33 kNm
Tuki 2	200 mm	371,5 kN	371,5 kN	-118,1 kNm	-118,1 kNm	1,00	0,737	9,29 kNm	-108,9 kNm
Tuki 3	200 mm	371,4 kN	371,4 kN	-118,1 kNm	-118,1 kNm	1,00	0,737	9,29 kNm	-108,8 kNm
Tuki 4	200 mm	158,4 kN	158,4 kN	-4,33 kNm	-4,33 kNm	1,00	1,00	2,99 kNm	-1,33 kNm

Kuva 9. Paalujen tukireaktiot (paaluantura koilliseen)

Taivutuskestävyys		Leikkauskestävyys		Voimasuureet tuilla					
Tuki	Leveys	Tukireaktio	Tukireaktio (uud.jaettu)	Med0	Med1 (uud.jaettu)	Med1/Med0	δ (min)	ΔMed	Med
Tuki 1	200 mm	155,5 kN	155,5 kN	-4,22 kNm	-4,22 kNm	1,00	1,00	3,17 kNm	-1,05 kNm
Tuki 2	200 mm	360,0 kN	360,0 kN	-113,9 kNm	-113,9 kNm	1,00	0,737	9,0 kNm	-104,9 kNm
Tuki 3	200 mm	359,9 kN	359,9 kN	-113,8 kNm	-113,8 kNm	1,00	0,737	9,0 kNm	-104,8 kNm
Tuki 4	200 mm	155,4 kN	155,4 kN	-4,22 kNm	-4,22 kNm	1,00	1,00	3,17 kNm	-1,05 kNm

Rakennuksen päädyn mitta on 8 m. Päädyn paalut suunniteltiin talon nurkkiin ja keskellä 2,466 m tasavälein. Kuvissa 10 ja 11 on esitetty rakennuksen päätyihin tuleville paaluille tukireaktiot (Pd).

Kuva 10. Paalujen tukireaktiot (paaluantura kaakkoon)

Taivutuskestävyys		Leikkauskestävyys		Voimasuureet tuilla					
Tuki	Leveys	Tukireaktio	Tukireaktio (uud.jaettu)	Med0	Med1 (uud.jaettu)	Med1/Med0	δ (min)	ΔMed	Med
Tuki 1	200 mm	162,4 kN	162,4 kN	-5,8 kNm	-5,8 kNm	1,00	1,00	3,35 kNm	-2,45 kNm
Tuki 2	200 mm	355,2 kN	355,2 kN	-80,7 kNm	-80,7 kNm	1,00	0,737	8,88 kNm	-71,8 kNm
Tuki 3	200 mm	355,2 kN	355,2 kN	-80,7 kNm	-80,7 kNm	1,00	0,737	8,88 kNm	-71,8 kNm
Tuki 4	200 mm	162,4 kN	162,4 kN	-5,8 kNm	-5,8 kNm	1,00	1,00	3,35 kNm	-2,45 kNm

Kuva 11. Paalujen tukireaktiot (paaluantura lounaaseen)

Taivutuskestävyys		Leikkauskestävyys		Voimasuureet tuilla					
Tuki	Leveys	Tukireaktio	Tukireaktio (uud.jaettu)	Med0	Med1 (uud.jaettu)	Med1/Med0	δ (min)	ΔMed	Med
Tuki 1	200 mm	145,5 kN	145,5 kN	-5,12 kNm	-5,12 kNm	1,00	1,00	3,19 kNm	-1,93 kNm
Tuki 2	200 mm	311,5 kN	311,5 kN	-70,3 kNm	-70,3 kNm	1,00	0,737	7,79 kNm	-62,5 kNm
Tuki 3	200 mm	311,5 kN	311,5 kN	-70,3 kNm	-70,3 kNm	1,00	0,737	7,79 kNm	-62,5 kNm
Tuki 4	200 mm	145,5 kN	145,5 kN	-5,12 kNm	-5,12 kNm	1,00	1,00	3,19 kNm	-1,93 kNm

Tuet joissa tukireaktio $P_d > 345$ kN, paaluiksi valittiin RRs125/6,3. Vastaavasti kun tukireaktio $P_d < 345$ kN, paaluiksi valittiin RR115/6,3. Nurkka-alueen paaluja valittaessa tuli huomioida molemmilta sivuilta tulevat tukireaktiot.

Kantavan alapohjan keskelle talon puoliväliin suunniteltiin paaluanturasta vahvikelinja, joka kannattelee kantavaa teräsbetonilaattaa. Linjaan sijoitettiin kaksi RR90 paalua, paalujen välin ollessa 5,85 m ja 2,125 m etäisyydeltä päädyistä. Kuvassa 12 on esitetty vahvikelinjan paaluille tulevat tukireaktiot (P_d).

Kuva 12. Paalujen tukireaktiot (välilinja)

Taivutuskestävyys		Leikkauskestävyys		Voimasuureet tuilla					
Tuki	Leveys	Tukireaktio	Tukireaktio (uud.jaettu)	Med0	Med1 (uud.jaettu)	Med1/Med0	δ (min)	Δ Med	Med
Tuki 1	200 mm	151,3 kN	151,3 kN	-77,9 kNm	-77,9 kNm	1,00	1,00	3,57 kNm	-74,3 kNm
Tuki 2	200 mm	151,3 kN	151,3 kN	-77,9 kNm	-77,9 kNm	1,00	1,00	3,57 kNm	-74,3 kNm

Pääsisäänkäynnin ja terrassien paaluanturoissa paalut sijoitettiin pistekuormien kohdalle.

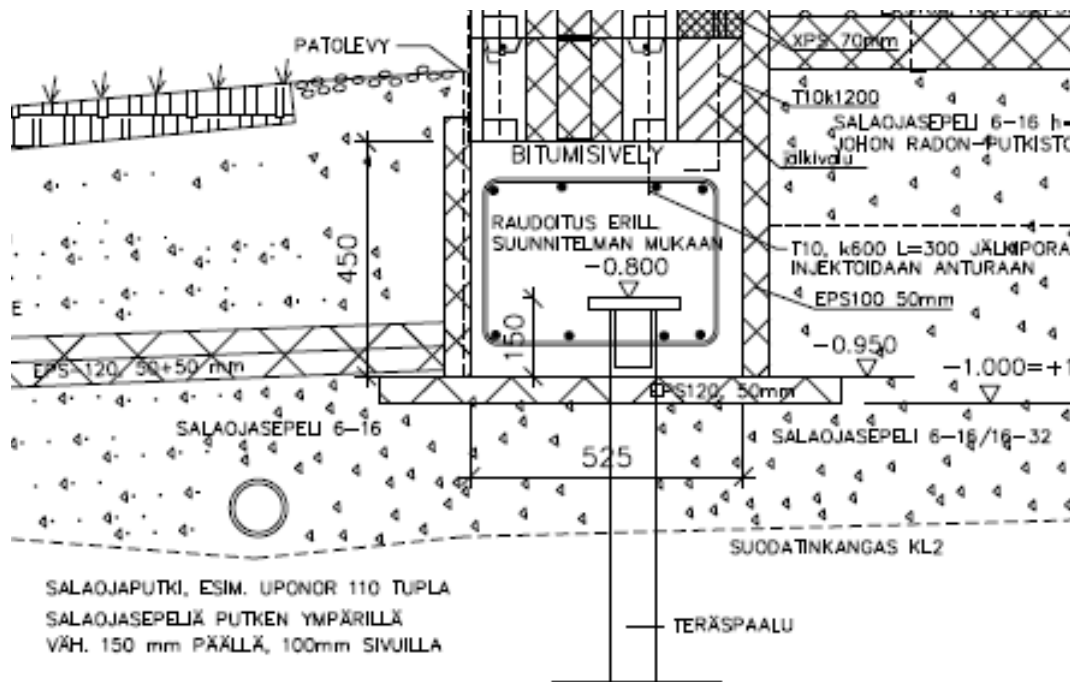
Kuormien ollessa vähäisiä, erillistä mitoitusta näille ei tehty. RR90 paalujen maksimikuormat jäävät kaikkialla < 220 kN.

5.2 Perustukset

Perustuksien suunnittelussa tehtiin perustuksien taso- ja detaljipiirroksat sekä salaoja-, radon- ja routasuojauspiirroksat.

Paalut sijoitettiin paaluanturan keskilinjasta sisemmäksi, koska suurin osa kuormista tulee 400 mm eristemuottiharkon sisäkuorelta. Anturat ulottuvat 125 mm leveämmälle kuin seinärungon sisäreuna, jotta alapohjan kantavalle laatalle saadaan riittävä tukipinta. Seinän ja anturan liitoskohtaan suunniteltiin bitumisively mahdollisen kapillaarisen vedennousun ehkäisemiseksi. Kuvassa 13 on esitetty paaluantura sekä anturan ja seinän liitos.

Kuva 13. Perustusleikkaus



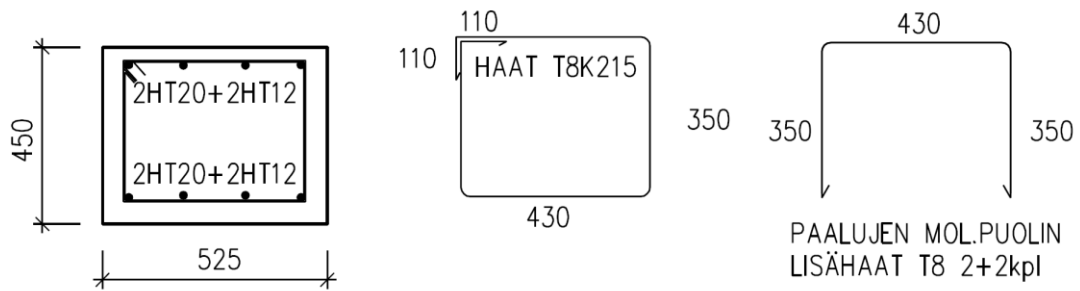
5.2.1 Paaluanturat

Paaluanturat mitoitettiin ottamaan rakennuksen kaikki kuormat vastaan ja siirtämään ne paalujen kautta maaperään. Paaluanturat mitoitettiin Eurocode Tools -ohjelmalla, jossa syötettiin anturoille tulevat ominaiskuormat (G_k ja Q_k), rasitusluokat, käyttöiät sekä betonin lujuusvaatimukset. Paaluanturoille valittiin haluttu raudoitus, jonka jälkeen ohjelma mitoitti paaluanturat murtorajatilassa sekä käyttörajatilassa huomioiden osavarmuusluvut ja kaikki kuormitusyhdistelmät. Paaluanturoiden mitoituslaskelmat ovat liitteessä 5.

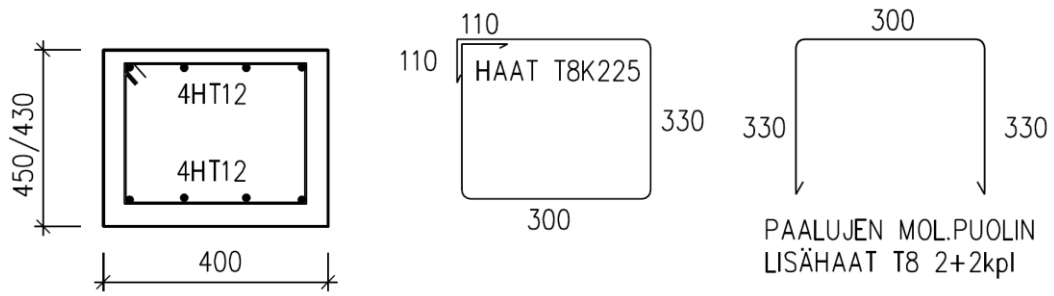
Paaluanturan raudoitus on esitetty kuvassa 14. Palkkipoikkileikkauksen R-01 raudoitukset tulivat rakennuksen kantavien runkojen alapuolisiin anturoihin ja R-02 terassin sekä pääsisäänkäynnin anturoihin. Raudoitus haluttiin toteutettavaksi valmiilla hitsatuilla elementeillä, jotta työmaa-aikainen asennus olisi helpompaa ja nopeampaa. Täten raudoituksissa tuli huomioida 1,5 x jatkospituus, koska raudoitukset jatkettiin samassa poikkileikkauksessa. Terästen jatkospituudet on esitetty perustuksien tasopiirroksessa. Koska teräspaalut suunniteltiin 150 mm rakenteen sisälle jäykäksi ja tukipinnan sijaitessa ylempänä kuin anturan alapinta, paalujen kohdille molemmiin puolin lisättiin haat 2+2 kpl leikkauskestävyyden parantamiseksi.

Kuva 14. Paaluanturoiden raudoitus

PALKKIPOIKKILEIKKAUS R-01

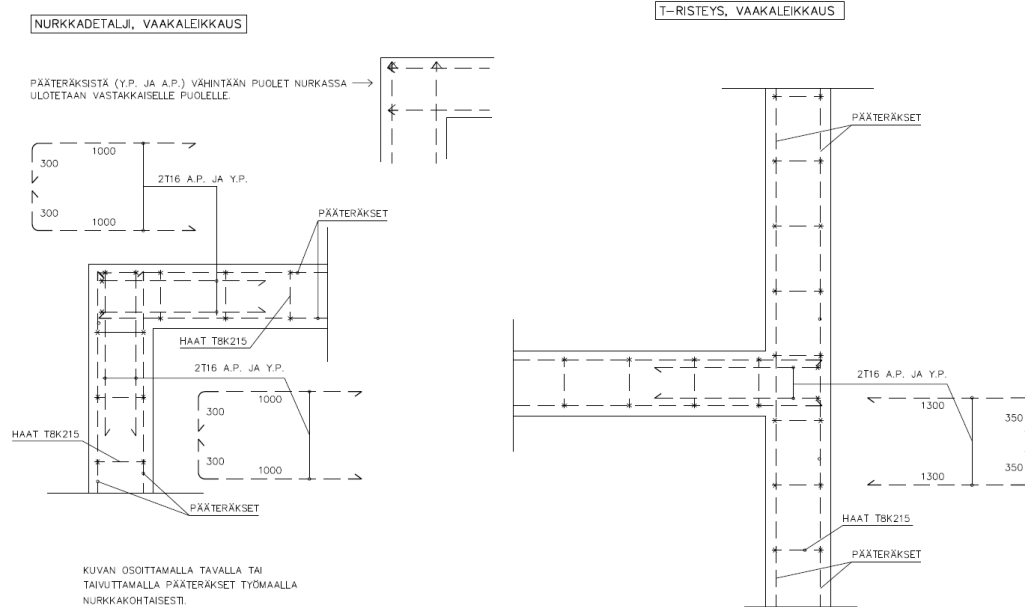


PALKKIPOIKKILEIKKAUS R-02



Paaluanturoiden ankkurointi päissä sekä kulmissa suunniteltiin taivutetuilla harjateräskoukuilla, jolloin tulevat voimat saadaan siirrettyä raudoituksesta betonille.

Kuva 15. Paaluanturoiden ankkurointi



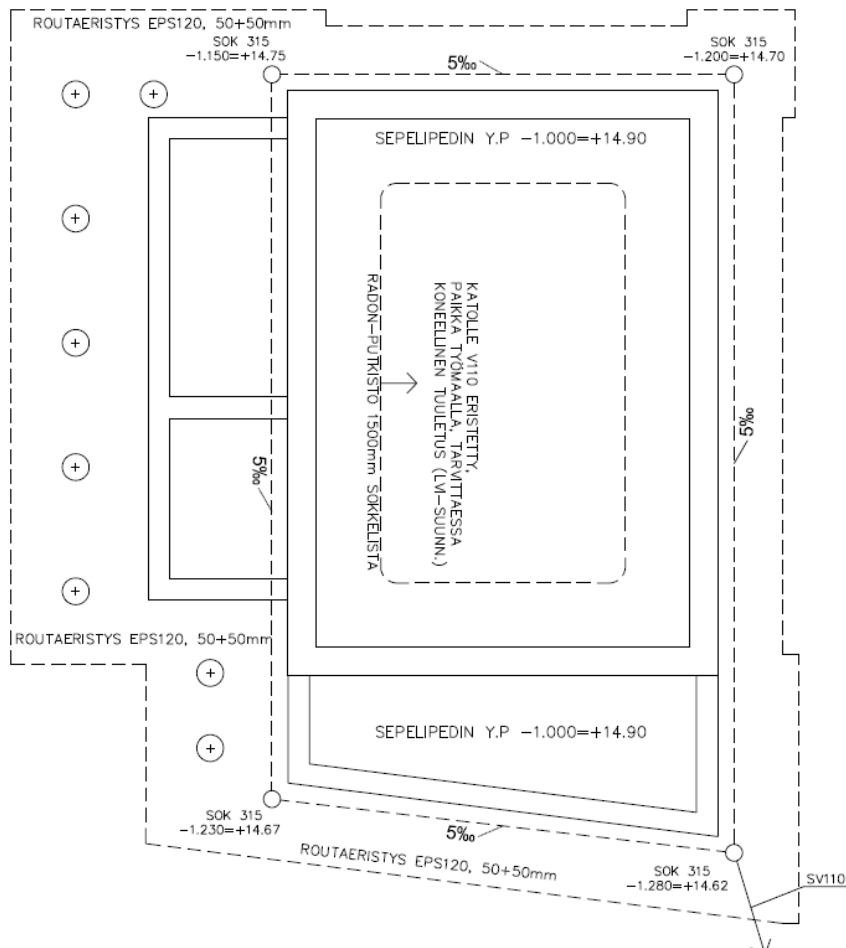
5.2.2 Salaojat, routasuojaus sekä radon

Talon vierustoille suunniteltiin salaojaputkisto ja nurkkiin salaojan tarkastuskaivot vähintään 200 mm lietepesällä. Salaojapiirroksessa on esitetty kaivojen korot sekä putkien kaatosuunnat. Salaojaputkistot suunniteltiin 5 mm/m suositellulla vähimmäiskaadolla (RIL 126-2020, 2020, s. 34), koska hulevesien liitoskorkeus oli korkealla. Tällä saatiin varmistettua, että hulevesiä saadaan purettua tontilta painovoimaisesti.

Rakennuksen ympärille sekä paaluanturoiden alapuolelle suunniteltiin routaeristys. Routaeristykseen 50+50 mm EPS120 talon seinustalla tuli asentaa 1,2 m leveästi ja nurkissa, salaojakaivojen kohdilla sekä rakennuksen kylmissä osissa 1,5 m leveästi. Lisäksi paaluanturoiden alapuolelle suunniteltiin 50 mm routaeristys.

Alapohjan alapuolelle sisätäyttöön suunniteltiin radonin ehkäisemiseksi radonputkisto, joka johdettiin katolle. Perustuksen ja alapohjan liitokseen piirrettiin radonkaista.

Kuva 16. Salaoja-, routasuojaus-, radonputkistopiirros



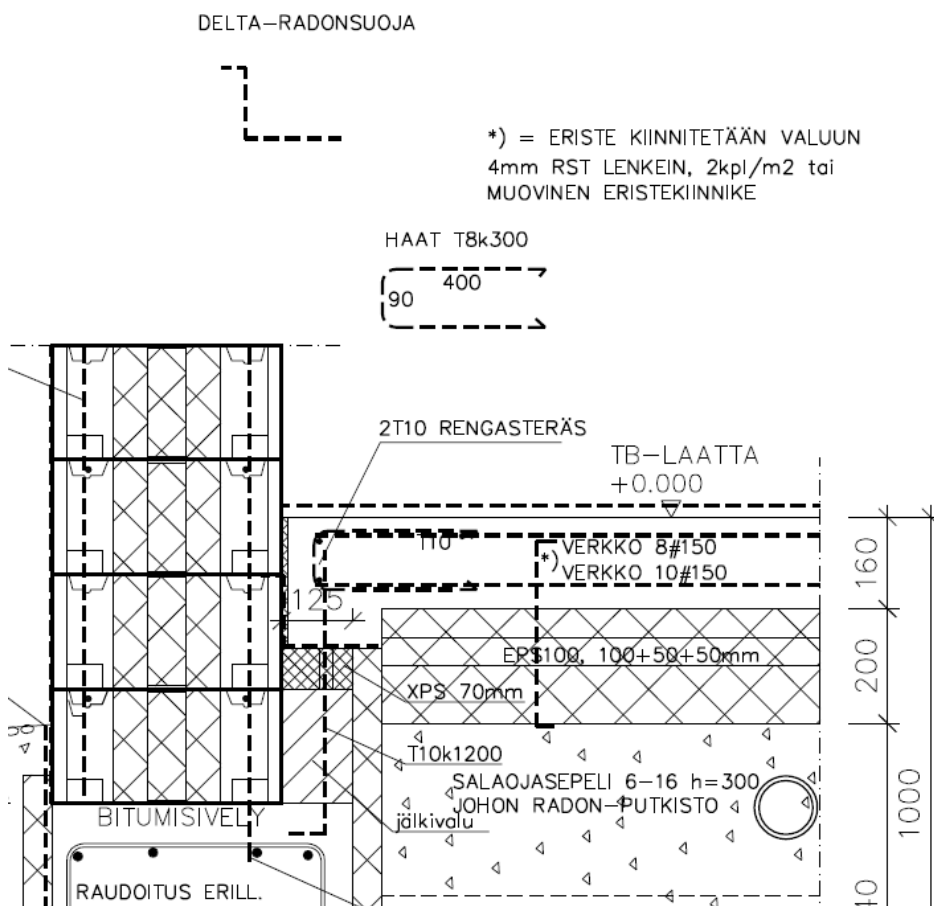
5.3 Alapohja

Rakennuksen alapohja suunniteltiin tehtäväksi kantavana maanvastaisena teräsbetoni-laattana. Alapohjan rakenne alhaalta ylöspäin:

- sisätäyttö + 300 mm kapillaarikatko
- lattiaeriste EPS100 200 mm
- teräsbetoni-laatta 160 mm

Suunnittelussa tuli huomioida lattiaeristeiden kiinnitys kantavaan laattaan. Kiinnityksellä ehkäistään mahdollisen raon syntyminen laatan ja eristeen väliin, mikäli alapuolinen savinen pehmeä maa pääsee painumaan. Laatan ja perustuksien liitoskohtaan suunniteltiin radonkaista toisen ja kolmannen harkkorivin väliin sekä alapohjan alle. Tällä ehkäistään mahdollisten radon-kaasujen pääseminen huonetilaan. Laatan ankkurointi suunniteltiin perustuksiin harjaterästapeilla T10k1200. Kylmäsiltojen estämiseksi laatan reuna-alueen tukipintoihin suunniteltiin asennettavaksi 70 mm XPS-eriste.

Kuva 17. Kantava alapohja + perustusliitos

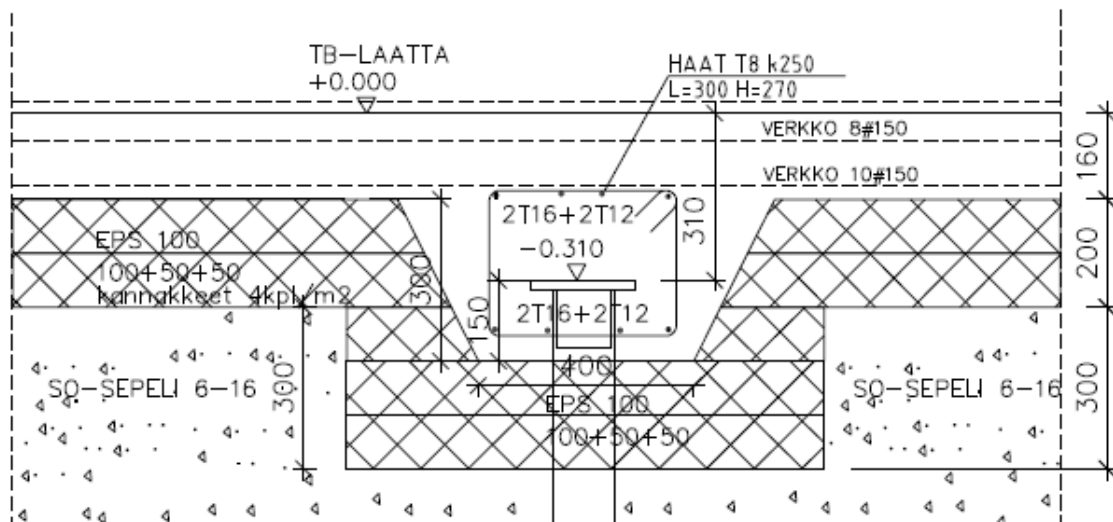


5.3.1 Alapohjan mitoitus

Alapohja mitoitettiin kaksiaukkoisena yhteen suuntaan kantavana laattana, jossa laatan reunat tukeutuvat rakennuksen pitkille sivuille ja laatan keskiosalla paaluvahvikelinjaan. Laatan leveys on 7,2 m, joten aukkojen väli on 3,6 m. Mitoitus tehtiin Eurocode Tools -ohjelmalla. Mitoituksessa tarkasteltiin metrin levyistä kaistaa laatasta.

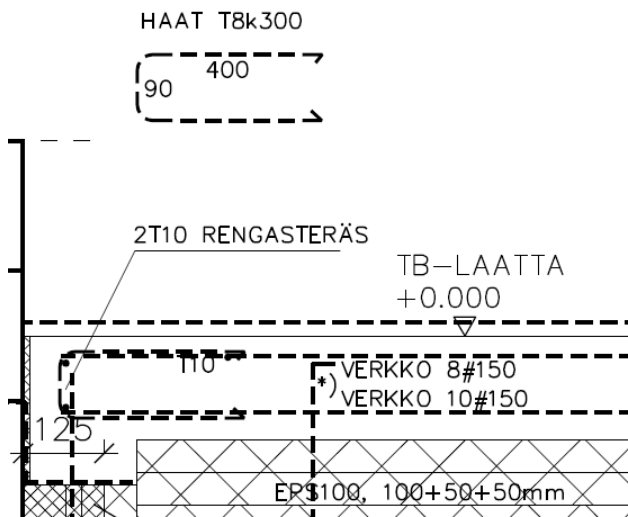
Laskelmien perusteella laatan alapinnan taivutusraudoitukseksi valittiin harjateräsverkko T10k150 ja tuen kohdalla yläpinnan vetoraudoitukseksi harjateräsverkko T8k150. Laatan jakoraudoitus hoituu verkon vaakasuuntaisten rautojen avulla. Yläpintaan verkkoa ei olisi tarvinnut suunnitella kuin keskialueen tukialueen yläpuolelle, mutta lattialämmitysputkien asennusta helpottamaan raudoitus suunniteltiin tehtäväksi koko laatan alueelle. Alapohjan mitoituslaskelmat ovat esitetty liitteessä 6.

Kuva 18. Keskialueen vahvikelinja



Jatkuvan tuen ankkurointi hoidetaan laatan reunoille asennettavien pitkittäis- ja poikittaisrautojen avulla. Reuna-alueille suunniteltiin haat T8k300 ja pitkittäisteräksinä 2T10. Reuna-alueen ankkurointi on esitetty kuvassa 19.

Kuva 19. Reuna-alueen ankkurointi



5.4 Seinät

Rakennuksen seinärunkojen suunnittelu tehtiin Lammin suunnitteluohjeen (2013) taulukoiden mukaan. Talon sisäpuoliset seinät ovat kaikki kevyitä ei-kantavia väliseiniä, joten niiden suunnittelua ei oteta tässä työssä huomioon. Suunnitteluohjeessa (2013) on myös taulukot Lammin harkoilla toteutettavista ikkuna- sekä oviaukkopalkeista ja näille tulevista maksimikuormista.

Kaikki seinärakenteet suunniteltiin tehtäväksi rasitusluokassa XC3 ja XF1. Seinän sisäkuori ei ole säälle altis, joten sen rasitusluokkana pakkasrasitusta ei tarvitsisi huomioida. Harkon molemmat kuoret valetaan aina yhtä aikaa, joten rasitusluokka valittiin ulkokuoren mukaan.

5.4.1 Kantavat ulkoseinät

Kantavat lämpimät ulkoseinät suunniteltiin Lammin 400 mm valueristeharkolla. Eristeharkon sisäkuorelle aiheutuu kuormia seinän omapainosta, välipohjasta, ylemmiltä kerroksilta sekä vesikatosta. Ulkokuorta kuormittaa seinän omapaino sekä parvekkeen lattiasta ja terassin katosta tulevat kuormat. Lisäksi ulkoseinälle kohdistuu tuulikuormaa.

Kantavat seinät mitoitettiin taulukon 6 mukaisesti. Taulukon kuormituskestävyyksissä on huomioitu seinän raudoitus T8k400 sekä tuulikuorma $0,8 \text{ kN/m}^2$. Pystyraudoituksena tulee käyttää vähintään T8k400, mikäli rakenteeseen aiheutuu vaakakuormia. Betonin halkeilun

rajoittamiseksi vaakaraudoituksena käytetään T8k400 (Lammin Betoni, 2013). Seinän mitoituspäkesisyytenä (e_0) huomioitiin 10 mm ja seinän nurjahduspituutena (L_c) 2,8 m. Näillä arvoilla seinän kantokyvyksi (N_u) saadaan 234 kN/m, joka on varman puolella.

Taulukko 6. Raudoitettun seinän kantokyky yhdessä tuulikuorman $0,8 \text{ kN/m}^2$ kanssa. (Lammin Betoni, 2013, s. 7)

Keskeinen pystyraudoitus $\phi 8 \text{ k } 400$									
e_0 (mm)	0	5	10	15	20	25	30	35	M_{wd} (kNm/m)
e_d (mm)	6	11	16	21	26	31	36	41	
L_c (m)	N_u kN/m								
1,8	470	407	333	256	192	150	122	102	0,16
2,0	451	387	315	241	178	137	113	95	0,20
2,2	430	367	296	222	162	124	101	87	0,24
2,4	412	345	274	202	144	109	90	78	0,29
2,6	394	323	250	180	125	94	79	69	0,34
2,8	374	305	234	156	105	80	68	60	0,39
3,0	337	274	203	131	86	68	59	52	0,45
3,2	311	248	173	105	68	57	50	45	0,51
3,4	286	220	143	75	54	47	43	39	0,56
3,6	258	188	108	52	45	40	36	33	0,65
4,0	196	44	37	33	30	28	25	24	0,80
4,4	28	25	23	21	19	18	17	16	0,97
4,8	15	14	13	12	12	11	10	10	1,15

Kylmät ulkoseinät suunniteltiin Lammin valettavilla muottiharkoilla. Muottiharkkojen osuuksilla kuormitus oli lähinnä rakenteen omaa painoa. Raudoituksina näissä käytettiin vaakateräksinä 2T8k400 ja pystyteräksinä 2T8k400.

5.4.2 Pilarit

Yläkerran ikkunoiden väliset 300 mm leveät pilarit suunniteltiin tehtäväksi valuharkolla. Pilarit voidaan toteuttaa valueristeharkolla, mikäli pilarin sivumitta b on >200 mm. Pilarin pystyraudoituksena tulee olla vähintään yksi 10 mm harjateräs molemmissa kuorissa.

Kaava 19. Pilarin kantokyky saadaan kaavasta (Lammin Betoni, 2013, s. 10):

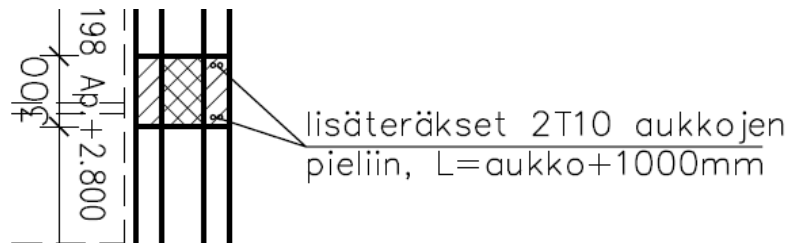
$$b/1000 * \text{seinän kantokyky} * 0,5$$

Pilareiden kantokyvyksi saadaan kaavalla 19:

$$300/1000 * 234 \text{ kN} * 0,5 = 35,1 \text{ kN}$$

Pilareiden sijainti on rakennuksen yläkerrassa, joten niitä kuormittavat ainoastaan yläpohjalta tulevat kuormat sekä aukkopalkkien omapainot. Tulevat maksimikuormat pilareille $< 35,1$ kN, joten pilarit voitiin suunnitella toteutettaviksi harkoilla.

Kuva 20. Pilarin kohta tasopiirroksessa

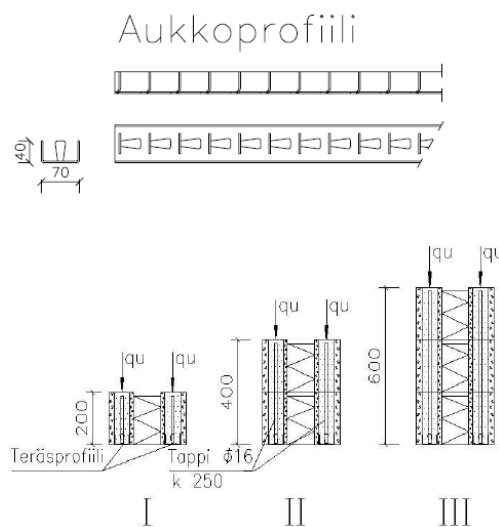


5.4.3 Aukkopalkit

Aukkojen ylitykset suunniteltiin toteutettavaksi samoilla harkoilla kuin seinät niiltä osin, missä taulukon 7 mukaiset kuormituskapasiteetit eivät ylity. Aukkopalkit toteutettiin harkon ja teräsprofiilin muodostamana liittorakenteena. Liittorakenne on Lammin patentoima tuote ja suunniteltu heidän harkoilleen sopiviksi (Lammin Betoni, 2013, s. 17).

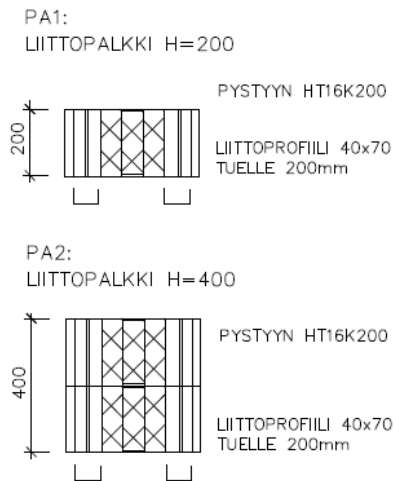
Taulukko 7. Liittopalkkien kuormituskapasiteetin laskenta-arvo/harkkopuolisko. (Lammin Betoni, 2013, s. 17)

	I	II	III
M_u kNm	7.8	30.8	49.8
V_u kN	17,0	34,0	46,5
Tukireaktio R_u kN	30	30	30
Aukon leveys L (m)	q_u kN/m		
0.6	100	100	100
0.8	75	75	75
1.0	58	60	60
1.2	40	50	50
1.4	29	43	43
1.6	23	38	38
1.8	18	33	33
2.0	14	30	30
2.2	12	27	27
2.4	10	25	25
2.6	9	23	23
2.8	7	21	21
3.0	6	20	20
3.2	6	19	19



Ikkuna- sekä oviaukoille laskettiin tulevat kuormat ja liittopalkit valittiin taulukon 7 mukaan. Aukkopalkit on esitetty tasopiirroksessa aukko-kohtaisesti. Käytettäväksi liittopalkkeiksi suunniteltiin 200 mm sekä 400 mm korkeita palkkeja.

Kuva 21. Käytettävät liittopalkit rakennesuunnitelmissa

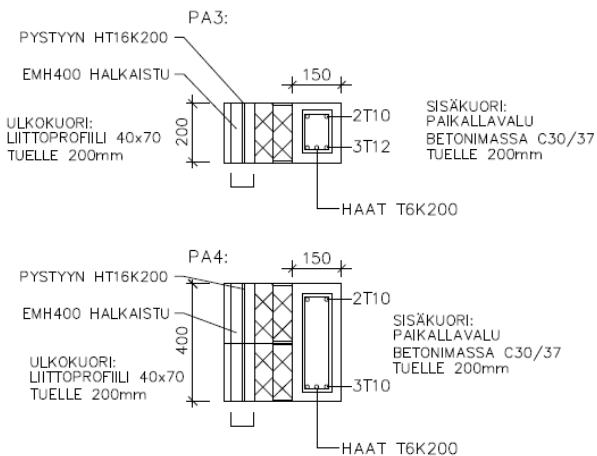


5.4.4 Valettavat aukkopalkit

Niiden aukonylityspalkkien, joissa liittopalkkien kuormituskapasiteetti ei olisi riittänyt, sisäkuori suunniteltiin tehtäväksi paikalla valettavina teräsbetonipalkkeina. Alakerrassa välipohjalta aiheutuvat kuormat päätyseinille ovat niin suuret, että päätyseinien aukonylitykset suunniteltiin teräsbetonipalkeilla. Samoin yläkerran kaksi leveää ikkuna-aukkoa, joissa liittopalkkien kapasiteetti ei olisi riittänyt.

