

Samu Moilanen

Kiinteistön kuntoarvio ja rakennushankkeen toteutuksen suunnittelu

Opinnäytetyö
Kajaanin ammattikorkeakoulu
Tekniikan ja liikenteen ala
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka
22.4.2014



Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	Koulutusohjelma Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka
Tekijä(t) Samu Moilanen	
Työn nimi Kiinteistön kuntoarvio ja rakennushankkeen toteutuksen suunnittelu	
Vaihtoehtoiset ammattiopinnot Tuotantotekniikka	Toimeksiantaja Pertti ja Anne Määttä
Aika 22.4.2014	Sivumäärä ja liitteet 61+32
<p>Opinnäytetyön lähtökohtana oli tutkia Piharatamo nimisen tontin nykytilaa ja suunnitella alueelle uusia rakennuksia. Rakennuksille tehtiin kuntoarvio, jossa selvitettiin, kannattaako vanhoja rakennuksia lähteä korjaamaan. Uusien rakennusten suunnitteluvaiheessa tehtiin tarveselvitys ja hankesuunnittelu, jolla selvitettiin tilaajan tarpeet. Hyvällä ennakkosuunnittelulla voitiin selvittää rakennushankkeen ongelmakohdat ja huomioida ne ennen rakentamisvaiheen aloittamista. Yhtenä osana työssä käsitellään hirsirakentamista ja sen ominaisuuksia. Hirsirakentamista käsittelevässä kappaleessa kerrotaan erilaisista hirsityypeistä, hirren ominaisuuksista ja hirren mahdollisista työstötavoista.</p> <p>Työn aloitusvaiheessa tutkittiin hankkeen lähtökohdat, joiden avulla voitiin alkaa suunnittelemaan uusia rakennuksia. Kuntoarviossa alkuperäiset rakennukset todettiin purkukuntoisiksi. Uusien rakennusten suunnitteluvaihe aloitettiin tekemällä tarvittavia selvityksiä, joita olivat tarve- ja hankesuunnittelu, pohjatutkimus, puhtaan veden saanti ja viemärointisuunnittelu. Tilaaja halusi tontille uuden rantasaunan ja varastorakennuksen, jossa on autolle katos. Pohjatutkimuksen perusteella valittiin rakennuksille perustamistapa. Uudet rakennukset mallinnettiin ArchiCAD-ohjelmalla, joista saatiin myös tarvittavat rakennuslupakuvat. Rakennusmateriaalina haluttiin käyttää pyöröhirttä. Rakennusvaiheet käsitellään vaiheittain, jossa ne toteutetaan käytännössä. Materiaaleista, viranomaismaksuista ja konetoista tehtiin yhteenveto laskentaulukkoon.</p> <p>Työ antaa tilaajalle tarvittavat tiedot hakea rakennuslupaa. Yksityiskohtaiset rakennustyöohjeet auttavat tilaajaa tekemään rakentamisen itsenäisesti. Hankkeen kokonaiskustannuksista tehtiin yhteenveto, jossa ovat rakennusmateriaalit ja viranomaiskustannukset eriteltyinä. Kokonaiskustannusten perusteella tilaaja voi tutustua tuleviin kustannuksiin ja kilpailuttaa rakennusmateriaalit ennakkoon. Lähdetietoina käytettiin internetiä ja kirjallisuutta, joiden avulla selvitettiin monipuolisesti vaihtoehtoisia rakennusvaihtoehtoja. Lähteiden avulla pyrittiin selvittämään mahdolliset epäkohdat ja varmistamaan kustannustehokas kokonaisratkaisu.</p>	
Kieli	Suomi
Asiasanat	Kuntoarvio, hirsityypit, rakentaminen
Säilytyspaikka	<input checked="" type="checkbox"/> Verkkokirjasto Theseus <input type="checkbox"/> Kajaanin ammattikorkeakoulun kirjasto



School Engineering	Degree Programme Construction Engineering
Author(s) Samu Moilanen	
Title Property condition assessment and the construction project realization	
Optional Professional Studies Production Technology	Commissioned by Pertti and Anne Määttä
Date 22.4.2014	Total Number of Pages and Appendices 61+32
<p>The purpose of this thesis was to give information about how to follow through a construction project. The work deals with the phases all the way through the project from plans to implementation. One of the main points is log construction and its features. The objective was to provide a comprehensive log building information package.</p> <p>The goal of the thesis involved a plot with the area of 0,3 hectare including badly damaged buildings. The work was started by visiting the plot and researching the area regulations. The condition assessment revealed that the buildings must be demolished. The commissioner's wish was to build a sauna, as well as a storage building with a carport. The building drawings were made by the 3D modeling computer program ArchiCAD. With 3D modeling it is easy to research the problem areas and fix them prior to starting the construction work. The construction was explained phase by phase and the material costs detailed in the lists.</p> <p>The thesis includes all the documents that will be needed by the customer in this project. The work gives instructions on how to proceed with construction and also provide information on costs. The sources used in the thesis included books and websites and were carefully chosen to ensure a cost-effective overall solution.</p>	
Language of Thesis	Finnish
Keywords	Log, construction, design, modeling, planning permission, research, build
Deposited at	<input checked="" type="checkbox"/> Electronic library Theseus <input type="checkbox"/> Library of Kajaani University of Applied Sciences

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	1
2 HANKKEEN LÄHTÖKOHDAT	2
2.1 Tontti ja kaavamääräykset	2
2.2 Rakennusjärjestysmääräykset	3
2.3 Lupajärjestelmä	4
2.4 Kunnallistekniikka	5
2.5 Kiinteistön nykytila	6
2.6 Kuntoarvio	6
2.6.1 Alueosat	7
2.6.2 Talo-osat	7
2.6.3 Tila-osat	10
2.7 Yhteenveto rakennusten kunnosta	10
3 KIINTEISTÖN SUUNNITTELU	12
3.1 Tarveselvitys	12
3.2 Hankesuunnittelu	12
3.3 Pohjatutkimus	13
3.4 Puhtaan veden hankinta	15
3.5 Jätevedet	17
3.6 Pihasuunnitelma	19
4 HIRSIRAKENTAMINEN	21
4.1 Puusta hirsi	21
4.2 Hirsityypit	21
4.3 Hirsityypin valinta	25
4.4 Hirsi rakennusmateriaalina	25
4.4.1 Hirsiseinän painuminen	26
4.4.2 Tiiviys	27
4.4.3 Kestävyys	28
4.4.4 Vauriot	28
4.5 Hirren ominaisuuksia	30
4.5.1 Akustiikka ja ääneneristys	30

4.5.2 Paloturvallisuus	30
4.5.3 Lämmöneristävyys	31
4.6 Pystytysolosuhteet ja varastoiminen	31
4.7 Varaukset ja nurkat	31
5 RAKENNUSVAIHEET	36
5.1 Tulevat rakennukset	36
5.2 Maanrakennustyöt ennen perustuksia	36
5.2.1 Salaojat	37
5.2.2 Vesi-, sähkö- ja ilmanvaihtoputkitukset	38
5.2.3 Routasuojaus	39
5.3 Perustukset	39
5.3.1 Anturat	40
5.3.2 Saunamökki harkkoperusmuuri	40
5.3.3 Talousrakennus pilariharkko	41
5.3.4 Saunamökin maanvarainen laatta	42
5.3.5 Perusmuurin vedeneristys	42
5.4 Maarakennustyöt perustusten jälkeen	44
5.4.1 Hulevesien poisto	44
5.4.2 Pihatyöt	45
5.5 Hirsikehikon pystytys	45
5.6 Vesikatto ja yläpohja	47
5.7 Ikkunat ja ovet	49
5.8 Rakennusten alapohjat	50
5.8.1 Sauna	50
5.8.2 Tupa	51
5.8.3 Talousrakennus	53
5.9 Savupiippu	53
5.10 Kalusteet ja varusteet	54
6 KUSTANNUKSET	55
7 YHTEENVETO	56
LÄHTEET	58

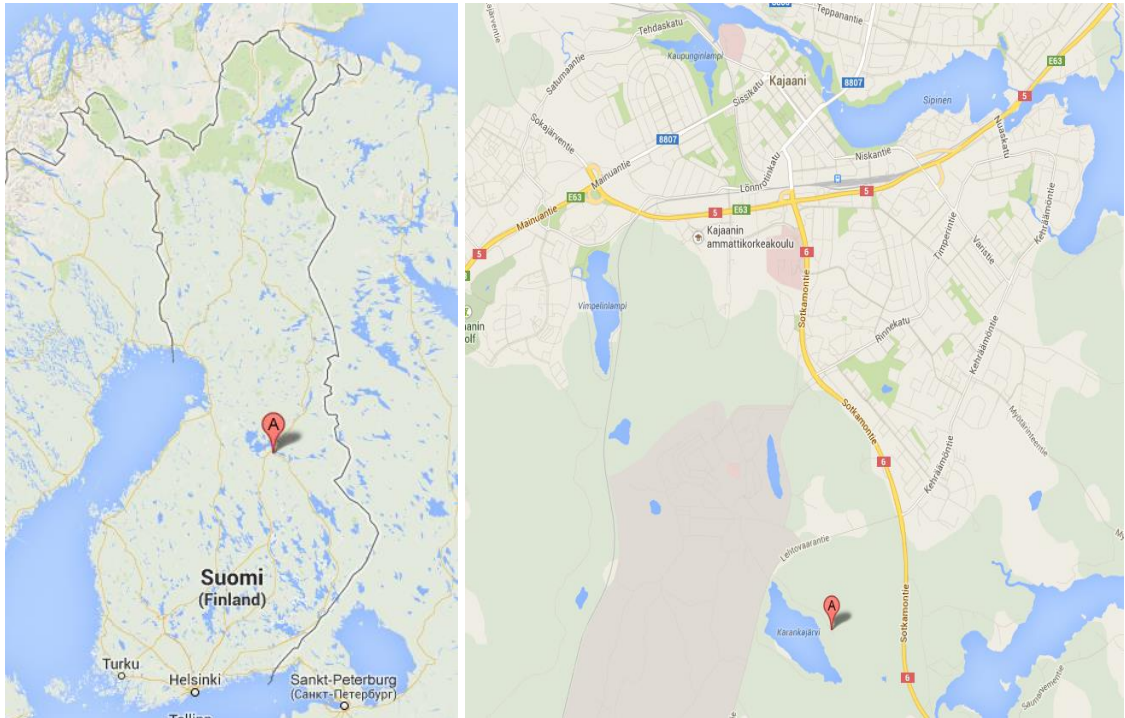
1 JOHDANTO

Insinööriyön aiheena on kiinteistön kehittäminen tilaajan tarpeiden perusteella. Lähtökohta työlle oli 1950-luvulla tontille rakennettujen rakennusten kunnan arvioiminen. Työssä käsitellään rakennushankkeeseen ryhtyvän vastaan tulevia lupa-asioita, kaavamääräyksiä ja kustannuksia, jotka täytyy ottaa huomioon ennen rakentamiseen ryhtymistä. Insinööriyössä käsitellään rakennushankeprosessin eri vaiheet, kuten projektin suunnittelu, tarveselvitys, hankesuunnittelu, rakennussuunnittelu ja rakentamisvaiheen toteutus. Suunnittelussa käydään läpi tilaajan tarpeet, tavoitteet, budjetti ja toiveet rakennushanketta koskien. Työn yhtenä kohtana käsitellään hirsirakentamisen ominaisuuksia ja hirren käyttäytymistä rakennusmateriaalina. Työssä käsitellään yksityiskohtaisesti hirsirakentamisessa huomioon otettavat erikoispiirteet ja käydään läpi erilaisia hirsityyppejä. Työn loppuosiossa käsitellään kohteen hirsirakentamista aloittaen maanrakennustöistä ja edeten eri rakennusvaiheiden kohta kohdalta kalustamiseen asti. Rakennusvaiheet käsitellään järjestyksessä, jossa ne käytännössä toteutetaan.