Palkkien mitoitus toteutettiin Eurocode Tools -ohjelmalla. Mitoitus tehtiin kerroksittain leveimmän ja epäedullisimman aukon mukaan. Alakerran aukkopalkkien korkeudeksi suunniteltiin 400 mm ja yläkerran korkeudeksi 200 mm. Valettavat aukkopalkit on esitetty tasopiirroksessa aukko kohtaisesti. Aukkopalkkien mitoitus on esitetty liitteessä 7.

Kuva 22. Valettavat aukonylityspalkit rakennesuunnitelmissa



5.5 Välipohja

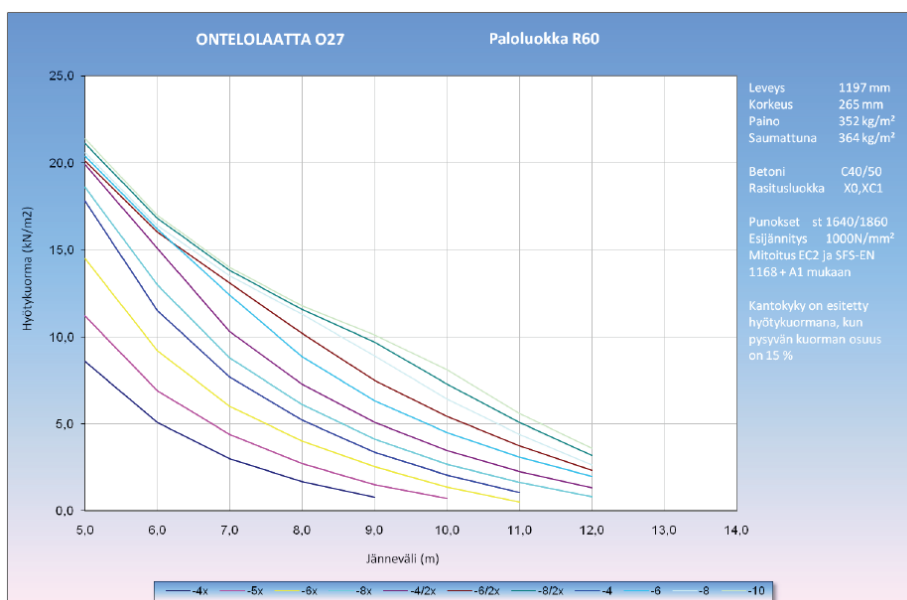
Talon välipohjan kantavaksi rakenteeksi valittiin ontelolaatat. Toimittajaksi valikoitui jo ennen rakennesuunnittelun aloitusta Pielisen Betoni Oy. Suunnittelussa tuli huomioida heidän suunnitteluohjeet.

Ontelolaattojen päälle suunniteltiin 25 mm EPS-eriste vaimentamaan askelääniä ja 75 mm teräsbetoni-laatta, johon harjateräsverkko T4k150.

5.5.1 Ontelolaatasto

Ontelolaatat suunniteltiin porrassaukon suuntaisesti (pitkän sivun suuntaisesti), jotta rakennuksen sisäpuolelle ensimmäiseen kerrokseen ei tarvinnut tehdä pystysuuntaisia tukirakenteita. Jänneväliksi talon pituussunnassa tulee 10,1 m, joten ontelolaatan vahvuudeksi valittiin 265 mm. Tavanomaisesti pientaloissa käytettäviksi ontelolaatoiksi tulee kyseeseen joko 200 mm tai 265 mm ontelolaatta. Taulukossa 8 on esitetty 265 mm laatan jännevälit erilaisilla kuormilla sekä punosmäärillä. Ennen ontelolaattojen suunnittelua, ontelolaattojen kestävyys vielä varmistettiin punossuunnittelijalta ennen lopullisten tilauskuvien piirtämistä. Ontelolaattojen punossuunnittelu tuli Pielisen Betoni Oy:n suunnittelijalta.

Taulukko 8. 265 mm ontelolaatan jännevälit erilaisilla kuoma- sekä punosmäärillä. (Pielisen Betoni, 2020, s. 5)



Jotta Pielisen Betoni pystyi ontelolaattojen punossuunnittelun tekemään sekä laittamaan ontelolaatat tuotantoon, heille tuli toimittaa (Pielisen Betoni, 2020, s. 3):

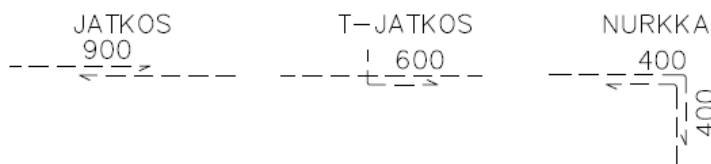
- Tasopiirrokset jossa mm:
 - päämitat, sijainti ja tukipituudet
 - kuormatiedot
 - palonkesto
 - rasisusluokka
- Elementtiluettelot
- Elementtien lappukuvat reikätietoineen

Ontelolaatan tasopiirros on esitetty liitteessä 4 ja elementtiluettelot sekä lappukuvat liitteessä 8.

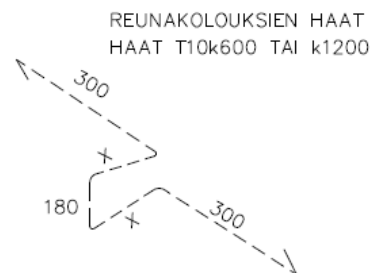
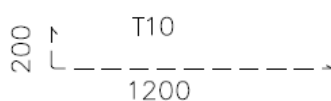
Ontelolaataston ympärille suunniteltiin saumavalut, johon rengasraudoitukseksi valittiin 2T10 ja saumaraudoitukseksi jokaiseen ontelolaatan saumaan T10k1200. Ontelolaattojen sivut sidottiin saumavaluun haoilla T10k600/1200. Rengasraudoituksella ontelolaattakenttä saadaan toimimaan jäykkänä rakenteena. Saumaraudoituksella rengasraudoitus sidotaan ontelolaattojen saumavaluun ja raudoituksella estetään ontelolaatan putoaminen onnettomuustilanteessa.

Kuva 23. Ontelolaataston teräkset tasopiirroksessa

ONTELOLAATASTON RENGASTERÄKSET 2T10 YMPÄRI TERÄSTEN JATKOSPITUUDET:

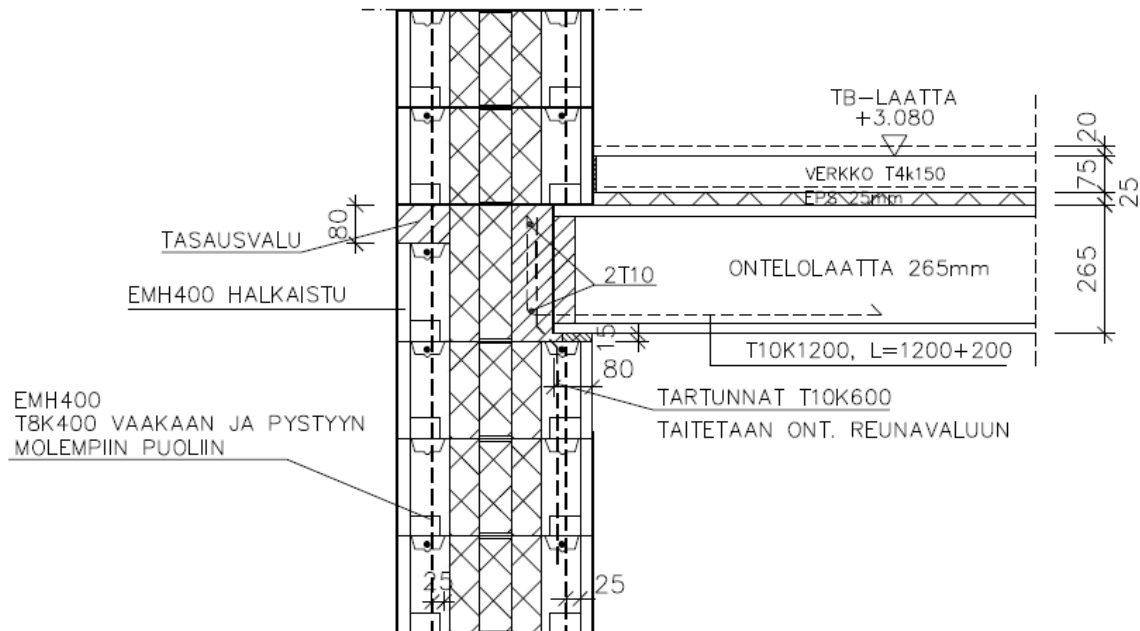


ONTELOLAATASTON SAUMATERÄKSET

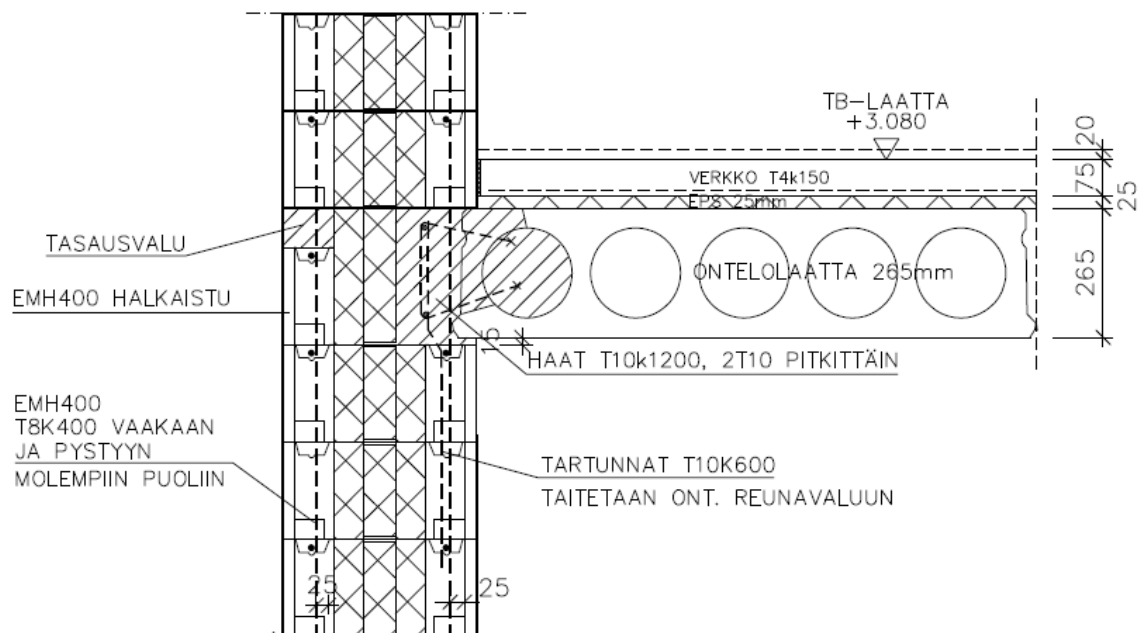


Ontelolaattojen tukipituutena suunniteltiin 80 mm, vähimmäisvaatimuksen ollessa 60 mm (Pielisen Betoni, 2020, s. 3). Alakerran seinän sisäkuoren ankkurointi ontelolaattojen saumavaluun suunniteltiin harjaterästartunnoilla T10k600. Välipohjan liitokset ulkoseinään on esitetty kuvissa 24 ja 25.

Kuva 24. Ontelolaatan liitos seinään päädysssä

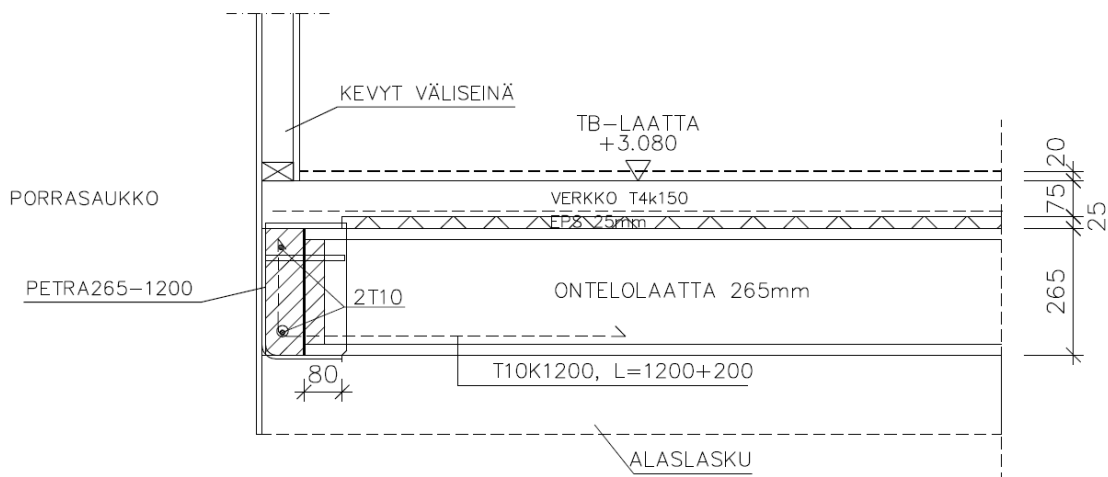


Kuva 25. Ontelolaatan liitos seinään sivulla



Porrasaukon kohdalla, molemmissa päissä, ontelolaatat kannatettiin viereisiin ontelolaattoihin Peikko Oy:n PETRA 265-1200 teräskannakkeella. Porrasaukon pituussuunnassa ontelolaattojen jako suunniteltiin niin, että aukon reunimmainen ontelolaatta jäi vähintään 100 mm kauemmaksi kuin lopullinen porrasaukon reuna. Aukon reunaan suunniteltiin reunavalu, joka sidottiin hakasilla sekä pitkittäisteräksillä viereiseen ontelolaattaan. Hakasina käytettiin T10k600 ja pitkittäisteräksinä 2T10.

Kuva 26. Porrasaukon kohta jossa PETRA 265-1200



5.6 Yläpohja

Rakennuksen yläpohja toteutettiin puurakenteisena. Yläpohjan rakenne suunniteltiin pääpiirustusten mukaan seuraavasti:

- Peltikate
- Ruoteet
- Aluskatteen kiinnitysrima
- Aluskate
- Kattoristikot + mineraalivilla 500 mm
- Höyrynsulkumuovi
- Koolaus
- Kipsilevy 13 mm

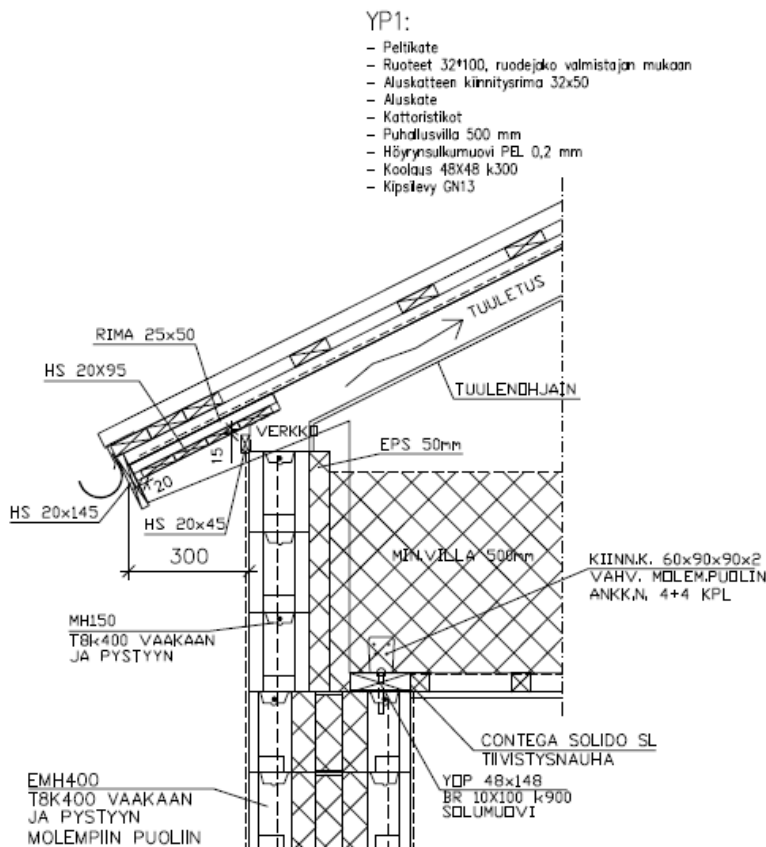
Talon osalta yläpohja toteutettiin NR-kattoristikoilla. Yläkerran seinän sisäkuoren yläpintaan suunniteltiin 48x148 yläohjauspuu, joka kiinnitettiin harkkoon betoniruuveilla 10x100 k900.

Kattoristikoiden kiinnityksessä yläohjauspuuhun käytettiin 60x90x90x2 vahvistettuja kulmakiinnikkeitä, johon asennettiin ankkurinaulat 4,2x40 4+4 kpl. Kiinnikkeet tulivat ristikoiden molemmin puolin. Höyrynsulkumuovin ja betonin liitoskohtaan suunniteltiin erillinen tiivistysnauha, jolla saatiin varmistettua nurkka-alueen ilmatiiveys.

Kattoristikoiden otsa suunniteltiin tehtäväksi 150 mm valuharkolla ulkokuoren jatkoksi. Harkon sisäpintaan huomioitiin 50 mm EPS-eriste, joten mineraalivilla ei ole suorassa kosketuksessa kylmään harkkorakenteeseen, mikä mahdollistaisi kosteuden siirtymisen eristetilaan.

Yläpohjan tuulettuminen hoidetaan räystäältä, päädyistä sekä harjalta. Räystäälle piirrettiin tuulenohjaimet, jolla estetään ilmavirtauksista johtuva villan jäähtyminen reuna-alueilla tai mahdollisen tuiskulumen ja kosteuden pääseminen eristeisiin. Nimensä mukaisesti tuulenohjain myös ohjaa ilmavirtauksia tehokkaammin, jolloin tuulettavuus yläpohjassa paranee. Yläpohjan rakenteet on esitetty kuvassa 27.

Kuva 27. Yläpohja leikkaus



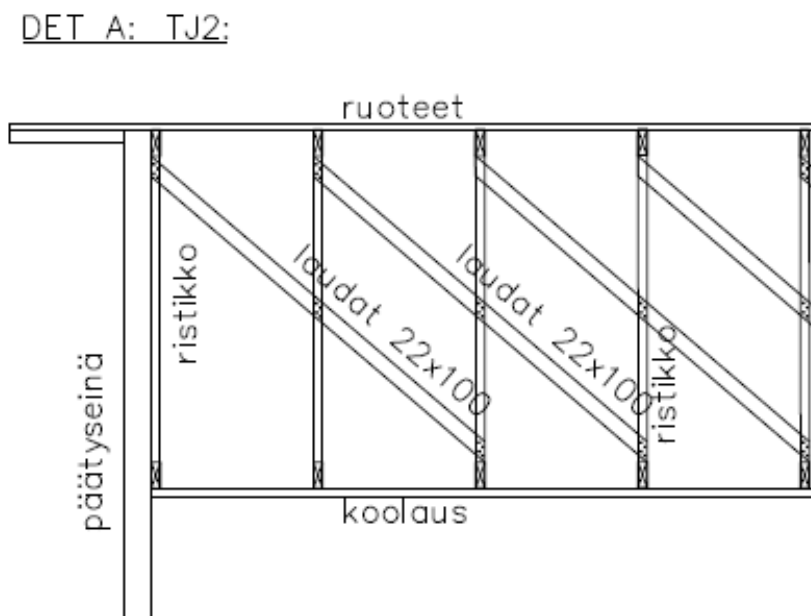
5.6.1 NR-kattoristikot

Puurakenteiset kattoristikot tilattiin Sepa Oy:ltä, jonka rakennesuunnittelija toteutti ristikoiden rakennelaskelmat. Tehtaalle tehtiin kattoristikkaaviot (tilauskuvat), johon oli merkitty tarvittavat mitta- sekä kuormatiedot. Kattoristikkaaviot on esitetty liitteessä 9.

Yläpohjan jäykistykseenä käytetään ristikoiden yläpaarten alapintaan sekä alapaarten yläpintaan kiinnitettyjä 2x32x100 lautoja. Laudat tuli sijoittaa 45 asteen kulmaan ristikoihin nähden. Rakennuksen pituussuuntaisena jäykistykseenä käytetään 22x100 lautta.

Pituussuuntainen jäykistys on esitetty kuvassa 28. Lautojen kiinnitykseen suunniteltiin 3x75x2,8 naulaa/liitos. Alapaarten alapinnassa oleva 13 mm kipsilevy toimii lisäksi levyjäykisteenä. Yläpohjan jäykistys on esitetty kokonaisuudessaan vesikaton tasopiirroksessa, joka on liitteessä 4.

Kuva 28. Rakennuksen pituussuuntainen jäykistys



5.6.2 Kertopuu ulokekatto

Pääsisäänkäynti haluttiin toteuttaa ilman pilareita, joten kysymykseen tuli joko saksiristikot tai ulokkeena toimiva katto. Katon paksuuden tuli olla sama ulkonäkösyistä sekä katossa että sisäänkäynnin pystyrakenteissa. Rakenteen kokonaispaksuudeksi haluttiin näin ollen noin

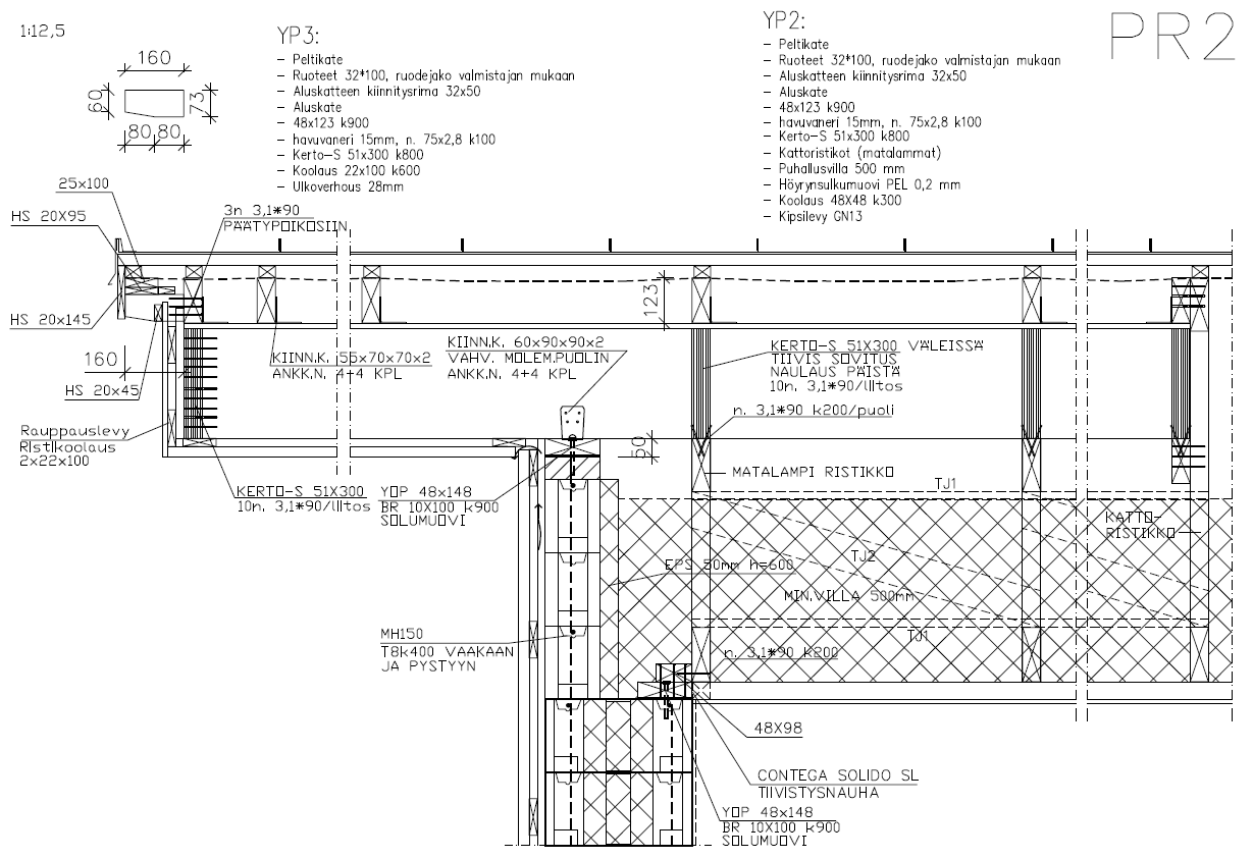
350 mm. Saksiristikoita ei voida valmistaa kovin matalina, joten vaihtoehtoiksi jäi toteuttaa katto ulokekattona kertopuupalkeista.

Katto suunniteltiin niin, että kertopuupalkit viedään talon sisään tarvittavan pitkän matkaa, jotta palkit kestävät niille tulevat kuormat. Rakennuksen sisäpuolella kertopuupalkit tukeutuvat kattoristikoiden päälle, jotka ovat näiltä osin suunniteltu matalimmiksi.

Ulokekatto mitoitettiin Finnwood -ohjelmalla. Mitoituksen perusteella käytettäviksi palkeiksi valittiin kertopuu 51x300 800 mm välein. Mitoituslaskelmat on esitetty liitteessä 10.

Yläpohjan jäykistys hoidettiin kertopuiden väleihin tulevilla tiiviisti sovitetuilla kertopuukapuloilla sekä kertopuiden yläpintaan asennetulla 15 mm vanerilla. Ulokekaton liitokset ja muut rakenteet ovat esitetty kuvassa 29.

Kuva 29. Etupihan ulokekaton leikkaus



6 Pohdinta

Rakennesuunnitelmien tekeminen näinkin pieneen hankkeeseen on yllättävän monipuolinen prosessi. Opinnäytetyössä en kaikkia vaiheita käynyt tarkasti ja yksityiskohtaisesti läpi, jotta keskiössä pysyisivät lopulliset rakennesuunnitelmat. Työssä pyrin esittämään kaikki tarvittavat seikat, jotka suunnitelmien tekemisessä tulisi ottaa huomioon ja esittämään ne vaihe vaiheelta. Olen työskennellyt useita vuosia rakennesuunnittelutoimistossa, jossa olen vastaavanlaisia suunnitelmia tehnyt, joten itse rakennesuunnittelu sujui vaivatta. Myös lähtötietojen osalta lähtökohdat suunnittelulle olivat helpot, koska rakennettu omakotitalo tuli perheeni käyttöön ja kaikki rakenteet sekä muut yksityiskohdat oli jo mietittynä valmiiksi ennen varsinaista suunnittelua. Opinnäytetyöprosessin hankalimpana asiana pidin suunnittelutyön kirjoittamista sanalliseen muotoon, vaikka rakennesuunnitelmien ja laskelmien tekeminen itsessään opinnäytetyössä oli isoin tehtävä.

Opinnäytetyössä ei haluttu lähteä vertailemaan vaihtoehtoisia rakenneratkaisuja muutoin kuin alapohjan osalta, koska työn tavoitteena oli lähtökohtaisesti tehdä rakennesuunnitelmat juuri meidän omakotitaloomme jo valituilla rakenteilla. Alapohjavaihtoehtokin oli tiedossa alusta alkaen, mutta alapohjien vertailu haluttiin ottaa opinnäytetyöhön mukaan, jotta työhön saatiin lisää tutkimuksellisuutta. Maanvastainen kantava laatta on harvinaisempi vaihtoehto omakotitaloissa, joten mielestäni valittu alapohjarakenne toi hyvän lisän opinnäytetyöhön. Tiedossani oli ennakkoon myös se, että valittu maanvastainen alapohjavaihtoehto tulisi olemaan huomattavasti halvempi ratkaisu kuin vertailussa toisena vaihtoehtona oleva tuulettuva alapohja. Joten oli hienoa nähdä, että opinnäytetyötä varten tekemäni kustannuslaskelmat sen myös osoittivat.

Rakennesuunnitelmat, jotka työn liitteenä on esitetty, leimattiin sellaisenaan Helsingin rakennusvalvontavirastossa. Viranomaisilla ei ollut suunnitelmista huomautettavaa kuvia leimatessa, joten suunnitelmat ovat mielestäni onnistuneet teknisesti hyvin. Myös työmaan tekijöiltä sain hyvää palautetta suunnitelmien täsmällisyydestä ja helppolukuisuudesta. Rakennesuunnitteluprosessissa on monta vaihetta, jota tässä työssä pyrittiin avaamaan.

7 Lähdeluettelo

Lammi. (n.d.). *Lammi tuotteet*. Noudettu osoitteesta

<https://www.lammi.fi/harkko/tuotteet/>.

Lammin Betoni. (2013). *Lammi- lämpökivien LL500, LL400 & EMH350 suunnitteluohjeet*.

Noudettu osoitteesta

<https://www.lammi.fi/harkko/suunnittelijoille/suunnitteluohjeet/>.

Pielisen Betoni. (2020). *Pielisen Betoni ontelolaatta suunnitteluohje 2020*. Noudettu

osoitteesta <https://www.pielisenbetoni.fi/tuotteet/ontelolaatat/>.

Pohjatutkimus. (2019). *Pohjatutkimuslausunto työ 5439/18*.

Punkki, Jouni. (2004). *Betonirakenteiden käyttöikäsuunnittelu*. Noudettu osoitteesta

https://betoni.com/wp-content/uploads/2015/11/BETO404_s36-41.pdf.

Puuinfo Oy. (2020). *Eurokoodi 5 lyhennetty suunnitteluohje*. Noudettu osoitteesta

<https://puuinfo.fi/suunnittelu/ohjeet/eurokoodi-5-lyhennetty-suunnitteluohje/>.

Ratu 81-10854. (2005). *Pientalon perustukset ja alapohjien liittymät*. Rakennustieto Oy.

[https://kortistot-rakennustieto-fi.ezproxy.hamk.fi/kortit/RT%2081-](https://kortistot-rakennustieto-fi.ezproxy.hamk.fi/kortit/RT%2081-10854?external_system=Juha&page=1)

[10854?external_system=Juha&page=1](https://kortistot-rakennustieto-fi.ezproxy.hamk.fi/kortit/RT%2081-10854?external_system=Juha&page=1).

RIL 126-2020. (2020). *Rakennuspohjan ja tonttialueen kuivatus*. Suomen

Rakennusinsinöörien Liitto RIL Ry.

RIL 201-1-2017. (2016). *Suunnitteluperusteet ja rakenteiden kuormat*. Suomen

Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.

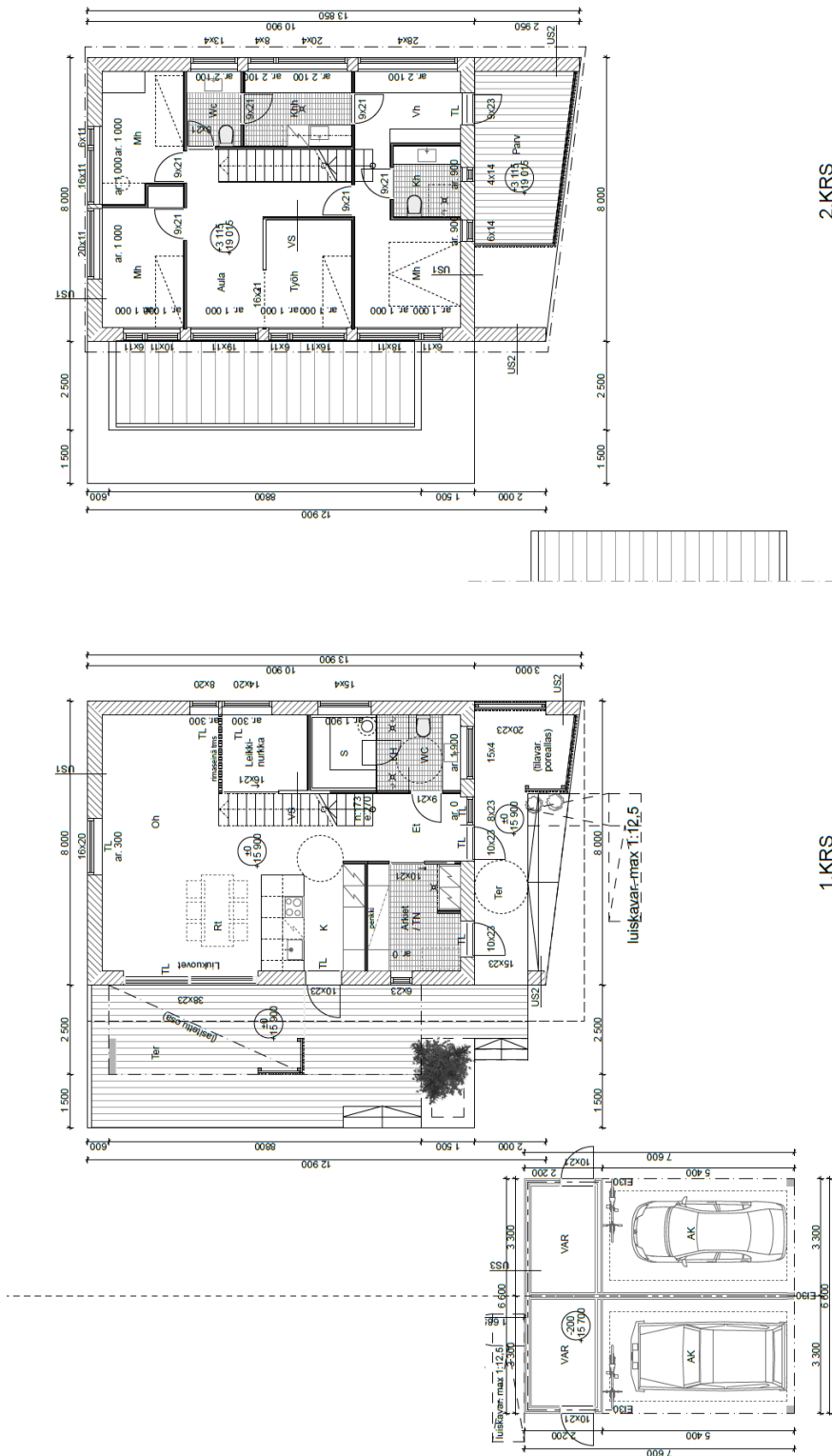
RIL 250-2020. (2020). *Kosteudenhallinta ja homevaurioiden estäminen*. Suomen

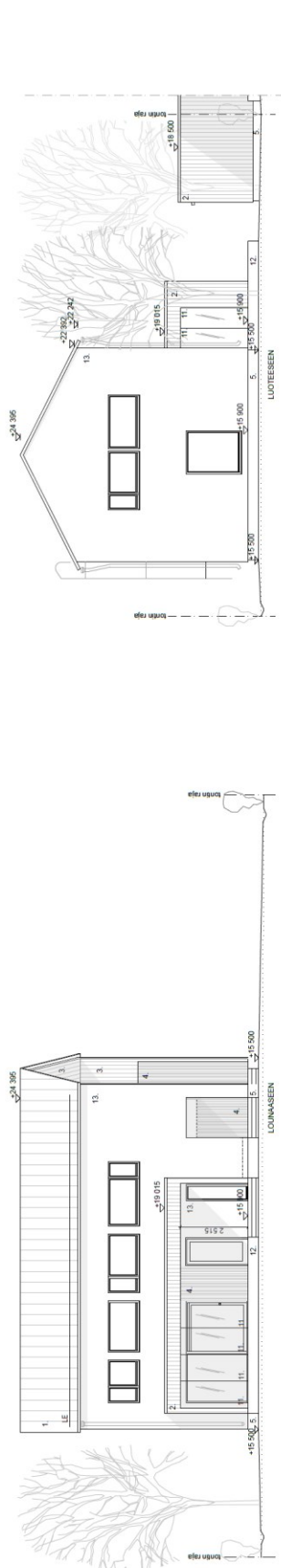
Rakennusinsinöörien Liitto RIL Ry.

SSAB. (2017). *RR- ja RD- paalut suunnittelu ja asennusohjeet*. Noudettu osoitteesta

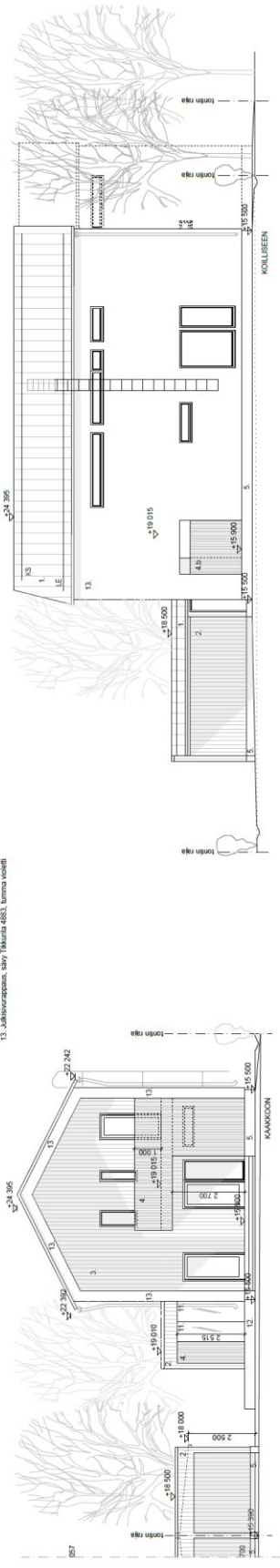
<https://www.ssab.fi/tuotteet/terasluokat/infrastruktuuri/infrastructure-downloads>.

Liite 1: Pääpiirustukset





1. Lohkosementtipöytä, maalattu, peltikattomaa Ø13, maala
- 1.3. Siltä, kattoikkuna ja kummitie maallilla R203, maala
2. Pöytä, kattoikkuna ja kummitie maallilla R203, maala
3. Pöytä, kattoikkuna ja kummitie maallilla R203, maala
4. Pöytä, kattoikkuna ja kummitie maallilla R203, maala
5. Pöytä, kattoikkuna ja kummitie maallilla R203, maala
6. Pöytä, kattoikkuna ja kummitie maallilla R203, maala
7. Pöytä, kattoikkuna ja kummitie maallilla R203, maala
8. Pöytä, kattoikkuna ja kummitie maallilla R203, maala
9. Pöytä, kattoikkuna ja kummitie maallilla R203, maala
10. Pöytä, kattoikkuna ja kummitie maallilla R203, maala
11. Pöytä, kattoikkuna ja kummitie maallilla R203, maala
12. Pöytä, kattoikkuna ja kummitie maallilla R203, maala
13. Pöytä, kattoikkuna ja kummitie maallilla R203, maala



RAKENNETYYYPIT

YP (U-arvo: 0,09)

Lukkosaumapeltikatto
Ruoteet 32mm
Tuuletustila 32mm
Kondensisuojattu aluskate
Ristikkoyläpohja
Puhallusvilla 500 mm
Höyrynsulkumuovi 0,2 mm
Koolaus 48x48 k400
Kipsilevy 13 mm

YP KATOKSET

Lukkosaumapeltikatto
Huopa
WISA-katevaneri 15mm
Kattopalkit k600
Aluslaudat 20mm

VP

Parketti / pintamateriaali
Tb-laatta 80mm
Eriste 20mm
Ontelolaatta 265 mm
Koolaus 48x48 mm k400
Sisäverhouslevy / paneeli / rimaakatto

US 1 (U-arvo: 0,17)

Julkisivurappaus
Valuharkko 400 mm
Tasoitus ja maalaus
Märkätiloissa vedeneristys ja laatta
/ saunassa alumiinipaperi, tuuletuskoolaus ja paneli

US 2

Pystyverhous 28mm
Vaakakoolaus 22mm
Pystykoolaus 22mm
Valuharkko 400 mm
Tasoitus ja maalaus

US 3 (varasto, vaihtoehto; lämmin tila)

Pystyverhous 28 mm
Vaakakoolaus 22 mm
Pystykoolaus 22mm
Tuulensuojakipsilevy 9mm
Runko 148 mm +mineraalivilla 150mm
Höyrynsulkumuovi 0,2 mm
Koolaus 48x48 k600 + mineraalivilla 50mm
Kipsilevy 13 mm

VS

Kipsilevy 13 mm
Puurunko 66 mm k600
Kipsilevy 13 mm
Märkätiloissa vesieristys ja laatta / saunassa alumiinipaperi,
tuuletuskoolaus ja paneli

AP 1(U-arvo: 0,16)

Parketti / pintamateriaali
TB-laatta 80 mm
Lämmöneriste 2 x 100 mm
Ontelolaatta 200mm
Tuulettuva tila >800mm
Kapillaarikatko 300mm

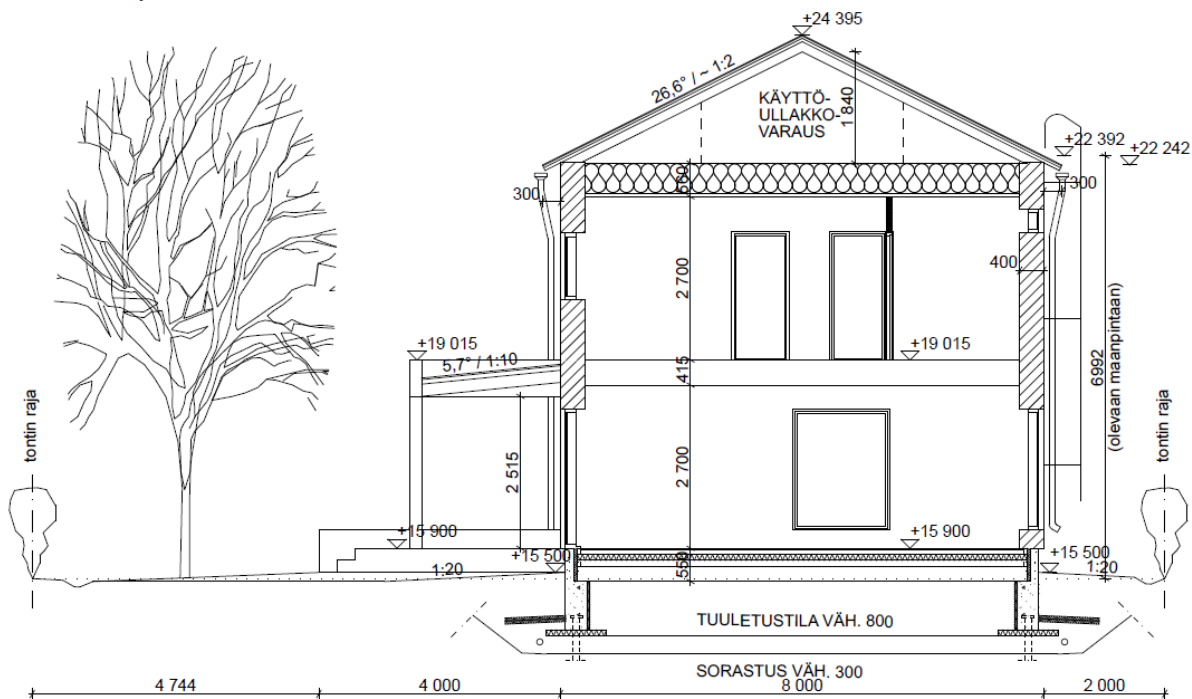
AP 2 (varasto)

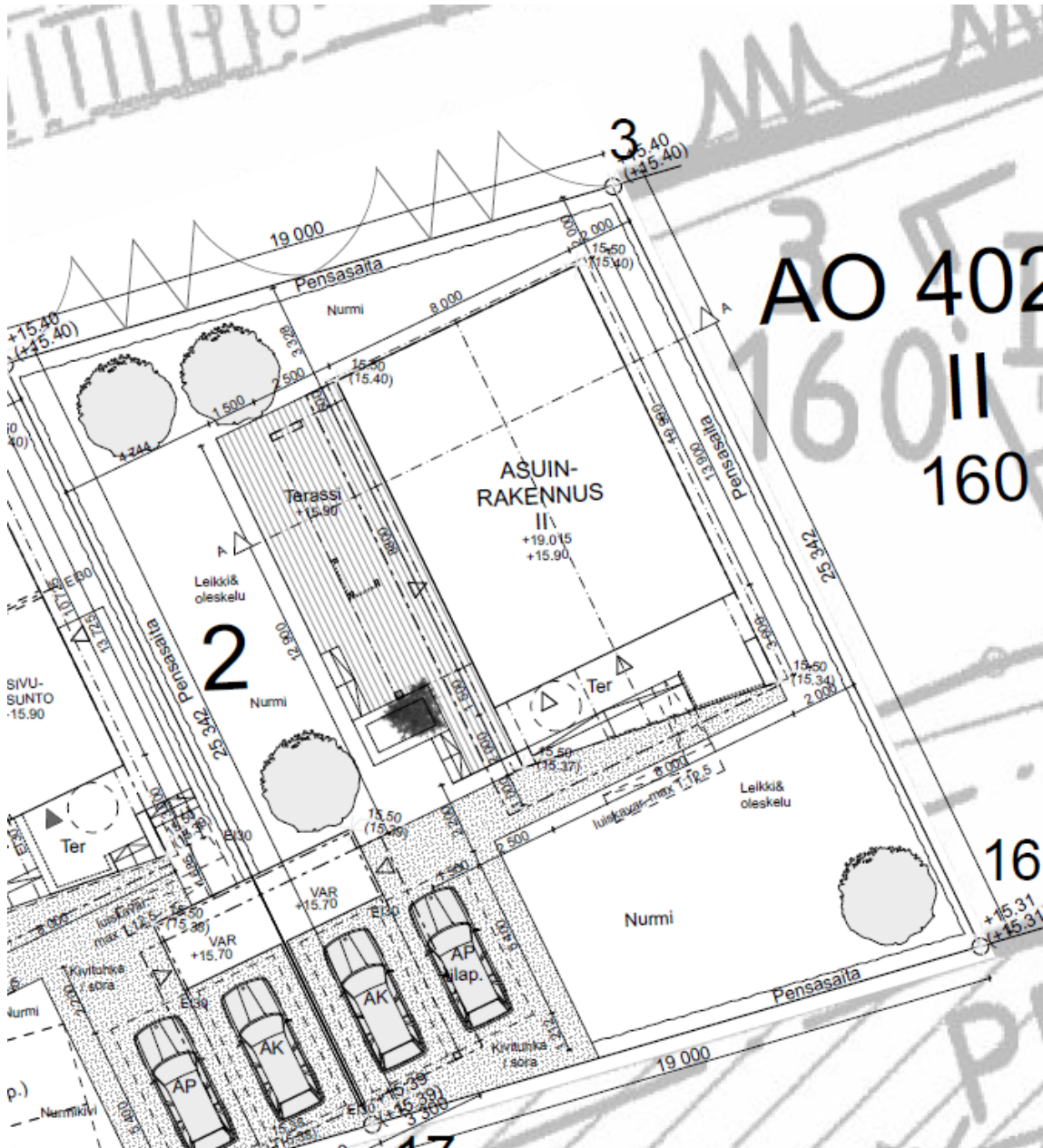
TB-laatta 80 mm
Lämmöneriste 2 x 100 mm
Tiivistetty täyttö
Kapillaarikatko 300mm

Ikkunoiden ja ovien U-arvo: 1,0

Rakennetyypit ja rakennusosat eivät ylitä niille asetettuja U-arvojen enimmäisarvoja.

LOPULLISET RAKENTEET RAKENNESUUNNITELMIEN MUKAAN





Liite 2: Kustannuslaskelmat

Työkustannukset

RAM 35 €
Kone 85/100/125 €

Nimike	Määrätiedot		Työkustannus				Ainekustannus		Työ+aine yhteensä	Työryhmä				
	määrä	yksikkö	tth/yks	h	urakka/yks	€/h	yht.€	€/yks		yht.€	RAM	Urakka	Oma työ	Kone
Maankaivu														
Täyttötyö+tiivistys	44,8	m3	0,1	4,48		135	604,8			604,8	1			1
Täyttöjen kuljetus +20km	2	kuorma	1,5	3		85	255	350	700	955				1
Radon-putkitus	30	m3	0,1	3		35	105	2,3	69	174	1			
Perustukset														
Muotti-, rauditus ja valutyöt	1	erä	-	-		-	0		0	0				1
Perustusten eristeet pl. Ulkopuoli 50mm	60	m2	-	-		-	0	3	180	180				1
Teräkset irto + hitsattuna	1	erä	-	-		-	0	1500	1500	1500				
Betoni C 30/37 pumpattuna	16,5	m3	-	-		-	0	135	2227,5	2227,5				1
Lammin harkot 400/300 h=500	22	m2			60		1320	57	1254	2574		1		
Harkkojen betoni C 30/37 pumpattuna	3,5	m3					0	150	525	525				
Alapohja														
Rengasteräket	200	kg	-	-		-	0	0,9	180	180				1
Hitsatut teräket	1	erä	-	-		-	0	200	200	200				1
EPS eristeet 200mm asennettuna	73	m2	-	-		-	0	10,4	759,2	759,2				1
Eristekannakkeet	1	erä	-	-		-	0	150	150	150				1
Verkot T8K150	8	kpl	-	-		-	0	52	416	416				1
Verkot T10K150	8	kpl	-	-		-	0	78	624	624				1
Teräsbetonilaatta 160mm asennettuna	73	m2			26		1898			1898		1		
Lisäbetoni lattiaan	5	m3						120	600	600				
Maanvastainen alapohja yhteensä							4182,8		9384,7	13567,5				

Työkustannukset

RAM 35 €
Kone 85/100/125 €

Nimike	Määrätiedot		Työkustannus				Ainekustannus		Työ+aine yhteensä	Työryhmä				
	määrä	yksikkö	tth/yks	h	urakka/yks	€/h	yht.€	€/yks		yht.€	RAM	Urakka	Oma työ	Kone
Maankaivu														
Tasokaivu	92	m3	0,02	1,84		100	184			184				1
Kaivumassojen kuljetus +50km	4	kuorma	2	8		85	680	125	500	1180				1
Perustukset														
Muotti-, rauditus ja valutyöt	-	-	-	-		-	0		0	0				1
Perustusten eristeet pl. Ulkopuoli 50mm	100	m2	-	-		-	0	3	300	300				1
Teräket irto + hitsattuna	1	erä	-	-		-	0	1500	1500	1500				
Betoni C 30/37 pumpattuna	16,5	m3	-	-		-	0	135	2227,5	2227,5				1
Lammin harkot 400/300 h=900	39	m2			60		2340	57	2223	4563		1		
Harkkojen betoni C 30/37 pumpattuna	6	m3					0	150	900	900				
Tuuletuspaalut	10	kpl	-	-		-	0	50	500	500				1
Alapohjaluukku	1	kpl	-	-		-	0	100	100	100				1
Alapohja														
Ontelolaatta 200mm asennettuna	73	m2			20		1460	30	2190	3650		1		
Saumateräket	200	kg						0,9	180	180				
Ontelolaatta nosturikulut	5	h				125	625			625				1
Saumabetonit pumpattuna	3	m2						150	450	450				
EPS 200mm eristeet asennettuna	73	m2	-	-		-	0	10,4	759,2	759,2				1
Verkot T5K150	8	kpl	-	-		-	0	24	192	192				1
100mm teräsbetonilaatta asennettuna	73	m2			26		1898			1898		1		
Tuulettuva alapohja yhteensä							7187		12021,7	19208,7				

Liite 3: Kuormataulukot

Paaluantura lounaaseen (pitkä sivu)

	Kuorma	Alue	Gk	Qk
ALAPOHJASTA				
Paalulaatta+vs	4,5	1,8	8,1	
Hyöty	2	1,8		3,6
VÄLIPOHJASTA				
Ontelo 265	3,7	0,5	1,85	
Pintalaatta + vs	2,5	0,5	1,25	
Hyöty	2	0,5		1
SEINÄSTÄ				
LL400	5,5	6,3	34,65	
MH150	3,5	0,6	2,1	
Paaluantura	5,9	1	5,9	
TERASSISTA				
Omapaino	0,5	1,2	0,6	
Hyöty	2	1,2		2,4
VESIKATOSTA				
Omapaino	1,0	5,2	5,2	
Lumikuorma	2,2	5,2		11,4
Kinoskuorma	3,3	1		
			59,7	18,4

Paaluantura koilliseen (pitkä sivu)

	Kuorma	Alue	Gk	Qk
ALAPOHJASTA				
Paalulaatta+vs	4,5	1,8	8,1	
Hyöty	2	1,8		3,6
VÄLIPOHJASTA				
Ontelo 265	3,7	0,5	1,85	
Pintalaatta + vs	2,5	0,5	1,25	
Hyöty	2	0,5		1
SEINÄSTÄ				
LL400	5,5	6,3	34,65	
MH150	3,5	0,6	2,1	
Paaluantura	5,9	1	5,9	
TERASSISTA				
Omapaino	0,5	0	0	
Hyöty	2	0		0
VESIKATOSTA				
Omapaino	1,0	4,1	4,1	
Lumikuorma	2,2	4,1		9,0
			58,0	13,6

Paaluantura kaakkoon (pääty)

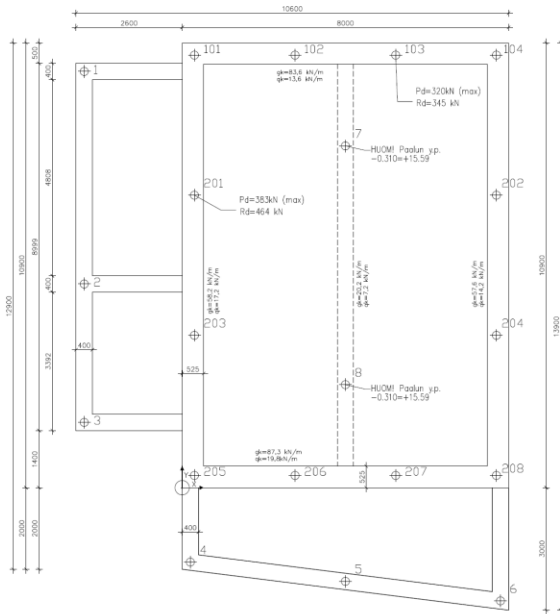
	Kuorma	Alue	Gk	Qk
ALAPOHJASTA				
Paalulaatta+vs	4,5	0,5	2,25	
Paalulaatta pääs.	3	1	3	
Hyöty	2	1,5		3
VÄLIPOHJASTA				
Ontelo 265	3,7	5,1	18,87	
Pintalaatta + vs	2,5	5,1	12,75	
Parveke	0,5	1,5	0,75	
Hyöty	2	5,1		10,2
Hyöty parveke	2,5	1,5		3,75
SEINÄSTÄ				
LL400	5,5	6,3	34,65	
MH150	3,5	1,2	4,2	
Paaluantura	5,9	1	5,9	
TERASSISTA				
Omapaino	0,5	0	0	
Hyöty	2	0		0
VESIKATOSTA				
Omapaino	1,0	2,5	2,5	
Lumikuorma	2,2	2,5		5,5
			84,9	22,5

Paaluantura luoteeseen (pääty)

	Kuorma	Alue	Gk	Qk
ALAPOHJASTA				
Paalulaatta+vs	4,5	0,5	2,25	
Hyöty	2	0,5		1
VÄLIPOHJASTA				
Ontelo 265	3,7	5,1	18,87	
Pintalaatta + vs	2,5	5,1	12,75	
Hyöty	2	5,1		10,2
SEINÄSTÄ				
LL400	5,5	6,3	34,65	
MH150	3,5	2	7	
Paaluantura	5,9	1	5,9	
TERASSISTA				
Omapaino	0,5	0	0	
Hyöty	2	0		0
VESIKATOSTA				
Omapaino	1,0	1	1,0	
Lumikuorma	2,2	1		2,2
			82,4	13,4

Liite 4: Rakennesuunnitelmat

PAALUKARTTA



Rd / Pd (max)
 RR 125/6,3: 464kN / 383kN
 RR 115/6,3: 345kN / 320kN
 RR90: 251kN / <220kN

MÄÄRÄLUETTELO:
 RR125/6,3: 8 kpl
 RR115/6,3: 4 kpl
 RR90/6,3: 8 kpl

yht. 20 kpl

ARVIOITU PAALUPITUUS NOIN 11–15 m.

VASTAAJUUS: +0.000/+15.900

KOORD.:

TB-LAATTA (TALO) +0.000/+15.90
 PAALUANTIRAN Y.P. -0.500/+15.40
 SOKKELIN Y.P. -0.800/+14.95
 PAALUJEN Y.P. -0.800/+15.10
 SEPELIPEDIN Y.P. -1.000/+14.90

LASKENTA EUROCODEN MUKAAN

KUORMAT:

LUMIKUORMA 2,2 kN/m² (KATOLLA)
 TUULIKUORMA 0,5 kN/m²
 HYÖTYKUORMA 2,0 kN/m²

GEOTEKNINEN LUOKKA CL2
 SEURAAAMUSLUOKKA CC2
 LUOTETTAVUUSLUOKKA RC2

PAALUTUSOHJE

RIL 254–2016 PO–2016; SSAB:n SUUNNITTELU- JA ASENNUSOHJE 2017

MAAPERÄTIIVYYS: UUDENMAAN MAANRAKENNUSSUUNNITTELU OY
 PAALUTUSLUOKKA 2, SAIEEN LEIKKAUSLUOKKA 5 kN/m²

TUKIPAAJU PERUSTAMISTAPA, ALAPOHJA KANTAVA TB-LAATTA.

NYKYISESTÄ MAANPINNASTA KAIVETAAN HUMUS- ja ELOPERÄINEN ANKERIKERROS 205 VÄHINTÄÄN 300mm ANTUUSPÄÄLLE KAIKUI KALLISTETAAN SALAJUJIN PÄIN, SUODATINKANGAS PERUSMAAN JA SEPELKERROKSEN VÄLILLÄ, SUODATINKANGAAN PÄÄLLE SEPELKERROS 16–32 (6–16) mm, H=250..300.

RAUTARUUKIN RR/RRs = 90 / 115/125/6,3 pöydät,
 PAALUT VARUSTETAAN PAALUHATULLA 150x150 / 200x200 JA MAAKÄÄJIN

SJÄÄNTIPOIKKEAMA: palkin pihuuksunsaassa max. 100 mm,
 poikittaissuunnassa max. 50 mm.

KÄYRYYSOLETUS JÄTKETULLA PAALULLA Lr/400, PAALUTUKSEN JÄLKEEN
 KÄYRYYSRAJA-ARVOT RR-OHJEEN MUKAAN.

KANTAMUUS:
 TUKIPAAJUN GEOTEKNINEN KANTAVUUS MURTORAJATILASSA (Rd).

KORROOSIOVARA 2 mm HUOMIOTU.

PAALUTUKSESTA TEHTÄVÄ PÖYTKÄIRIA, JOSSA PAALUTUKSEN TARKETIEDOT
 (MYÖS SIVUJÄRJESTYKSIÄ), ON TOIMITETTAVA RAKENNESUUNNITTELUJÄLLE

KORKEUSJÄRJESTELMÄ N2000

PAALULUETTELO 01.11.2019							
NUMERO	Bx	By	TYYPPI	KOKO	SUUNTA	KATKAISUKOKO	PITUUS LISÄTIEDOT
1	-2400	10500	Teräspaalui	90x6,3	Pystyspaalui	-0,800/+15,10	0
2	-2400	4992	Teräspaalui	90x6,3	Pystyspaalui	-0,800/+15,10	0
3	-2400	1660	Teräspaalui	90x6,3	Pystyspaalui	-0,800/+15,10	0
4	200	-1823	Teräspaalui	90x6,3	Pystyspaalui	-0,800/+15,10	0
5	4000	-2295	Teräspaalui	90x6,3	Pystyspaalui	-0,800/+15,10	0
6	7800	-2773	Teräspaalui	90x6,3	Pystyspaalui	-0,800/+15,10	0
7	4000	8375	Teräspaalui	90x6,3	Pystyspaalui	-0,310/+15,59	0
8	4000	2595	Teräspaalui	90x6,3	Pystyspaalui	-0,310/+15,59	0
101	300	10500	Teräspaalui	115x6,3	Pystyspaalui	-0,800/+15,10	0
102	2766	10600	Teräspaalui	115x6,3	Pystyspaalui	-0,800/+15,10	0
103	2532	10600	Teräspaalui	115x6,3	Pystyspaalui	-0,800/+15,10	0
104	7700	10600	Teräspaalui	115x6,3	Pystyspaalui	-0,800/+15,10	0
201	300	7167	Teräspaalui	125x6,3	Pystyspaalui	-0,800/+15,10	0
202	7700	7167	Teräspaalui	125x6,3	Pystyspaalui	-0,800/+15,10	0
203	300	3734	Teräspaalui	125x6,3	Pystyspaalui	-0,800/+15,10	0
204	7700	3734	Teräspaalui	125x6,3	Pystyspaalui	-0,800/+15,10	0
205	300	300	Teräspaalui	125x6,3	Pystyspaalui	-0,800/+15,10	0
206	2766	300	Teräspaalui	125x6,3	Pystyspaalui	-0,800/+15,10	0
207	2532	300	Teräspaalui	125x6,3	Pystyspaalui	-0,800/+15,10	0
208	7700	300	Teräspaalui	125x6,3	Pystyspaalui	-0,800/+15,10	0

Projekti	Luovi/No	Luovi/No	Paikannus	1
40	228	2	RAKENNEPIRUSTUS	1
LUOISRAKENNUS			PAALUKARTTA	1:50
TALO, KINNINEN			RAK	12.11.19

**SALAOJAT, ROUTASUOJAUS,
RADON-P.**

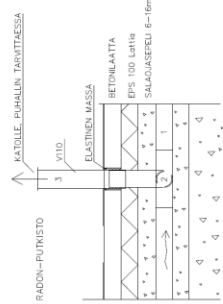
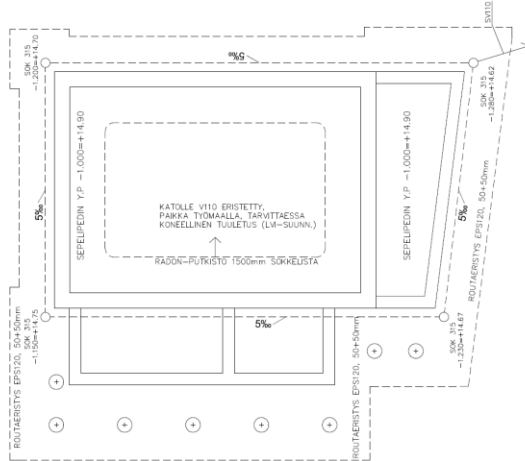
ROUTAERISTE EPS 120, 50x50mm
 - LEVEYS 1200/1500mm SOKKELISTA LÄMPIMISSÄ RAKENNUOSISSA
 - LATTIAERISTE EPS100, 200mm

SALAOJAPUTKET TUPLA 110/95
 KALTEVUUS NURKKA-KOKOJEN MUKAAN, KUITTENKIN VÄH. 5mm/m
 KALTEVUUS KOKOALUELLA 20mm/m
 JOHDetaan PERUSKIVIAVON LV-ASEMAPIIRROKSEEN MIKROESTI.
 SALAOJAPUTKI SUOJITETTAVA SOKKELIPALKIN ALASINNAAN ALAPUOLELLE.
 SALAOJAPUTKI N 0-16mm PAKSUUS PÖYREN PÄLLÄ VÄH. 150mm JA
 SIVULLA 100mm
 SV110 = SADEVESIVIEVÄRI 110mm

VASTAANVAI: +0.000+±15.900

KOODI:

VIILINVAI	+11.000+±15.90
PAALUNNIVA	+11.000+±15.90
SOKKELIN A.P.	-0.950+±14.95
SEPELIPEDIN Y.P.	-1.000+±14.90



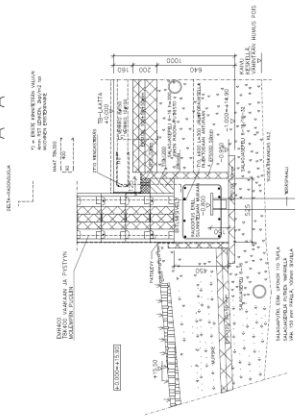
1. MIKROESTI
2. SIVUNVAI
3. KALTEVUUS
4. JOHDetaan KATOLLE SIVUNVAI MIKROESTI
5. SALAOJAPUTKI V110, LÄMPERISTETTÄVÄ ILMAKÖLLÄ, TARVITTAESSA PÄRKKÄ, TBH 25-75#

PERUSTUKSIIN TUNNISTUS ESITTY PERUSTUSTEALUSA.

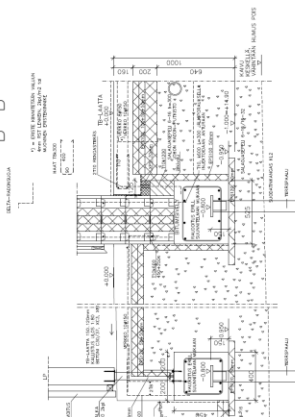
KORKEUSJÄRJESTELMÄ N2000

Kaupunkitunnus	228	Kaupunki	2	Maanmittauslaitos	
Maanmittauslaitoksen nimi	HAKKONENMIESTIS				
Maanmittauslaitoksen numero	3				
Maanmittauslaitoksen osoite	SALAOJAT, ROUTAERISTEET, RADON-PUIKISTO				
Maanmittauslaitoksen postiosoite	TALO, KUNNUNEN				
Maanmittauslaitoksen postinumero	[REDACTED]				
Maanmittauslaitoksen postialue	RAK				
Maanmittauslaitoksen postiosoite	111119				

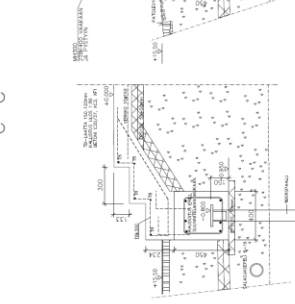
A-A



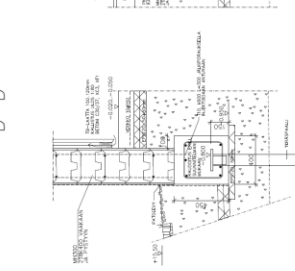
B-B



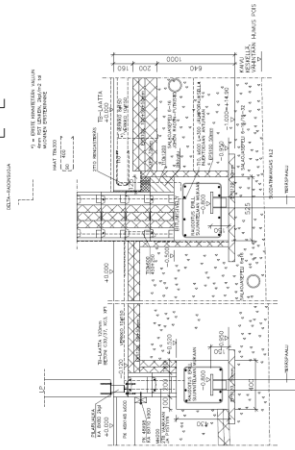
C-C



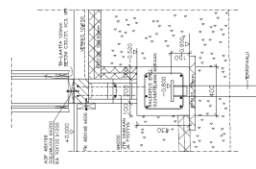
D-D



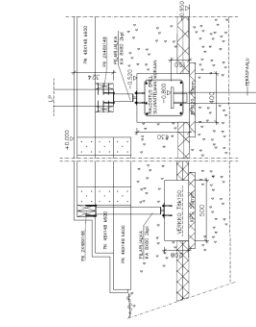
E-E



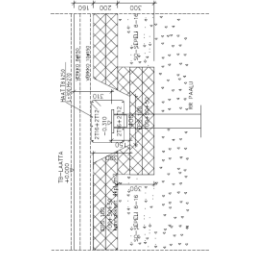
F-F



G-G

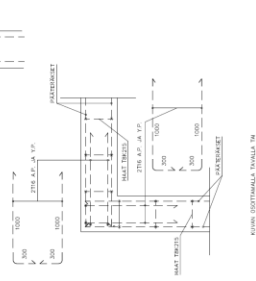


H-H



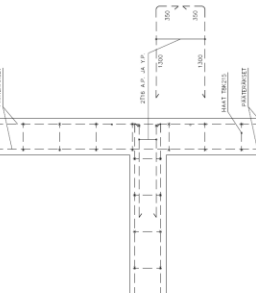
IRISTEYS, VAKUUKORVAUS

IRISTEYSRAUDOITUS (F10, A8, A1) SÄHKÖNÄKÖKORVAUKSEN
LÄPTEEN VÄLILÄMÄKÄLTÄ PÄÄLLÄ



IRISTEYS, VAKUUKORVAUS

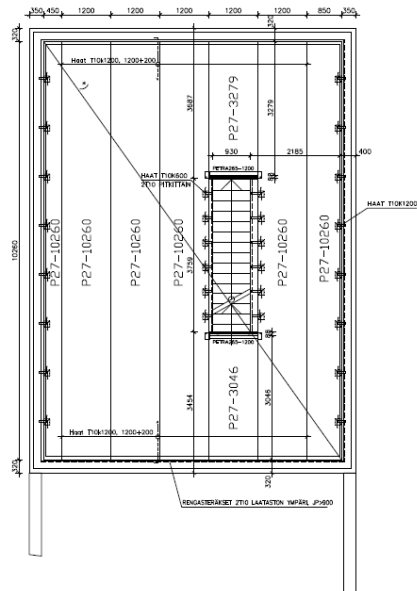
IRISTEYSRAUDOITUS (F10, A8, A1) SÄHKÖNÄKÖKORVAUKSEN
LÄPTEEN VÄLILÄMÄKÄLTÄ PÄÄLLÄ



KORKEUSKORJETAVA N2000

Projekti	278	Maailmanlaulu	4
Alue	UDDAMENUS	Maailmanlaulu	4
Yhteisö	TALO JOHANNIN	PERUSTUSDETALJIT	1:15
Yhteisö	RAK		1.11.19

ONTELOASTASTO VÄLIPOHJA



ONTELOASTASTON RENGASTERÄKSET 2710 YMPÄRILLÄ TERÄSKORITUKSEN JÄRJESTÄMÄKSI
 JÄTKÖS T-JÄTKÖS
 500 500 400
 1200

ONTELOASTASTON SAUMATERÄKSET
 500 110 1200
 RENGASLAATTOJEN HAAT
 HAAT T10K1200
 1200

SUUNNITELUN KÄYTTÖKÄ 50 VUOTTA.

YMPÄRISTÖLUOKKA
 XC1

BETONI C30/37
 TERÄS A500HW
 VERKOT B500K

BETONIELEMENTTIEN TOLERANSSIT
 SSK:n SUKKAISIN 1:20 NORMAALILUOKKA

MAHDOLLISET NOSTOKANNAKSET KATKAISTAAN TYÖMAALLA
 LAATTOJEN TAIPIKASROT TASAAN ENNEN JUOTTAMISTA. LAATTOJEN
 VÄLISET SAUMAT JUOTTETTAVA ENNEN LAATTOJEN KUORMITTAMISTA.

SAUMABETONI C30/37, TIIVISTYS 20mm TÄRYTTIMELLÄ.
 SAUMATERÄKSET RAKENNEPIRUSTUKSEN MUKAISESTI.

ONTELOASTASTON TUKEPINTA VÄHINTÄÄN 70mm, ONTELOIDEN
 ALAPINNAN VESIRIÄT TARKISTETTAVA TYÖMAALLA.