Tarkoituksena työssä oli saada toteutettua tilaajalle suunnitelmat, piirustukset, ohjeistus rakentamiseen ja kustannus selvitys, jotta tilaaja osaa varautua oikeanlaisella budjetilla hankkeeseen. Työssä käsiteltävä hirsirakentaminen on hieno rakennustapa, jonka perinteet ulottuvat vuosisatojen ellei vuosituhansien päähän. Hirsirakentaminen poikkeaa tavallisesta rakentamisesta ja motivoi minua tekemään juuri tämän työn. Toivoisin, että Suomessakin uusia hirsirakennuksia näkyisi muuallakin kuin lomakeskuksissa, sillä isot hirsitalot ovat hienon näköisiä. Työn myötä olen saanut tutustua tähän hienoon rakentamisen muotoon, ja haluaisin tulevaisuudessa työskennellä hirsirakentamisen parissa.

2 HANKKEEN LÄHTÖKOHDAT

Kiinteistö sijaitsee Kajaanin kaupungin Lahjoitusmaan kylässä. Kiinteistön nimi on Piharatamo ja tila nro 1:25 (205-401-1-25). Kiinteistöltä matkaa Kajaanin keskustaan on 6 km. Kuva 1 on esitetty kohteen sijainti Suomen kartalla.



Kuva 1. Kohteen sijainti suurennettuna Suomen kartalla. [1.]

2.1 Tontti ja kaavamääräykset

Kiinteistö sijaitsee Karankajärven rannassa sijaitsevalla rantakaavoitetulla tontilla. Tontti on n. 1 km:n päässä Lehtovaarantiestä. Karankajärventie on sorapäällysteinen, ei kovin hyväkuntoinen tie, mutta henkilöautolla pääsee kiinteistölle helposti. Tonttie olisi kunnostuksen tarpeessa, koska se on pehmeä ja kapea henkilöautolle. Tontilla on puustoa, jota joudutaan poistamaan tulevien rakennusten edestä. Kiinteistön pinta-ala on kiinteistörekisterin mukaan 0,2923 ha. Tilaaja on tehnyt vuokrasopimuksen Kajaanin kaupungin kanssa kyseisestä kiinteistöstä. Vuokrasuhteen kesto päättyy vuonna 31.12.2025, ja vuokralaisella on etuoikeus vuokra-ajan päättyttyä saada vuokra-alue uudelleen haltuunsa. Vuokraajan tulee tehdä viimeis-

tään yhtä vuotta ennen vuokra-ajan päättymistä ilmoitus Kajaanin kaupunginhallitukselle, mikäli haluaa jatkaa vuokrasopimusta. Tontilla olevista rakennuksista ei löytynyt Kajaanin kaupungin rakennusvalvontaviranomaiselta suunnitelmia tai piirustuksia vanhoista rakennuksista. Tontilla on kolme rakennusta: mökki, talousrakennus ja rantasauna. Rakennuksia ei ole todennäköisesti kunnostettu rakentamisen jälkeen.

Kiinteistöä koskevassa rantakaavassa kerrotaan myös ohjeita siihen, kuinka rakennukset tulee sijoittaa ja kuinka pesuedet voidaan tontilla poistaa.

- Rakennusten etäisyys viereisten rakennuspaikkojen rajoista tulee olla vähintään 5 m. Lomarakennusten välinen etäisyys tulee kuitenkin olla vähintään 20 m.
- Jos alueelle tehdään käymälä, tulee vedet kerätä riittävään suureen vesitiiviiseen umpisäiliöön. Rakennettaessa käymälä itse rakennukseen on siihen saatava ympäristötoimiston lupa.
- Pesuedet saa imeyttää maastoon mikäli se olosuhteet huomioon ottaen on mahdollista ja siitä ei aiheudu haittaa vesistölle eikä muulle ympäristölle.
- Kuivakäymälät on sijoitettava vähintään 25 m:n etäisyydelle rantaviivasta ja siten, että niistä ei ole haittaa viereisten alueiden käytölle.

2.2 Rakennusjärjestysmääräykset

Maankäyttö- ja rakennuslain 1 luvun 14 §:ssä määritellään seuraavasti: ”Kunnassa tulee olla rakennusjärjestys. Rakennusjärjestyksen määräykset voivat olla erilaisia kunnan eri alueilla.”[2.]

Rakennusjärjestyksessä on annettu paikallisista oloista johtuvat suunnitelmallisen ja sopivan rakentamisen, kulttuuri- ja luonnonarvojen huomioon ottamisen sekä hyvän elinympäristön toteutumisen ja säilyttämisen kannalta tarvittavat määräykset. Maanomistajalle tai muulle oikeuden haltijalle rakennusjärjestyksen määräykset eivät saa olla kohtuuttomia.[2.]

Rakennusjärjestyksen määräykset voivat koskea rakennuspaikkaa, rakennuksen kokoa ja sen sijoittumista, rakentamistapaa, rakennuksen sopeutumista ympäristöön, istutuksia, aitoja tai

muita rakennelmia, vesihuollon järjestämistä, rakennetun ympäristön hoitoa, suunnittelutarvealueen määrittämisestä sekä muita niihin rinnastettavia paikallisia rakentamista koskevia asioita.[2.]

Kajaanin kaupungin rakennusjärjestyksessä on mainittu rakentamista koskevia ohjeita, joita tulee noudattaa ja ottaa huomioon kyseisellä kaava-alueella rakennettaessa [3, s. 7-8.]:

- Rakennettaessa ranta-alueille tulee erityistä huomiota kiinnittää rakennusten korkeusasemaan, muotoon, ulkomateriaaleihin ja värikyseen rakennuksen sopeuttamiseksi mahdollisimman hyvin ympäristöönsä.
- Rakennuspaikalla tulee rantavyöhykkeen kasvillisuus pääosin säilyttää. Vain vähäinen harventaminen on sallittua.
- Rakennusten etäisyydet rantaviivasta ja sijainnit rakennuspaikalla tulevat olla sellaiset, että maiseman luonnonmukaisuus säilyy. Avoimeen puuttomaan rantamaisemaan ei sallita uudisrakentamista ilman metsittämissuunnitelmaa.
- Mikäli edellä olevasta vaatimuksesta ei muuta johdu, tulee loma-asunnon, jonka rakennus-ala on enintään 150 m² ja jonka harjakorkeus maantasosta on enintään 7 m, etäisyyden rantaviivasta olla vähintään 30 metriä.
- Saunarakennuksen, jonka rakennusala on enintään 30 m² ja harjakorkeus maantasosta enintään 5 m, saa rakentaa vähintään 15 metrin etäisyydelle rantaviivasta.
- Muut talousrakennukset on rakennettava vähintään 30 metrin etäisyydelle rantaviivasta.

2.3 Lupajärjestelmä

Suomessa lähes kaikki rakentamiseen liittyvä toiminta on säädetty luvanvaraiseksi. Maankäyttö- ja rakennuslaki sekä Kajaanin kaupungin rakennusjärjestys velvoittaa rakennushankkeen ryhtyvän hakemaan lupaa. Maankäyttö- ja rakennuslaissa on esitetty rakentamisen ja muiden toimenpiteiden luvanvaraisuus [2.]:

- rakennuslupa MRL 125 §

- toimenpidelupa MRL 126 §
- rakennuksen purkamislupa ja purkamisilmoitus MRL 127 §
- maisematyölupa MRL 128 §
- ilmoitusmenettelyn käyttäminen MRL 129 §

Rantakaavassa on määritelty kyseiselle tontille rakennusoikeutta yhteensä 80 kem², joka on jaettu seuraavasti päärakennus 50 kem², talousrakennukset yhteensä 30 kem².

- Rakennus-/toimenpidelupahakemus
- Oikeaksi todistettu jäljennös vuokrakirjasta tai kauppakirjasta (1kpl)
- Asemapiirustus
- Rakennushankeilmoitus (RH1) jokaisesta luvan kohteena olevasta uudisrakennuksesta
- Pääpiirustukset 3 sarjaa (pohjapiirros, leikkaus, julkisivut ja hormi 1:20)
- Jätevesien käsittelysuunnitelma
- Naapurin kuuleminen
- Vastaavan työnjohtajan hakemus/ilmoitus

Rakennusluvut haetaan kirjallisesti lomakkeilla Kajaanin kaupungin rakennusvalvonnasta, johon ne myös palautetaan. Päätöksen luvasta tekee rakennusvalvontaviranomainen.[4.]

2.4 Kunnallistekniikka

Kiinteistön alueella ei ole mahdollista liittyä kaupungin vesihuoltolaitoksen jätevesiviemäriin. Tästä johtuen kiinteistöön joudutaan suunnittelemaan vaihtoehtoinen viemäroinnin toteutustapa talous- ja jätevesien käsittelyyn.

Viemärlaitoksen toiminta-alueen ulkopuolella jätevesien käsittelyssä noudatetaan valtioneuvoston asetusta talousjätevesien käsittelystä 11.6.2003/542. Erillisen saunan vähäiset pesuvedet voidaan imeyttää imeytyskaivon kautta maaperään vähintään 15 metrin etäisyydelle rantaviivasta. Maaperän tulee olla imeytykseen soveltuvaa. Kesämökeissä käymäläratkaisuna tulee käyttää ensisijaisesti kuivakäymälää tai kompostikäymälää. Kuivakäymälä on varustettava tiiviillä alusastialla. Kuivakäymälä tulee sijoittaa vähintään 10 metrin päähän kiinteistön rajasta. Kuivakäymälästä ei saa aiheutua naapurille haittaa.[3.]

2.5 Kiinteistön nykytila

Kiinteistö on ollut jo muutaman vuoden käyttämättömänä, mitä ennen se on ollut loma-asuntokäytössä. Kiinteistön aluetta kiertäessä huomaa, että rakennusten- ja pihanhoitoon ei ole kiinnitetty huomiota. Rakennukset ovat Kajaanin rakennusvalvonnan mukaan 1950-luvun alussa rakennettuja. Kiinteistöön kuuluvat rakennukset ovat arvioni mukaan alkuperäisessä kunnossa, ja niiden päärakennusmateriaali on puu. Tontin maa on pehmeän oloista ja ensivaikutelma on peltomainen. Tontilla ei ole autoille autopaikkaa.

2.6 Kuntoarvio

Kuntoarviolla tarkoitetaan kiinteistön tilojen, rakennusosien, järjestelmien, laitteiden ja ulko-alueiden kunnan selvittämistä pääasiassa aistienvaraisesti ja kokemusperäisesti sekä rakennetta ja materiaaleja rikkomattomin menetelmin. Kuntoarvio voidaan tehdä koko kiinteistölle tai, jos tarpeita koko kiinteistön käsittävälle kuntoarviolle ei ole, myös jollekin tietyille rakennusosalle, rakenteelle, järjestelmälle tai laitteelle.[5.]

Loma-asuntoon tehtiin kuntoarvio sen nykykunnosta. Kuntoarvion perusteella selvitettiin, voiko ja kannattaako olemassa olevia rakennuksia lähteä korjaamaan. Kuntoarviossa käytiin läpi rakennuksen oleellimmat asiat eli alueosat, talo-osat ja tila-osat. Arvioinnissa oli apuna kevyitä työkaluja, kuten vesivaaka, mittanauha, puukko, lapio, ruuvimeisseli ja vasara, joilla tarvittavat mittaukset ja tarkastukset saatiin tehtyä. Liitteessä 1 1(8) on julkisivukuvat rakennuksista.

2.6.1 Alueosat

Alueosiin luetaan maaosat, tuennat ja vahvistukset, päällysteet, alueen varusteet ja alueen rakenteet. Alueosat käsittävät rakennuksen ulkopuolen lisäksi myös osat, joita tarvitaan rakennuksen sisäpuolella talo- ja tilarakenteiden rakentamista varten.

Kuivatusosat

Havainnot:

Rakennus sijaitsee loivassa rinteessä järven rannalla. Rakennuksen vierestä ei löydy salaojitus- ta. Hule- ja kattovesien poistoon ei ole tehty järjestelmää jolla veden saataisiin poistettua alueelta. Pintamaa hienoainespitoista maa-ainesta, joka on routiiintuvaa. Pintamaan kallistuksiin ei ole kiinnitetty huomiota.

Vauriot:

Rakennuksen maanpinnan korkeusasema alapohjaan nähden ja muotoilu ovat aiheuttaneet jatkuvaa kosteuskuormitusta perustuksille ja alapohjaan. Rinteeltä ja katolta keväisin sulavat vedet valuvat suoraan rakennuksen seinustalle lisäten kosteusrasitusta.

Korjaus:

- Rinteeseen tulisi tehdä niskaoja, jolla sulamisvedet saadaan ohjattua pois rakennus alueelta.
- Salaojituksen tekeminen
- Rännikaivot, syksytorvet ja kaivot, jotta hulevedet saadaan poistettua hallitusti.
- Pintamaan korkeusaseman ja kaltevuuksien korjaus.

2.6.2 Talo-osat

Talo-osat koostuvat perustuksista, alapohjasta, rungosta, julkisivuista, vesikatosta ja ulkotoistoista.

Perustukset

Havainnot:

Päärakennuksen perustamistapana on käytetty pilaripalkki järjestelmää, jossa pilarit on betonista, ja palkit puusta. Betoniset pilarit ovat liian matalat, joten rakennuksen korkeusasema on matala. Routasuojuseristeitä ei löytynyt. Liitteessä 1 2(8) kuvassa 3 ja 4 esitetään perustuksien vaurioita.

Vauriot:

Lähes jokainen pilari on voimakkaasti kallistunut. Puupalkit ovat tummuneita ja lahovaurioituneita.

Korjaus:

- Pilarien oikaisu, joka on vaikea toteuttaa.
- Routasuojauksen tekeminen.

Alapohja

Havainnot:

Päärakennuksen alapohjatyyppi on tuulettuva. Tuuletustila on pieni ja lähes kiinni maanpinnassa rakennuksen takapuolella. Osa alapohjan eristeistä on tipahtanut tuuletustilaan. Tuuletustilassa on paljon sinne kuulumatonta tavaraa. Liitteessä 1 3(8) kuvissa 5 ja 6 esitetty päärakennuksen tuuletuksen puutteellisuus.

Vauriot:

Alapohja on painunut voimakkaasti rakennuksen nurkista keskellä rakennusta sijaitsevaa tulisijaa kohti. Painumat ovat suuria, jopa useita senttejä metrin matkalla.

Korjaus:

- Alapohjan purkaminen ja uudelleen rakentaminen

Julkisivut

Havainnot:

Rakennuksen julkisivut ovat puupaneelia, joka on maalattu valkoiseksi. Verhous on kosketuksessa rakennuksen takaseinällä maanpinnan kanssa. Tuuletusväli paneloinnin takana on sormella kokeilemalla olematon. Ikkunat ovat alkuperäisiä puu-ikkunoita, joissa yksinkertainen lasitus. Ulko-ovi on myös alkuperäinen puuovi.

Vauriot:

Maali on pahoin hilseillyt ympäri taloa ja rakennuksen takaosassa maan kanssa kosketuksessa olevat paneelit ovat lahonneet. Julkisivut ovat myös silminnähtävästi kierot ja ulkoseinä on pullistunut ulospäin. Ikkunoiden maalipinnoissa on pahoja vaurioita. Ulko-ovi ei sulkeudu kunnolla ja maali hilseillyt.

Korjaus:

- Seinän purkaminen, oikaisu ja uudelleen tekeminen.
- Ikkunoiden ja ulko-oven uusiminen

Vesikatto ja yläpohja

Havainnot:

Vesikatteenä on peltikate ja kattotyypinä on harjakatto. Räystäältä puuttuu vesikourut. Räystäiden aluslaudoitus on umpinainen, jolloin yläpohja ei pääse tuulettumaan. Yläpohjaan ei ole kulkureittiä, joten sitä ei päästy tarkastamaan. Liitteessä 1 4(8) kuvissa 7 ja 8 esitetään vesikaton ja räystäsrakenteen vaurioita.

Vauriot:

Vesikatto painunut samaan tapaan kuin alapohja nurkista kohti savupiippua. Tuulettumattomuus on voinut aiheuttaa vaurioita yläpohjaan, mutta tästä asiasta ilman tarkempia selvityksiä ei voida olla varmoja.

Korjaus:

- Katon purkaminen ja uudelleen rakentaminen.

2.6.3 Tila-osat

Tila-osat koostuvat rakennuksen tiloja jakavista jako-osista, sisäpuolisista tilapinnoista, tilavarusteita ja muista tilaosista, kuten hoitotasoisista ja kulkurakenteista sekä tilaelementeistä.

Asuintilat

Asuintiloihin kuuluu väliseinät, väliovet, lattiapinnat, sisäkattopinnat, seinäpinnat

Havainnot:

Seinäpinnat on tapetoitu, väliovet tavallisia puuväliovia, lattiapintaan asennettu muovimatto, sisäkattopinnassa verhoulevy. Rakennuksen pintamateriaalit ovat kuluneita ja rikkonaisia. Liitteissä 1 5(8) - 1 8(8) kuvissa 9 - 16 esitetty vaurioita asuintiloista.

Vauriot:

Seinien tapetoinnit ovat kupruilleet pahoin useasta kohdasta. Väliovien karmien ja lehtiosien välissä on jopa 30 mm:n välejä, jolloin ovet eivät mene kiinni. Lattiapinnan muovimatto on kupruillut useasta kohdasta. Vauriot johtuvat arvioni mukaan alapohjan voimakkaasta painumisesta.

Korjaus:

- Vanhojen rakenteiden purkaminen ja uudelleen tekeminen.

2.7 Yhteenveto rakennusten kunnosta

Rakennukset ovat elinkaarensa päässä, koska rakennusten kunnossapitoon ei ole kiinnitetty tarvittavaa huomiota elinkaarenaikana. Rakennustekniset puutteet ja virheet ovat aiheuttaneet rakennusten vaurioitumista. Rakenteelliset vauriot ovat niin suuria, että niiden korjaaminen ei olisi järkevää, koska rakenteiden korjaus vaatisi lähes koko loma-asunnon purkamisen minkä johdosta kustannukset nousisivat kohtuuttomiksi rakennuksen arvoon nähden.

Päärakennus ja piharakennukset ovat niin huonossa kunnossa, että ne on järkevintä purkaa ja rakentaa niiden tilalle uudet vapaa-ajan rakennukset.

3 KIINTEISTÖN SUUNNITTELU

3.1 Tarveselvitys

Tarveselvityksessä selvitettiin hankkeen lähtökohdat, tavoitteet, vaikuttavat tekijät ja kiinteistön kehittämistarve. Selvitykseen kuului tilaajan haastatteluja ja kyselylomakkeen täyttö, joiden perusteella saatiin selvitettyä, millaiset ovat tilaajan tavoitteet ja tarpeet hanketta koskien. Tarveselvityksen pohjalta lähdettiin luonnostelemaan, millaisia rakennuksia tontille rakennetaan. Selvityksellä varmistetaan, että rakennukset vastaavat tilaajan hankkeelle asettamia vaatimuksia. Tarveselvityksen yhteydessä tehtiin alustavia kustannuslaskelmia ja kannattavuutta koskeva selvitys.

3.2 Hankesuunnittelu

Hanketta lähdettiin suunnittelemaan tilaajan tarpeiden mukaisesti. Tulevien rakennusten koko määräytyi kiinteistön rakennusoikeuden pohjalta. Hankkeen aikataulu on, että rantasauna on valmis heinäkuussa 2014. Rantasaunaa aiotaan käyttää ympärivuotisesti.

Kiinteistölle ei ole olemassa olevaa vesiliittymää, joten puhtaan käyttöveden saanti aiotaan toteuttaa investoimalla alueelle tulevaisuudessa kaivo. Tällöin rakennuksiin saataisiin puhdasta vettä, joka helpottaa illanviettoja huomattavasti. Vedenlämmitykseen aiotaan käyttää sähkökäyttöistä lämminvesivaraajaa.

Rakennuksien materiaalina halutaan käyttää perinteistä pyöröhirttä, mutta rakennusten sijoittelulla, terasseilla, isoilla ikkunoilla ja lasituksilla saadaan kokonaisuudesta moderni. Pihan kulkureiteiksi on ajateltu sora- tai pitkospuumallinen ratkaisu. Autojen sijoituspaikkoja halutaan kaksi, ja toinen niistä tulee talousrakennuksen yhteyteen katokseksi. Talousrakennukseen halutaan investoida sähköpolttokäymälä, joka ei tarvitse vettä tai viemärointia.

3.3 Pohjatutkimus

Pohjatutkimuksella voidaan selvittää maalajit, maakerrosrajat, maalajien routivuus ja suhteellinen tiiviys sekä pohjavedenpinnan taso. Pohjatutkimuksen tarkoituksena on myös tutkia, onko haluttu rakennustapa taloudellista tai mahdollista. Pohjatutkimus sisältää yleisesti seuraavat tehtävät [6.]:

- kairauksien suorittaminen.
- maanäytteiden ottaminen.
- pohjavedenpinnan tason mittaaminen.
- saven leikkauslujuuden selvittäminen.
- kokoonpuristuvuuden selvittäminen.

Perustustyyppin ja perustusten rakenteen suunnittelussa maaperällä ja sen koostumuksella on suuri merkitys. Rakennustekniikassa yleisesti käytetään rakeisuuteen perustuvaa rakennusteknistä luokitusta. Luokituksessa maalajit jaetaan kivennäis- ja eloperäisiin maalajeihin. Eloperäiselle maa-ainekselle ei voida perustaa rakennusta, vaan se tulee aina tehdä kivennäismaalajien varaan.[7, s. 149–150.]

Pohjatutkimuksessa tehtyjen kenttätutkimusten, laboratoriotutkimusten ja katselmusten jälkeen voidaan suunnitella perustamisvaihtoehdot, vedeneristysratkaisut, kuivatustarve, routasuojaus, ympäröivien rakenteiden turvaaminen.[8.]

Kuivaseulonta

Kiinteistön maaperään tehtiin koekuoppa lapiota käyttäen ja maaperästä otettiin näyte kuivaseulontaa varten 1 metrin syvyydestä. Maanäytteelle tehtiin kiviaineksen rakeisuuskuivaseulonta, jossa näytteen tuloksista piirretään rakeisuuskäyrä. Kuivaseulonnassa ensimmäiseksi näyte punnitaan ja kuivataan kuivauksuunissa 105 °C:n lämpötilassa. Kuivauksen tarkoituksena on haihduttaa näytteestä normaali vesi, josta kuivauksen jälkeisellä punnituksella todetaan painon vähenemä. Näytteen kosteusprosentti saadaan kuivaamattoman näytteen painon suhteesta kuivattuun näytteen painoon. Kuivaseulonnassa itse seulonta tapahtuu seulasarjalla, joka sisältää erikokoisia seuloja yleensä välillä 64–0,063 mm. Seulassa on neliömäi-

siä aukkoja, joiden mitat ovat seulan nimelliskokoja. Seulontasarjaan tarvitaan myös sarjan kansi ja umpinainen pohja. Kosteuspitoisuuden selvittämisen jälkeen näyte kaadetaan seulasarjalle ja näyte asetetaan tärytimeen. Täryttämistä täytyy tehdä vähintään 10 min ja tarvittaessa pidempään, jotta rakeet seuloutuisivat mahdollisimman hyvin. Täryttämisen jälkeen seuloille jääneet rakeet punnitaan ja muutetaan prosenteiksi koko näytteestä. Tämän perusteella voidaan tehdä rakeisuuskäyrälomake, jossa kunkin seulan kohdalle merkitään laskettu läpäisyprosentti ja viivat yhdistetään piirtämällä.[9.]

Rakeisuuskäyrä osoitti, että maa-aines on hienoainesta eli silttiä tai savea.. Rantasauna voidaan luokitella helpoksi rakennuskohteeksi, joten koekuoppa ja kuivaseulonta ovat riittävä selvitys maaperän kantavuudesta, joten tarkempia selvityksiä ei tarvitse suorittaa.