KUORMALUOKKA

A
 SEURAAJASLUOKKA CC2
 PALOLUOKKA VÄHINTÄÄN REI30

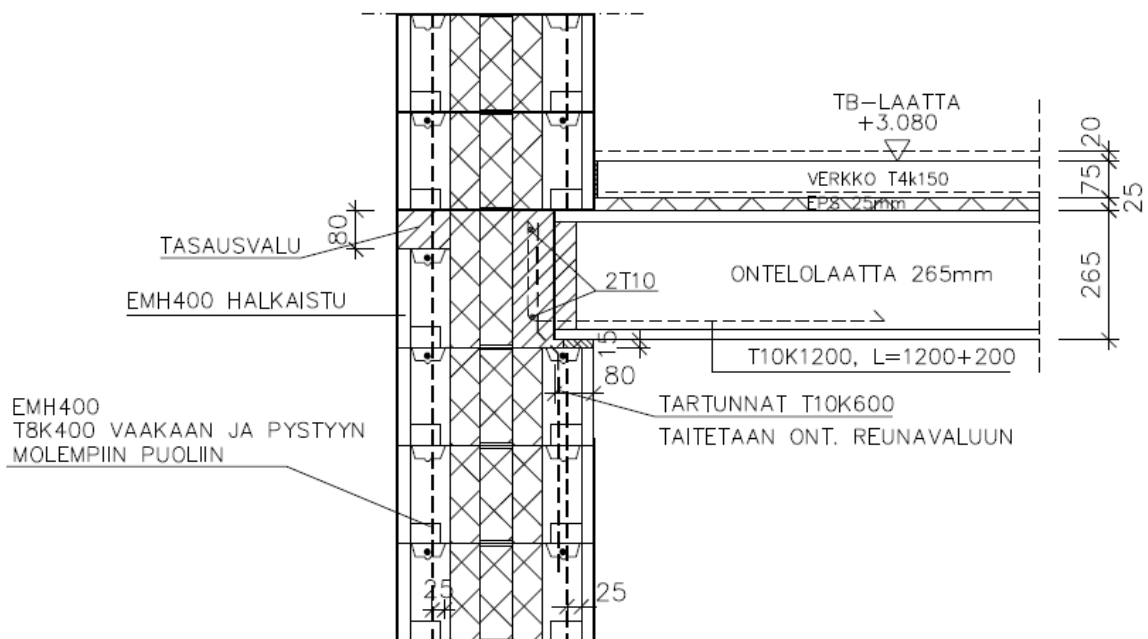
*) KUORMAT:
 OMAPIAINO
 PINTARAKENTEET 2,5 kN/m²
 HYÖTKUORMA 2 kN/m²

KORKEUSJÄRJESTELMÄ N2000

Projekti N:o	Arvio 228	Vuosi 2	Seuraava versio 0/0
Luokitus LUOKITUS			Luokka RAKENNEPIRUSTUS 6
Projektin TALO KINNUNEN			Projektin nimi ONTELOASTASTO VÄLIPOHJA 1:50
			Työntekijä RAK 1.11.19

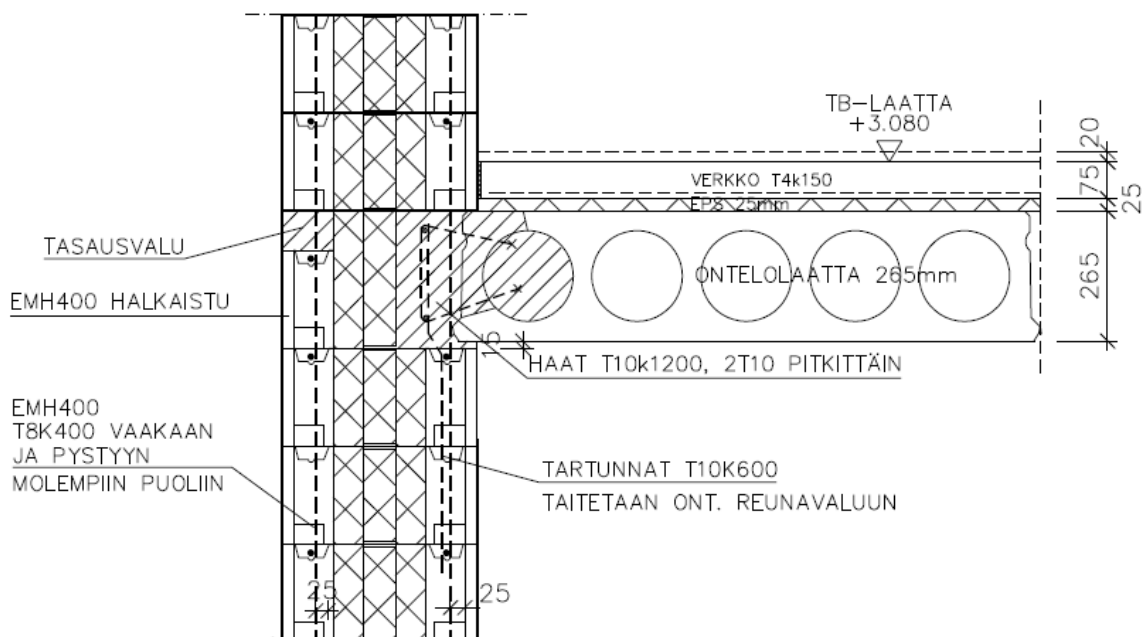
1:12,5

VP1



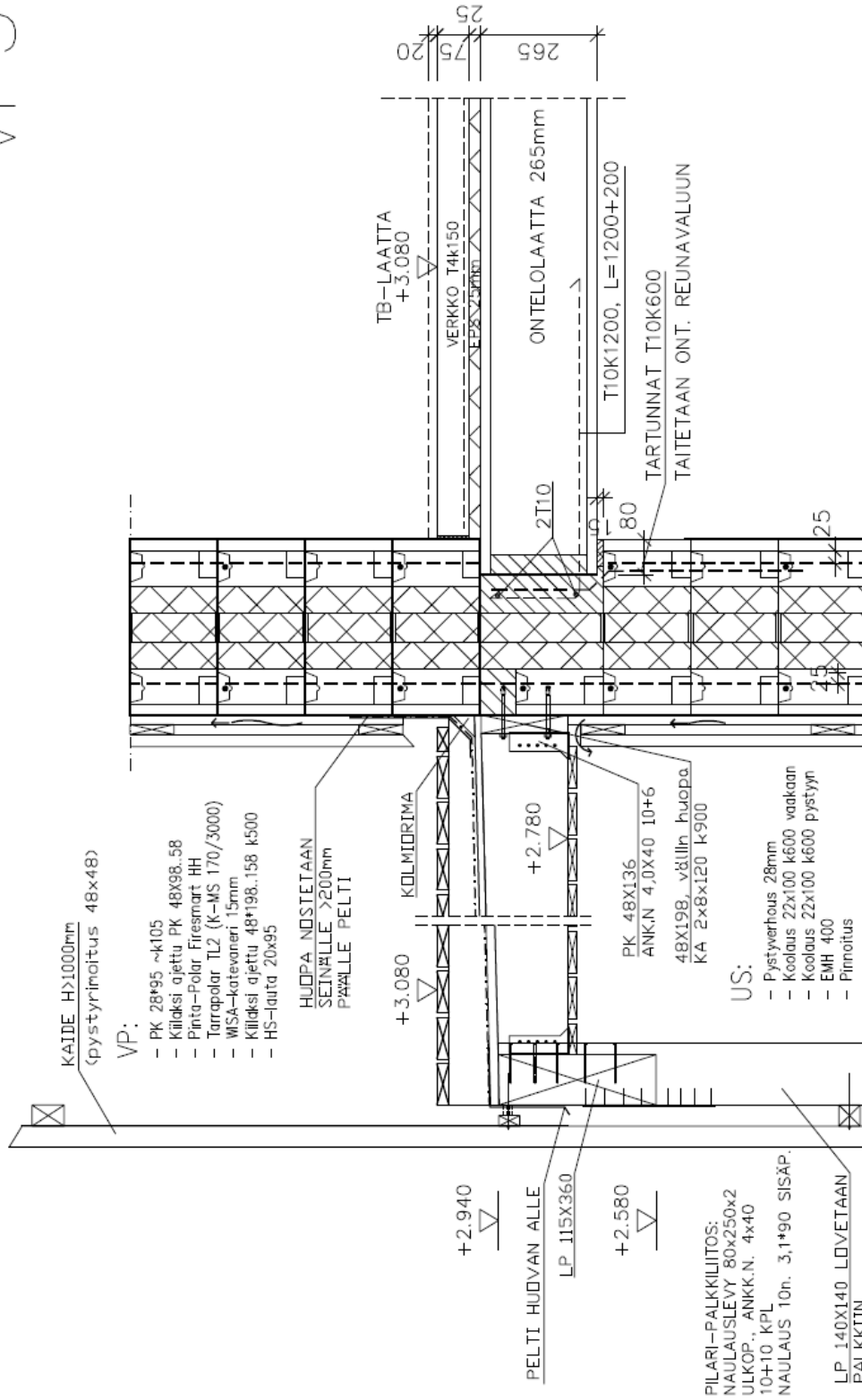
1:12,5

VP 2



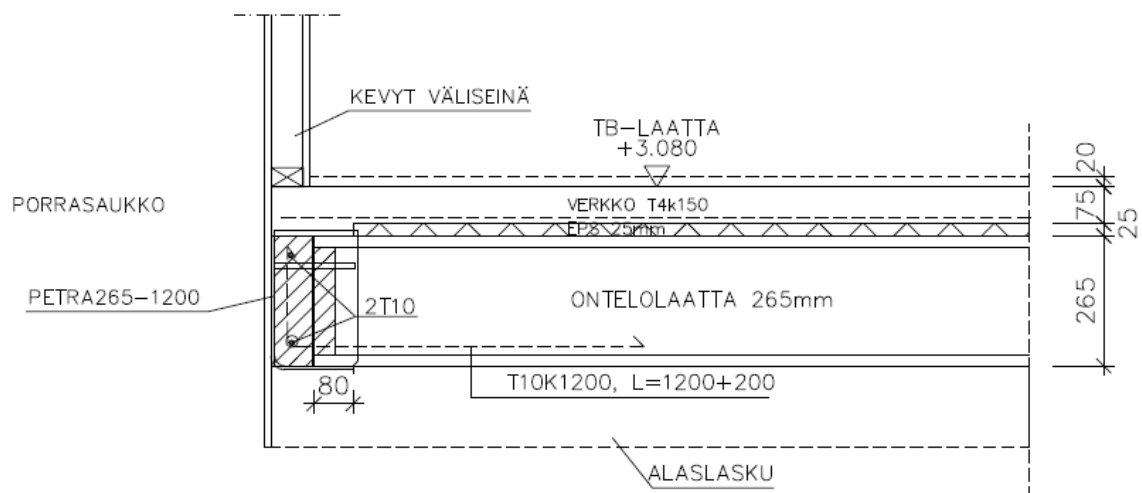
1:12,5

VP3



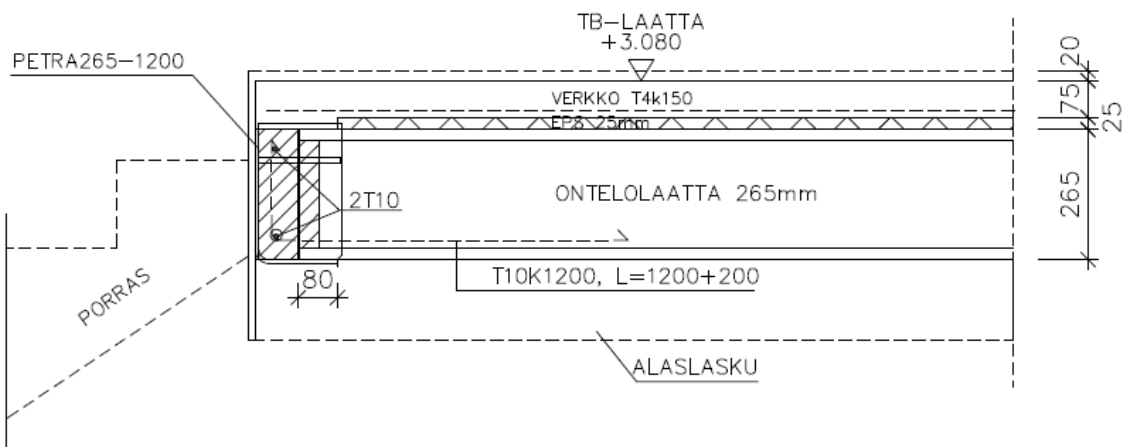
1:12,5

VP 4



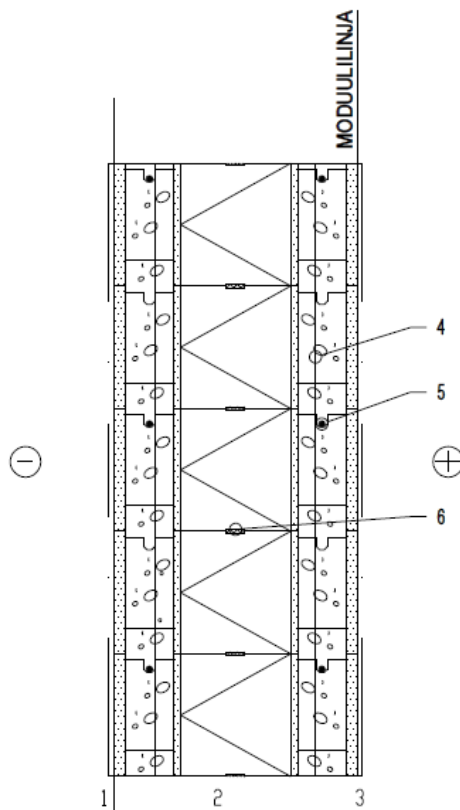
112,5

VP5



	Työn nro		US1
	Päiväys	Tekijä	
Rakennuskohde	Ladottava lämpökiviseinä		

Mittakaava 1:10



- 1 Pintamateriaali ja -käsittely rakennusselostuksen mukaan
- 2 Kantava rakenne ladottava lämpökivi LAMMI LL400
- 3 Pintamateriaali ja -käsittely huoneselostuksen mukaan
- 4 T8 k400 pystyyn molempiin kuoriin
- 5 T8 k400 vaakaan molempiin kuoriin
- 6 Polyuretaanivaaho tiivistys

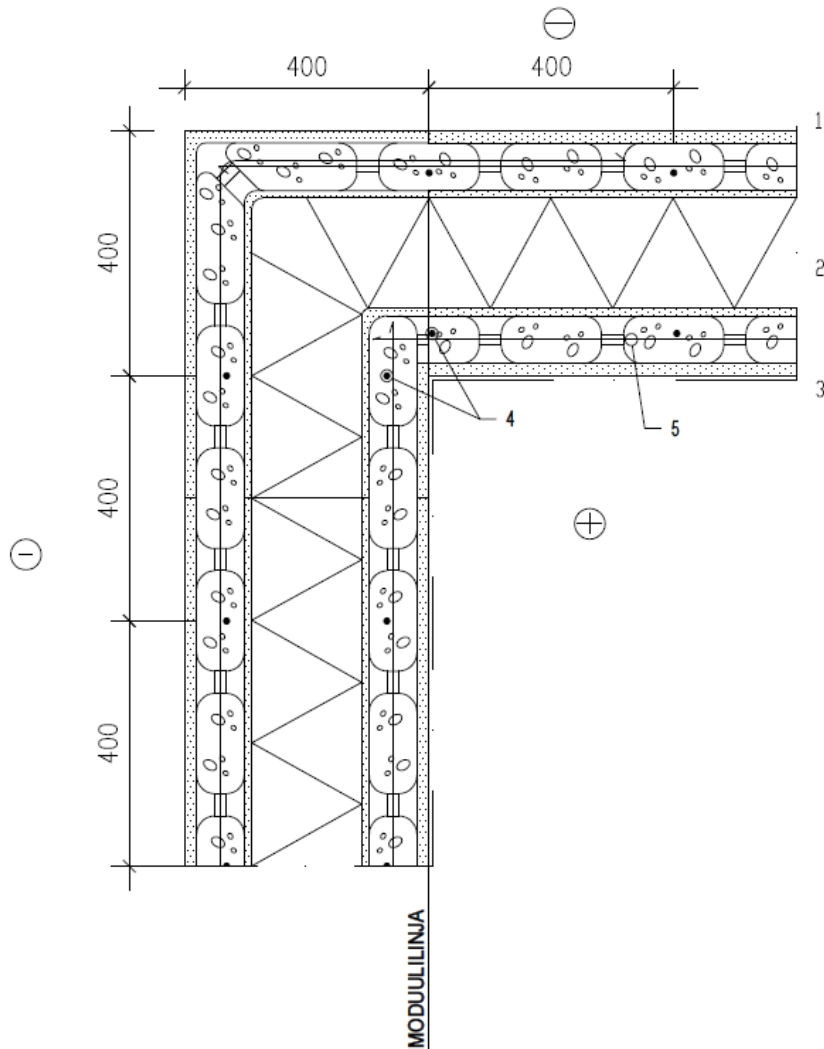
Pystyteräs T10 aukkojen pieliin, L = aukon korkeus + 1000 mm, ellei tasokuvassa toisin mainittu

Lämmönläpäisykerroin: 0,17 W/m²K (Vaatimus: 0,17 W/m²K)

Sisäkuoren palonkestoluokka: REI 60 kantava

	Työn nro		US1-D1
	Päiväys	Tekijä	
Rakennuskohde	Ladottava lämpökiviseinä (ulkonurkka)		

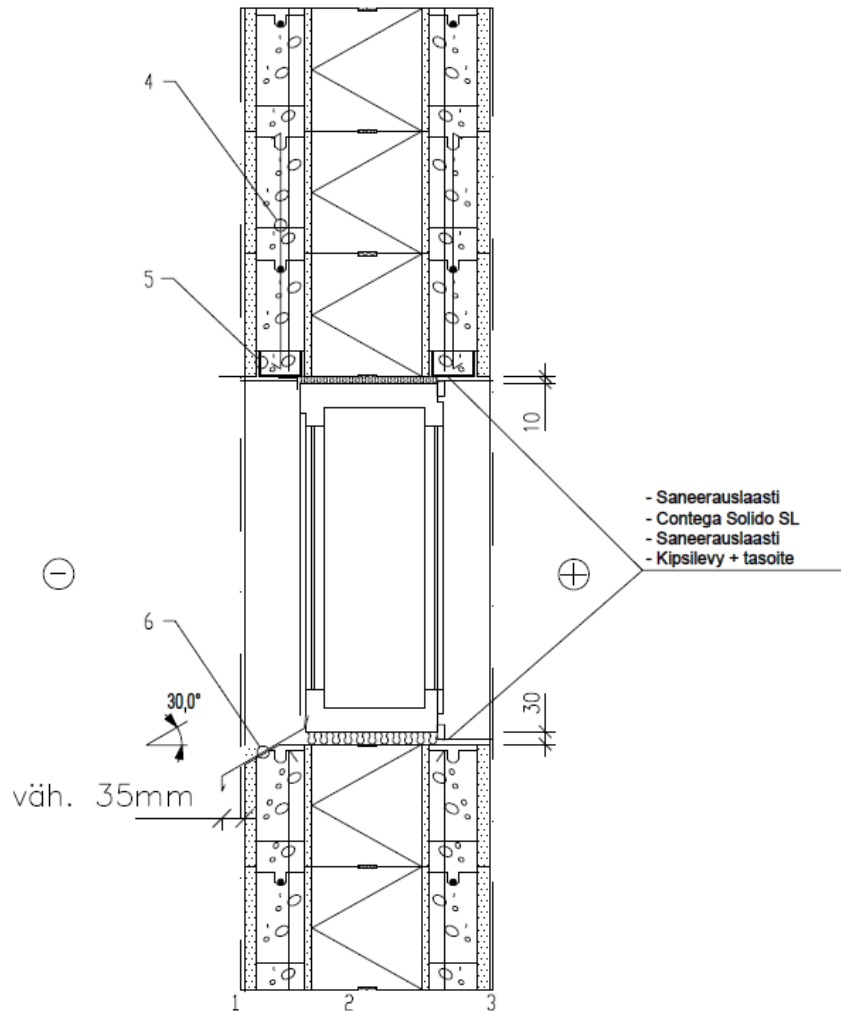
Mittakaava 1:10



- 1 Pintamateriaali ja -käsittely rakennusselostuksen mukaan
- 2 Kantava rakenne ladottava lämpökivi LAMMI LL400
- 3 Pintamateriaali ja -käsittely huoneselostuksen mukaan
- 4 T8 400 pystyyn molempiin kuoriin
- 5 T8 400 vaakaan molempiin kuoriin

	Työn nro		US1-D2
	Päiväys	Tekijä	
Rakennuskohde	Ladottava lämpökiviseinä, ikkuna-aukko (pystyleikkaus)		

Mittakaava 1:10



- 1 Pintamateriaali ja -käsittely rakennusselostuksen mukaan
- 2 Kantava rakenne ladottava lämpökivi LAMMI LL400
- 3 Pintamateriaali ja -käsittely huoneselostuksen mukaan
- 4 Tapit Ø16, L=375 mm, k200
- 5 Lammin liittoprofiili AT70, L = aukko + 240 mm
- 6 Vesipelti

Aukonylityspalkit tasokuvan mukaan.

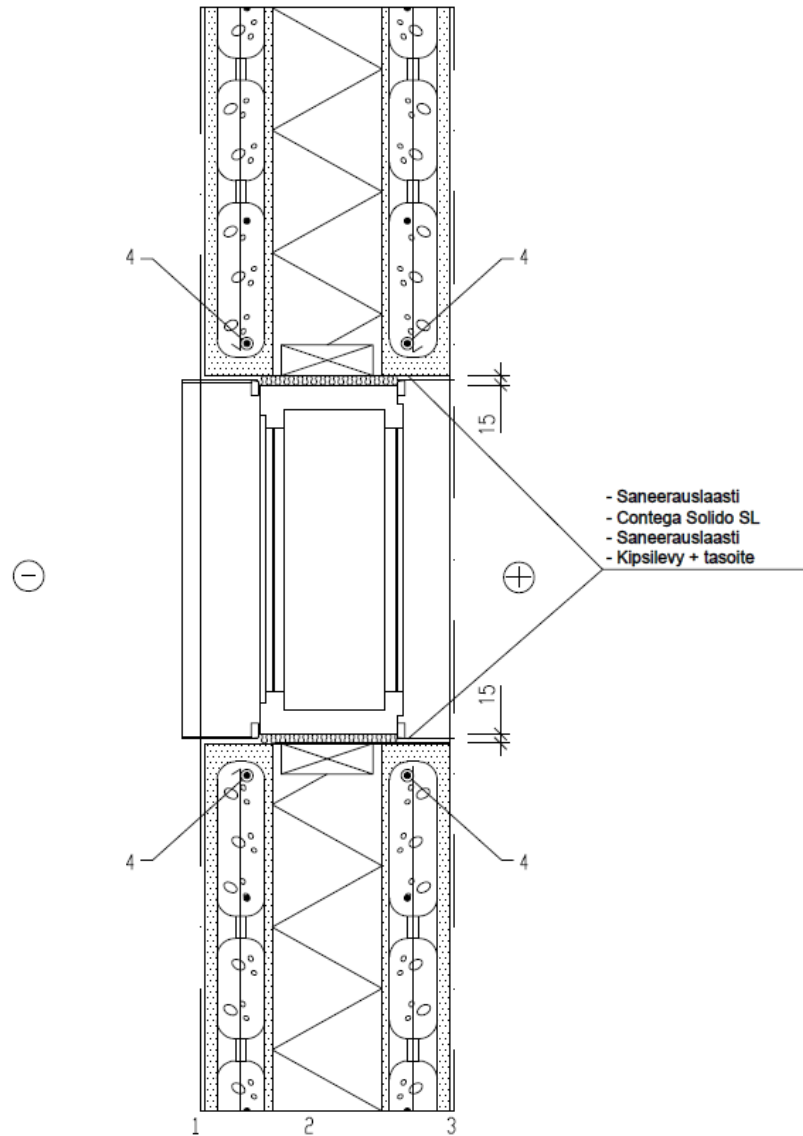
Harkko viistetään vesipellin alta ennen valua, tai käytetään n. 40 mm matalampaa ikkunaa, jolloin viistettä ei tarvita.

Ilmatiivistys Lammi-Kivitalot Oy:n Tiivistysohjeen mukaan

Sisäkuoren palonkestoluokka: REI 60 kantava

	Työn nro		US1-D3
	Päiväys	Tekijä	
Rakennuskohde	Ladottava lämpökiviseinä, ikkuna-aukko (vaakaleikkaus)		

Mittakaava 1:10



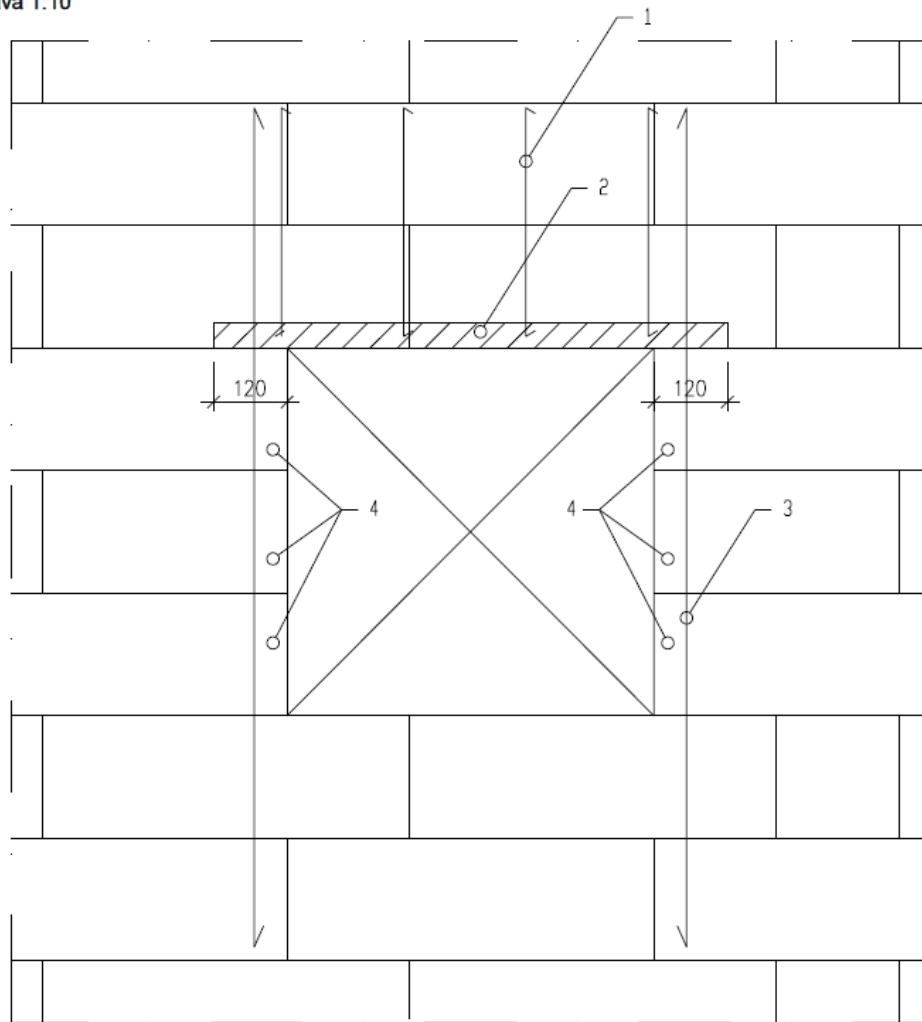
- 1 Pintamateriaali ja -käsittely rakennusselostuksen mukaan
- 2 Kantava rakenne ladottava lämpökivi LAMMI LL400
- 3 Pintamateriaali ja -käsittely huoneselostuksen mukaan
- 4 T10 sisä- ja ulkokuoreen, L = aukon korkeus + 1000 mm, ellei toisin tasokuvassa

Ilmativistys Lammi-Kivitalot Oy:n Tiivistysohjeen mukaan

Sisäkuoren palonkestoluokka: REI 60 kantava

	Työn nro		US1-D4
	Päiväys	Tekijä	
Rakennuskohde	Ladottava lämpökiviseinä, aukotus (naamakuvaa)		

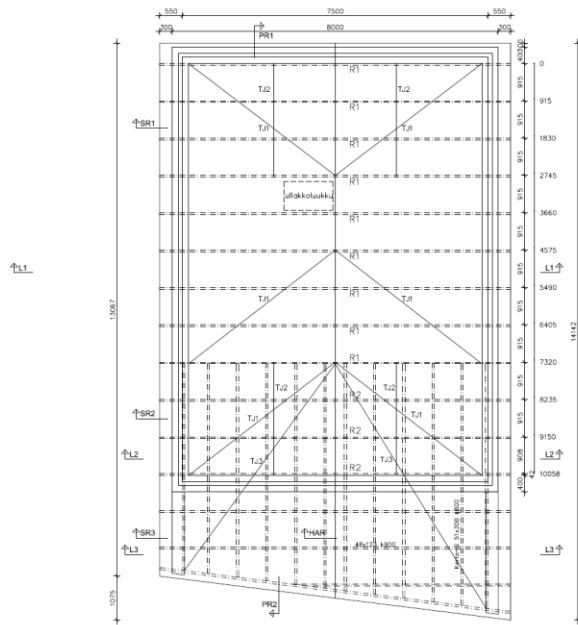
Mittakaava 1:10



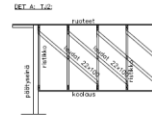
- 1 Tapit T16, L=375 mm, k200
- 2 Lammin liittoprofiili AT70, L = aukko + 240 mm
- 3 T10 sisä- ja ulkokuoreen, L = aukko + 1000 mm, ellei toisin tasokuvassa
- 4 Lammin päätykivet

Aukonylityspalkit tasokuvan mukaan.

VESIKATON TASOPIIRROS



RISTIKODEN
 TUULESUONTA / YLÄPOHJAN JÄRJESTYS.
 Laudat sijaitsevat 45 asteen kulmaan ristikköihin nähden.
 T1: 2x32x100 laudat yläpuoleen alapintaan ja alapuoleen yläpintaan, naukkaus 3x75x2,8/liitos
 T2: rakennuksen pituussuuntainen tuulijäykityslaudat 22x100, 3x75x2,8/liitos (DET A)
 T3: havuvareritsein KERTO-S yläpintaan, naukkaus 75x2,8 k100 kiertopuuhun.
 Nurjahäntäntö ristikkösuunnitelman mukaan.
 TUULETUS JA HUOLTOLIIKUT.
 Ristikköiden kautta päätyyn tuuletusventtiili 200x200.
 Käynn. yläpohjan ulkokuoleman kautta.



KORKEUSJÄRJESTELMÄ N2000

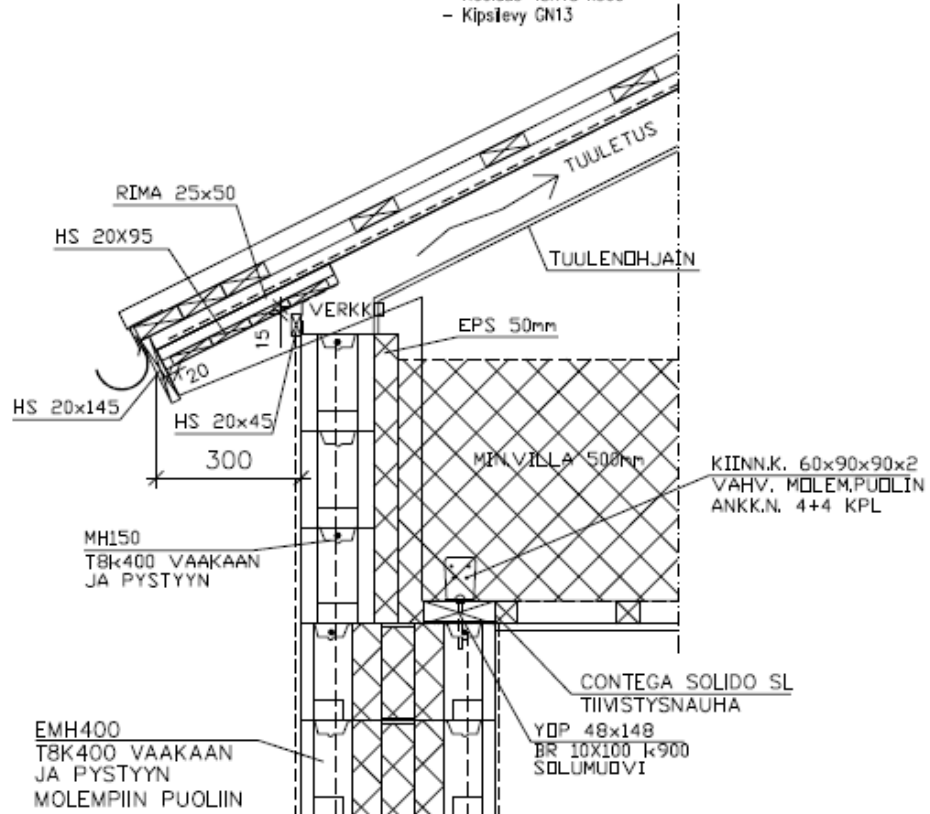
Maailman AD	228	2	Maailman maast. 100
UUDISRAKENNUS	RAKENNEPIIRUSTUS	8	
TALO KINNUNEN	VESIKATON TASOPIIRROS	1:50	
	RAK	1.11.19	

112,5

SR1

YP1:

- Petikate
- Ruoteet 32*100, ruodejako valmistajan mukaan
- Aluskatteen kiinnitysrima 32x50
- Aluskate
- Kattoristikot
- Puhallusvilla 500 mm
- Höyrinsulkumuovi PEL 0,2 mm
- Koolaus 48x48 k300
- Kipsilevy GN13

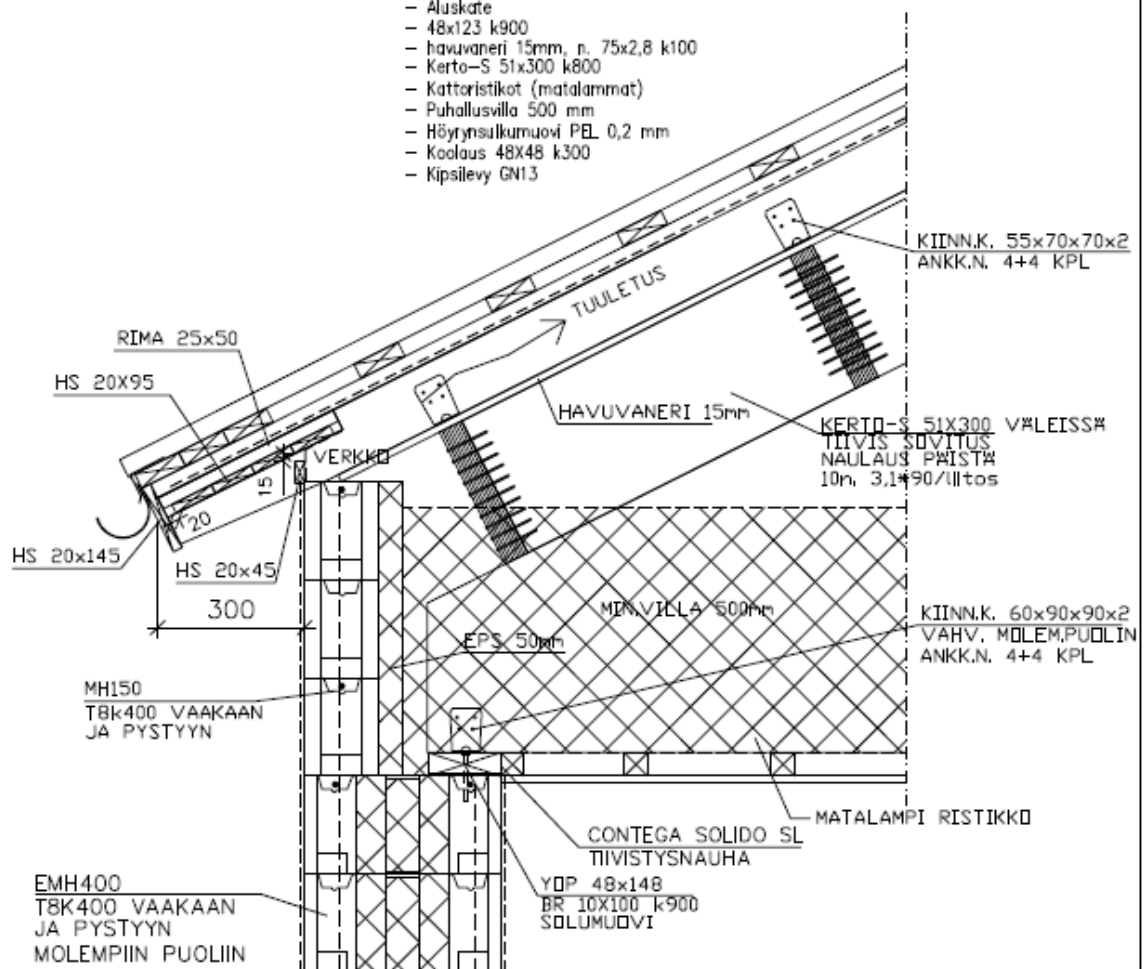


1:12,5

SR2

YP2:

- Peltikate
- Ruoteet 32*100, tuodejako valmistajan mukaan
- Aluskatteen kiinnitysrima 32x50
- Aluskate
- 48x123 k900
- havuvaneri 15mm, n. 75x2,8 k100
- Kerto-S 51x300 k800
- Kattoristikot (matalammat)
- Puhallusvilla 500 mm
- Höyrynsulkumuovi PEL 0,2 mm
- Koolaus 48x48 k300
- Kipsilevy GN13

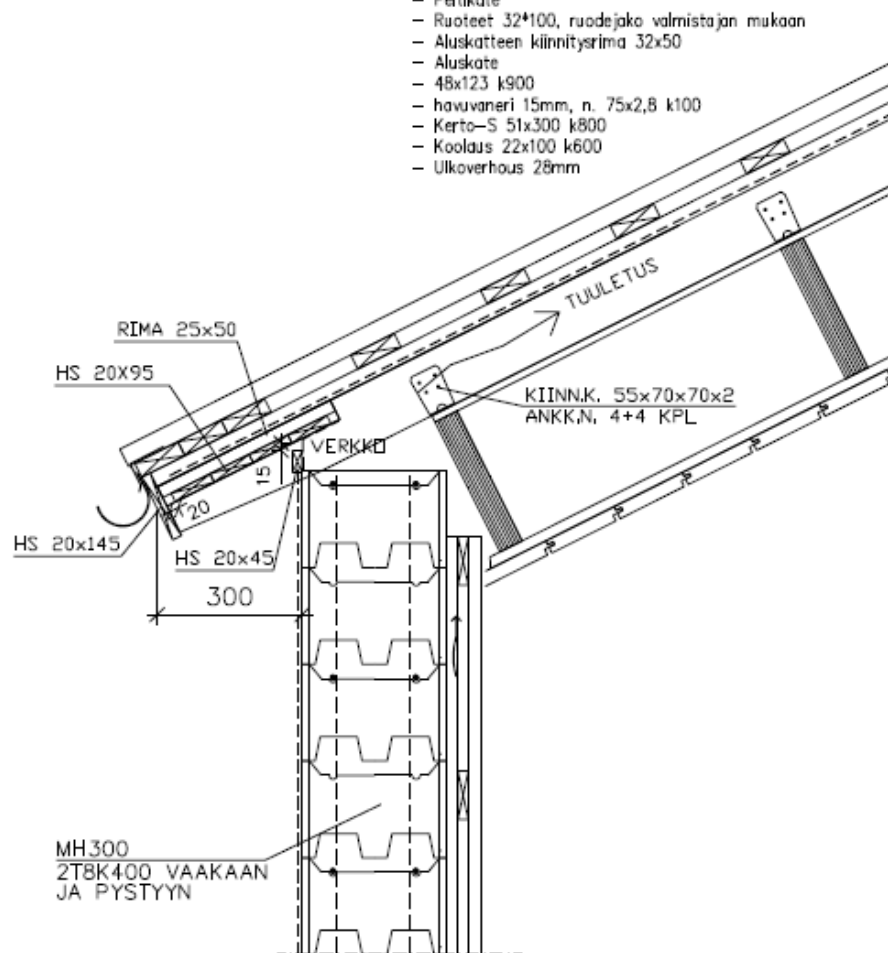


1:12,5

SR3

YP3:

- Peltikate
- Ruoteet 32*100, ruodejako valmistajan mukaan
- Aluskatteen kiinnitysrima 32x50
- Aluskate
- 48x123 k900
- havuvaneri 15mm, n. 75x2,8 k100
- Kerto-S 51x300 k800
- Koolaus 22x100 k600
- Ulkoverhous 28mm

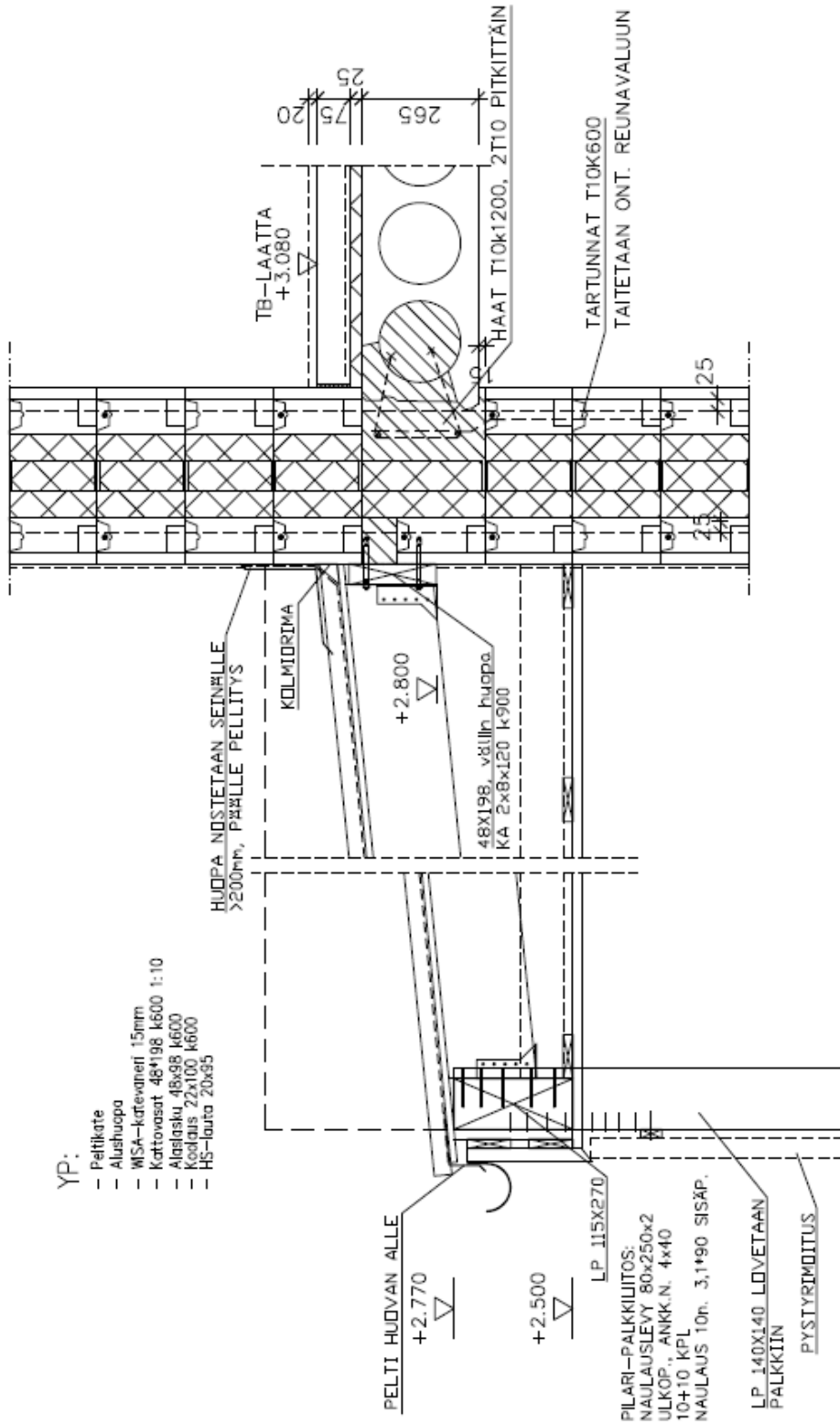


1:12,5

SR4

YP:

- Peltikate
- Aluhuopa
- WISA-katteenneeli 15mm
- Karttasat 48x198 k600 1:10
- Alapalkki 48x98 k600
- Keulaus 22x100 k600
- HS-laura 20x95



PELTI HUOVAN ALLE

+2.770

+2.500

LP 115x270

PILARI-PALKKIUTOS:
NAULAUSLEVY 80x250x2
ULKOP., ANKK.N. 4x40
104+10 KPL
NAULAUS 10m. 3,1*90 SISÄP.

LP 140x140 LOVETAAN
PALKKIIN

PYSTYRIMOITUS

HUOPA NOSTETAAN SEINÄLLE
>200mm, PÄÄLLE PELLITYS

KOLMIOIRIMA

+2.800

48x198, välillä huopa
KA 2x8x120 k900

TB-LAATTA
+3.080

HAAT T10K1200, 2T10 PITKIITÄIN

TARTUNNAT T10K600
TAITETAAN ONT. REUNAVALLUUN

25

75

20

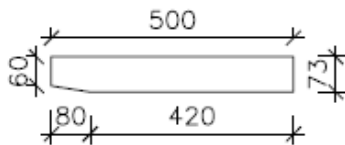
265

25

25

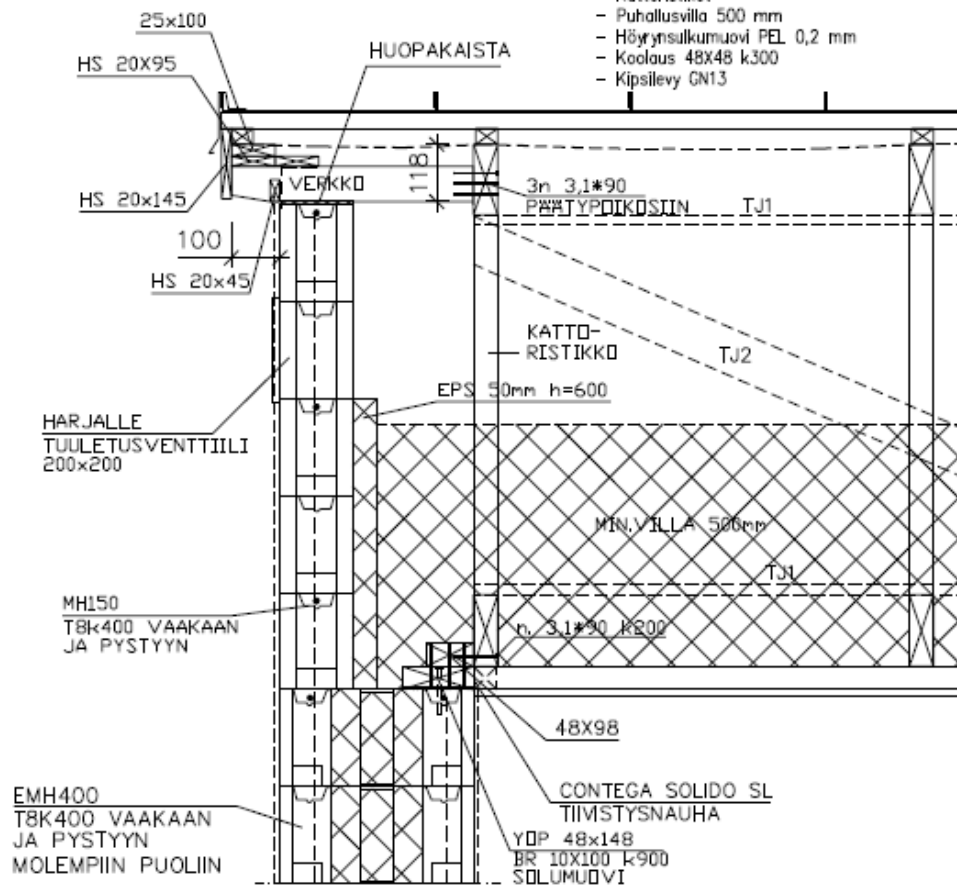
1:12,5

PR1



YP1:

- Peltikate
- Ruoteet 32*100, ruodejako valmistajan mukaan
- Aluskatteen kiinnitysrima 32x50
- Aluskate
- Kattoristikot
- Puhallusvilla 500 mm
- Höyrynsäkkumuovi PEL 0,2 mm
- Koolaus 48x48 k300
- Kipsilevy GN13



PR2

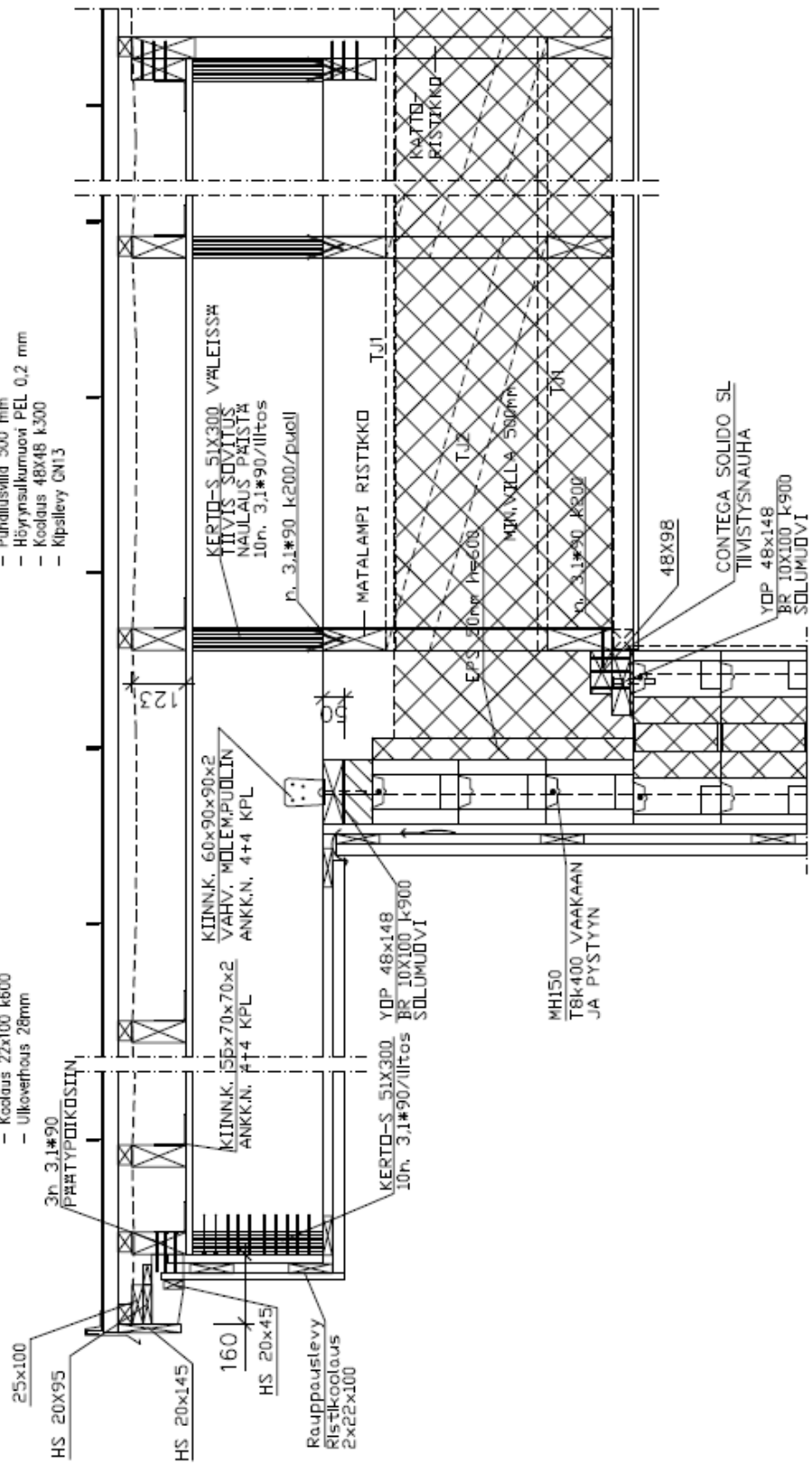
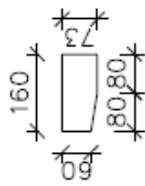
YP2:

- Peltikate
- Ruoteet 32x100, ruodejako valmistajan mukaan
- Aluskatteen kiinnitysrindä 32x50
- Aluskate
- 48x123 k900
- havuvene 15mm, n. 75x2,8 k100
- Kerto-S 51x300 k800
- Kattoristikot (matalarimat)
- Puhallusvilla 500 mm
- Höyrynsalvakuuni PEL 0,2 mm
- Koodaus 48x48 k300
- Kipsilevy GNI3

YP3:

- Peltikate
- Ruoteet 32x100, ruodejako valmistajan mukaan
- Aluskatteen kiinnitysrindä 32x50
- Aluskate
- 48x123 k900
- havuvene 15mm, n. 75x2,8 k100
- Kerto-S 51x300 k800
- Koodaus 22x100 k600
- Ulkoverho 28mm

1:12,5



1:12,5

HAR

YP3:

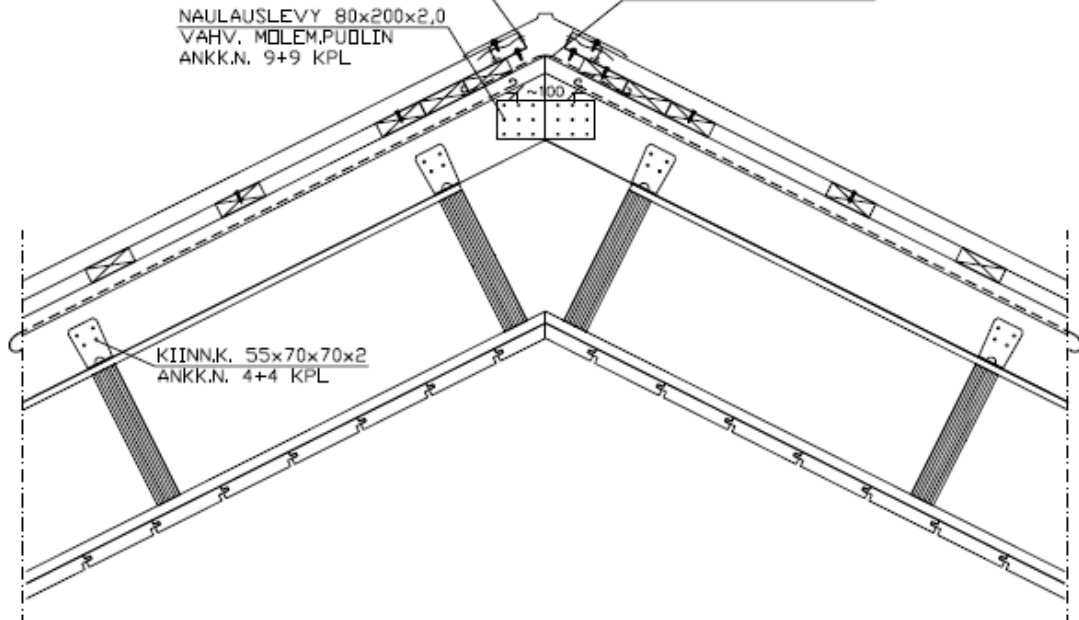
- Peltikate
- Ruoteet 32*100, ruodejako valmistajan mukaan
- Aluskatteen kiinnitysrinna 32x50
- Aluskate
- 48x123 k900
- havuvanerit 15mm, n. 75x2,8 k100
- Kerto-S 51x300 k800
- Koolaus 22x100 k600
- Ulkoverhoitus 28mm

HARJAPELLIT, TIIVISTEET
VALMISTAJAN MUKAAN

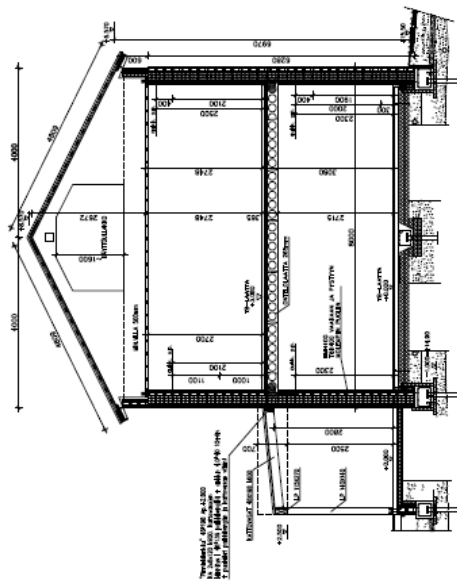
NAULOUSLEVY 80x200x2,0
VAHV. MOLEM.PUOLIN
ANKK.N. 9+9 KPL

ALUSKATEKAISTA >400mm

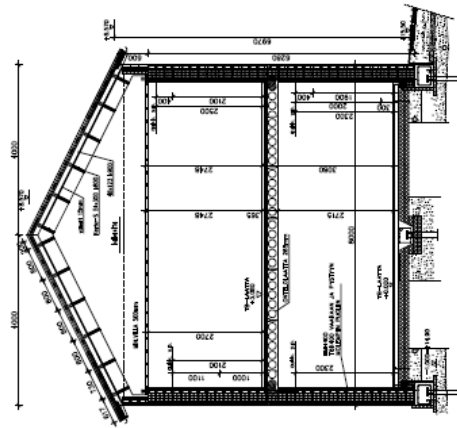
KIINN.K. 55x70x70x2
ANKK.N. 4+4 KPL



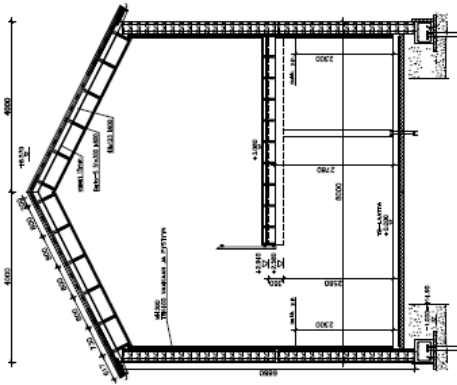
LEIKKAUS L1



LEIKKAUS L2



LEIKKAUS L3



KORKEUSARJESTELMA N2000

Projekti	278	Arkkitehti	2
Alue	0,0	Arkkitehtitoimisto	10
Yhteisö	YLEISLEIKKAUKSET	Yhteisö	1:50
Yhteisö	TALO RINKKINEN	Arkkitehti	RAK
Arkkitehti		Arkkitehti	13.11.19

Liite 5: Paaluanturoiden mitoituslaskelmat

Eurocode Service Oy - Eurocode Tools

Sivu 1/8

Kohde:	Kinnunen		Projekti nro:	10	Sivu:	1/8
Rakennustyyppi:	Jatkuva betonipalkki		Rakennustyyppi:	Jatkuva betonipalkki	Pvm:	10.3.2021
Postiosoite:	Koilliseen		Nimi:	Koilliseen	Suunnittelija:	J.K
Rakenne ja materiaalit						
Rakenneluokka			Luokka 2			
Ympäristöluokka			XC3			
Ympäristön suhteellinen kosteus RH			50 %			
Rakenteen kuormitusikä			28 vrk			
Vasen uloke:	Kenttä 1:	Kenttä 2:	Kenttä 3:	Oikea uloke:		
L=300	L=3434	L=3433	L=3433	L=300		
B=525	B=525	B=525	B=525	B=525		
H=450	H=450	H=450	H=450	H=450		
d'=50	d'=50	d'=50	d'=50	d'=50		
d=400	d=400	d=400	d=400	d=400		
(d' = Terästen p.p. alareunasta[mm], d=Tehollinen korkeus[mm])						
Tukien leveys			200 mm			
Betonin lujuusluokka	C30/37	Betoniteräs	B500B			
- Materiaaliosavarmuuskerroin γ_c	1,5	- Materiaaliosavarmuuskerroin γ_s	1,15			
- Lieriölujuuden ominaisarvo f_{ck}	30,0 MPa	- Myötölujuuden ominaisarvo f_{yk}	500,0 MPa			
- Keskimääräinen vetolujuus f_{ctm}	2,90 MPa	- Myötölujuuden mitoitusarvo f_{yd}	434,8 MPa			
- Puristuslujuuden mitoitusarvo f_{cd}	17,0 MPa	- Kimmokertoimen mitoitusarvo E_s	200000 MPa			
- Sekanttimoduli E_{cm}	32837 MPa					
- Sementin tyyppi	Tyyppi N					
Säilyvyys / suojapeite						
Ympäristöolosuhteiden vaatima min. betonipeite			25 mm			
Tartunnan vaatima min. betonipeite - haat			8 mm			
Tartunnan vaatima min. betonipeite - pääteräkset			20 mm			

Tulostettu 10.3.2021 23:59 käyttäen Eurocode Service Oy web-palvelua www.eurocodetools.fi

Kohde: Kinnunen	Projekti nro: 10	Sivu: 2/8																								
Katu:	Rakennetyyppi: Jatkuva betonipalkki	Pvm: 10.3.2021																								
Postiosoite:	Nimi: Koilliseen	Suunnittelija: J.K																								
<p>Kuormitukset</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>G0-Palkin omapaino</th> <th>G1-Pysyvä kuorma</th> <th>Q1-Muuttuva kuorma 1 Hyötykuorma, Luokka A (asuintilat) $\psi_2 = 0,3$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Vasen uloke</td> <td>5,8kN/m</td> <td>58,0kN/m</td> <td>13,6kN/m</td> </tr> <tr> <td>Kenttä 1</td> <td>5,8kN/m</td> <td>58,0kN/m</td> <td>13,6kN/m</td> </tr> <tr> <td>Kenttä 2</td> <td>5,8kN/m</td> <td>58,0kN/m</td> <td>13,6kN/m</td> </tr> <tr> <td>Kenttä 3</td> <td>5,8kN/m</td> <td>58,0kN/m</td> <td>13,6kN/m</td> </tr> <tr> <td>Oikea uloke</td> <td>5,8kN/m</td> <td>58,0kN/m</td> <td>13,6kN/m</td> </tr> </tbody> </table>				G0-Palkin omapaino	G1-Pysyvä kuorma	Q1-Muuttuva kuorma 1 Hyötykuorma, Luokka A (asuintilat) $\psi_2 = 0,3$	Vasen uloke	5,8kN/m	58,0kN/m	13,6kN/m	Kenttä 1	5,8kN/m	58,0kN/m	13,6kN/m	Kenttä 2	5,8kN/m	58,0kN/m	13,6kN/m	Kenttä 3	5,8kN/m	58,0kN/m	13,6kN/m	Oikea uloke	5,8kN/m	58,0kN/m	13,6kN/m
	G0-Palkin omapaino	G1-Pysyvä kuorma	Q1-Muuttuva kuorma 1 Hyötykuorma, Luokka A (asuintilat) $\psi_2 = 0,3$																							
Vasen uloke	5,8kN/m	58,0kN/m	13,6kN/m																							
Kenttä 1	5,8kN/m	58,0kN/m	13,6kN/m																							
Kenttä 2	5,8kN/m	58,0kN/m	13,6kN/m																							
Kenttä 3	5,8kN/m	58,0kN/m	13,6kN/m																							
Oikea uloke	5,8kN/m	58,0kN/m	13,6kN/m																							

Tulostettu 10.3.2021 23:59 Käyttäjän Eurocode Service Oy web-palvelua www.eurocodetools.fi

Kohde: Kinnunen	Projekti nro: 10	Sivu: 3/8
Katu:	Rakennustyyppi: Jatkuva betonipalkki	Pvm: 10.3.2021
Postiosoite:	Nimi: Koilliseen	Suunnittelija: J.K

Kuormitusyhdistelmät

Murtorajatila, Yhdistelmä A (ULS)	$1,35 \cdot (G_0 + G_1)$
Murtorajatila, Yhdistelmä B (ULS)	$1,15 \cdot (G_0 + G_1) + 1,5 \cdot Q_1$
Käyttörajatila, Pitkäaikainen yhd. (SLSQP)	$G_0 + G_1 + 0,3 \cdot Q_1$
Käyttörajatila, Ominais yhd. (SLSC)	$G_0 + G_1 + Q_1$

Kuormituskaaviot (Muuttuvat kuormat/Murtorajatila)

1 :

2 :

3 :

4 :

Tulostettu 10.3.2021 23:59 käyttäen Eurocode Service Oy web-palvelua www.eurocodetools.fi

Kohde:	Kinnunen	Projekti nro:	10	Sivu:	4/8						
Katu:		Rakennustyyppi:	Jatkuva betonipalkki	Pvm:	10.3.2021						
Postiosoite:		Nimi:	Koilliseen	Suunnittelija:	J.K						
Murtorajatila											
Taivutuskestävyys											
Kohta	Taivutus tark.	M _{ed} -[kNm]	M _{ed+} [kNm]	A' _s (vaad)	A _s (vaad)	YP	AP	A' _s (tod)	A _s (tod)	M _{rd-} [kNm]	M _{rd+} [kNm]
Vasen uloke	Mrd > Med - OK	-1,0	0,0	6	0	2xT20+2xT12	2xT20+2xT12	855	855	-140,8	140,8
Tuki 1 (oik)	Mrd > Med - OK	-1,0	0,0	6	0	2xT20+2xT12	2xT12	855	226	-140,9	42,2
Kenttä 1	Mrd > Med - OK	0,0	90,8	0	540	-	2xT20+2xT12	0	855	0,0	140,8
Tuki 2 (vas)	Mrd > Med - OK	-104,9	0,0	627	0	2xT20+2xT12	2xT12	855	226	-140,9	42,2
Tuki 2 (oik)	Mrd > Med - OK	-104,9	0,0	627	0	2xT20+2xT12	2xT12	855	226	-140,9	42,2
Kenttä 2	Mrd > Med - OK	0,0	40,5	0	236	-	2xT20+2xT12	0	855	0,0	140,8
Tuki 3 (vas)	Mrd > Med - OK	-104,8	0,0	627	0	2xT20+2xT12	2xT12	855	226	-140,9	42,2
Tuki 3 (oik)	Mrd > Med - OK	-104,8	0,0	627	0	2xT20+2xT12	2xT12	855	226	-140,9	42,2
Kenttä 3	Mrd > Med - OK	0,0	90,8	0	540	-	2xT20+2xT12	0	855	0,0	140,8
Tuki 4 (vas)	Mrd > Med - OK	-1,0	0,0	6	0	2xT20+2xT12	2xT12	855	226	-140,9	42,2
Oikea uloke	Mrd > Med - OK	-1,0	0,0	6	0	2xT20+2xT12	2xT20+2xT12	855	855	-140,8	140,8

Tulostettu 10.3.2021 23:59 käyttäen Eurocode Service Oy web-palvelua www.eurocodetools.fi

Kohde: Kinnunen	Projekti nro: 10	Sivu: 5/8											
Katu:	Rakennustyyppi: Jatkuva betonipalkki	Pvm: 10.3.2021											
Postiosoite:	Nimi: Koilliseen	Suunnittelija: J.K											
Murtorajatila													
Leikkauskestävyys													
Kohta	Leikkaus tark.	V _{ed} [kN]	V _{max} [kN]	cot(θ)	A _{sw/s} (vaad)	A _{sw/s} (min)	ΔF _{td} [kN]	ΔA _s	Haat	A _{sw/s} (tod)	V _{rdc} [kN]	V _{rd} [kN]	V _{rdMax} [kN]
Vasen uloke	Vrd > Ved - OK	0,0	-28,1	1,75	0	460	0	0	2T8 K215	468	89,8	128,1	730,8
Tuki 1 (oik)	Vrd > Ved - OK	86,6	133,5	1,75	0	460	76	174	2T8 K215	468	89,8	128,1	730,8
Kenttä 1	Vrd > Ved - OK	0,0	0,0	1,75	0	460	0	0	2T8 K215	468	89,8	128,1	730,8
Tuki 2 (vas)	Vrd > Ved - OK	-146,3	-193,2	1,75	534	460	128	294	2T8 K185	543	89,8	148,8	730,8
Tuki 2 (oik)	Vrd > Ved - OK	119,9	166,8	1,75	438	460	105	241	2T8 K215	468	89,8	128,1	730,8
Kenttä 2	Vrd > Ved - OK	0,0	0,0	1,75	0	460	0	0	2T8 K215	468	89,8	128,1	730,8
Tuki 3 (vas)	Vrd > Ved - OK	-119,9	-166,8	1,75	438	460	105	241	2T8 K215	468	89,8	128,1	730,8
Tuki 3 (oik)	Vrd > Ved - OK	146,3	193,1	1,75	534	460	128	294	2T8 K185	543	89,8	148,8	730,8
Kenttä 3	Vrd > Ved - OK	0,0	0,0	1,75	0	460	0	0	2T8 K215	468	89,8	128,1	730,8
Tuki 4 (vas)	Vrd > Ved - OK	-86,5	-133,4	1,75	0	460	76	174	2T8 K215	468	89,8	128,1	730,8
Oikea uloke	Vrd > Ved - OK	0,0	28,1	1,75	0	460	0	0	2T8 K215	468	89,8	128,1	730,8

Tulostettu 10.3.2021 23:59 käyttäen Eurocode Service Oy web-palvelua www.eurocodetools.fi

Kohde: Kinnunen	Projekti nro: 10	Sivu: 6/8																																																																																																
Katu:	Rakennustyyppi: Jatkuva betonipalkki	Pvm: 10.3.2021																																																																																																
Postiosoite:	Nimi: Koilliseen	Suunnittelija: J.K																																																																																																
<p>Käyttöraja</p> <p>Halkeamatarkastelu (Pitkäaikaisyhdistelmä)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Kohta</th> <th>M [kNm]</th> <th>A'_{s,tod} [mm²]</th> <th>A_{s,tod} [mm²]</th> <th>S_{r,max} [mm]</th> <th>ε_{sm} - ε_{cm} [%]</th> <th>w_k [mm]</th> <th>Tarkistus</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Vasen uloke</td> <td>-3</td> <td>855</td> <td>855</td> <td>333</td> <td>0,03</td> <td>0,01</td> <td>≤ 0,3 mm - OK</td> </tr> <tr> <td>Tuki 1 (oik)</td> <td>-3</td> <td>855</td> <td>226</td> <td>340</td> <td>0,03</td> <td>0,01</td> <td>≤ 0,3 mm - OK</td> </tr> <tr> <td>Kenttä 1</td> <td>63</td> <td>0</td> <td>855</td> <td>324</td> <td>0,62</td> <td>0,20</td> <td>≤ 0,3 mm - OK</td> </tr> <tr> <td>Tuki 2 (vas)</td> <td>-77</td> <td>855</td> <td>226</td> <td>340</td> <td>0,85</td> <td>0,29</td> <td>≤ 0,3 mm - OK</td> </tr> <tr> <td>Tuki 2 (oik)</td> <td>-77</td> <td>855</td> <td>226</td> <td>340</td> <td>0,85</td> <td>0,29</td> <td>≤ 0,3 mm - OK</td> </tr> <tr> <td>Kenttä 2</td> <td>23</td> <td>0</td> <td>855</td> <td>324</td> <td>0,22</td> <td>0,07</td> <td>≤ 0,3 mm - OK</td> </tr> <tr> <td>Tuki 3 (vas)</td> <td>-77</td> <td>855</td> <td>226</td> <td>340</td> <td>0,85</td> <td>0,29</td> <td>≤ 0,3 mm - OK</td> </tr> <tr> <td>Tuki 3 (oik)</td> <td>-77</td> <td>855</td> <td>226</td> <td>340</td> <td>0,85</td> <td>0,29</td> <td>≤ 0,3 mm - OK</td> </tr> <tr> <td>Kenttä 3</td> <td>63</td> <td>0</td> <td>855</td> <td>324</td> <td>0,62</td> <td>0,20</td> <td>≤ 0,3 mm - OK</td> </tr> <tr> <td>Tuki 4 (vas)</td> <td>-3</td> <td>855</td> <td>226</td> <td>340</td> <td>0,03</td> <td>0,01</td> <td>≤ 0,3 mm - OK</td> </tr> <tr> <td>Oikea uloke</td> <td>-3</td> <td>855</td> <td>855</td> <td>333</td> <td>0,03</td> <td>0,01</td> <td>≤ 0,3 mm - OK</td> </tr> </tbody> </table>			Kohta	M [kNm]	A' _{s,tod} [mm ²]	A _{s,tod} [mm ²]	S _{r,max} [mm]	ε _{sm} - ε _{cm} [%]	w _k [mm]	Tarkistus	Vasen uloke	-3	855	855	333	0,03	0,01	≤ 0,3 mm - OK	Tuki 1 (oik)	-3	855	226	340	0,03	0,01	≤ 0,3 mm - OK	Kenttä 1	63	0	855	324	0,62	0,20	≤ 0,3 mm - OK	Tuki 2 (vas)	-77	855	226	340	0,85	0,29	≤ 0,3 mm - OK	Tuki 2 (oik)	-77	855	226	340	0,85	0,29	≤ 0,3 mm - OK	Kenttä 2	23	0	855	324	0,22	0,07	≤ 0,3 mm - OK	Tuki 3 (vas)	-77	855	226	340	0,85	0,29	≤ 0,3 mm - OK	Tuki 3 (oik)	-77	855	226	340	0,85	0,29	≤ 0,3 mm - OK	Kenttä 3	63	0	855	324	0,62	0,20	≤ 0,3 mm - OK	Tuki 4 (vas)	-3	855	226	340	0,03	0,01	≤ 0,3 mm - OK	Oikea uloke	-3	855	855	333	0,03	0,01	≤ 0,3 mm - OK
Kohta	M [kNm]	A' _{s,tod} [mm ²]	A _{s,tod} [mm ²]	S _{r,max} [mm]	ε _{sm} - ε _{cm} [%]	w _k [mm]	Tarkistus																																																																																											
Vasen uloke	-3	855	855	333	0,03	0,01	≤ 0,3 mm - OK																																																																																											
Tuki 1 (oik)	-3	855	226	340	0,03	0,01	≤ 0,3 mm - OK																																																																																											
Kenttä 1	63	0	855	324	0,62	0,20	≤ 0,3 mm - OK																																																																																											
Tuki 2 (vas)	-77	855	226	340	0,85	0,29	≤ 0,3 mm - OK																																																																																											
Tuki 2 (oik)	-77	855	226	340	0,85	0,29	≤ 0,3 mm - OK																																																																																											
Kenttä 2	23	0	855	324	0,22	0,07	≤ 0,3 mm - OK																																																																																											
Tuki 3 (vas)	-77	855	226	340	0,85	0,29	≤ 0,3 mm - OK																																																																																											
Tuki 3 (oik)	-77	855	226	340	0,85	0,29	≤ 0,3 mm - OK																																																																																											
Kenttä 3	63	0	855	324	0,62	0,20	≤ 0,3 mm - OK																																																																																											
Tuki 4 (vas)	-3	855	226	340	0,03	0,01	≤ 0,3 mm - OK																																																																																											
Oikea uloke	-3	855	855	333	0,03	0,01	≤ 0,3 mm - OK																																																																																											

Tulostettu 10.3.2021 23:59 käyttäen Eurocode Service Oy web-palvelua www.eurocodetools.fi