Perustamistapa

Perustamistavat voidaan jakaa kahteen pääryhmään, syvä- ja matalaperustukseen. Syväperustuksessa rakennuksesta aiheutuvat kuormat siirretään routarajan alapuolelle pilarien ja perusmuurin välityksellä. Pilarien ja perusmuurien alapuolella käytetään yleisesti anturoita, jotka mitoitetaan niihin kohdistuvien kuormitusten ja sallitun maanpaineen perusteella. Yleisimmät syväperustusmenetelmät ovat peruspilarit, peruspilarit ja sokkelipalkki tai perusmuuri. Varhaisimpina aikoina hirsikehikot sijoitettiin joko suoraan maanpinnalle tai pystytolppien tai nurkkakivien varaan. Matalaperustus on vastaavasti perustamistapa, jossa rakennuksen perustusten alapinta on routarajan yläpuolella. Puutaloissa on perinteisesti käytetty matalaperustusta. Perustamissyvyys määräytyy lähinnä rakennustapojen perusteella. Perustusten on kuitenkin oltava vähintään 0,3 metriä maanpinnan alapuolella. Matalaperustukset voidaan jakaa kahteen päätyyppiin ryömintätilallinen alapohja ja maanvarainen alapohja. Päätyypit voidaan taas jakaa uusiin ryhmiin [7, s. 143–149.]:

Ryömintätilallinen alapohja

- pilariperustus
- perusmuuriperustus
- jalasperustus

Maanvarainen alapohja

- perusmuuri + maanvarainen laatta
- reunapalkilla vahvistettu maanvarainen laatta
- lokerolaattapalkisto
- arinapalkisto

Perustamistapaan vaikuttavat tekijät:

- tontin pohjasuhteet
- maaston muodot
- piha-alueiden korkeustasojen valinta
- mahdollinen kellari
- perustusten yläpuoliset rakenteet

3.4 Puhtaan veden hankinta

Kaivon rakentaminen

Kiinteistön käyttövesi aiotaan hankkia tekemällä alueelle kaivo. Kaivon paikkaa kannattaa miettiä tarkoin ja etsiä kauempaakin luonnontilaisesta kohdasta. Oikea sijainti on oleellista veden laadun ja riittävyyden takaamiseksi. Paikkaa valittaessa on syytä ottaa huomioon veden likaantumiseriski ja mahdollisuudet hyvänlaatuiseen veteen. Kiinteistön pinta-ala on pieni, joten mahdollinen kaivon paikka voi olla mahdollista saada myös naapurin maa-alueelta. Tässä tapauksessa naapurilta on pyydettävä lupa, eikä se saa aiheuttaa haittaa naapurille.[10.]

Jätevesien käsittelyjärjestelmän suunnitelma kannattaa tehdä kaivon suunnittelun kanssa käsi kädessä. Väärin toteutettu jätevesien käsittely voi pahimmassa tapauksessa pilata kaivoveden laadun. Kaivo tulee suunnitella pohjaveden virtaussuunnan mukaan jätevesien käsittely-

paikan yläpuolelle. Alueella tulee tehdä katselmus, ettei siellä ole pohjavettä likaavia tekijöitä. Kaivon rakentaminen ei ole luvanvaraista, joten omalle tontille lupaa ei tarvitse. Kaivon rakentamisen hyvänä ajankohtana voidaan pitää kuivan kauden aikaan kevättalvella ennen kuin lumet ovat sulaneet. Pohjaveden matala taso helpottaa kaivon rakentamista. Kuivan kauden aikaan voidaan myös todeta, että vettä riittää kaivossa helpommin kuin, että se olisi tehty saateisena aikana. Kun pohjavesi on alimmillaan luonnollisen vuodenaikaisvaihtelun vuoksi, voidaan todeta että vesi riittää myös hellekausina.[10.]

Kaivotyyppiä valitessa tulee selvittää kaivon rakennuspaikan maaperä, pohjaveden laatu, tarvittavan veden määrä ja rakentamis- ja kunnossapitokustannukset. Yleisimmät kaivotyypit ovat rengaskaivo ja porakaivo.[10.]

Kaivoon ei tule päästää pintavesiä. Myös roskien ja eläinten pääseminen kaivoon tulee estää riittäväällä maanpinnan yläpuolelle tulevalla rakenteella. Kunnollinen penkere sekä tiivis tule- tusputkella varustettu kansi sekä kaivon renkaiden liitoksien ja läpivientien tiiviys takaavat kaivon hyvän toiminnan. Kaivon suunnittelussa tulee huomioida maan routivuus ja suojata rakenteet routaeristyksellä, jotta vältetään routavaurioiden syntymiseltä. Tavallisia virheitä kaivon rakentamisessa ovat huono tiivistys, riittämätön routaeristys ja suodatinsoran puuttuminen rengaskaivon pohjalta.[10.]

Veden laadusta tulee tehdä tutkimuksia ennen kuin kaivo voidaan ottaa käyttöön. Kaivon valmistuttua vettä tulisi juoksuttaa muutama päivä ennen bakteerinäytteen ottamista. Tällöin rakentamisvaiheesta ja uusista rakenteista aiheutuneet samentumat vähenevät vedestä. Muut tutkimukset kannattaa tehdä 2-4 viikon kuluttua. Ensimmäisen käyttöviikon aikana vettä ei kannata juoda ennen kuin perusteellinen juoksutus on tehty.[10.]

Kaivon rakentamiskustannukset

Kustannukset voivat vaihdella eri paikkakunnan, koneiden kuljetusmatkan, kaivon sijainnin, maa- tai kallioperän sekä kiinteistön olosuhteiden mukaan. Työkustannukset ja koneiden käyttö- ja kuljetuskustannukset poikkeavat toisistaan yleisen hintatason mukaisesti. Kun kustannuksia aletaan laskemaan, on syytä muistaa muutama oletus. Kiinteistölle ja tulevan kaivon paikalle johtavat kulkuyhteydet ovat helpot, kelirikon aikaan tie voi pettää raskaan työ- koneen alta. Haasteelliset pohjaolosuhteet ja työskentelytilan tarve voivat lisätä kustannuksia moninkertaisiksi. Porakaivoa tehtäessä maaporauksen osuus on 10 metriä ja loput kalliopo-

rausta. Kaivon paikka voi olla rakennuksesta 10 metriä tai huomattavasti enemmän, joka vaikuttaa oleellisesti kustannuksiin. Jos kaivantoa ei saada tehtyä routimattomaan syvyyteen, pitää vesijohdon olla varustettu sulanapitolämmityksellä, jonka hinta on moninkertainen tavalliseen painevesijohtoon verrattuna. Työkustannuksiin pystyy vaikuttamaan omalla työpanoksella ainakin johtokaivannon tekemisessä ja porakaivoa tehtäessä huoltokaivon teon osalta. Tarjouksen tekohetkellä kannattaa kysyä urakoitsijalta, missä työvaiheessa itsestä voi olla apua. Taulukoissa 1 ja 2 on esitetty 2011 tehtyjen kaivojen keskiarvoiset hinnat.

[11.]

Taulukko 1. Rengaskaivon rakentamiskustannuksien tyypillinen hinta vuonna 2011. [11.]

Kaivon syvyys	Rengaskaivo (imupumppu)	Rengaskaivo (uoppopumppu)
3 m	3 700 €	4 200 €
6 m	4 600 €	5 000 €

Taulukko 2. Porakaivon rakentamiskustannuksien tyypillinen hinta vuonna 2011. [11.]

Kaivon syvyys	Porakaivo (ejektoripumppu)	Porakaivo (uoppopumppu)	Porakaivo (uoppopumppu, ei huoltokaivoa)
20 m	5 200 €	4 600 €	3 800 €
70 m	7 400 €	7 000 €	6 200 €
90 m	8 500 €	8 100 €	7 300 €
150 m	11 200 €	10 900 €	10 100 €

3.5 Jätevedet

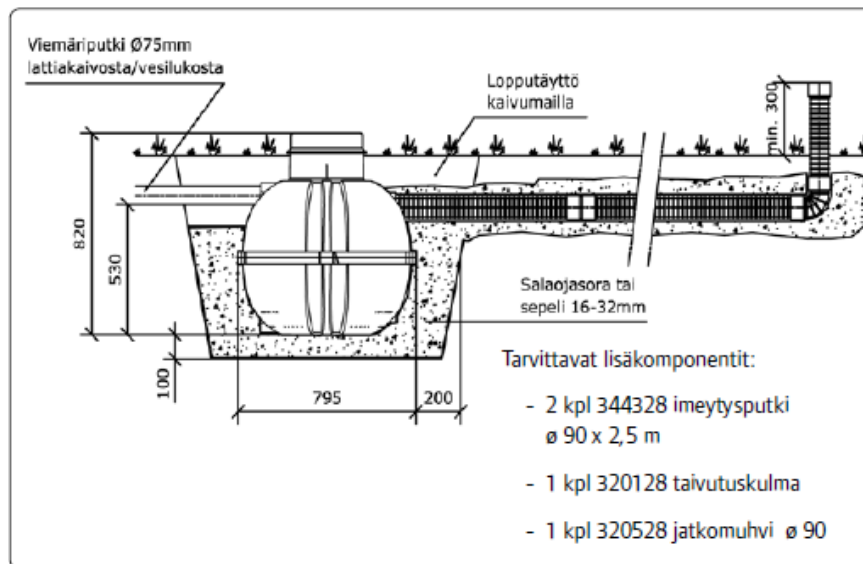
Kajaanin kaupungin rakennusjärjestyksen mukaan erillisen saunan pesuvedet voidaan imeyttää imeytyskaivon kautta maaperään. Suunnittelussa tulee ottaa huomioon mm. maaperän laatu, pohjavesiolosuhteet, maaston muoto, suojaetäisyydet, kunnalliset määräykset ja huollettavuus.

Vähäisenä pesuvesien käsittelynä voidaan pitää, kun käytettävä vesi kannetaan ämpärillä käyttökohteeseen. Jos käyttövesi pumpataan paineella käyttökohteeseen, voi veden käytetty määrä olla silti vähäinen. Jätevesien vähäisyyttä arvioidaan kiinteistön varustelutason, asumismäärän ja vedenkäytön mukaan.[12.]

Kiinteistön jätevedet rajoittuvat saunan vähäisiin pesuvesiin, jotka on mahdollista imeyttää imeytyskaivon, imeytyskuopan tai kivipesän kautta maaperään.

Imeytyskaivo

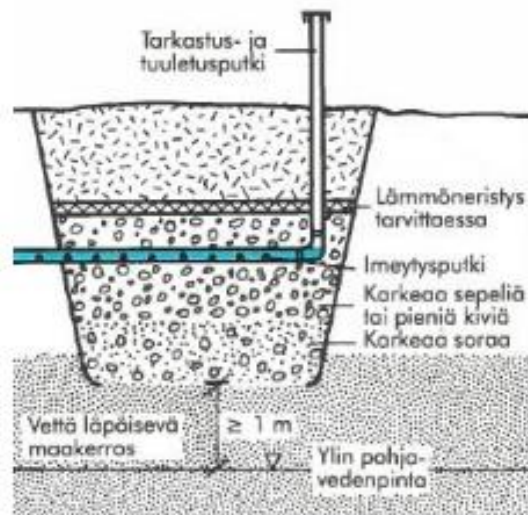
Imeytyskaivon toimintaa voidaan pitää ns. yksinkertaisena maaperäkäsittelynä tai hallittuna imeyttämisenä. Jätevesi johdetaan maaperään siten, ettei sitä johdeta suoraan pohjaveeteen[12]. Imeytyskaivoja on saatavilla usealta valmistajalta erilaisiin käyttötarkoituksiin. Maaperän veden läpäisevyys vaikuttaa oleellisesti imeytyskaivojen toimintaan. Huonosti vettä läpäisevässä maassa, kuten kohteen saviperäisessä maassa imeytyminen voi olla liian hidasta. Kun kaivon imeytyskapasiteetti ylittyy, se saattaa täyttyä. Tästä johtuen on syytä varautua ylikuormitustilanteeseen ja kasvattaa imeytyspinta-alaa imeytysputkella. Sopiva imeytyskaivo kiinteistön asettamiin vaatimuksiin löytyi Uponor merkkiseltä valmistajalta, johon on mahdollista tehdä imeytykseen määrään liittyviä parannuksia, kuten imeytysputki. Kuvassa 2 esitetään imeytyskaivon leikkauskuva. Uponorin saunakaivo on tarkoitettu juuri rantasaunojen vähäisten pesuvesien imeytykseen.[12;13.]



Kuva 2. Leikkaus saunakaivosta, jossa on imeytyspinta-alan suurennus putki. [12.]

Imeytyskuoppa tai kivipesä

Näissä kahdessa tavassa on tarkoitus saada jätevesi imeytymään maaperään, ettei poistettu vesi muodostu lammikoiksi tai että se johtuisi suoraan vesistöön. Tätä tapaa käytettäessä maaperän tulee olla vettä läpäisevää. Kuvassa 3 on esitetty leikkauskuva imeytyskuopasta.



Kuva 3. Imeytyskuopan leikkauskuva. [12.]

3.6 Pihasuunnitelma

Piha-alueiden pohjarakennussuunnittelulla tulee luoda rakennuksen toiminnan kannalta tarkoituksenmukaiset ja laadulliset vaatimukset täyttävät piha-alueet. Ratkaisujen tulee perustua mahdollisten vaihtoehtojen välillä tehtyihin teknistaloudellisiin tarkasteluihin. Vaihtoehdon valintaan vaikuttavia tekijöitä voivat olla muun muassa tavoiteltava laatu, elinkaarikustannukset, rakennusaika (esimerkiksi korjaushanke) tai soveltuvuus muuhun rakentamiseen (perustustyöt, tasot).[14, s. 28.]

Rantakaavassa on määritetty yksityiskohtaisesti, kuinka kaavoitettua aluetta tulee käyttää. Rantakaavassa määritetään myös pihojen osalta liittymät, käyttötarkoitukset eri alueilla tonttia, säilytettävä kasvillisuus tai päällystettävät ja istutettavat alueet. Piha- ja muiden rakenteiden mahdolliset pohjavahvistus tarpeiden selvittämisestä voidaan määrätä rantakaavassa. Kiinteistön kuivatusjärjestelmä on huomioitava suunniteltaessa piha-aluetta. Kun alueellista kuivatusjärjestelmää ei ole saatavilla, on hule- ja kuivatusvesien käsittely tontilla järjestettävä

toisin keinoin. Kuivatusjärjestelmää suunniteltaessa on kiinnitettävä huomiota järjestelmän liitopaikkoihin, korkeusasemiin, pihan yleistasoon, suosituksiin ja määräyksiin, jotka koskevat rakennustapaa tontilla ja hule- ja kuivatusvesien käsittelyyn tontilla.[14, s. 15.]

4 HIRSIRAKENTAMINEN

4.1 Puusta hirsi

Ennen kuin puita lähdetään kaatamaan, täytyy tietää hirsityyppi ja hirsien pituudet työstövaroineen. Hirreksi soveltuvat parhaiten suorat ja tasapaksut puut. Puun sisäisen suoruuden ja kiertyneisyyden voi todeta tekemällä viillon puun kylkeen. Perimätiedon mukaan puu, jonka oksarivit ovat suorat, viittaavat siihen, ettei puussa ole kiertyneisyyttä. Kiertyneisyys ei kuitenkaan hyvin tapitetussa rakenteissa ole ongelma.[15, s. 102.]

Kaadettavan puun paksuus tulee aina varmistaa mittaamalla. Perinteisin työkalu puun paksuuden mittaamiseen on haaki. Mitattaessa puuta tulee huomioida puun kuoren paksuuden vaihtelut latvan ja tyven välillä. Männyllä kaarnan paksuuserot ovat isoimmat, sillä tyvessä kaarnan paksuus voi vaihdella 20–40 mm.[15, s. 102];[14, s.19.]

Yleisesti hyvänä kaatoaikana pidetään kevättalvea. Tällöin puun kosteuspitoisuus on pienimmillään.[16, s. 21.]

4.2 Hirsityypit

Hirret valmistetaan massiivisesta puusta joko suoraan veistämällä tai teollisesti tuottamalla. Suomessa tehtävien hirsien materiaalina käytetään pääasiassa mäntyä. Materiaaliksi soveltuu myös kuusi, mutta kuusen suurempi vääntyily ja halkeileminen asettavat rakentamisvaiheessa enemmän haasteita sen käyttöön kuin mänty. [17];[18, s.76.]

Hirsityyppejä on saatavilla lähes jokaiseen tarpeeseen nykyisten työstökoneiden ansiosta. Tyypppejä, joita yleisimmin käytetään, on viisi, jotka alemmissa kohdissa käydään tarkemmin läpi [17.]:

Veistetty hirsi

Suomen vanhimmat hirsirakennuslöydöt on tehty veistetyistä hirrestä. Veistettyä hirttä voidaan kutsua myös pelkkahirreksi, joka kuuluu suomalaiseen perinnerakentamiseen. Veistetyn

hirren kestävyys verrattuna pyöröhirteen on parempi, koska puun pinta on poistettu ja kovempi sydänpuu on saatu esille. Ennen sahateollisuuden kehittymistä veistotyö oli raskasta ja taitoa vaativaa. Kun sahateollisuus alkoi kehittyä, tukit alettiin sahata tiettyyn paksuuteen pelkoiksi, mikä helpotti ja vähensi veistotyön määrää. Hirsipinnan viimeistely on perinteisesti tehty piiluumalla sahapinta aaltomaiseksi. Kun pelkkahirttä sahataan, on muistettava jättää aihioon mahdollinen piiluumisvara. Kuvassa 4 on esitetty esimerkki veistetystä hirrestä. [17.]



Kuva 4. Veistetty hirsi on perinteisin hirsityyppi hirsirakentamisessa. [17.]

Pyöröhirsi

Pyöröhirsi on estetiikaltaan luonnollisin vaihtoehto, koska puu pysyy melkein alkuperäisessä olomuodossaan. Pyöröhirren työstö on mahdollista usealla tavalla ja alkuperäisin niistä on käsin veistäminen. Vähimmillään tukista poistetaan kuori ja sitä voidaan halutessa hieman oikaista. Tässä menetelmässä on hyvää se, että työstö ei juuri muuta puun sisäisiä jännityksiä. Pyöröhirsi voidaan myös tehdä teollisesti kahdella erilaisella menetelmällä. Toisessa lähtökohdassa on mahdollisimman suora ja pyöreä tukki, josta sorvaamalla saadaan pyöreä tasavahvuinen lopputuote. Tällä menetelmällä tukin sydän pysyy lähes keskellä saadussa lopputuotteessa. Toinen tapa on sahata tukki suorakulmaiseksi ahioksi, josta sorvaamalla saadaan lopputulokseksi tasavahvuinen pyöreä tuote. Tässä menetelmässä puun sydän saattaa siirtyä lopputuotteessa paljonkin sivuun, mikä voi aiheuttaa voimakastakin vääntyilyä. Kuvassa 5 on esimerkki sorvaamalla valmistetusta pyöröhirrestä.[17];[18, s. 78.]



Kuva 5. Sorvaamalla valmistettu pyöröhirsi, jota käytetään paljon vapaa-ajan asunnoissa. [17.]

Höylähirsi

Höylähirsi on Suomen teollisista hirsistä yleisimmin käytetty. Hirreksi voidaan kutsua vähintään 90 mm vahvuista massiivipuuta. Isoimmat teollisesti valmistetut yksipuiset massiiviset höylähirret ovat 170 mm vahvuisia. Myös paksumpiakin höylähirsiä valmistetaan, mutta ne tehdään yleensä useasta osasta vaaka- tai pystysuuntaisilla liimasaumoilla. Paras mahdollinen höylähirren aihio saadaan sydänhalkaistusta puusta, jolloin pintahalkeilua ei juuri esiinny. Puun sydänosa on myös kovempaa kuin pinta, jolloin se kestää paremmin säärasituksia. Hirressä voi esiintyä tällä menetelmällä enemmän vääntyilyä, kuin hirressä jossa sydän on keskellä. Tämä korostaa varsinkin paksumpia hirsirakenteita käytettäessä tapituksen merkitystä, jotta seinä pysyy suorana. Kuvassa 6 on esitetty esimerkki höylähirrestä. [17]; [18, s.78.]



Kuva 6. Yksipuinen massiivi höylähirsi. [17.]

Lamellihirsi

Lamellihirsi valmistetaan kahdesta tai useammasta höylätystä sahatavarakappaleesta eli ns. lamellista yhteen liimaamalla. Tämä hirsityyppi on tuorein keksintö hirsien teollisessa tuotekehityksessä. Lamellit asetetaan siten, että kova sydänpuu tulee hirren sisä- ja ulkopinnoiksi. Useammasta lamellista liimattu lamellihirsi on selvästi vähemmän altis vääntyilyyn ja halkeiluun kuin perinteinen yksipuinen hirsi. Lamellihirren hyödyt paranevat, mitä suuremmaksi sen kokoa kasvatetaan. Nykyisten tehokkaiden tuotantoprosessien johdosta lamellihirren hinta on saatu laskettua lähes höylähirren tasoon. Kuvassa 7 on kolmesta puusoirosta liimaamalla tehty lamellihirsi.[17];[19.]



Kuva 7. Lamelleista liimaamalla valmistettu lamellihirsi. [17.]

Kelohirsi

Kelo on pystyyn kuivunut puu, joka on vuosisatoja vanha, kasvunsa lopettanut ja kuorensa pudottanut mänty. Kelo on alettu arvostamaan 1960-luvulta lähtien ja on suosittu hirsirakennusmateriaaliksi. Kelon saatavuus on heikentynyt ja nykyisin se on arvokkainta mäntypuuta. Kelo ei voida oikaista veistämällä, koska kelon sisus on yleensä laho. Kelon pinta on arka vaurioille, joten kelo kaadettaessa, karsittaessa ja kuljettaessa on syytä olla hyvin huolellinen. Huolimaton kelon varastointi suojaamattomassa pinossa johtaa pinnan irtoamiseen ja pilaantumiseen jo muutamassa vuodessa. Kuvassa 8 on esitetty kelohirsi.[16, s. 15];[17.]



Kuva 8. Kelohirsi soveltuu hirsirakentamiseen estetiikkansa ansiosta erinomaisesti. [17.]

4.3 Hirsityypin valinta

Hirsimökkien tekijöitä löytyy Kainuun alueelta useita, joten hirsien saatavuudesta ei ole ongelmaa. Vapaa-ajan asunnon rakennusmateriaalin valintaan vaikuttaa paljon ulkonäkö. Hirsimökki on vaikuttavan näköinen, ja puu antaa kotoisan tunnelman rakennukselle. Nykyisin on myös mahdollista käyttää erilaisia hirsipaneeleja, joilla jäljitellään hirren ulkonäköä. Tilaaja valitsi rakennusmateriaaliksi perinteikkään pyöröhirren. Materiaalina käytetään 150 mm vahvuista pyöröhirttä, jota tilaajalla on suhteidensa ansiosta mahdollista saada helpoimmin. Hirsret tehdään sorvaamalla, jolloin saadaan tasapaksua materiaalia.

4.4 Hirsi rakennusmateriaalina

Maaseudulla liikkuesssa kannattaa kiinnittää huomiota hyvinkin vanhoihin hirsirakennuksiin. Hirsirakenteen pitkän iän salaisuus on sen tukevassa rakenteessa ja hengittävydessä. Nykyisin hirsien teollinen valmistaminen on parantunut, jolloin vanhat hyväksi todetut ratkaisut ja ominaisuudet saadaan tehokkaasti tasalaatuisiksi tuotteiksi. Teollisuus on myös avannut mahdollisuudet hyvin kattaviin hirsirakennusmallistoihin.[20.]

Hirsirakenteella on kyky ottaa vastaan ja luovuttaa ilman kosteutta, jolloin sisäilman suhteellinen kosteus pysyy melko tasaisena ulkopuolisista olosuhteista riippumatta. Kanadalaisen (E.M.Sterling,1985) tutkimuksen mukaa sisäilmalla on optimialue, jossa erilaisten haittatekijöiden yhteisvaikutus on pienin. Tutkimuksen mukaan optimialue on silloin, kun sisäilman

suhteellinen kosteus on 40–60 %. Massiivihirsitalossa sisäilman suhteellinen kosteus vaihtelee 45–57 % alueella, joka on optimialueen rajoissa kunhan ilmanvaihto on tehty asianmukaisesti.[18, s. 56–57.]