Kohde: Kinnunen	Projekti nro: 10	Sivu: 7/8																																																																					
Katu:	Rakennetyyppi: Jatkuva betonipalkki	Pvm: 10.3.2021																																																																					
Postiosoite:	Nimi: Koilliseen	Suunnittelija: J.K																																																																					
<p>Käyttörajatila</p> <p>Taipumatarkastelu (Pitkäaikaisyhdistelmä)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Kohta</th> <th rowspan="2">M [kNm]</th> <th rowspan="2">K [MNm²]</th> <th rowspan="2">K_{cr} [MNm²]</th> <th rowspan="2">M_{cr}[kNm]</th> <th rowspan="2">ξ</th> <th rowspan="2">K_{eff} [MNm²]</th> <th colspan="3">Taipuma [mm]</th> <th rowspan="2">Tarkistus</th> </tr> <tr> <th>Virumasta</th> <th>Kokon.</th> <th>Suht.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Vasen uloke</td> <td>-3</td> <td>51</td> <td>17</td> <td>-65</td> <td>0,00</td> <td>51</td> <td>0,4</td> <td>0,6</td> <td>L/474</td> <td>< L/250 (1,2 mm) - OK</td> </tr> <tr> <td>Kenttä 1</td> <td>63</td> <td>45</td> <td>16</td> <td>61</td> <td>0,53</td> <td>30</td> <td>-1,4</td> <td>-2,1</td> <td>L/1661</td> <td>< L/250 (13,7 mm) - OK</td> </tr> <tr> <td>Kenttä 2</td> <td>23</td> <td>45</td> <td>16</td> <td>61</td> <td>0,00</td> <td>45</td> <td>0,1</td> <td>0,1</td> <td>±L/∞</td> <td>< L/250 (13,7 mm) - OK</td> </tr> <tr> <td>Kenttä 3</td> <td>63</td> <td>45</td> <td>16</td> <td>61</td> <td>0,53</td> <td>30</td> <td>-1,4</td> <td>-2,1</td> <td>L/1663</td> <td>< L/250 (13,7 mm) - OK</td> </tr> <tr> <td>Oikea uloke</td> <td>-3</td> <td>51</td> <td>17</td> <td>-65</td> <td>0,00</td> <td>51</td> <td>0,4</td> <td>0,6</td> <td>L/475</td> <td>< L/250 (1,2 mm) - OK</td> </tr> </tbody> </table>			Kohta	M [kNm]	K [MNm ²]	K _{cr} [MNm ²]	M _{cr} [kNm]	ξ	K _{eff} [MNm ²]	Taipuma [mm]			Tarkistus	Virumasta	Kokon.	Suht.	Vasen uloke	-3	51	17	-65	0,00	51	0,4	0,6	L/474	< L/250 (1,2 mm) - OK	Kenttä 1	63	45	16	61	0,53	30	-1,4	-2,1	L/1661	< L/250 (13,7 mm) - OK	Kenttä 2	23	45	16	61	0,00	45	0,1	0,1	±L/∞	< L/250 (13,7 mm) - OK	Kenttä 3	63	45	16	61	0,53	30	-1,4	-2,1	L/1663	< L/250 (13,7 mm) - OK	Oikea uloke	-3	51	17	-65	0,00	51	0,4	0,6	L/475	< L/250 (1,2 mm) - OK
Kohta	M [kNm]	K [MNm ²]								K _{cr} [MNm ²]	M _{cr} [kNm]	ξ		K _{eff} [MNm ²]	Taipuma [mm]			Tarkistus																																																					
			Virumasta	Kokon.	Suht.																																																																		
Vasen uloke	-3	51	17	-65	0,00	51	0,4	0,6	L/474	< L/250 (1,2 mm) - OK																																																													
Kenttä 1	63	45	16	61	0,53	30	-1,4	-2,1	L/1661	< L/250 (13,7 mm) - OK																																																													
Kenttä 2	23	45	16	61	0,00	45	0,1	0,1	±L/∞	< L/250 (13,7 mm) - OK																																																													
Kenttä 3	63	45	16	61	0,53	30	-1,4	-2,1	L/1663	< L/250 (13,7 mm) - OK																																																													
Oikea uloke	-3	51	17	-65	0,00	51	0,4	0,6	L/475	< L/250 (1,2 mm) - OK																																																													

Tulostettu 10.3.2021 23:59 käyttäen Eurocode Service Oy web-palvelua www.eurocodetools.fi

Kohde:	Kinnunen	Projekti nro:	10	Sivu:	8/8
Katu:		Rakennustyyppi:	Jatkuva betonipalkki	Pvm:	10.3.2021
Postiosoite:		Nimi:	Koilliseen	Suunnittelija:	J.K
Käyttörajatila					
Jännitystarkastelu (Ominaisyhdistelmä)					
Kohta	M [kNm]	$\sigma_{s,max}$ [MPa]	Tarkistus (σ_c)	$\sigma_{s,max}$ [MPa]	Tarkistus(σ_s)
Vasen uloke	-3	-0,4	$\leq 0,6 \cdot f_{ck}$ (18,0 MPa) - OK	11	$\leq 0,6 \cdot f_{yk}$ (300,0 MPa) - OK
Tuki 1 (oik)	-3	-0,4	$\leq 0,6 \cdot f_{ck}$ (18,0 MPa) - OK	11	$\leq 0,6 \cdot f_{yk}$ (300,0 MPa) - OK
Kenttä 1	72	-9,2	$\leq 0,6 \cdot f_{ck}$ (18,0 MPa) - OK	225	$\leq 0,6 \cdot f_{yk}$ (300,0 MPa) - OK
Tuki 2 (vas)	-88	-11,1	$\leq 0,6 \cdot f_{ck}$ (18,0 MPa) - OK	276	$\leq 0,6 \cdot f_{yk}$ (300,0 MPa) - OK
Tuki 2 (oik)	-88	-11,1	$\leq 0,6 \cdot f_{ck}$ (18,0 MPa) - OK	276	$\leq 0,6 \cdot f_{yk}$ (300,0 MPa) - OK
Kenttä 2	26	-3,3	$\leq 0,6 \cdot f_{ck}$ (18,0 MPa) - OK	81	$\leq 0,6 \cdot f_{yk}$ (300,0 MPa) - OK
Tuki 3 (vas)	-88	-11,1	$\leq 0,6 \cdot f_{ck}$ (18,0 MPa) - OK	276	$\leq 0,6 \cdot f_{yk}$ (300,0 MPa) - OK
Tuki 3 (oik)	-88	-11,1	$\leq 0,6 \cdot f_{ck}$ (18,0 MPa) - OK	276	$\leq 0,6 \cdot f_{yk}$ (300,0 MPa) - OK
Kenttä 3	72	-9,2	$\leq 0,6 \cdot f_{ck}$ (18,0 MPa) - OK	225	$\leq 0,6 \cdot f_{yk}$ (300,0 MPa) - OK
Tuki 4 (vas)	-3	-0,4	$\leq 0,6 \cdot f_{ck}$ (18,0 MPa) - OK	11	$\leq 0,6 \cdot f_{yk}$ (300,0 MPa) - OK
Oikea uloke	-3	-0,4	$\leq 0,6 \cdot f_{ck}$ (18,0 MPa) - OK	11	$\leq 0,6 \cdot f_{yk}$ (300,0 MPa) - OK

Tulostettu 10.3.2021 23:59 käyttäen Eurocode Service Oy web-palvelua www.eurocodetools.fi

Kohde: Kinnunen	Projekti nro: 10	Sivu: 1/8		
Katu:	Rakennetyyppi: Jatkuva betonipalkki	Pvm: 10.3.2021		
Postiosoite:	Nimi: Lounaaseen	Suunnittelija: J.K		
<p>Rakenne ja materiaalit</p> <p>Rakenneluokka Luokka 2 Ympäristöluokka XC2 Ympäristön suhteellinen kosteus RH 50 % Rakenteen kuormitusikä 28 vrk</p>				
Vasen uloke:	Kenttä 1:	Kenttä 2:	Kenttä 3:	Oikea uloke:
L=300	L=3434	L=3433	L=3433	L=300
B=525	B=525	B=525	B=525	B=525
H=450	H=450	H=450	H=450	H=450
d'=50	d'=50	d'=50	d'=50	d'=50
d=400	d=400	d=400	d=400	d=400
(d' = Terästen p.p. alareunasta[mm], d=Tehollinen korkeus[mm])				
Tukien leveys		200 mm		
Betonin lujuusluokka	C30/37	Betoniteräs	B500B	
- Materiaaliosavarmuuskerroin γ_c	1,5	- Materiaaliosavarmuuskerroin γ_s	1,15	
- Lieriölujuuden ominaisarvo f_{ck}	30,0 MPa	- Myötölujuuden ominaisarvo f_{yk}	500,0 MPa	
- Keskimääräinen vetolujuus f_{ctm}	2,90 MPa	- Myötölujuuden mitoitusarvo f_{yd}	434,8 MPa	
- Puristuslujuuden mitoitusarvo f_{cd}	17,0 MPa	- Kimmokertoimen mitoitusarvo E_s	200000 MPa	
- Sekanttimoduli E_{cm}	32837 MPa			
- Sementin tyyppi	Tyyppi N			
Säilyvyys / suojapeite				
Ympäristöolosuhteiden vaatima min. betonipeite	20 mm			
Tartunnan vaatima min. betonipeite - haat	8 mm			
Tartunnan vaatima min. betonipeite - pääteräksset	20 mm			

Tulostettu 10.3.2021 23:15 käyttäen Eurocode Service Oy web-palvelua www.eurocodetools.fi

Kohde:	Kinnunen	Projekti nro:	10	Sivu:	2/8
Katu:		Rakennustyyppi:	Jatkuva betonipalkki	Pvm:	10.3.2021
Postiosoite:		Nimi:	Lounaaseen	Suunnittelija:	J.K
Kuormitukset					
	G0-Palkin omapaino	G1-Pysyvä kuorma	Q1-Muuttuva kuorma 1 Hyötykuorma, Luokka A (asuintilat) $\psi_2 = 0,3$		
Vasen uloke	5,8kN/m	53,8kN/m	18,4kN/m		
Kenttä 1	5,8kN/m	53,8kN/m	18,4kN/m		
Kenttä 2	5,8kN/m	53,8kN/m	18,4kN/m		
Kenttä 3	5,8kN/m	53,8kN/m	18,4kN/m		
Oikea uloke	5,8kN/m	53,8kN/m	18,4kN/m		

Tulostettu 10.3.2021 23:15 käyttäen Eurocode Service Oy web-palvelua www.eurocodetools.fi

Kohde: Kinnunen	Projekti nro: 10	Sivu: 3/8
Katu:	Rakennustyyppi: Jatkuva betonipalkki	Pvm: 10.3.2021
Postiosoite:	Nimi: Lounaaseen	Suunnittelija: J.K

Kuormitusyhdistelmät

Murtorajatila, Yhdistelmä A (ULS)	$1,35 \cdot (G_0 + G_1)$
Murtorajatila, Yhdistelmä B (ULS)	$1,15 \cdot (G_0 + G_1) + 1,5 \cdot Q_1$
Käyttörajatila, Pitkäaikainen yhd. (SLSQP)	$G_0 + G_1 + 0,3 \cdot Q_1$
Käyttörajatila, Ominais yhd. (SLSC)	$G_0 + G_1 + Q_1$

Kuormituskaaviot (Muuttuvat kuormat/Murtorajatila)

1 :

2 :

3 :

4 :

Tulostettu 10.3.2021 23:15 käyttäen Eurocode Service Oy web-palvelua www.eurocodetools.fi

Kohde: Kinnunen	Projekti nro: 10	Sivu: 4/8									
Katu:	Rakennustyyppi: Jatkuva betonipalkki	Pvm: 10.3.2021									
Postiosoite:	Nimi: Lounaaseen	Suunnittelija: J.K									
Murtorajatila											
Taivutuskestävyys											
Kohta	Taivutus tark.	M _{ed} -[kNm]	M _{ed+} [kNm]	A' _s (vaad)	A _s (vaad)	YP	AP	A' _s (tod)	A _s (tod)	M _{rd-} [kNm]	M _{rd+} [kNm]
Vasen uloke	Mrd > Med - OK	-1,3	0,0	8	0	2xT20+2xT12	2xT20+2xT12	855	855	-140,8	140,8
Tuki 1 (oik)	Mrd > Med - OK	-1,3	0,0	8	0	2xT20+2xT12	2xT12	855	226	-140,9	42,2
Kenttä 1	Mrd > Med - OK	0,0	94,7	0	564	-	2xT20+2xT12	0	855	0,0	140,8
Tuki 2 (vas)	Mrd > Med - OK	-108,9	0,0	652	0	2xT20+2xT12	2xT12	855	226	-140,9	42,2
Tuki 2 (oik)	Mrd > Med - OK	-108,9	0,0	652	0	2xT20+2xT12	2xT12	855	226	-140,9	42,2
Kenttä 2	Mrd > Med - OK	0,0	45,4	0	266	-	2xT20+2xT12	0	855	0,0	140,8
Tuki 3 (vas)	Mrd > Med - OK	-108,8	0,0	651	0	2xT20+2xT12	2xT12	855	226	-140,9	42,2
Tuki 3 (oik)	Mrd > Med - OK	-108,8	0,0	651	0	2xT20+2xT12	2xT12	855	226	-140,9	42,2
Kenttä 3	Mrd > Med - OK	0,0	94,7	0	564	-	2xT20+2xT12	0	855	0,0	140,8
Tuki 4 (vas)	Mrd > Med - OK	-1,3	0,0	8	0	2xT20+2xT12	2xT12	855	226	-140,9	42,2
Oikea uloke	Mrd > Med - OK	-1,3	0,0	8	0	2xT20+2xT12	2xT20+2xT12	855	855	-140,8	140,8

Tulostettu 10.3.2021 23:15 käyttäen Eurocode Service Oy web-palvelua www.eurocodeltools.fi

Kohde: Kinnunen	Projekti nro: 10	Sivu: 5/8											
Katu:	Rakennustyyppi: Jatkuva betonipalkki	Pvm: 10.3.2021											
Postiosoite:	Nimi: Lounaaseen	Suunnittelija: J.K											
Murtorajatila													
Leikkauskestävyys													
Kohta	Leikkaus tark.	V _{ed} [kN]	V _{max} [kN]	cot(θ)	A _{sw/s} (vaad)	A _{sw/s} (min)	ΔF _{td} [kN]	ΔA _s	Haat	A _{sw/s} (tod)	V _{rdc} [kN]	V _{rd} [kN]	V _{rdMax} [kN]
Vasen uloke	Vrd > Ved - OK	0,0	-28,8	1,75	0	460	0	0	2T8 K215	468	89,8	128,1	730,8
Tuki 1 (oik)	Vrd > Ved - OK	89,8	137,9	1,75	328	460	79	181	2T8 K215	468	89,8	128,1	730,8
Kenttä 1	Vrd > Ved - OK	0,0	0,0	1,75	0	460	0	0	2T8 K215	468	89,8	128,1	730,8
Tuki 2 (vas)	Vrd > Ved - OK	-150,5	-198,6	1,75	549	460	132	303	2T8 K180	559	89,8	153,0	730,8
Tuki 2 (oik)	Vrd > Ved - OK	124,9	172,9	1,75	456	460	109	251	2T8 K215	468	89,8	128,1	730,8
Kenttä 2	Vrd > Ved - OK	0,0	0,0	1,75	0	460	0	0	2T8 K215	468	89,8	128,1	730,8
Tuki 3 (vas)	Vrd > Ved - OK	-124,8	-172,9	1,75	456	460	109	251	2T8 K215	468	89,8	128,1	730,8
Tuki 3 (oik)	Vrd > Ved - OK	150,4	198,5	1,75	549	460	132	303	2T8 K180	559	89,8	153,0	730,8
Kenttä 3	Vrd > Ved - OK	0,0	0,0	1,75	0	460	0	0	2T8 K215	468	89,8	128,1	730,8
Tuki 4 (vas)	Vrd > Ved - OK	-89,8	-137,8	1,75	0	460	79	181	2T8 K215	468	89,8	128,1	730,8
Oikea uloke	Vrd > Ved - OK	0,0	28,8	1,75	0	460	0	0	2T8 K215	468	89,8	128,1	730,8

Tulostettu 10.3.2021 23:15 käyttäen Eurocode Service Oy web-palvelua www.eurocodetools.fi

Kohde: Kinnunen	Projekti nro: 10	Sivu: 6/8																																																																																																
Katu:	Rakennustyyppi: Jatkuva betonipalkki	Pvm: 10.3.2021																																																																																																
Postiosoite:	Nimi: Lounaaseen	Suunnittelija: J.K																																																																																																
<p>Käyttöraja</p> <p>Halkeamatarkastelu (Pitkäaikaisyhdistelmä)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Kohta</th> <th>M [kNm]</th> <th>A'_{s,tod} [mm²]</th> <th>A_{s,tod} [mm²]</th> <th>S_{r,max} [mm]</th> <th>ε_{sm} - ε_{cm} [%]</th> <th>w_k [mm]</th> <th>Tarkistus</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Vasen uloke</td> <td>-3</td> <td>855</td> <td>855</td> <td>333</td> <td>0,03</td> <td>0,01</td> <td>≤ 0,3 mm - OK</td> </tr> <tr> <td>Tuki 1 (oik)</td> <td>-3</td> <td>855</td> <td>226</td> <td>340</td> <td>0,03</td> <td>0,01</td> <td>≤ 0,3 mm - OK</td> </tr> <tr> <td>Kenttä 1</td> <td>60</td> <td>0</td> <td>855</td> <td>324</td> <td>0,60</td> <td>0,19</td> <td>≤ 0,3 mm - OK</td> </tr> <tr> <td>Tuki 2 (vas)</td> <td>-74</td> <td>855</td> <td>226</td> <td>340</td> <td>0,80</td> <td>0,27</td> <td>≤ 0,3 mm - OK</td> </tr> <tr> <td>Tuki 2 (oik)</td> <td>-74</td> <td>855</td> <td>226</td> <td>340</td> <td>0,80</td> <td>0,27</td> <td>≤ 0,3 mm - OK</td> </tr> <tr> <td>Kenttä 2</td> <td>22</td> <td>0</td> <td>855</td> <td>324</td> <td>0,22</td> <td>0,07</td> <td>≤ 0,3 mm - OK</td> </tr> <tr> <td>Tuki 3 (vas)</td> <td>-74</td> <td>855</td> <td>226</td> <td>340</td> <td>0,80</td> <td>0,27</td> <td>≤ 0,3 mm - OK</td> </tr> <tr> <td>Tuki 3 (oik)</td> <td>-74</td> <td>855</td> <td>226</td> <td>340</td> <td>0,80</td> <td>0,27</td> <td>≤ 0,3 mm - OK</td> </tr> <tr> <td>Kenttä 3</td> <td>60</td> <td>0</td> <td>855</td> <td>324</td> <td>0,59</td> <td>0,19</td> <td>≤ 0,3 mm - OK</td> </tr> <tr> <td>Tuki 4 (vas)</td> <td>-3</td> <td>855</td> <td>226</td> <td>340</td> <td>0,03</td> <td>0,01</td> <td>≤ 0,3 mm - OK</td> </tr> <tr> <td>Oikea uloke</td> <td>-3</td> <td>855</td> <td>855</td> <td>333</td> <td>0,03</td> <td>0,01</td> <td>≤ 0,3 mm - OK</td> </tr> </tbody> </table>			Kohta	M [kNm]	A' _{s,tod} [mm ²]	A _{s,tod} [mm ²]	S _{r,max} [mm]	ε _{sm} - ε _{cm} [%]	w _k [mm]	Tarkistus	Vasen uloke	-3	855	855	333	0,03	0,01	≤ 0,3 mm - OK	Tuki 1 (oik)	-3	855	226	340	0,03	0,01	≤ 0,3 mm - OK	Kenttä 1	60	0	855	324	0,60	0,19	≤ 0,3 mm - OK	Tuki 2 (vas)	-74	855	226	340	0,80	0,27	≤ 0,3 mm - OK	Tuki 2 (oik)	-74	855	226	340	0,80	0,27	≤ 0,3 mm - OK	Kenttä 2	22	0	855	324	0,22	0,07	≤ 0,3 mm - OK	Tuki 3 (vas)	-74	855	226	340	0,80	0,27	≤ 0,3 mm - OK	Tuki 3 (oik)	-74	855	226	340	0,80	0,27	≤ 0,3 mm - OK	Kenttä 3	60	0	855	324	0,59	0,19	≤ 0,3 mm - OK	Tuki 4 (vas)	-3	855	226	340	0,03	0,01	≤ 0,3 mm - OK	Oikea uloke	-3	855	855	333	0,03	0,01	≤ 0,3 mm - OK
Kohta	M [kNm]	A' _{s,tod} [mm ²]	A _{s,tod} [mm ²]	S _{r,max} [mm]	ε _{sm} - ε _{cm} [%]	w _k [mm]	Tarkistus																																																																																											
Vasen uloke	-3	855	855	333	0,03	0,01	≤ 0,3 mm - OK																																																																																											
Tuki 1 (oik)	-3	855	226	340	0,03	0,01	≤ 0,3 mm - OK																																																																																											
Kenttä 1	60	0	855	324	0,60	0,19	≤ 0,3 mm - OK																																																																																											
Tuki 2 (vas)	-74	855	226	340	0,80	0,27	≤ 0,3 mm - OK																																																																																											
Tuki 2 (oik)	-74	855	226	340	0,80	0,27	≤ 0,3 mm - OK																																																																																											
Kenttä 2	22	0	855	324	0,22	0,07	≤ 0,3 mm - OK																																																																																											
Tuki 3 (vas)	-74	855	226	340	0,80	0,27	≤ 0,3 mm - OK																																																																																											
Tuki 3 (oik)	-74	855	226	340	0,80	0,27	≤ 0,3 mm - OK																																																																																											
Kenttä 3	60	0	855	324	0,59	0,19	≤ 0,3 mm - OK																																																																																											
Tuki 4 (vas)	-3	855	226	340	0,03	0,01	≤ 0,3 mm - OK																																																																																											
Oikea uloke	-3	855	855	333	0,03	0,01	≤ 0,3 mm - OK																																																																																											

Tulostettu 10.3.2021 23:15 käyttäen Eurocode Service Oy web-palvelua www.eurocodetools.fi

Kohde: Kinnunen	Projekti nro: 10	Sivu: 7/8																																																																					
Katu:	Rakennetyyppi: Jatkuva betonipalkki	Pvm: 10.3.2021																																																																					
Postiosoite:	Nimi: Lounaaseen	Suunnittelija: J.K																																																																					
<p>Käyttörajatila</p> <p>Taipumatarkastelu (Pitkäaikaisyhdistelmä)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Kohta</th> <th rowspan="2">M [kNm]</th> <th rowspan="2">K [MNm2]</th> <th rowspan="2">K_{cr} [MNm2]</th> <th rowspan="2">M_{cr}[kNm]</th> <th rowspan="2">ξ</th> <th rowspan="2">K_{eff} [MNm2]</th> <th colspan="3">Taipuma [mm]</th> <th rowspan="2">Tarkistus</th> </tr> <tr> <th>Virumasta</th> <th>Kokon.</th> <th>Suht.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Vasen uloke</td> <td>-3</td> <td>51</td> <td>17</td> <td>-65</td> <td>0,00</td> <td>51</td> <td>0,4</td> <td>0,6</td> <td>L/512</td> <td>< L/250 (1,2 mm) - OK</td> </tr> <tr> <td>Kenttä 1</td> <td>60</td> <td>45</td> <td>16</td> <td>61</td> <td>0,49</td> <td>31</td> <td>-1,2</td> <td>-1,9</td> <td>L/1799</td> <td>< L/250 (13,7 mm) - OK</td> </tr> <tr> <td>Kenttä 2</td> <td>22</td> <td>45</td> <td>16</td> <td>61</td> <td>0,00</td> <td>45</td> <td>0,1</td> <td>0,1</td> <td>±L/∞</td> <td>< L/250 (13,7 mm) - OK</td> </tr> <tr> <td>Kenttä 3</td> <td>60</td> <td>45</td> <td>16</td> <td>61</td> <td>0,49</td> <td>31</td> <td>-1,2</td> <td>-1,9</td> <td>L/1801</td> <td>< L/250 (13,7 mm) - OK</td> </tr> <tr> <td>Oikea uloke</td> <td>-3</td> <td>51</td> <td>17</td> <td>-65</td> <td>0,00</td> <td>51</td> <td>0,4</td> <td>0,6</td> <td>L/513</td> <td>< L/250 (1,2 mm) - OK</td> </tr> </tbody> </table>			Kohta	M [kNm]	K [MNm2]	K _{cr} [MNm2]	M _{cr} [kNm]	ξ	K _{eff} [MNm2]	Taipuma [mm]			Tarkistus	Virumasta	Kokon.	Suht.	Vasen uloke	-3	51	17	-65	0,00	51	0,4	0,6	L/512	< L/250 (1,2 mm) - OK	Kenttä 1	60	45	16	61	0,49	31	-1,2	-1,9	L/1799	< L/250 (13,7 mm) - OK	Kenttä 2	22	45	16	61	0,00	45	0,1	0,1	±L/∞	< L/250 (13,7 mm) - OK	Kenttä 3	60	45	16	61	0,49	31	-1,2	-1,9	L/1801	< L/250 (13,7 mm) - OK	Oikea uloke	-3	51	17	-65	0,00	51	0,4	0,6	L/513	< L/250 (1,2 mm) - OK
Kohta	M [kNm]	K [MNm2]								K _{cr} [MNm2]	M _{cr} [kNm]	ξ		K _{eff} [MNm2]	Taipuma [mm]			Tarkistus																																																					
			Virumasta	Kokon.	Suht.																																																																		
Vasen uloke	-3	51	17	-65	0,00	51	0,4	0,6	L/512	< L/250 (1,2 mm) - OK																																																													
Kenttä 1	60	45	16	61	0,49	31	-1,2	-1,9	L/1799	< L/250 (13,7 mm) - OK																																																													
Kenttä 2	22	45	16	61	0,00	45	0,1	0,1	±L/∞	< L/250 (13,7 mm) - OK																																																													
Kenttä 3	60	45	16	61	0,49	31	-1,2	-1,9	L/1801	< L/250 (13,7 mm) - OK																																																													
Oikea uloke	-3	51	17	-65	0,00	51	0,4	0,6	L/513	< L/250 (1,2 mm) - OK																																																													

Tulostettu 10.3.2021 23:15 käyttäen Eurocode Service Oy web-palvelua www.eurocodetools.fi

Kohde: Kinnunen	Projekti nro: 10	Sivu: 8/8			
Katu:	Rakennustyyppi: Jatkuva betonipalkki	Pvm: 10.3.2021			
Postiosoite:	Nimi: Lounaaseen	Suunnittelija: J.K			
Käyttörajatila					
Jännitystarkastelu (Ominaisyhdistelmä)					
Kohta	M [kNm]	$\sigma_{s,max}$ [MPa]	Tarkistus (σ_c)	$\sigma_{s,max}$ [MPa]	Tarkistus(σ_s)
Vasen uloke	-4	-0,4	$\leq 0,6 \cdot f_{ck}$ (18,0 MPa) - OK	11	$\leq 0,6 \cdot f_{yk}$ (300,0 MPa) - OK
Tuki 1 (oik)	-4	-0,4	$\leq 0,6 \cdot f_{ck}$ (18,0 MPa) - OK	11	$\leq 0,6 \cdot f_{yk}$ (300,0 MPa) - OK
Kenttä 1	72	-9,3	$\leq 0,6 \cdot f_{ck}$ (18,0 MPa) - OK	227	$\leq 0,6 \cdot f_{yk}$ (300,0 MPa) - OK
Tuki 2 (vas)	-89	-11,2	$\leq 0,6 \cdot f_{ck}$ (18,0 MPa) - OK	278	$\leq 0,6 \cdot f_{yk}$ (300,0 MPa) - OK
Tuki 2 (oik)	-89	-11,2	$\leq 0,6 \cdot f_{ck}$ (18,0 MPa) - OK	278	$\leq 0,6 \cdot f_{yk}$ (300,0 MPa) - OK
Kenttä 2	26	-3,4	$\leq 0,6 \cdot f_{ck}$ (18,0 MPa) - OK	82	$\leq 0,6 \cdot f_{yk}$ (300,0 MPa) - OK
Tuki 3 (vas)	-89	-11,2	$\leq 0,6 \cdot f_{ck}$ (18,0 MPa) - OK	278	$\leq 0,6 \cdot f_{yk}$ (300,0 MPa) - OK
Tuki 3 (oik)	-89	-11,2	$\leq 0,6 \cdot f_{ck}$ (18,0 MPa) - OK	278	$\leq 0,6 \cdot f_{yk}$ (300,0 MPa) - OK
Kenttä 3	72	-9,3	$\leq 0,6 \cdot f_{ck}$ (18,0 MPa) - OK	226	$\leq 0,6 \cdot f_{yk}$ (300,0 MPa) - OK
Tuki 4 (vas)	-4	-0,4	$\leq 0,6 \cdot f_{ck}$ (18,0 MPa) - OK	11	$\leq 0,6 \cdot f_{yk}$ (300,0 MPa) - OK
Oikea uloke	-4	-0,4	$\leq 0,6 \cdot f_{ck}$ (18,0 MPa) - OK	11	$\leq 0,6 \cdot f_{yk}$ (300,0 MPa) - OK

Tulostettu 10.3.2021 23:15 käyttäen Eurocode Service Oy web-palvelua www.eurocodetools.fi

Liite 6: Alapohjan mitoituslaskelmat

Eurocode Service Oy - Eurocode Tools

Sivu 1/4

Kohde: Kinnunen	Projekti nro: 10	Sivu: 1/4				
Katu:	Rakennetyyppi: Jatkuva betonipalkki	Pvm: 18.3.2021				
Postiosoite:	Nimi: Alapohja	Suunnittelija: J.K				
<p>Rakenne ja materiaalit</p> <p>Rakenneluokka Luokka 2 Ympäristöluokka XC1 Ympäristön suhteellinen kosteus RH 50 % Rakenteen kuormitusikä 28 vrk</p> <hr/> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;"> <p>Kenttä 1:</p> <p>L=3600 B=1000 H=160 d'=50 d=110</p> </td> <td style="width: 50%; text-align: center;"> <p>Kenttä 2:</p> <p>L=3600 B=1000 H=160 d'=50 d=110</p> </td> </tr> </table> <p>(d' = Terästen p.p. alareunasta[mm], d=Tehollinen korkeus[mm])</p> <p>Tukien leveys 125 mm</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;"> <p>Betonin lujuusluokka C25/30</p> <p>- Materiaaliosavarmuuskerroin γ_c 1,5</p> <p>- Lieriölujuuden ominaisarvo f_{ck} 25,0 MPa</p> <p>- Keskimääräinen vetolujuus f_{cm} 2,56 MPa</p> <p>- Puristuslujuuden mitoitusarvo f_{cd} 14,2 MPa</p> <p>- Sekanttimoduli E_{cm} 31476 MPa</p> <p>- Sementin tyyppi Tyypin N</p> </td> <td style="width: 50%;"> <p>Betoniteräs B500B</p> <p>- Materiaaliosavarmuuskerroin γ_s 1,15</p> <p>- Myötölujuuden ominaisarvo f_{yk} 500,0 MPa</p> <p>- Myötölujuuden mitoitusarvo f_{yd} 434,8 MPa</p> <p>- Kimmokertoimen mitoitusarvo E_s 200000 MPa</p> </td> </tr> </table> <p>Säilyvyys / suojapeite</p> <p>Ympäristöolosuhteiden vaatima min. betonipeite 10 mm Tartunnan vaatima min. betonipeite - haat 10 mm Tartunnan vaatima min. betonipeite - pääteräksset 10 mm</p>			<p>Kenttä 1:</p> <p>L=3600 B=1000 H=160 d'=50 d=110</p>	<p>Kenttä 2:</p> <p>L=3600 B=1000 H=160 d'=50 d=110</p>	<p>Betonin lujuusluokka C25/30</p> <p>- Materiaaliosavarmuuskerroin γ_c 1,5</p> <p>- Lieriölujuuden ominaisarvo f_{ck} 25,0 MPa</p> <p>- Keskimääräinen vetolujuus f_{cm} 2,56 MPa</p> <p>- Puristuslujuuden mitoitusarvo f_{cd} 14,2 MPa</p> <p>- Sekanttimoduli E_{cm} 31476 MPa</p> <p>- Sementin tyyppi Tyypin N</p>	<p>Betoniteräs B500B</p> <p>- Materiaaliosavarmuuskerroin γ_s 1,15</p> <p>- Myötölujuuden ominaisarvo f_{yk} 500,0 MPa</p> <p>- Myötölujuuden mitoitusarvo f_{yd} 434,8 MPa</p> <p>- Kimmokertoimen mitoitusarvo E_s 200000 MPa</p>
<p>Kenttä 1:</p> <p>L=3600 B=1000 H=160 d'=50 d=110</p>	<p>Kenttä 2:</p> <p>L=3600 B=1000 H=160 d'=50 d=110</p>					
<p>Betonin lujuusluokka C25/30</p> <p>- Materiaaliosavarmuuskerroin γ_c 1,5</p> <p>- Lieriölujuuden ominaisarvo f_{ck} 25,0 MPa</p> <p>- Keskimääräinen vetolujuus f_{cm} 2,56 MPa</p> <p>- Puristuslujuuden mitoitusarvo f_{cd} 14,2 MPa</p> <p>- Sekanttimoduli E_{cm} 31476 MPa</p> <p>- Sementin tyyppi Tyypin N</p>	<p>Betoniteräs B500B</p> <p>- Materiaaliosavarmuuskerroin γ_s 1,15</p> <p>- Myötölujuuden ominaisarvo f_{yk} 500,0 MPa</p> <p>- Myötölujuuden mitoitusarvo f_{yd} 434,8 MPa</p> <p>- Kimmokertoimen mitoitusarvo E_s 200000 MPa</p>					

Tulostettu 18.3.2021 11:43 käyttäen Eurocode Service Oy web-palvelua www.eurocodetools.fi

Kohde: Kinnunen	Projekti nro: 10	Sivu: 3/4											
Katu:	Rakennustyyppi: Jatkuva betonipalkki	Pvm: 18.3.2021											
Postiosoite:	Nimi: Alapohja	Suunnittelija: J.K											
Murtorajatila													
Taivutuskestävyys													
Kohta	Taivutus tark.	M _{ed} [kNm]	M _{ed+} [kNm]	A' _s (vaad)	A _s (vaad)	YP	AP	A' _s (tod)	A _s (tod)	M _{rd} [kNm]	M _{rd+} [kNm]		
Tuki 1 (oik)	Mrd > Med - OK	0,0	0,0	0	0	-	2xT10	0	157	0,0	7,3		
Kenttä 1	Mrd > Med - OK	0,0	8,2	0	176	-	6xT10	0	471	0,0	21,1		
Tuki 2 (vas)	Mrd > Med - OK	-12,5	0,0	272	0	6xT8	2xT10	302	157	-16,4	12,7		
Tuki 2 (oik)	Mrd > Med - OK	-12,5	0,0	272	0	6xT8	2xT10	302	157	-16,4	12,7		
Kenttä 2	Mrd > Med - OK	0,0	8,2	0	176	-	6xT10	0	471	0,0	21,1		
Tuki 3 (vas)	Mrd > Med - OK	0,0	0,0	0	0	-	2xT10	0	157	0,0	7,3		
Leikkauskestävyys													
Kohta	Leikkaus tark.	V _{ed} [kN]	V _{max} [kN]	cot(θ)	A _{sw/s} (vaad)	A _{sw/s} (min)	ΔF _{id} [kN]	ΔA _s	Haat	A _{sw/s} (tod)	V _{rdc} [kN]	V _{rd} [kN]	V _{rdMax} [kN]
Tuki 1 (oik)	Vrd > Ved - OK	10,2	11,6	1,75	0	800	9	21	6T10 K80	5890	54,4	326,2	326,2
Kenttä 1	Vrd > Ved - OK	0,0	0,0	1,75	0	800	0	0	6T10 K80	5890	54,4	326,2	326,2
Tuki 2 (vas)	Vrd > Ved - OK	-16,8	-18,2	1,75	0	800	15	34	6T10 K80	5890	54,4	326,2	326,2
Tuki 2 (oik)	Vrd > Ved - OK	16,8	18,2	1,75	0	800	15	34	6T10 K80	5890	54,4	326,2	326,2
Kenttä 2	Vrd > Ved - OK	0,0	0,0	1,75	0	800	0	0	6T10 K80	5890	54,4	326,2	326,2
Tuki 3 (vas)	Vrd > Ved - OK	-10,2	-11,6	1,75	0	800	9	21	6T10 K80	5890	54,4	326,2	326,2

Tulostettu 18.3.2021 11:43 käyttäen Eurocode Service Oy web-palvelua www.eurocodetools.fi

Kohde: Kinnunen	Projekti nro: 10	Sivu: 4/4																																																																																																										
Katu:	Rakennustyyppi: Jatkuva betonipalkki	Pvm: 18.3.2021																																																																																																										
Postiosoite:	Nimi: Alapohja	Suunnittelija: J.K																																																																																																										
<p>Käyttöraja</p> <p>Halkeamatarkastelu (Pitkäaikaisyhdistelmä)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Kohta</th> <th>M [kNm]</th> <th>A_{s,tod} [mm²]</th> <th>A_s [mm²]</th> <th>S_{r,max} [mm]</th> <th>ε_{sm} - ε_{cm} [‰]</th> <th>w_k [mm]</th> <th>Tarkistus</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Kenttä 1</td> <td>5</td> <td>0</td> <td>471</td> <td>299</td> <td>0,30</td> <td>0,09</td> <td>≤ 0,4 mm - OK</td> </tr> <tr> <td>Tuki 2 (vas)</td> <td>-8</td> <td>302</td> <td>157</td> <td>343</td> <td>0,78</td> <td>0,27</td> <td>≤ 0,4 mm - OK</td> </tr> <tr> <td>Tuki 2 (oik)</td> <td>-8</td> <td>302</td> <td>157</td> <td>343</td> <td>0,78</td> <td>0,27</td> <td>≤ 0,4 mm - OK</td> </tr> <tr> <td>Kenttä 2</td> <td>5</td> <td>0</td> <td>471</td> <td>299</td> <td>0,30</td> <td>0,09</td> <td>≤ 0,4 mm - OK</td> </tr> </tbody> </table> <p>Taipumatarkastelu (Pitkäaikaisyhdistelmä)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Kohta</th> <th rowspan="2">M [kNm]</th> <th rowspan="2">K [MNm²]</th> <th rowspan="2">K_{cr} [MNm²]</th> <th rowspan="2">M_{cr}[kNm]</th> <th rowspan="2">ξ</th> <th rowspan="2">K_{eff} [MNm²]</th> <th colspan="3">Taipuma [mm]</th> <th rowspan="2">Tarkistus</th> </tr> <tr> <th>Vuromasta</th> <th>Kokon.</th> <th>Suht.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Kenttä 1</td> <td>5</td> <td>3</td> <td>1</td> <td>11</td> <td>0,00</td> <td>3</td> <td>-1,1</td> <td>-1,5</td> <td>L/2421</td> <td>< L/250 (14,4 mm) - OK</td> </tr> <tr> <td>Kenttä 2</td> <td>5</td> <td>3</td> <td>1</td> <td>11</td> <td>0,00</td> <td>3</td> <td>-1,1</td> <td>-1,5</td> <td>L/2421</td> <td>< L/250 (14,4 mm) - OK</td> </tr> </tbody> </table> <p>Jännitystarkastelu (Ominaisyhdistelmä)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Kohta</th> <th>M [kNm]</th> <th>σ_{e,max} [MPa]</th> <th>Tarkistus (σ_e)</th> <th>σ_{s,max} [MPa]</th> <th>Tarkistus(σ_s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Kenttä 1</td> <td>6</td> <td>-5</td> <td>≤ 0,6*f_{ck} (15,0 MPa) - OK</td> <td>120</td> <td>≤0,6*f_{yk} (300,0 MPa) - OK</td> </tr> <tr> <td>Tuki 2 (vas)</td> <td>-10</td> <td>-10,9</td> <td>≤ 0,6*f_{ck} (15,0 MPa) - OK</td> <td>309</td> <td>>0,6*f_{yk} (300,0 MPa) Huom!</td> </tr> <tr> <td>Tuki 2 (oik)</td> <td>-10</td> <td>-10,9</td> <td>≤ 0,6*f_{ck} (15,0 MPa) - OK</td> <td>309</td> <td>>0,6*f_{yk} (300,0 MPa) Huom!</td> </tr> <tr> <td>Kenttä 2</td> <td>6</td> <td>-5</td> <td>≤ 0,6*f_{ck} (15,0 MPa) - OK</td> <td>120</td> <td>≤0,6*f_{yk} (300,0 MPa) - OK</td> </tr> </tbody> </table>			Kohta	M [kNm]	A _{s,tod} [mm ²]	A _s [mm ²]	S _{r,max} [mm]	ε _{sm} - ε _{cm} [‰]	w _k [mm]	Tarkistus	Kenttä 1	5	0	471	299	0,30	0,09	≤ 0,4 mm - OK	Tuki 2 (vas)	-8	302	157	343	0,78	0,27	≤ 0,4 mm - OK	Tuki 2 (oik)	-8	302	157	343	0,78	0,27	≤ 0,4 mm - OK	Kenttä 2	5	0	471	299	0,30	0,09	≤ 0,4 mm - OK	Kohta	M [kNm]	K [MNm ²]	K _{cr} [MNm ²]	M _{cr} [kNm]	ξ	K _{eff} [MNm ²]	Taipuma [mm]			Tarkistus	Vuromasta	Kokon.	Suht.	Kenttä 1	5	3	1	11	0,00	3	-1,1	-1,5	L/2421	< L/250 (14,4 mm) - OK	Kenttä 2	5	3	1	11	0,00	3	-1,1	-1,5	L/2421	< L/250 (14,4 mm) - OK	Kohta	M [kNm]	σ _{e,max} [MPa]	Tarkistus (σ _e)	σ _{s,max} [MPa]	Tarkistus(σ _s)	Kenttä 1	6	-5	≤ 0,6*f _{ck} (15,0 MPa) - OK	120	≤0,6*f _{yk} (300,0 MPa) - OK	Tuki 2 (vas)	-10	-10,9	≤ 0,6*f _{ck} (15,0 MPa) - OK	309	>0,6*f _{yk} (300,0 MPa) Huom!	Tuki 2 (oik)	-10	-10,9	≤ 0,6*f _{ck} (15,0 MPa) - OK	309	>0,6*f _{yk} (300,0 MPa) Huom!	Kenttä 2	6	-5	≤ 0,6*f _{ck} (15,0 MPa) - OK	120	≤0,6*f _{yk} (300,0 MPa) - OK
Kohta	M [kNm]	A _{s,tod} [mm ²]	A _s [mm ²]	S _{r,max} [mm]	ε _{sm} - ε _{cm} [‰]	w _k [mm]	Tarkistus																																																																																																					
Kenttä 1	5	0	471	299	0,30	0,09	≤ 0,4 mm - OK																																																																																																					
Tuki 2 (vas)	-8	302	157	343	0,78	0,27	≤ 0,4 mm - OK																																																																																																					
Tuki 2 (oik)	-8	302	157	343	0,78	0,27	≤ 0,4 mm - OK																																																																																																					
Kenttä 2	5	0	471	299	0,30	0,09	≤ 0,4 mm - OK																																																																																																					
Kohta	M [kNm]	K [MNm ²]	K _{cr} [MNm ²]	M _{cr} [kNm]	ξ	K _{eff} [MNm ²]	Taipuma [mm]			Tarkistus																																																																																																		
							Vuromasta	Kokon.	Suht.																																																																																																			
Kenttä 1	5	3	1	11	0,00	3	-1,1	-1,5	L/2421	< L/250 (14,4 mm) - OK																																																																																																		
Kenttä 2	5	3	1	11	0,00	3	-1,1	-1,5	L/2421	< L/250 (14,4 mm) - OK																																																																																																		
Kohta	M [kNm]	σ _{e,max} [MPa]	Tarkistus (σ _e)	σ _{s,max} [MPa]	Tarkistus(σ _s)																																																																																																							
Kenttä 1	6	-5	≤ 0,6*f _{ck} (15,0 MPa) - OK	120	≤0,6*f _{yk} (300,0 MPa) - OK																																																																																																							
Tuki 2 (vas)	-10	-10,9	≤ 0,6*f _{ck} (15,0 MPa) - OK	309	>0,6*f _{yk} (300,0 MPa) Huom!																																																																																																							
Tuki 2 (oik)	-10	-10,9	≤ 0,6*f _{ck} (15,0 MPa) - OK	309	>0,6*f _{yk} (300,0 MPa) Huom!																																																																																																							
Kenttä 2	6	-5	≤ 0,6*f _{ck} (15,0 MPa) - OK	120	≤0,6*f _{yk} (300,0 MPa) - OK																																																																																																							

Tulostettu 18.3.2021 11:43 käyttäen Eurocode Service Oy web-palvelua www.eurocodetools.fi

Liite 7: Aukkopalkkien mitoituslaskelmat

Eurocode Service Oy - Eurocode Tools

Sivu 1/3

Kohde:	Kinnunen	Projekti nro:	10	Sivu:	1/3
Katu:		Rakennetyyppi:	1-aukkoinen betonipalkki	Pvm:	17.3.2021
Postiosoite:		Nimi:	Alakerta aukkopalkki	Suunnittelija:	J.K

Rakenne ja materiaalit			
Jänneväli, L	1800 mm		
Palkin leveys, B	150 mm		
Palkin korkeus, H	400 mm		
Tuen leveys, bt	100 mm		
Terästen p.p. alareunasta, d'	50 mm		
Palkin tehollinen korkeus, d	350 mm		
Rakenneluokka	Luokka 2		
Ympäristöluokka	XC1		
Ympäristön suhteellinen kosteus RH	50 %		
Rakenteen kuormitusikä	28 vrk		
Betonin lujuusluokka	C30/37	Betoniteräs	B500B
- Materiaaliosavarmuuskerroin γ_c	1,5	- Materiaaliosavarmuuskerroin γ_s	1,15
- Lieriölujuuden ominaisarvo f_{ck}	30,0 MPa	- Myötölujuuden ominaisarvo f_{yk}	500,0 MPa
- Keskimääräinen vetolujuus f_{ctm}	2,90 MPa	- Myötölujuuden mitoitusarvo f_{yd}	434,8 MPa
- Puristuslujuuden mitoitusarvo f_{cd}	17,0 MPa	- Kimmokertoimen mitoitusarvo E_s	200000 MPa
- Sekanttimoduli E_{cm}	32837 MPa		
- Sementin tyyppi	Tyyppi N		
Säilyvyys / suojapeite			
Ympäristöolosuhteiden vaatima min. betonipeite	10 mm		
Tartunnan vaatima min. betonipeite - haat	6 mm		
Tartunnan vaatima min. betonipeite - pääteräksset	17 mm		
Kuormitukset			
Palkin omapaino g_0	1,5 kN/m		
Muut pysyvät kuormat g_1	31,6 kN/m		
Hyötykuormat q_1	10,0 kN/m		
Pysyvän kuorman osavarmuuskerroin γ_g	1,35 (yhdistelmä A) tai 1,15 (yhdistelmä B)		
Hyötykuorma osavarmuuskerroin γ_q	1,5		
Hyötykuorma pitkäaik.arvon yhdistelykerroin ψ_2	0,3 - Hyötykuorma, Luokka A (asuintilat)		

Tulostettu 17.3.2021 21:47 käyttäen Eurocode Service Oy web-palvelua www.eurocodetools.fi

Kohde: Kinnunen	Projekti nro: 10	Sivu: 2/3		
Katu:	Rakennetyyppi: 1-aukkoinen betonipalkki	Pvm: 17.3.2021		
Postiosoite:	Nimi: Alakerta aukkopalkki	Suunnittelija: J.K		
Voimasuureet				
Kuormitusyhdistelmä	Tasainen kuormitus	Momentin mitoitussarvo	Leikkausvoiman mitoitussarvo	Leikkausvoiman maksimi
Murtorajatila, yhd. A: 1,35* G	44,7 kN/m	18 kNm	22 kN	40 kN
Murtorajatila, yhd. B: 1,15 * G + 1,50 * Q	53,1 kN/m	21 kNm	27 kN	48 kN
Käyttörajatila, ominais yhd.: G + Q	43,1 kN/m	17 kNm		
Käyttörajatila, pitkäaik. yhd.: G + 0,30 * Q	36,1 kN/m	15 kNm		
Taivutuskestävyys				
Taivutusmomentin mitoitussarvo Med		21 kNm		
Tehollinen korkeus d		350 mm		
Suhteellinen momentti μ		0,069		
Momenttivarsi z		338 mm		
Vaadittu puristusraudoitusala As'		0 mm ²		
Vaadittu vetorausoitussala As		146 mm ²		
Minimiraudoitusala As,min		79 mm ²		
Valittu puristusraudoitus		2xT10		
Valittu vetorausoitussala		3xT10		
Todellinen puristusraudoitusala As'(tod)		157 mm ²		
Todellinen vetorausoitussala As(tod)		236 mm ²		
Taivutuskestävyys Mrd		34 kNm		> As min.(79,1 mm ²) - OK
Betonipuristuma $\epsilon_c(\max)$		-1,67 ‰		> Med (21,5 kNm) - OK
Teräsvenymä $\epsilon_s(\max)$		10,00 ‰		
Leikkauskestävyys				
Leikkausvoiman mitoitussarvo Ved		27 kN		
Leikkausvoiman maksimi tuella Vmax		48 kN		
Leikkauskestävyys (raudoittamaton pl.) Vrd,c		23 kN		
Puristuspaarteen kaltevuus cot(θ)		1,75 ($\theta=29,7^\circ$)		
Leikkauskestävyyden yläraja Vrd,max		183 kN		> Vmax (47,7 kN) - OK
Vaadittu leikkausraudoitusala Asw/s		111 mm ² /m		
Minimi leikkausraudoitusala Asw/s,min		131 mm ² /m		
Valittu leikkausraudoitus		2T6 K200		
Todellinen leikkausraudoitusala Asw/s,tod		283 mm ² /m		> Asw min.(131 mm ² /m) - OK
Leikkauskestävyys Vrd		68 kN		> Ved (26,5 kN) - OK
Ankkuroitava lisävetovoima ΔF_{td}		23 kN		
Ankkuroitava lisäpinta-ala ΔA_s		53 mm ²		

Tulostettu 17.3.2021 21:47 käyttäen Eurocode Service Oy web-palvelua www.eurocodetools.fi

Kohde:	Projektin nro:	Sivu:
Kinnunen	10	3/3
Katu:	Rakennustyyppi:	Pvm:
	1-aukkoainen betonipalkki	17.3.2021
Postiosoite:	Nimi:	Suunnittelija:
	Alakerta aukkopalkki	J.K
	Pitkäaikaisyhdistelmä:	Ominaisiyhdistelmä:
	G + 0,30 * Q	G + Q
Halkeamatarkastelu		
Suurin halkeamaväli (sr,max)	256 mm	272 mm
Venymien erotus (ε _{sm} -ε _{cm})	0,62 ‰	0,68 ‰
Halkeaman leveys (wk)	0,16 mm	0,19 mm
	≤ 0,4 mm - OK	
Taipumatarkastelu		
Virumaluku φ(∞,t0)	2,59	
Kuivumiskutistuma ε(∞)	0,48 ‰	
Sisäinen kutistuma ε(∞)	0,05 ‰	
Halkeamattoman pl. jäykkyys K	9,1 MNm ²	28,0 MNm ²
Halkeamamomentti M _{cr}	14,6 kNm	12,4 kNm
Halkeilleen pl. jäykkyys K _{cr}	3,4 MNm ²	4,3 MNm ²
Jakautumakerroin ξ	0,50	0,49
Tehollinen jäykkyys K _{eff}	6,3 MNm ²	16,3 MNm ²
Taipuma virumasta	0,6 mm	
Taipuma kutistumasta	0,1 mm	
Kokonaistaipuma	0,9 mm	1,0 mm
Suhteellinen taipuma	L/2104	L/1825
	< L/250 (7,2 mm) - OK	
Jännitystarkastelu		
Betonijännitys σ _c (max)	-4,5 MPa	-9,6 MPa
		≤ 0,6*f_{ck} (18,0 MPa) - OK
Teräs ­ jännitys σ _s (max)	200,4 MPa	227,9 MPa
		≤ 0,6*f_{yk} (300,0 MPa) - OK

Kohde: Kinnunen	Projekti nro: 10	Sivu: 1/3																																																																			
Katu:	Rakennetyyppi: 1-aukkoinen betonipalkki	Pvm: 17.3.2021																																																																			
Postiosoite:	Nimi: Yläkerta aukkopalkki	Suunnittelija: J.K																																																																			
<p>Rakenne ja materiaalit</p> <table> <tr> <td>Jänneväli, L</td> <td>2800 mm</td> <td rowspan="14"> </td> </tr> <tr> <td>Palkin leveys, B</td> <td>150 mm</td> </tr> <tr> <td>Palkin korkeus, H</td> <td>200 mm</td> </tr> <tr> <td>Tuen leveys, bt</td> <td>100 mm</td> </tr> <tr> <td>Terästen p.p. alareunasta, d'</td> <td>50 mm</td> </tr> <tr> <td>Palkin tehollinen korkeus, d</td> <td>150 mm</td> </tr> <tr> <td>Rakenneluokka</td> <td>Luokka 2</td> </tr> <tr> <td>Ympäristöluokka</td> <td>XC1</td> </tr> <tr> <td>Ympäristön suhteellinen kosteus RH</td> <td>50 %</td> </tr> <tr> <td>Rakenteen kuormitusikä</td> <td>28 vrk</td> </tr> <tr> <td>Betonin lujuusluokka</td> <td>C30/37</td> <td>Betoniteräs</td> <td>B500B</td> </tr> <tr> <td>- Materiaaliosavarmuuskerroin γ_c</td> <td>1,5</td> <td>- Materiaaliosavarmuuskerroin γ_s</td> <td>1,15</td> </tr> <tr> <td>- Lieriölujuuden ominaisarvo f_{ck}</td> <td>30,0 MPa</td> <td>- Myötölujuuden ominaisarvo f_{yk}</td> <td>500,0 MPa</td> </tr> <tr> <td>- Keskimääräinen vetolujuus f_{ctm}</td> <td>2,90 MPa</td> <td>- Myötölujuuden mitoitusarvo f_{yd}</td> <td>434,8 MPa</td> </tr> <tr> <td>- Puristuslujuuden mitoitusarvo f_{cd}</td> <td>17,0 MPa</td> <td>- Kimmokertoimen mitoitusarvo E_s</td> <td>200000 MPa</td> </tr> <tr> <td>- Sekanttimoduli E_{cm}</td> <td>32837 MPa</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>- Sementin tyyppi</td> <td>Tyyppi N</td> <td></td> <td></td> </tr> </table> <p>Säilyvyys / suojapeite</p> <table> <tr> <td>Ympäristöolosuhteiden vaatima min. betonipeite</td> <td>10 mm</td> </tr> <tr> <td>Tartunnan vaatima min. betonipeite - haat</td> <td>6 mm</td> </tr> <tr> <td>Tartunnan vaatima min. betonipeite - pääteräkset</td> <td>21 mm</td> </tr> </table> <p>Kuormitukset</p> <table> <tr> <td>Palkin omapaino g_0</td> <td>0,7 kN/m</td> </tr> <tr> <td>Muut pysyvät kuormat g_1</td> <td>4,1 kN/m</td> </tr> <tr> <td>Hyötykuormat q_1</td> <td>8,2 kN/m</td> </tr> <tr> <td>Pysyvän kuorman osavarmuuskerroin γ_g</td> <td>1,35 (yhdistelmä A) tai 1,15 (yhdistelmä B)</td> </tr> <tr> <td>Hyötykuorma osavarmuuskerroin γ_q</td> <td>1,5</td> </tr> <tr> <td>Hyötykuorma pitkäaik.arvon yhdistelykerroin ψ_2</td> <td>0,2 - Lumikuorma ($s_k < 2.75\text{kN/m}^2$)</td> </tr> </table>			Jänneväli, L	2800 mm		Palkin leveys, B	150 mm	Palkin korkeus, H	200 mm	Tuen leveys, bt	100 mm	Terästen p.p. alareunasta, d'	50 mm	Palkin tehollinen korkeus, d	150 mm	Rakenneluokka	Luokka 2	Ympäristöluokka	XC1	Ympäristön suhteellinen kosteus RH	50 %	Rakenteen kuormitusikä	28 vrk	Betonin lujuusluokka	C30/37	Betoniteräs	B500B	- Materiaaliosavarmuuskerroin γ_c	1,5	- Materiaaliosavarmuuskerroin γ_s	1,15	- Lieriölujuuden ominaisarvo f_{ck}	30,0 MPa	- Myötölujuuden ominaisarvo f_{yk}	500,0 MPa	- Keskimääräinen vetolujuus f_{ctm}	2,90 MPa	- Myötölujuuden mitoitusarvo f_{yd}	434,8 MPa	- Puristuslujuuden mitoitusarvo f_{cd}	17,0 MPa	- Kimmokertoimen mitoitusarvo E_s	200000 MPa	- Sekanttimoduli E_{cm}	32837 MPa			- Sementin tyyppi	Tyyppi N			Ympäristöolosuhteiden vaatima min. betonipeite	10 mm	Tartunnan vaatima min. betonipeite - haat	6 mm	Tartunnan vaatima min. betonipeite - pääteräkset	21 mm	Palkin omapaino g_0	0,7 kN/m	Muut pysyvät kuormat g_1	4,1 kN/m	Hyötykuormat q_1	8,2 kN/m	Pysyvän kuorman osavarmuuskerroin γ_g	1,35 (yhdistelmä A) tai 1,15 (yhdistelmä B)	Hyötykuorma osavarmuuskerroin γ_q	1,5	Hyötykuorma pitkäaik.arvon yhdistelykerroin ψ_2	0,2 - Lumikuorma ($s_k < 2.75\text{kN/m}^2$)
Jänneväli, L	2800 mm																																																																				
Palkin leveys, B	150 mm																																																																				
Palkin korkeus, H	200 mm																																																																				
Tuen leveys, bt	100 mm																																																																				
Terästen p.p. alareunasta, d'	50 mm																																																																				
Palkin tehollinen korkeus, d	150 mm																																																																				
Rakenneluokka	Luokka 2																																																																				
Ympäristöluokka	XC1																																																																				
Ympäristön suhteellinen kosteus RH	50 %																																																																				
Rakenteen kuormitusikä	28 vrk																																																																				
Betonin lujuusluokka	C30/37		Betoniteräs	B500B																																																																	
- Materiaaliosavarmuuskerroin γ_c	1,5		- Materiaaliosavarmuuskerroin γ_s	1,15																																																																	
- Lieriölujuuden ominaisarvo f_{ck}	30,0 MPa		- Myötölujuuden ominaisarvo f_{yk}	500,0 MPa																																																																	
- Keskimääräinen vetolujuus f_{ctm}	2,90 MPa		- Myötölujuuden mitoitusarvo f_{yd}	434,8 MPa																																																																	
- Puristuslujuuden mitoitusarvo f_{cd}	17,0 MPa	- Kimmokertoimen mitoitusarvo E_s	200000 MPa																																																																		
- Sekanttimoduli E_{cm}	32837 MPa																																																																				
- Sementin tyyppi	Tyyppi N																																																																				
Ympäristöolosuhteiden vaatima min. betonipeite	10 mm																																																																				
Tartunnan vaatima min. betonipeite - haat	6 mm																																																																				
Tartunnan vaatima min. betonipeite - pääteräkset	21 mm																																																																				
Palkin omapaino g_0	0,7 kN/m																																																																				
Muut pysyvät kuormat g_1	4,1 kN/m																																																																				
Hyötykuormat q_1	8,2 kN/m																																																																				
Pysyvän kuorman osavarmuuskerroin γ_g	1,35 (yhdistelmä A) tai 1,15 (yhdistelmä B)																																																																				
Hyötykuorma osavarmuuskerroin γ_q	1,5																																																																				
Hyötykuorma pitkäaik.arvon yhdistelykerroin ψ_2	0,2 - Lumikuorma ($s_k < 2.75\text{kN/m}^2$)																																																																				

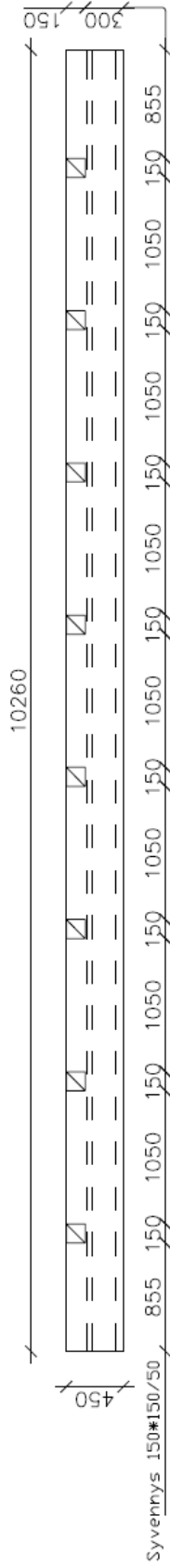
Tulostettu 17.3.2021 21:56 käyttäen Eurocode Service Oy web-palvelua www.eurocodetools.fi

Kohde: Kinnunen	Projekti nro: 10	Sivu: 2/3		
Katu:	Rakennetyyppi: 1-aukkoinen betonipalkki	Pvm: 17.3.2021		
Postiosoite:	Nimi: Yläkerta aukkopalkki	Suunnittelija: J.K		
Voimasuureet				
Kuormitusyhdistelmä	Tasainen kuormitus	Momentin mitoitussarvo	Leikkausvoiman mitoitussarvo	Leikkausvoiman maksimi
Murtorajatila, yhd. A: 1,35* G	6,5 kN/m	6 kNm	8 kN	9 kN
Murtorajatila, yhd. B: 1,15 * G + 1,50 * Q	17,9 kN/m	18 kNm	21 kN	25 kN
Käyttörajatila, ominais yhd.: G + Q	13,0 kN/m	13 kNm		
Käyttörajatila, pitkäaik. yhd.: G + 0,20 * Q	6,5 kN/m	6 kNm		
Taivutuskestävyys				
Taivutusmomentin mitoitussarvo Med		18 kNm		
Tehollinen korkeus d		150 mm		
Suhteellinen momentti μ		0,305		
Momenttivarsi z		122 mm		
Vaadittu puristusraudoitusala As'		0 mm ²		
Vaadittu vetorausoitussala As		330 mm ²		
Minimiraudoitusala As,min		34 mm ²		
Valittu puristusraudoitus		2xT10		
Valittu vetorausoitussala		3xT12		
Todellinen puristusraudoitusala As'(tod)		157 mm ²		
Todellinen vetorausoitussala As(tod)		339 mm ²		
Taivutuskestävyys Mrd		18 kNm		> As min.(33,9 mm ²) - OK
Betonipuristuma $\epsilon_c(\max)$		-3,50 ‰		> Med (17,5 kNm) - OK
Teräsvenymä $\epsilon_s(\max)$		4,97 ‰		
Leikkauskestävyys				
Leikkausvoiman mitoitussarvo Ved		21 kN		
Leikkausvoiman maksimi tuella Vmax		25 kN		
Leikkauskestävyys (raudoittamaton pl.) Vrd,c		12 kN		
Puristuspaarteen kaltevuus cot(θ)		1,75 ($\theta=29,7^\circ$)		
Leikkauskestävyyden yläraja Vrd,max		78 kN		> Vmax (25,0 kN) - OK
Vaadittu leikkausraudoitusala Asw/s		209 mm ² /m		
Minimi leikkausraudoitusala Asw/s,min		131 mm ² /m		
Valittu leikkausraudoitus		2T6 K200		
Todellinen leikkausraudoitusala Asw/s,tod		283 mm ² /m		> Asw min.(131 mm ² /m) - OK
Leikkauskestävyys Vrd		29 kN		> Ved (21,4 kN) - OK
Ankkuroitava lisävetovoima ΔF_{td}		19 kN		
Ankkuroitava lisäpinta-ala ΔA_s		43 mm ²		

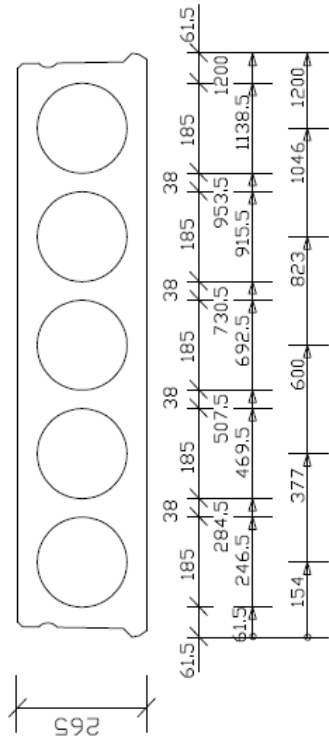
Tulostettu 17.3.2021 21:56 käyttäen Eurocode Service Oy web-palvelua www.eurocodetools.fi

Kohde: Kinnunen	Projekti nro: 10	Sivu: 3/3																																																																								
Katu:	Rakennustyyppi: 1-aukkoinen betonipalkki	Pvm: 17.3.2021																																																																								
Postiosoite:	Nimi: Yläkerta aukkopalkki	Suunnittelija: J.K																																																																								
<table> <thead> <tr> <th></th> <th>Pitkäaikaisyhdistelmä:</th> <th>Ominaisyhdistelmä:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>G + 0,20 * Q</td> <td>G + Q</td> </tr> <tr> <td>Halkeamatarkastelu</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Suurin halkeamaväli (sr,max)</td> <td>186 mm</td> <td>194 mm</td> </tr> <tr> <td>Venymien erotus (ε_m-ε_{cm})</td> <td>0,64 ‰</td> <td>1,18 ‰</td> </tr> <tr> <td>Halkeaman leveys (wk)</td> <td>0,12 mm</td> <td>0,23 mm</td> </tr> <tr> <td></td> <td>≤ 0,4 mm - OK</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Taipumatarkastelu</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Virumaluku φ(∞,t0)</td> <td>2,70</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Kuivumiskutistuma ε(∞)</td> <td>0,48 ‰</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Sisäinen kutistuma ε(∞)</td> <td>0,05 ‰</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Halkeamattoman pl. jäykkyys K</td> <td>1,1 MNm²</td> <td>3,5 MNm²</td> </tr> <tr> <td>Halkeamamomentti M_{cr}</td> <td>3,9 kNm</td> <td>3,2 kNm</td> </tr> <tr> <td>Halkeilleen pl. jäykkyys K_{cr}</td> <td>0,6 MNm²</td> <td>0,9 MNm²</td> </tr> <tr> <td>Jakautumakerroin ξ</td> <td>0,81</td> <td>0,94</td> </tr> <tr> <td>Tehollinen jäykkyys K_{eff}</td> <td>0,7 MNm²</td> <td>1,0 MNm²</td> </tr> <tr> <td>Taipuma virumasta</td> <td>4,2 mm</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Taipuma kutistumasta</td> <td>1,1 mm</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Kokonaistaipuma</td> <td>8,6 mm</td> <td>15,2 mm</td> </tr> <tr> <td>Suhteellinen taipuma</td> <td>L/325</td> <td>L/184</td> </tr> <tr> <td></td> <td>< L/250 (11,2 mm) - OK</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Jännitystarkastelu</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Betonijännitys σ_c(max)</td> <td>-7,5 MPa</td> <td>-17,8 MPa < 0,6*f_{ck} (18,0 MPa) - OK</td> </tr> <tr> <td>Teräs­jännitys σ_s(max)</td> <td>156,1 MPa</td> <td>284,3 MPa ≤ 0,6*f_{yk} (300,0 MPa) - OK</td> </tr> </tbody> </table>				Pitkäaikaisyhdistelmä:	Ominaisyhdistelmä:		G + 0,20 * Q	G + Q	Halkeamatarkastelu			Suurin halkeamaväli (sr,max)	186 mm	194 mm	Venymien erotus (ε _m -ε _{cm})	0,64 ‰	1,18 ‰	Halkeaman leveys (wk)	0,12 mm	0,23 mm		≤ 0,4 mm - OK		Taipumatarkastelu			Virumaluku φ(∞,t0)	2,70		Kuivumiskutistuma ε(∞)	0,48 ‰		Sisäinen kutistuma ε(∞)	0,05 ‰		Halkeamattoman pl. jäykkyys K	1,1 MNm ²	3,5 MNm ²	Halkeamamomentti M _{cr}	3,9 kNm	3,2 kNm	Halkeilleen pl. jäykkyys K _{cr}	0,6 MNm ²	0,9 MNm ²	Jakautumakerroin ξ	0,81	0,94	Tehollinen jäykkyys K _{eff}	0,7 MNm ²	1,0 MNm ²	Taipuma virumasta	4,2 mm		Taipuma kutistumasta	1,1 mm		Kokonaistaipuma	8,6 mm	15,2 mm	Suhteellinen taipuma	L/325	L/184		< L/250 (11,2 mm) - OK		Jännitystarkastelu			Betonijännitys σ _c (max)	-7,5 MPa	-17,8 MPa < 0,6*f_{ck} (18,0 MPa) - OK	Teräs ­ jännitys σ _s (max)	156,1 MPa	284,3 MPa ≤ 0,6*f_{yk} (300,0 MPa) - OK
	Pitkäaikaisyhdistelmä:	Ominaisyhdistelmä:																																																																								
	G + 0,20 * Q	G + Q																																																																								
Halkeamatarkastelu																																																																										
Suurin halkeamaväli (sr,max)	186 mm	194 mm																																																																								
Venymien erotus (ε _m -ε _{cm})	0,64 ‰	1,18 ‰																																																																								
Halkeaman leveys (wk)	0,12 mm	0,23 mm																																																																								
	≤ 0,4 mm - OK																																																																									
Taipumatarkastelu																																																																										
Virumaluku φ(∞,t0)	2,70																																																																									
Kuivumiskutistuma ε(∞)	0,48 ‰																																																																									
Sisäinen kutistuma ε(∞)	0,05 ‰																																																																									
Halkeamattoman pl. jäykkyys K	1,1 MNm ²	3,5 MNm ²																																																																								
Halkeamamomentti M _{cr}	3,9 kNm	3,2 kNm																																																																								
Halkeilleen pl. jäykkyys K _{cr}	0,6 MNm ²	0,9 MNm ²																																																																								
Jakautumakerroin ξ	0,81	0,94																																																																								
Tehollinen jäykkyys K _{eff}	0,7 MNm ²	1,0 MNm ²																																																																								
Taipuma virumasta	4,2 mm																																																																									
Taipuma kutistumasta	1,1 mm																																																																									
Kokonaistaipuma	8,6 mm	15,2 mm																																																																								
Suhteellinen taipuma	L/325	L/184																																																																								
	< L/250 (11,2 mm) - OK																																																																									
Jännitystarkastelu																																																																										
Betonijännitys σ _c (max)	-7,5 MPa	-17,8 MPa < 0,6*f_{ck} (18,0 MPa) - OK																																																																								
Teräs ­ jännitys σ _s (max)	156,1 MPa	284,3 MPa ≤ 0,6*f_{yk} (300,0 MPa) - OK																																																																								

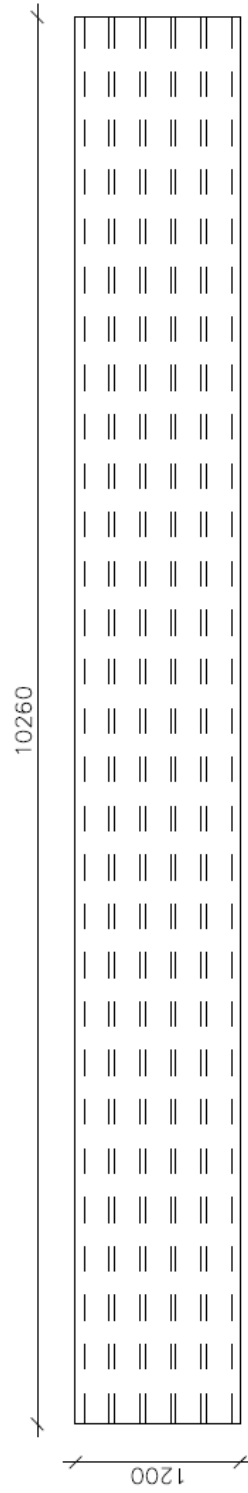
Tulostettu 17.3.2021 21:56 käyttäen Eurocode Service Oy web-palvelua www.eurocodetools.fi





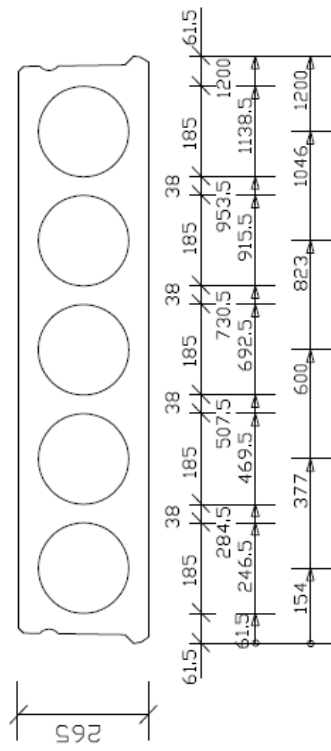
Laatan paino: 360 kg/m² Reikä  Syvennys 



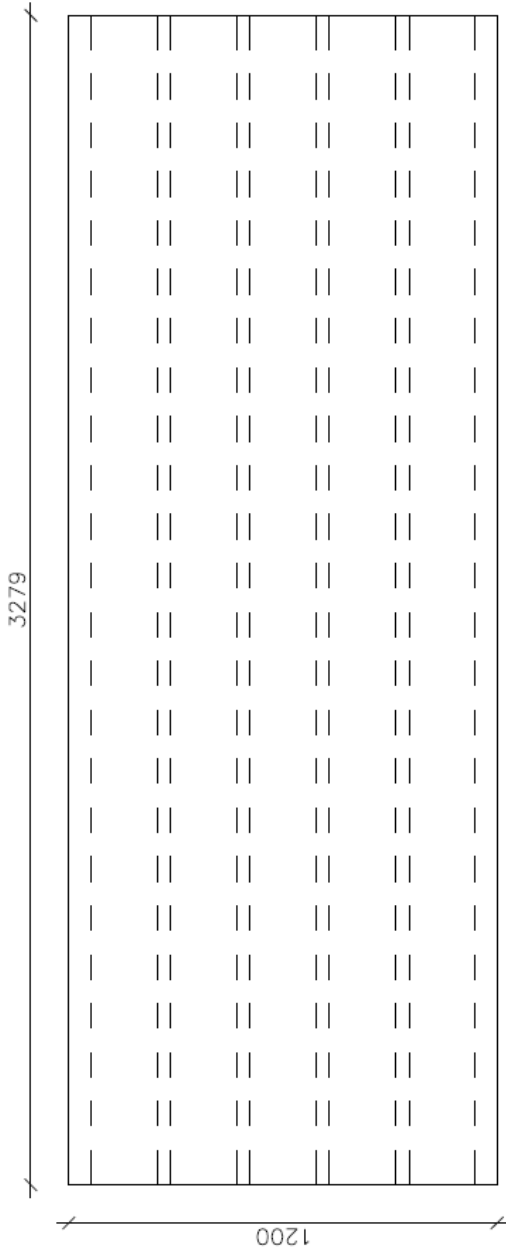
Työ nro	Piir. nro
Pvm	Paloluokka
Elementin paino G= 1.662 t	Tilavuus V= m ³
Laatan alapinnan käsittely :	
Suunnittelija/piirtäjä JONI KINNUNEN	
Kohde DKT KINNUNEN	
Elementin tunnus	P27- -1
	1
	kpl