Hirsitalon tukeva rakenne syntyy seinien muodostamasta laatikkomaisesta osakokonaisuudesta. Rakennetta jäykistävät nurkkien salvokset ja seinähirsien väliset tapitukset, joiden avulla seinästä tulee levymäinen. Hirsirakenteen heikot kohdat ovat pitkät jatkettuja hirsiiä käyttämällä tehdyt yhtenäiset seinäpinnat. Tämän tyyppisessä seinärakenteessa ikkunoiden ja ovien kohdat tuovat lisähaastetta, mutta seinä voidaan tukea ylimääräisillä pystytuilla eli följareilla. Följarit ovat hyvä apukeino saada seinärakenteesta tukeva, missä on paljon ikkunoita ja ovia. Följareina käytetään kahdenlaista tyyppiä. Toisessa pystytuut ovat seinän sisä- ja ulkopuolella ja puut sidotaan seinän läpi menevillä kierretangoilla ja liukulevyillä yhteen. Toinen tapa, jota Suomessa käytetään vähemmän on samankaltainen, mutta seinän läpi asennetaan puuside, joka kiristetään paikoilleen puukiiloja hyväksi käyttäen. Pelkatussa ikkunallisessa hirsiseinässä on syytä käyttää följareita, jos pituus seinässä ylittää 6 metriä.[15, s. 108]

4.4.1 Hirsiseinän painuminen

Hirsiseinässä tapahtuu kuivumisen johdosta seinien kapenemista ja rakennuksen laskeutumista. Uudessa rakennuskehikossa tapahtuu painumista noin neljän vuoden ajan. Puun kutistuminen säteen suuntaan on 4 %, ja seinärakenneteen painuminen on 10-50mm korkeusmetriä kohti, riippuen puun kosteudesta. Hyvin toteutettu hirsikehikko painuu tasaisesti joka puolelta. Painumisen määrään vaikuttavia tekijöitä ovat hirsien kosteus, kuormitukset, materiaali, materiaalin tuoreus ja liian paksut tilkevarat, jos tilke on jäänyt kantamaan. Lämpimässä rakennuksessa sisäpuoliset väliseinät painuvat noin 10–12 mm korkeusmetriä kohti enemmän kuin ulkoseinät pienemmän kosteuspitoisuuden vuoksi.[7, s. 234–235];[15, s. 108–109.]

Suunniteltaessa seinärakennetta on painuminen huomioitava. Haasteellisia paikkoja ovat painumattomien rakenteiden liittymät hirsiseinään, kuten tulisijat ja muurirakenteet. Huomiota tulee myös kiinnittää ovien karmeissa, ikkunoissa, pystypilareissa ja kattorakenteissa. Rakennuskohteessa, jossa on eritasoisia perustuksia, on selvitettävä seinien erilaiset painumat.[15, s. 109];[18, s. 82.]

Pyöröhirsi ja paksut pelkkahirret voivat painua suuriakin määriä, mihin on syytä varautua. Tämä johtuu siitä, että hirsi halkeaa varauksen pohjasta ja leviää alemman hirren päälle. Halkeaman syntymiseen voidaan vaikuttaa tekemällä hirren yläpintaan sahaus tai kiilaus. Näillä menetelmillä ohjataan hirsihalkeamaan hallitusti yläosastaan ja hirsiseinä painuu vähemmän.[7, s. 234–235];[15, s. 108–109].

Hirsirakennusten painumista on tutkittu niukasti. Poikkeuksen tekee Yli-Iissä sijaitseva Kierikkikeskus, jonka päärakennuksen painumista on seurattu jo useita vuosia. Kuvassa 9 on esitetty Kierikkikeskuksen päärakennus. Siellä todettujen tulosten perusteella kuormitettu väliseinä painuu 12 mm enemmän kuin ulkoseinä. Kokonaispainuma ulkoseinillä neljässä vuodessa on ollut 15 mm, jota voidaan pitää vähäisenä.[15, s. 108.]



Kuva 9. Kierikkikeskuksen päärakennus Yli-Iissä. [21.]

4.4.2 Tiiviys

Hirsiseinän tehtävä on estää ilman sekä veden kulkeutumista kohtuullisissa määrin. Hirsiseinän tiiviyyteen ratkaisevasti vaikuttavat tekijät ovat varaus, eli hirsien välisen sauman muoto ja leveys, saumaeristys sekä nurkkaliitokset. Varauksien muotoja on useita, mutta höyläkiilahirsi, jonka alavaraukseen on tehty kaksi tai useampi kiila, voidaan pitää viimeisimpinä kehitysaskeleena. Kiilahirressä kiilat puristuvat asennuksessa tiiviisti alempana olevan hirren päälle, ja näin ilman sekä veden pääsy estyy paremmin hirren läpi verrattuna tavalliseen hirsisaumaan. Hirsisauman tulee olla eristetty, jotta haitalliset ilmavuodot saadaan estetyksi raken-

teen läpi. Eristeen tulee soveltua rakenteeseen, jotta se eristää rakennetta, mutta kosteutta se ei saa sitoa. Kosteaksi mennyt eriste menettää eristyskykynsä ja nopeuttaa hirren pilaantumista.[18, s. 84.]

Hirsiseinässä tapahtuvan kuivumisen johdosta syntyvät halkeamat eivät mene koko hirren lävitse, eikä niillä ole vaikutusta hirsiseinän tiiviyteen.[22, s. 4.]

4.4.3 Kestävyys

Hirsiseinää voidaan pitää hyvin hoidettuna kestäväenä rakenteena, joka kestää sukupolvelta toiselle. Hirsirakennuksen kestävyuden ja säilymisen perustana ovat oikein suunniteltu katto ja perustukset. Rakennuksen sisäpuolen hirret voivat ajan kuluessa tummua, mutta ulkoseinät joutuvat sateen, tuulen ja auringonpaisteen takia kovempaan rasitukseen. Hirsiseinään vaikuttava auringonpaiste haurastuttaa hirren pintaa varsinkin etelä- ja länsipuolilta. Haurastuneeseen pintaan pääsevä viistosade antaa edellytykset hirren lahoamiselle. Nämä edellä mainitut vauriot vaikuttavat onneksi hyvin hitaasti, ja ne tulevat esiin mahdollisesti vasta 50 vuoden kuluttua. Hirsiseinää pinnoittaessa tulee selvittää pinnoitusmenetelmän sopivuus kyseiseen tarkoitukseen, ettei pilata hirren hyviä ominaisuuksia. Pyöröhirsiseinässä vaikutus korostuu, koska pyöreät ulkonevat hirret tavoittavat sateen helpommin varsinkin, jos räystäät ovat tehdyt nykymuodin mukaisesti lyhyeksi.[15, s. 106.]

4.4.4 Vauriot

Halkeilu

Massiivisessa hirressä pintahalkeilua tapahtuu aina, ja halkeaminen tapahtuu puun sydämen suuntaisesti. Puun halkeamiseen johtuva syy on, että puu kutistuu kuivumisen johdosta ulkopinnalta kehän suuntaisesti enemmän kuin säteen suunnassa. Hirren halkeaminen on väistämätöntä, mutta niiden syntymiskohtaan voidaan vaikuttaa tekemällä sydänhalkaisu vähiten haittaavaan kohtaan, yleensä hirren yläpintaan, joka jää varaukseen. Hirren hitaalla kuivattamisella saadaan sydänpuun kuivuminen samanaikaiseksi ulkopinnan kanssa. Tällöin on havaittu, että hirressä tapahtuu vähemmän halkeilua. Hirren halkeilua esiintyy myös nurkkapuiden päissä sekä rakennuksen sisäpuolella. Rakennuksen sisäpuoliset halkeamat ovat yleensä

20–30 mm levyisiä. Uudet rakennukset, joissa hirsiseinän sisäpinta on vasta halkeillut, voidaan hirret korjata ainakin osittain. Sisäilmaa kostuttamalla ja lämpötilaa laskemalla saadaan hirret palaamaan normaaliin olomuotoonsa.[15, s. 106];[18, s. 82–84.]

Kasvuviat

Oksaisuus on asia, johon tulee kiinnittää huomiota jo puun valintavaiheessa. Mitä enemmän puussa on oksia, sitä vaikeampaa puun työstäminen on. Aina puun runko ei ole täysin pyöreä, vaan se voi olla kartiomainen, mikä hankaloittaa työstämistä. Puun epäkeskisyyttä ja lyly hankaloittavat puun käyttöä, koska vain harvoin tällaiset puut ovat riittävän suorina. Pahkat eivät ole rakenteellisesti haitallisia, paitsi olomuotonsa johdosta liitoskohdissa. Niitä voidaan käyttää jopa hyväksi sopivassa kohdassa rakennusosaa. Monipahkaisten ja visapitoisten puiden käyttöä tulee välttää rakennuksen ulkopinnoilla, koska ne menettävät sään vaikutuksesta viehätöksensä jo muutamassa vuodessa. Tervarosot ovat vain mäntypuussa esiintyviä 1–2 metrin mittaisia vahvasti pihkottuneita kohtia. Tällainen puu on erittäin kestävä ja voidaan käyttää seinärakenteena. Tervarosoja tulee kuitenkin välttää ainakin rakennuksen sisäpinnoissa. Palokoroja voidaan pitää tyypiltään samankaltaisena kuin tervarosoja. Rengashalkeamat esiintyvät kelon pintakerroksen ja sydänpuun välissä. Rengashalkeamaa voidaan pitää hankalana vikana, koska sitä ei voi havaita puun pinnalta. Sisälaho aiheuttaa puulle sydänpuulahoa, jota voi tavata massiivisissa kuusissa ja isoissa haapatukeissa. Sisälahon aiheuttaa maannousemasieni (Fomitopsis annosa).[15, s. 103.]

Sinistyminen

Puun pinnalle tapahtuvan sinistymisen aiheuttavat erilaiset sinistäjä sienet. Sinistäjä sienet vaativat riittävän kosteuden ja lämmön yhteisvaikutuksen, jotta edellytykset sienien kasvuun ovat suotuisat. Rakennusvaiheessa muutaman kerran kastumaan päässyt hirsi tai ilman suuri kosteuspitoisuus antavat hyvän kasvualustan sinistäjä sienelle. Sinistymisestä aiheutuvat haitat ovat lähinnä esteettisiä, mutta huolellisella toiminnalla ja kasvuedellytyksien poistamisella saadaan aikaiseksi sinistymätöntä hirsipintaa. Sinistymisen poistaminen hirsipinnalta on hyvin vaikeaa. Sinistymisen poistamiseen on kuitenkin poistoaineita, kuten esimerkiksi natriumhypokloriitti. Sisäpintojen sinistymistä voidaan estää ikkunoiden ja ovien kiinnipitämisellä kosteina vuodenaikoina, hyvällä ilmanvaihdolla ja tarvittaessa rakennuksen lämmittämisellä. Ulkopinnan sinistymisen ei ole niin haitallista kuin sisäpinnan. Ulkopinnan harmaantumispro-

sessiin kuuluu sinistymisen, ja ulkoseinät voi halutessaan käsitellä siten, että sinistyneet kohdat peitetään.[15, s. 106.]

Kiertyminen

Täysin syyrakenteeltaan suoraa puita on erittäin harvassa. Normaalisti tapitetuissa seinissä pienet kiertymät eivät aiheuta ongelmia. Jos seinärakenteeseen sattuu päällekkäin vastakkain suuntiin kierteiset puut, voi ongelma olla suurempi. Voimakkaasti kiertyneet ja lylypitoiset rungot kannattaa sijoittaa muihin käyttötarkoituksiin.[15, s. 106.]

4.5 Hirren ominaisuuksia

4.5.1 Akustiikka ja ääneneristys

Hirren akustisia ominaisuuksia voidaan pitää hyvänä. Tästä johtuen hirsitalon sisällä on levollista ja hiljaista. Sisätilojen äänet heijastuvat pehmeämmin puusta kuin kovista pintamateriaaleista. Hirsirakennus onkin oiva paikka esimerkiksi konsertti- tai teatterisaliksi.

Hirsiseinän ääneneristyskykyyn voidaan vaikuttaa mm. seinän paksuudella, varauksen tiiveydellä ja kehikon jäykkyydellä. Ääneneristys kyvyltään hirsirakennusta voidaan pitää heikkona, mutta rakennekerroksia lisäämällä saadaan parannettua ääneneristävyttä.[16, s. 117];[22, s. 9.]

4.5.2 Paloturvallisuus

Hirttä voidaan pitää kohtuullisen paloturvallisena materiaalina. Hirren pinta syttyy hitaasti, mutta kun hirsi syttyy se levittää myös paloa. 150 mm vahvuinen pyöröhirsiseinä voidaan luokitella paloluokkaan B90, eli hirsi kestää yhdeltä puolelta tulta 90 minuuttia ennen puhki palamista. Suora hirsiseinä on paloluokaltaan B120, joten puhki palamiseen kuluu pidempi aika.[15, s. 117];[18, s. 86.]

4.5.3 Lämmöneristävyys

Nykyaikaisten vaatimuksien mukaisiin U-arvoihin ilman lisälämmöneristystä hirsiseinällä ei päästä. Tästä johtuen hirsirakennuksen lämmönpitävyyttä täytyy tarkastella kokonaisuutena. Kun ala- ja yläpohjien sekä ovien ja ikkunoiden eristykseen panostetaan, voidaan 210 mm vahvuisesta hirrestä tehdä rakennus, jonka U-arvo on $0,60^{\text{W}}/\text{m}^2\text{K}$. Useimmissa tapauksissa, jossa rakennus suunnitellaan asuinkäyttöön, joudutaan hirsirakennuksessa turvautumaan lisälämmöneristämiseen.[15, s. 117.]

Hirsirakennuksen seinän saumoista kulkee ilmaa. Kun ilma tulee ulkoa sisäänpäin paksuhkon seinän lävitse, se lämpenee, koska hirsirakenne varastoi lämpöä itseensä.[18, s. 86.]

4.6 Pystytysolosuhteet ja varastoiminen

Pystytysolosuhteisiin vaikuttaa rakennuspaikka, sää olosuhteet ja vuodenaika. Nämä tekijät voivat vaihdella lyhyilläkin ajanjaksoilla merkittävästi. Rakennuksen suositeltavat rakennusvaiheet olisi hyvä vaiheistaa siten, että perustukset tehdään kesällä ja runko pystytetään talvella. Talvella runkoa pystytettäessä hirret pysyvät paremmin puhtaina, sinistymisestä ei ole vaaraa ja varastointi helpottuu, kun hirsiiä ei tarvitse välttämättä peitellä. Pystytyksen aikana hirret ja tiivisteet eivät saa kastua. Kastunut tiiviste on otollinen kasvualusta mikrobien kasvulle. Varastoitavat hirret tulee suojata sateelta ja pinota väljään pinoon välipuiden avulla sekä peitellä pino ilmastisesti suojapeitteellä. Varastointiaika tulisikin olla mahdollisimman lyhyt rakennuspaikalla, ja hirret tuleekin siirtää kehikolle mahdollisimman nopeasti. Runko tulee suojata suojapeitteillä, kun siihen ilmenee tarvetta. Useimmat hirsiseinän vauriot johtuvat yleensä suojauksen laiminlyönneistä.[15, s. 104];[22, s.9.]

4.7 Varaukset ja nurkat

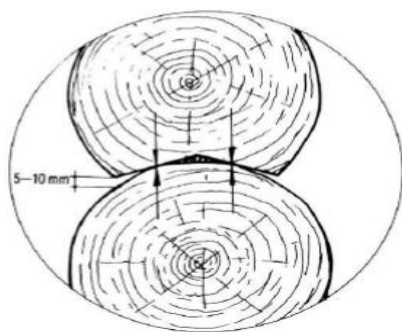
Varaus

Unto Siikanen kertoo kirjassaan, että varaus on hirren alapintaan veistetty ura, joka mahdollistaa erimuotoisten ja eripaksuisten hirsien sopimisen mahdollisimman tiiviisti yhteen.[7, s. 228.]

Varauksen leveytenä lämmitettävän rakennuksen ulkoseinässä pidetään 4/6 hirren paksuudesta. Tällöin hirren huuleksi jää kummallakin puolella 1/6. Kantavat väliseinät ja kylmiä tiloja vasten olevat seinät tehdään samalla varaus leveydellä kuin ulkoseinät. Muiden huoneistojen tiloja jakavien seinien varaus voidaan tehdä 50 mm levyiseksi. Varauksen eristeeksi eli tilkkeeksi soveltuu parhaiten puukuituinen eriste. Pellava- ja hamppueristeet ovat myös hyvinkin käyttökelpoisia tilkkeeksi. Mineraalikuitu- ja muovipohjaiset eristeet eivät ole käyttökelpoisia tilkemateriaaliksi.[7, s. 228.]

Varaustapoja näkee paljon erilaisia, ja nykypäivän työstökoneilla on mahdollista tehdä varaukset identtisiksi. Alla olevissa kohdissa kerrotaan ehkä perinteisimmät varaustavat, joita on käytetty. Nykyisin koneiden kehityttyä varauksessa käytetään pieniä kiiloja, joilla eristävyttä ja tiiveyttä saadaan parannettua. Varaustavat on esitetty kuvissa 10, 11 ja 12.

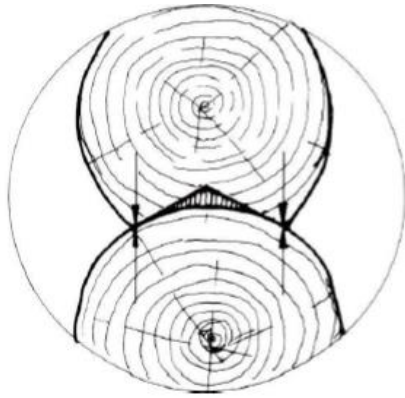
Avovarauksessa hirret liittyvät toisiinsa varauksen keskiosasta, jolloin hirren huulet ovat avoinna ja kita kiinni. Avovarauksen tekeminen on vaikeaa, jos lopputuloksesta halutaan hyvää. Seinä elää vakaasuunnassa helposti, jolloin siitä tulee ryhdittömän näköinen. Avovarauksessa asennetaan tilke jo pystytysvaiheessa, mutta avonaisen huulensa ansiosta jälkitilkintäkin onnistuu. [7, s. 228–229.]



Kuva 10. Avovaraus pyöröhirsirakenteessa. [23.]

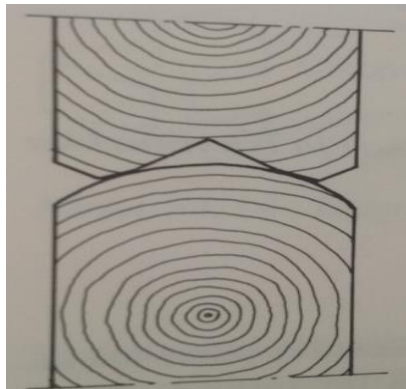
Umpivarauksessa hirren huulet ovat kiinni, poiketen avovarauksen avonaisista huulista. Asennusvaiheessa varaukseen laitetaan riittävä määrä eristettä. Jälkitilkintää ei ole umpivarauksessa mahdollista toteuttaa. Umpivaraus on avovarausta tukevampi, koska hirsi on tukevasti paikallaan eikä pääse liikkumaan. Varauksen tekeminen on helppo ja nopea, eikä tarvit-

se tekijältään vuosien hirsien taiteilukokemusta. Jos ulkoseinän varaustapana käytetään avovarausta, on kantavat väliseinät aina varattava umpivarauksella. [7, s. 229.]



Kuva 11. Umpivaraus pyöröhirsirakenteessa. [23.]

Kynsivaraus on varauksista vaativin tehdä, mutta ominaisuuksiltaan paras. Kynsivaraus on vaativuudestaan huolimatta nopea veistää. Kynsivarauksessa yhdistyvät avovarauksen tiiviys ja umpivarauksen tukevuus. Kynsivaraus on mahdollista tilkitä myös jälkeempään, jolla tiiviytettä saadaan parannettua. Jotta jälkitilkitseminen on mahdollista, tulee hirren huulet avata ennen asennusta 1000–1500 mm. Huulien avauksien väliin jätetään 100 mm kynsiä, joiden varassa hirsi lepää alemman hirren päällä. [7, s. 229.]



Kuva 12. Kynsivaraus hirsirakenteessa [7.]

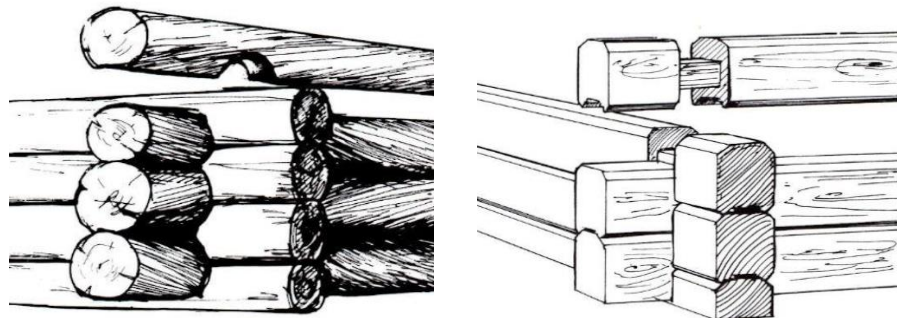
Nurkat

Nurkat ovat hirsirakennuksen tärkeimmät koossapitävät osat. Siksi hirret liitetään nurkassa toisiinsa erikoisella salvaimella, joka sitoo seinät mahdollisimman hyvin toisiinsa ja antaa täten rakennukselle hyvän tuen. [7, s. 229]

Nurkkatyyppejä eli salvoksia on aikojen saatossa syntynyt kymmeniä, ellei jopa satoja. Tyypit voidaan kumminkin jakaa pitkä- tai lyhytnurkkiin. Nykyisin asuinrakennuksissa yleisesti käytetään lyhytnurkkaa sen hyvän kestävyuden ansiosta. Nurkkasalvokseen jätetään lämminvara lämpimyyden ja tiiveyden varmistamiseksi. Hirren sydänpuun eläminen on erilaista muun puun kanssa. Tämän vuoksi liitokset tehdään väljiksi, jotta painuminen tapahtuu yhtä tasaisesti nurkista kuin muualta. [7, s. 229].

Pitkänurkka

Pitkänurkiksi kutsutaan nurkkaa, jossa hirren pää ylittää nurkan, joita ovat koirankaulanurkka ja ristinurkka. Alemmassa kohdassa esitetään pitkänurkat kuvin, josta on helppo ymmärtää millainen on kyseinen nurkkatyyppi. Kuvassa 13 on esitetty koirankaulanurkka ja ristinurkka.

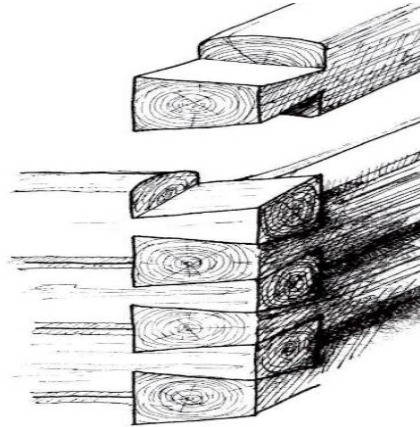


Kuva 13. Koirankaulanurkka, jota käytetään pyöröhirsiseinässä. Ristinurkka pelkkahirsiseinässä. [23.]