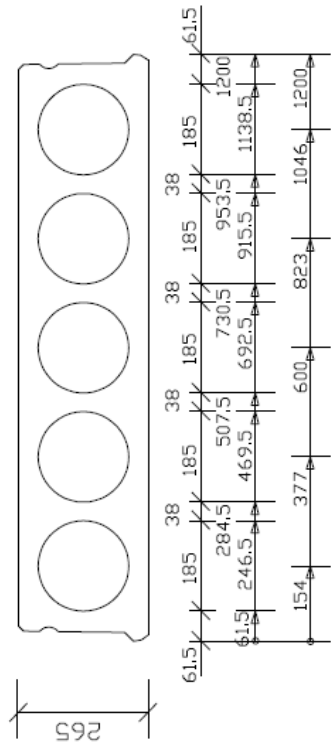
Laatan paino: 360 kg/m² Reikä  Syvennys 



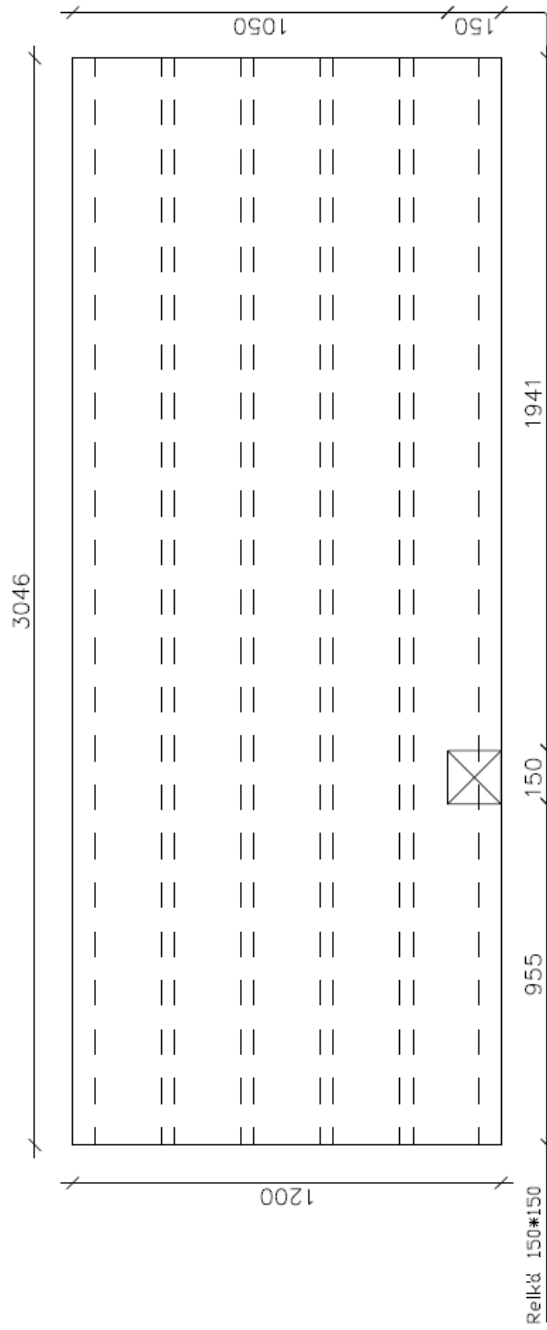
Työ no		Piir. n:o	
Pvm	05.12.2019	Paloluokka	REI60
Elementin paino G=	4.432 t	Tilavuus V=	m ³
Laatan alapinnan käsittely :			
Suunnittelija/piirtäjä JONI KINNUNEN			
Kohde DKT KINNUNEN			
Elementin tunnus	P27-	-2	2 kpl





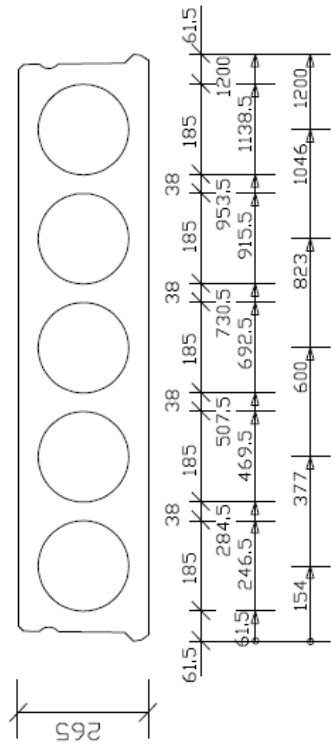
Laatan paino: 360 kg/m² Reikä  Syvennys 



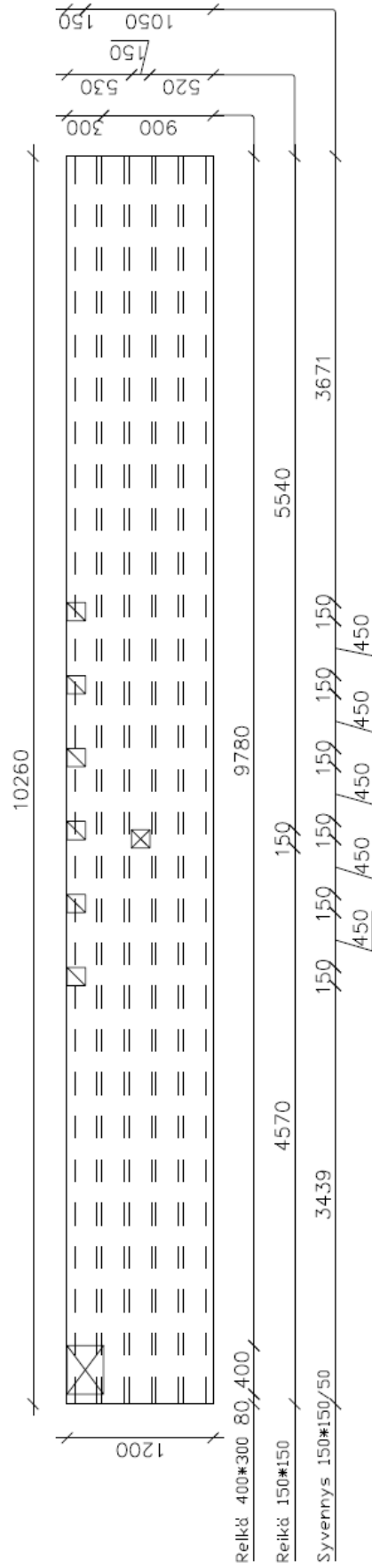
Työ nro		Piir. nro	
Pvm	05.12.2019	Paloluokka	REI60
Elementin paino G=	1.417 t	Tilavuus V=	m ³
Laatan alapinnan käsittely :			
Suunnittelija/piirtäjä JONI KINNUNEN			
Kohde DKT KINNUNEN			
Elementin tunnus	P27-	-4	1 kpl



Laatan paino: 360 kg/m² Reikä  Syvennys 



Työ nro		Piir. nro	
Pvm	05.12.2019	Paloluokka	REI60
Elementin paino G=	1.316 t	Tilavuus V=	m ³
Laatan alapinnan käsittely :			
Suunnittelija/piirtäjä JONI KINNUNEN			
Kohde DKT KINNUNEN			
Elementin tunnus	P27-	-5	1 kpl



Työ nro	Piir. nro
Pvm	Paloluokka
Elementin paino G= 4,432 t	Tilavuus V= m ³
Laatan alapinnan käsittely :	
Suunnittelija/piirtäjä JONI KINNUNEN	
Kohde DKT KINNUNEN	
Elementin tunnus	P27- -6
	1 kpl

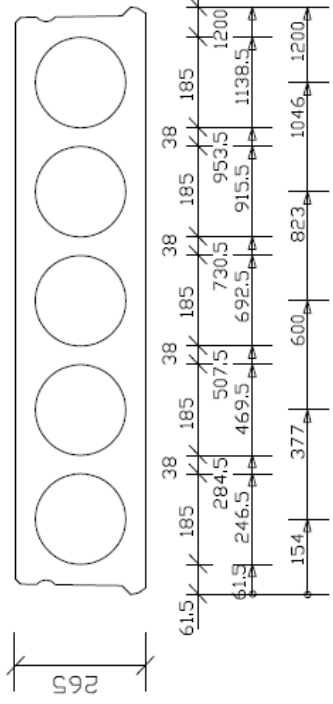


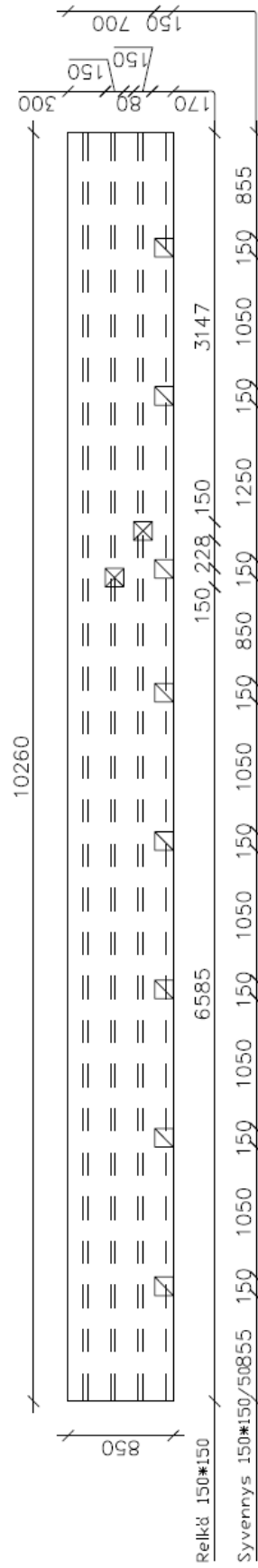
Syvennys



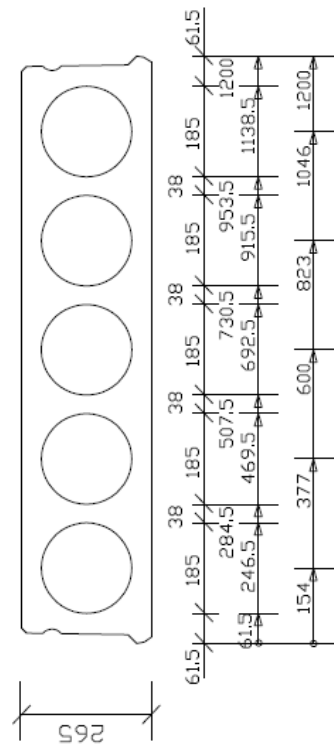
Reikä

Laatan paino: 360 kg/m²





Laatan paino: 360 kg/m² Reikä Syvennys



Työ nro	Piir. nro
Pvm 05.12.2019	Paloluokka REI60
Elementin paino G= 3.14 t	Tilavuus V= m ³
Laatan alapinnan käsittely :	
Suunnittelija/piirtäjä JONI KINNUNEN	
Kohde DKT KINNUNEN	
Elementin tunnus P27-	-7
	1 kpl

Liite 9: Kattoristikkokaaviot

KATTORISTIKKO R1, 9 kpl k915
 KATTORISTIKKO R2, 3 kpl k915

KATTOVASAT 1 C24 48X123 11kpl
 KATTOVASAT 2 C24 48X123 2kpl

Kerros/kerrok	Kerros/Oh	Tontti/Oh:o	Yhteisömuoto
40	228	2	Yhteisömuoto
Uudisrakennus	UUDISRAKENNUS		Rakennus
Rakennus	TALO KINNUNEN		RAKENNEPIIRUSTUS
			Yhteisömuoto
			KATTORISTIKKOKAAVIOT
			Yhteisömuoto
			RAK
			Päivä
			18.12.19

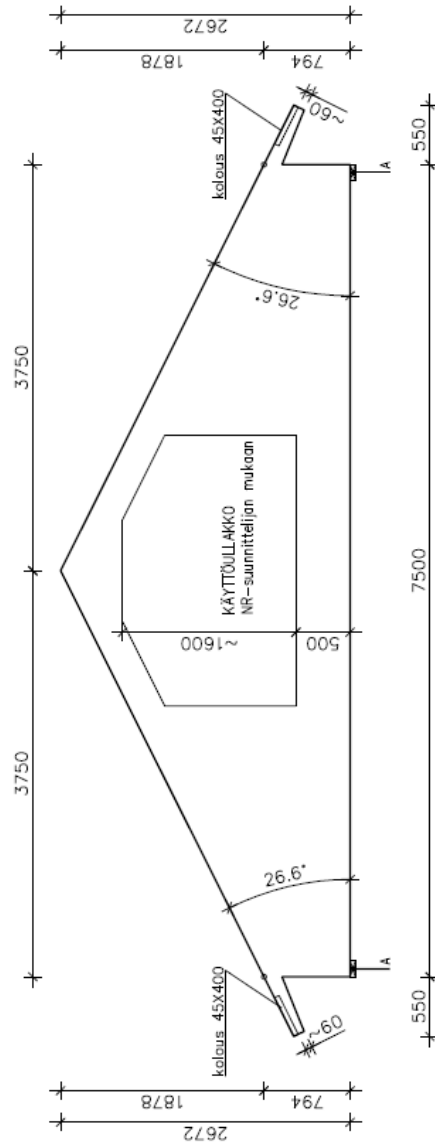
KATTORISTIKKO R1, 9 kpl k915

Kaupunki/kuusi	Normaali/tila	Tietty/Pika
40	228	2
Rakennuslupa		
TALO KINNUNEN		

TUULIKUORMA 0,6 kN/m²
 LUMIKUORMA MAASSA 2,75 kN/m²
 YLÄPAARTEEN OMAPAINO 0,3 kN/m²
 ALAPAARTEEN OMAPAINO 0,5 kN/m²
 HYÖTYKUORMA 2,0 kN/m² (käyttölaakko)

TUKIEN LEVEYDET:

A 48X148 C24



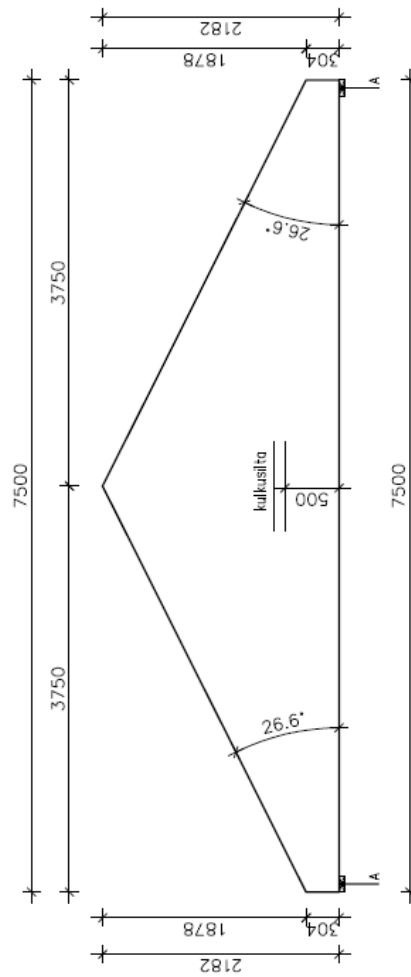
KATTORISTIKKO R2, 3 kpl k915

Kaupunki/kuusi	Normi/tila	Tento/tila
40	228	2
Rakennusohje		
TALO KINNUNEN		

TUULIKUORMA 0,6 kN/m²
 LUMIKUORMA MAASSA 2,75 kN/m²
 YLÄPAARTEEN OMAPAINO 0,3 kN/m²
 ALAPAARTEEN OMAPAINO 0,5 kN/m²
 HYÖTYKUORMA 2,0 kN/m² (käyttökallakko)

TUKIEN LEVEYDEET

A 48X148 C24



Liite 10: Ulokekaton mitoituslaskelmat

Finnwood 2.4.3 (2.4.088)

© Copyright 2019 Metsäliitto Osuuskunta, Metsäliitto

10, Joni Kinnunen

Joni Kinnunen

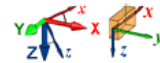
4.4.2021

Laskelmat on tehty alla olevilla lähtötiedoilla vain kyseiselle rakenneosalle. Laskelmissa esitetty rakenneosan pituus ei ole tilausmitta. Tilausmitassa on otettava huomioon esim. tuennan vaatima lisäpituus.

Finnwood 2.4.3 (2.4.088)

RIL 205-1-2017 (04.12.2019)

Rakennemitoitus ilman onnettomuus-/palotilannetta



PROJEKTITIEDOT:

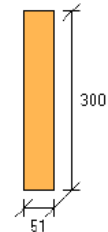
Suunnittelija: Joni Kinnunen
 Projekti: 10
 Asiakas: Joni Kinnunen

Nimi: Joni Kinnunen

C:\Users\Joni\Desktop\koulu\Opinnäytetyö\finnwood.s01

RAKENNETIEDOT:

Rakennetyyppi: Harjan suuntainen kattopalkki
 Materiaali: KERTO-S syrjällään
 Poikkileikkaus: 51x300 (varastokoko)
 Lisätietoja: Vakiokoko
 (B=51 mm, H=300 mm, A=15300 mm², I_y=114750000 mm⁴, W_y=765000 mm³)
 Käyttöluokka: 2
 Seuraamusluokka: CC2 (KFI=1.0)
 Kattokulma: 26.6 astetta
 Jako/kuormituslev.: 800 mm (pintakuormille)



Uloke-/jännevälipituudet:

Uloke-/jänneväli: Vaakamitta [mm]:
 Jänneväli 1: 900.0
 Jänneväli 2: 900.0
 Jänneväli 3: 900.0
 Jänneväli 4: 400.0
 Oikea uloke: 2500.0
 Yhteensä: 5600.0

Tuki:	Sijainti x [mm]:	Leveys [mm]:	Tyyppi:
1:	0	45	Kiinteä niveltuki (X,Z)
2:	900	45	Liukutuki (Z)
3:	1800	45	Liukutuki (Z)
4:	2700	45	Liukutuki (Z)
5:	3100	150	Liukutuki (Z)
6:	450	–	Välissä oleva sivuttaistuki
7:	1350	–	Välissä oleva sivuttaistuki

Finnwood 2.4.3 (2.4.088)

© Copyright 2019 Metsäliitto Osuuskunta, Metsäliitto

10, Joni Kinnunen

Joni Kinnunen

4.4.2021

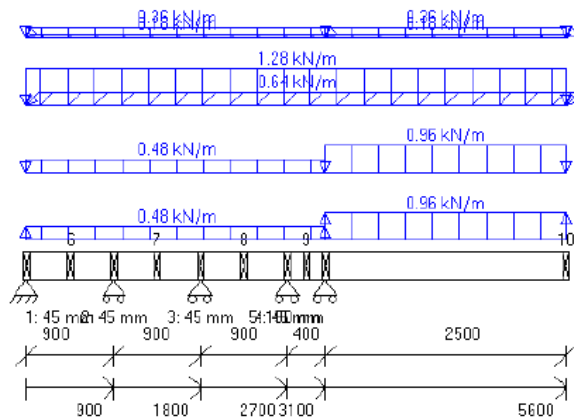
8:	2250	--	Välissä oleva sivuttaistuki
9:	2900	--	Välissä oleva sivuttaistuki
10:	5600	--	Välissä oleva sivuttaistuki

fm,k (My):	44.00 N/mm ²
fm,k (Mz):	50.00 N/mm ²
fc,0,k:	29.17 N/mm ²
fc,90,k:	6.00 N/mm ²
ft,0,k:	33.71 N/mm ²
ft,90,k:	0.80 N/mm ²
fv,k (Vz):	4.20 N/mm ²
fv,k (Vy):	2.30 N/mm ²
E,mean:	13800 N/mm ²
G,mean:	600 N/mm ²
E 0.05:	11600 N/mm ²
G 0.05:	400 N/mm ²
Tilavuuspaino:	5.10 kN/m ³ (omapainon laskentaa varten)
km-kerroin:	0.70
kcr-kerroin:	1.00

Osavarmuusluku:	1.20
-----------------	------

Aikaluokka:	kmod:
Pysyvä:	0.600
Pitkäaikainen:	0.700
Keskipitkä:	0.800
Lyhytaikainen:	0.900
Hetkellinen:	1.100

kdef:	0.800
-------	-------

**KUORMITUSTIEDOT:**

Omapaino (Omapaino, Pysyvä):

Rakenneosan paino: $Q_z = 0.070 \text{ kN/m}$ $x = 0 - 5600 \text{ mm}$

Rakenneosan paino: $Q_y = 0.035 \text{ kN/m}$ $x = 0 - 5600 \text{ mm}$

viivakuorma: 1: $Q_z = 0.358 \text{ kN/m}$ $x = 0 - 3100 \text{ mm}$

viivakuorma: 2: $Q_z = 0.358 \text{ kN/m}$ $x = 3100 - 5600 \text{ mm}$

viivakuorma: 3: $Q_y = 0.179 \text{ kN/m}$ $x = 0 - 3100 \text{ mm}$

viivakuorma: 4: $Q_y = 0.179 \text{ kN/m}$ $x = 3100 - 5600 \text{ mm}$

Lumikuorma (Lumikuorma $Sk < 2.75 \text{ kN/m}^2$, Keskipitkä):

viivakuorma: 1: $Q_z = 1.279 \text{ kN/m}$ $x = 0 - 5600 \text{ mm}$

viivakuorma: 2: $Q_y = 0.641 \text{ kN/m}$ $x = 0 - 5600 \text{ mm}$

Tuulikuorma (alas) (Tuulikuorma, Hetkellinen):

viivakuorma: 1: $Q_z = 0.480 \text{ kN/m}$ $x = 0 - 3100 \text{ mm}$

viivakuorma: 2: $Q_z = 0.960 \text{ kN/m}$ $x = 3100 - 5600 \text{ mm}$

Tuulikuorma (ylös) (Tuulikuorma, Hetkellinen):

viivakuorma: 1: $Q_z = -0.480 \text{ kN/m}$ $x = 0 - 3100 \text{ mm}$

viivakuorma: 2: $Q_z = -0.960 \text{ kN/m}$ $x = 3100 - 5600 \text{ mm}$

KUORMITUSYHDISTELMÄT:

Finnwood 2.4.3 (2.4.088)

© Copyright 2019 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä I

10, Joni Kinnunen

Joni Kinnunen

4.4.2021

Yhdistelmä 1 (MRT, Pysyvä)

1.00*1.35*Omapaino

Yhdistelmä 2 (MRT, Keskipitkä)

1.00*1.15*Omapaino + 1.00*1.50*Lumikuorma

Yhdistelmä 3 (MRT, Hetkellinen)

1.00*1.15*Omapaino + 1.00*1.50*Lumikuorma + 1.00*1.50*0.60*Tuulikuorma (alas)

Yhdistelmä 4 (MRT, Hetkellinen)

1.00*1.15*Omapaino + 1.00*1.50*0.70*Lumikuorma + 1.00*1.50*Tuulikuorma (alas)

Yhdistelmä 5 (MRT, Hetkellinen)

1.00*1.15*Omapaino + 1.00*1.50*Lumikuorma + 1.00*1.50*0.60*Tuulikuorma (ylös)

Yhdistelmä 6 (MRT, Hetkellinen)

1.00*1.15*Omapaino + 1.00*1.50*0.70*Lumikuorma + 1.00*1.50*Tuulikuorma (ylös)

Yhdistelmä 7 (MRT, Hetkellinen)

1.00*1.15*Omapaino + 1.00*1.50*Tuulikuorma (alas)

Yhdistelmä 8 (MRT, Hetkellinen)

1.00*1.15*Omapaino + 1.00*1.50*Tuulikuorma (ylös)

Yhdistelmä 9 (MRT, Hetkellinen)

0.90*Omapaino + 1.00*1.50*Tuulikuorma (ylös)

Yhdistelmä 10 (MRT, Pysyvä)

1.00*1.15*Omapaino

Yhdistelmä 11 (MRT, Pysyvä)

0.90*Omapaino

Yhdistelmä 12 (KRT)

1.00*Omapaino

Yhdistelmä 13 (KRT)

1.00*Omapaino + 1.00*Lumikuorma

Yhdistelmä 14 (KRT)

1.00*Omapaino + 1.00*Tuulikuorma (alas)

Yhdistelmä 15 (KRT)

1.00*Omapaino + 1.00*0.70*Lumikuorma + 1.00*Tuulikuorma (alas)

Yhdistelmä 16 (KRT)

Finnwood 2.4.3 (2.4.088)

© Copyright 2019 Metsäliitto Osuuskunta, Metsäliitto

10, Joni Kinnunen

Joni Kinnunen

4.4.2021

1.00*Omapaino + 1.00*Tuulikuorma (ylös)

Yhdistelmä 17 (KRT)

1.00*Omapaino + 1.00*0.70*Lumikuorma + 1.00*Tuulikuorma (ylös)

MITOITUS:

Mitoitusstandardi: EN 1995-1-1:2004 + A1:2008 + A2:2014 + RIL 205-1-2017

Kokonaiskäyttöaste: 98.9 %

MITOITUSPARAMETRIT:Taipumaraja $W_{net,fin}$: L/300

Korotuskerroin, vasen uloke: 2.00

Korotuskerroin, oikea uloke: 2.00

Nurjahdus z-suuntaan: $L_c = 1.00 \cdot L$ Nurjahdus y-suuntaan: $L_c = 1.00 \cdot L$ Kiepahdus taivutuksesta M_y (y-askelin suhteen):

Rakenne on täysin sivuttaistuettu yläpuolelta

Rakenne on täysin sivuttaistuettu alapuolelta

MITOITUKSEN ÄÄRIARVOT:

Tarkastelu:	Mitoitusarvo:	Raja-arvo:	Käyttöaste *):	Sijainti x:	
Leikkaus (z):	22.18 kN	28.56 kN	77.7 %	3100 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Leikkaus (y):	5.29 kN	15.64 kN	33.8 %	3100 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Taivutus (M_y):	7.53 kNm	22.44 kNm	33.6 %	3100 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
(ilman kiepahdusta):	7.53 kNm	22.44 kNm	33.6 %	3100 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Taivutus (M_z):	0.82 kNm	4.33 kNm	19.0 %	3100 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
(laskettu ilman kiepahdusta)					
Taivutus (M_y+M_z):	0.47	1.00	46.9 %	3100 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
($M_y=7.53$ kNm, $M_z=0.82$ kNm)					
Tukipaine, tuki 1:	0.95 kN	14.69 kN	6.5 %	0 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Tukipainekerroin = 1.60					
Tukipaine, tuki 2:	1.88 kN	18.36 kN	10.2 %	900 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Tukipainekerroin = 2.00					
Tukipaine, tuki 3:	4.43 kN	18.36 kN	24.1 %	1800 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Tukipainekerroin = 2.00					
Tukipaine, tuki 4:	10.17 kN	21.04 kN	48.3 %	2700 mm	Yhdistelmä 9/1, Hetkellinen
Tukipainekerroin = 1.67					
Tukipaine, tuki 5:	28.21 kN	36.72 kN	76.8 %	3100 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Tukipainekerroin = 1.20					
jänneväli 1, $W_z,inst$:	0.0 mm	– mm	– %	450 mm	Yhdistelmä 15/1
jänneväli 1, W_z,net,fin :	0.0 mm	3.0 mm	1.3 %	450 mm	Yhdistelmä 15/1
jänneväli 1, $W_y,inst$:	0.0 mm	– mm	– %	140 mm	Yhdistelmä 13/1
jänneväli 1, W_y,net,fin :	0.0 mm	– mm	– %	140 mm	Yhdistelmä 13/1
jänneväli 2, $W_z,inst$:	0.0 mm	– mm	– %	1350 mm	Yhdistelmä 13/1
jänneväli 2, W_z,net,fin :	0.0 mm	3.0 mm	0.9 %	1350 mm	Yhdistelmä 13/1

Finnwood 2.4.3 (2.4.088)

© Copyright 2019 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä I

10, Joni Kinnunen

Joni Kinnunen

4.4.2021

jänneväli 2, Wy,inst:	0.0 mm	-- mm	-- %	1120 mm	Yhdistelmä 13/1
jänneväli 2, Wy,net,fin:	0.0 mm	-- mm	-- %	1120 mm	Yhdistelmä 13/1
jänneväli 3, Wz,inst:	-0.1 mm	-- mm	-- %	2408 mm	Yhdistelmä 15/1
jänneväli 3, Wz,net,fin:	-0.1 mm	3.0 mm	2.7 %	2408 mm	Yhdistelmä 15/1
jänneväli 3, Wy,inst:	0.0 mm	-- mm	-- %	2520 mm	Yhdistelmä 13/1
jänneväli 3, Wy,net,fin:	0.0 mm	-- mm	-- %	2520 mm	Yhdistelmä 13/1
jänneväli 4, Wz,inst:	-0.1 mm	-- mm	-- %	2900 mm	Yhdistelmä 15/1
jänneväli 4, Wz,net,fin:	-0.1 mm	1.3 mm	5.3 %	2900 mm	Yhdistelmä 15/1
jänneväli 4, Wy,inst:	-0.0 mm	-- mm	-- %	2992 mm	Yhdistelmä 13/1
jänneväli 4, Wy,net,fin:	-0.0 mm	-- mm	-- %	2992 mm	Yhdistelmä 13/1
Oikea uloke, Wz,inst:	13.3 mm	-- mm	-- %	5600 mm	Yhdistelmä 15/1
Oikea uloke, Wz,net,fin:	16.5 mm	16.7 mm	98.9 %	5600 mm	Yhdistelmä 15/1
Oikea uloke, Wy,inst:	4.2 mm	-- mm	-- %	4480 mm	Yhdistelmä 13/1
Oikea uloke, Wy,net,fin:	5.4 mm	-- mm	-- %	4480 mm	Yhdistelmä 13/1

ÄÄRIARVOJEN KUORMITUSYHDISTELMÄT

Yhdistelmä 2/1 (Keskipitkä):

1.15*Omapaino + 1.50*Lumikuorma

Yhdistelmä 9/1 (Hetkellinen):

0.90*Omapaino + 1.50*Tuulikuorma (ylös)

Yhdistelmä 15/1 :

1.00*Omapaino + 0.70*Lumikuorma + 1.00*Tuulikuorma (alas)

Yhdistelmä 13/1 :

1.00*Omapaino + 1.00*Lumikuorma

VOIMASUUREIDEN ÄÄRIARVOT:

Tulos:	Maksimiarvo:	Sijainti x:
Vz,max	30.11 kN	3100 mm
Vy,max	5.29 kN	3100 mm
Mz,max	0.82 kNm	3100 mm
My,max	10.23 kNm	3100 mm

TUKIREAKTIOT:

FZ:

Tuki:	MRTmax:	MRTmin:	KRTmax:	KRTmin:
1:	1.14 kN	-0.16 kN	0.73 kN	-0.04 kN
2:	2.11 kN	-0.09 kN	1.33 kN	0.07 kN
3:	5.63 kN	-1.29 kN	3.76 kN	-0.55 kN
4:	10.17 kN	-30.40 kN	5.22 kN	-21.18 kN
5:	38.29 kN	-12.30 kN	26.69 kN	-6.20 kN

- Tukipisteisiin syntyy nostetta, varmista ankkurointi

FY:

Tuki:	MRTmax:	MRTmin:	KRTmax:	KRTmin:
1:	-0.02 kN	-0.20 kN	-0.03 kN	-0.14 kN

Finnwood 2.4.3 (2.4.088)

© Copyright 2019 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä I

10, Joni Kinnunen

Joni Kinnunen

4.4.2021

2:	-0.06 kN	-0.49 kN	-0.06 kN	-0.34 kN
3:	-0.06 kN	-0.54 kN	-0.07 kN	-0.37 kN
4:	-0.20 kN	-1.77 kN	-0.23 kN	-1.23 kN
5:	-0.81 kN	-7.03 kN	-0.90 kN	-4.90 kN
6:	-0.07 kN	-0.57 kN	-0.07 kN	-0.40 kN
7:	-0.06 kN	-0.50 kN	-0.06 kN	-0.35 kN
8:	-0.05 kN	-0.39 kN	-0.05 kN	-0.27 kN
9:	6.27 kN	0.72 kN	4.37 kN	0.80 kN
10:	-0.12 kN	-1.08 kN	-0.14 kN	-0.75 kN

- KRT tukireaktiot ovat vain vertailua varten

TUKIREAKTIOT KUORMITUSTAPAUKSITTAIN (OMINAISARVOT):

Kuormitustapaus:	Omapaino	
Tuki:	FZ [kN]:	FY [kN]:
1:	0.17	-0.03
2:	0.33	-0.06
3:	0.79	-0.07
4:	-3.90	-0.23
5:	5.00	-0.90
6:	0.00	-0.07
7:	0.00	-0.06
8:	0.00	-0.05
9:	0.00	0.80
10:	0.00	-0.14

Kuormitustapaus:	Lumikuorma	
Tuki:	FZ [kN]:	FY [kN]:
1:	0.51	-0.11
2:	1.00	-0.28
3:	2.35	-0.30
4:	-11.66	-1.01
5:	14.97	-4.00
6:	0.00	-0.33
7:	0.00	-0.29
8:	0.00	-0.22
9:	0.00	3.57
10:	0.00	-0.61

Kuormitustapaus:	Tuulikuorma (alas)
Tuki:	FZ [kN]:
1:	0.21
2:	0.26
3:	1.33
4:	-9.12
5:	11.20

Finnwood 2.4.3 (2.4.088)

© Copyright 2019 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä

10, Joni Kinnunen

Joni Kinnunen

4.4.2021

6:	0.00
7:	0.00
8:	0.00
9:	0.00
10:	0.00

Kuormitustapaus:	Tuulikuorma (ylös)
Tuki:	FZ [kN]:
1:	-0.21
2:	-0.26
3:	-1.33
4:	9.12
5:	-11.20
6:	0.00
7:	0.00
8:	0.00
9:	0.00
10:	0.00

HUOMIOT:

- EN 1995-1-1-standardin, sen täydennysosien A1:2008, A2:2014 ja Suomen kansallisten liitteiden sekä RIL 205-1-2017 -suunnitteluohjeen mukainen laskenta
- VTT on tehnyt kolmannen osapuolen tarkistuksen ohjelmalle (VTT-S-03665-17 ja VTT-S-05393-17)
- MRT = Murtorajatila, KRT = Käyttörajatila
- *) Yhteisvaikutustarkasteluissa %-luku tarkoittaa mitoitusarvon ja raja-arvon suhdetta, ei todellista käyttöastetta
- Liittyvän alapuolisen rakenteen tukipainekestävyys tulee tarkistaa erikseen
- Mitoituksessa ei huomioida ulokkeiden alle 20 mm taipumaa ylöspäin
- Värähtely- ja taipumatarkastelua ei tehdä alle 200 mm pituisille ulokkeille
- Leikkausmuodonmuutos on mukana käyttörajalimitoituksessa
- Leikkausmuodonmuutos ei ole mukana voimasuureiden laskennassa
- Rakenneosan koon vaikutus lujuuteen on otettu huomioon ominaisarvoissa kertoimilla kh ja kl
- Suunnittelijan tulee kiinnittää huomiota myös rakennedetaljeihin ja varmistaa, ettei rakenteisiin muodostu vesitaskuja

Laskelmissa ei ole huomioitu rakennusaikaisia kuormia eikä kosteusolosuhteita. Mahdolliset rakennusaikaiset lisätuennat on mitoitettava erikseen. Rakennuksen kokonaisjäykistystä ja siitä johtuvia vaakavoimia ei ole huomioitu. Rakenneosan (palkki, pilari, laatta) soveltuvuus kokonaisuuteen on päärakennesuunnittelijan tarkistettava erikseen.

Finnwood-ohjelmistolla tehdyt laskelmat ja tulosteet ovat voimassa vain ohjelmistoon tallennettujen Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Woodin tuotteiden kanssa. Nämä tuotteet on tarvittaessa osoitettava rakennuspaikalla hankkeen osapuolille sekä viranomaisille. Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood tai sen tytäryhtiöt eivät vastaa käyttäjälle tai kolmannelle osapuolelle muiden valmistajien tuotteista tai niiden käytöstä Finnwood-ohjelmistossa, ohjelmiston perusteella näin tehdyistä laskelmista ja tulosteista tai kolmansien valmistajien tuotteista tai niiden käytöstä aiheutuneista virheistä, menetyksistä tai vahingoista. Näitä ehtoja ei saa poistaa tulosteesta.