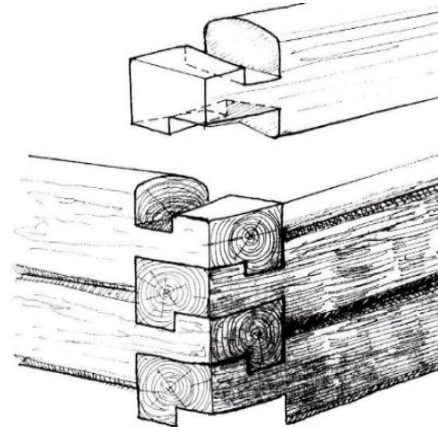
Lyhytnurkka

Lyhytnurkkia ovat nurkat, jotka eivät ulotu seinärakennetta pidemmälle. Lyhytnurkkia ovat lohenvyrstönurkka, läpihammasnurkka, salahammasnurkka ja tappinurkka. Nurkkatyyppit eivät ominaisuuksiltaan juurikaan eroa toisistaan. Monimuotoisuudella on haettu nurkan läpijohtavien saumojen vähyyttä, jolloin saadaan lämmin nurkkasalvain. Kuvassa 14 on esitetty erilaisten lyhytnurkkien mahdollisia salvoksia. [7, s. 229].

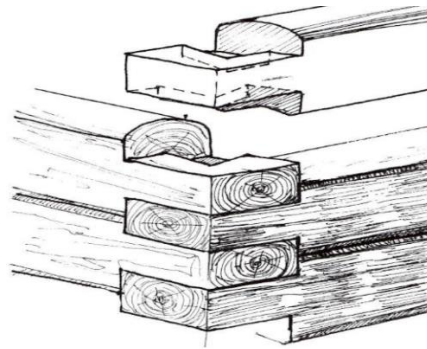
Lohenpyrstönurkka



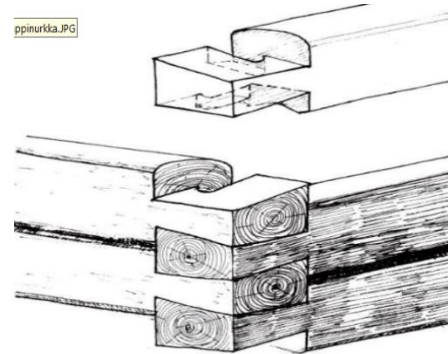
Läpihammasnurkka



Salahammasnurkka



Tappinurkka



Kuvassa 14. Lyhytnurkkaisten hirsiseinien liitoksia. [23.]

5 RAKENNUSVAIHEET

5.1 Tulevat rakennukset

Rakennuspaikalle rakennetaan rantasauna ja varasto, jossa on autokatos. Rakennusten rakentaminen aloitetaan tilaajan toiveesta saunamökistä, ja varastorakennus tehdään myöhempänä ajankohtana. Rakennusvaiheet käsitellään samassa järjestyksessä kuin käytännössä. Rakennuksista tehtiin ArchiCAD-tietokoneohjelmalla 3D-mallinnus. Mallinnuksen avulla rakennuksen suunnittelu kävi nopeasti, ja tilaaja sai paremman käsityksen tulevista rakennuksista. Mallinuksista saatiin tarvittavat rakennuslupakuvat, joita tarvitaan rakennusluvan hakemiseen. Liitteissä 2, 3 ja 4 on esitetty suunnitelluista rakennuksista kuvat.

5.2 Maanrakennustyöt ennen perustuksia

Tulevia rakennuksia tontille ovat saunamökki ja talousrakennus. Ennen kuin maarakennustyöt aloitetaan, tulee rakennuksien sijainti sekä korkeusasema olla merkittynä maastoon. Sijainnin ja korkeusasemien tulee olla Kajaanin rakennusvalvonnassa hyväksytyjen piirustuksien mukaiset. Tarvittaessa korkeusaseman merkitsee maastoon rakennusvalvonnan mittausosasto, josta korko voidaan siirtää rakennuspaikalle väituskokeen avulla. Ennen kaivuutöiden aloitusta varmistetaan tiedot ja sijainnit kiinteistön alueella sijaitsevista johdoista, kaapeleista sekä putkista. Tiedon voi tarkistaa rakennusvalvonnan mittausosastolta tai erillisellä tutkimuksella. Pihatien kunnostus on ensimmäinen tehtävä, joka tulee tehdä. Tien vierestä poistetaan haitalliset puut, joiden kaatamiseen tarvitaan toimenpidelupa, jonka myöntää kunnan rakennusviranomaisen. Tien kantavuutta ja tasaisuutta parannetaan lisäämällä mursketta tielle.

Pintamaan poistossa pintamaa kaavitaan pois ja kasataan kohtaan, jossa siitä ei ole haittaa. Pintamaata poistetaan vain tarvittavalta osalta rakennuspaikkaa siten, että kaivuukuopan korkein kohta on tulevan rakennuksen keskellä. Tällä tavoin vesi ei pääse muodostamaan rakennuksien alle vesilammikkoa, vaan vesi valuu kallistusten avulla salaojiin. Yleensä poistettavat maakasat ovat tiellä projektin aikana, joten poistetut maa-ainekset on hyvä toimittaa alueen maakaatopaikalle. Kun riittävä syvyys on saavutettu, ja oikeat pinnan muodot ovat valmiit,

voidaan pinta tasata. Tässä vaiheessa on syytä tarkistaa korkeusasema, jotta ylimääräisiltä vaikeuksilta vältytään ja pysytään suunnitelmallisissa laskelmissa.

Pintatasauksen ja korkeusaseman tarkistuksen jälkeen pintamaan päälle asennetaan suodatinkangas koko rakennusalueelle. Suodatinkankaana tulee käyttää N3 käyttöluokan suodatinkangasta, koska kapillaarikerroksen sepeli on valmistettu murskaamalla. Murskaamalla valmistetussa kiviaineksessa rakeen reunat jäävät teräviksi, joten kangas joutuu kovemmalle rasitukselle. Suodatinkangas levitetään rullasta limittäen saumat vähintään 0,5 m tai kankaan valmistajan ohjeiden mukaisesti. Suodatinkangas erottaa pintamaan ja kapillaarikerroksen toisistaan. Kapillaarikerroksena käytetään pestyä sepeliä raekooltaan 6-16. Kun salaojat, kohta 5.2.1, ja tarpeelliset putkitukset, kohta 5.2.2, on tehty, levitetään toinen suodatinkangas kapillaarikerroksen päälle, jotta täyttömaa ei sekoitu kapillaarikerrokseen. Salaojien kohdalla alimmainen suodatinkankaan ylitys pyöräytetään kapillaarikerroksen päälle, ja kapillaarikerroksen päälle tuleva suodatinkangas viedään sen yli. Näin saadaan kapillaarikerroksesta suodatinkankailla suojattu kerros, johon ei pääse sinne kuulumattomia maa-aineksia. Salaojituskerroksen jälkeen voidaan tehdä routasuojusrakenteet, joista kerrotaan tarkemmin kohdassa 5.2.3. Routasuojusrakentamisen jälkeen eristyslevyjen pinnalle levitetään tasaushiekkakerros anturatöiden helpottamiseksi.[24.]

5.2.1 Salaojat

Ennen salaojien asennusta tarkastetaan salaojasuunnitelmien vastaavuus rakennuspaikan olosuhteisiin nähden ja tarkistetaan muiden piha-alueen kuivatussuunnitelmien yhteensopivuus. Salaojasuunnitelmat on esitetty liitteessä 5. Salaojat voidaan tehdä joustavasti sovitettuna muihin rakennustöihin nähden. Jos on pelkoa siitä, että esimerkiksi anturoiden teossa salaojat voivat rikkoontua, tehdään salaojat vasta anturoiden jälkeen. Huomiota tulee kuitenkin kiinnittää siihen, että rikkoutumisen ja likaantumisvaaraa salaojille ei aiheudu. Jotta vaurioilta vältytään, tulee valmiit salaojat peittää vähintään 200 mm:n kapillaarikatkerroksella. Työkoneiden käyttöä salaojituksen päällä tulee välttää. Salaojien on kuitenkin oltava valmiina ja toimintakunnossa riittävän ajoissa, jotta salaojia voidaan käyttää jo rakennusaikana. Tällöin vältetään työnaikaiset kosteusvauriot.[25, s. 81.]

Salaojaputkien ja kaivojen asennuksessa kaivannossa ei saa olla vettä, liettynyttä maata tai jäätä. Salaojaputkena käytetään 110 mm vahvuista niin sanottua tuplaputkea, jonka suojaput-

kessa on pieniä reikiä. Maaperässä oleva vesi pääsee putkeen reikien avulla, jota pitkin vesi kulkeutuu hallitusti kokoojakaivoon. Putkien asennus tapahtuu suoraan suodatinkankaan päälle kaivannon pohjalle, jotka liitetään kaivoihin ja toisiinsa muhvein ja liitosyhtein. Salaojan tekeminen suoritetaan kaivoväleittäin ja kerralla tarkastuskuntoiseksi. Tarkastuksen yhteydessä tarkastetaan putkien ja kaivojen korkeusasemat. Kaivot asennetaan maanvaraisesti ja ne on heti varustettava asennuksen jälkeen lopullisilla tai tilapäisillä tukevilla kansilla. Tällä vältetään kaivojen likaantuminen rakennusaikana ja sinne kuulumattomien aineksien joutuminen kaivoon, joka pahimmassa tapauksessa voi tukkeutua. Tarkastuskaivoina käytetään SOK 315-kaivoa.[24, s. 34];[25, s. 82–83]

Tarkastuksen jälkeen voidaan aloittaa salaojakaivantojen täyttö. Täyttö tehdään veden kapillaarisen nousun katkaisevasta kiviaineksesta. Tällaiseen tarkoitukseen soveltuu kiviaines, joka on seulottu ja pesty. Raekooltaan yleisimpiä kapillaarikatkoja ovat 6–16, 8–16 ja 16–32 kokoiset sepelit, joista hienoaines on pesty pois. Jos rakennuksen anturan alapuolisena täyttönä käytetään hienoainespitoista kiviainesta, esimerkiksi 0-32 sepeliä, veden pääseminen anturan lävitse on varmistettava muoviputkilla. Jos taas anturan alapuolisena täyttönä käytetään esimerkiksi 6-16 sepeliä vähintään 200 mm:n vahvuista kerrosta, ei anturoihin tarvita reikiä. Salaojaputket peitellään 6-16 mm salaojituserroksella, jonka vahvuus tulee olla vähintään 200 mm putkien yläpuolella ja sivuilla 100 mm. Salaojaputkistoja ympäröivää salaojituserrosta ei tiivistetä.[24, s. 31];[25, s. 84]

5.2.2 Vesi-, sähkö- ja ilmanvaihtoputkitukset

Samaan aikaan salaojitustyön yhteydessä voidaan tehdä myös putkitukset puhtaalle vedelle, sähkölle ja ilmanvaihdolle. Koska saunamökki rakennetaan ennen tulevaa kaivoa, on saunasta tehtävä valmiiksi putki vesijohdolle, johon kaivon pumpulta tuleva polyeteenistä valmistettu putki on helppo liittää. Saunasta tuleva vesiputki vedetään pihalle rakennettavaan samaan aikaan rakennettavaan talousrakennukseen. Jos vesijohtoa ei kaiveta routarajan alapuolelle, tulee putki eristää ja tarvittaessa käyttää lämmityskaapelia. Saunan ilmanvaihto tapahtuu painovoimaisesti. Raitis tuloilma johdetaan kiukaan asennuspaikan alapuolelle halkaisijaltaan 100 mm:n putkella.[24, s. 35.]

Sähkö tulee tontille liittymisjohtoa pitkin tontilla olevaan loma-asunnon keskukseen. Rakennuksiin tuleville johdoille tulee kaivuutöiden yhteydessä asentaa suojaputket, joihin laitetaan vetonarut johtojen vetoa varten. Tämä mahdollistaa sähkötöiden viivyttämistä myöhempään ajankohtaan. Alueella ei tarvitse tehdä mutkia suojaputkeen ja vetomatka on muutenkin lyhyt, joten suojaputki voidaan peitellä kokonaan.[24, s. 35.]

Kaapeleiden suojaputkien ja vesiputkien ympärystytyöissä voidaan käyttää seulottua soraa tai hiekkaa. Täyttöä tehtäessä tulee katsoa, ettei soran tai hiekan joukossa ole teräviä kiviä, tai muita sinne kuulumattomia materiaaleja, jotka voisivat vahingoittaa putkia.[24, s. 31.]

5.2.3 Routasuojaus

Suomessa routasuojauksen rakentaminen on tarpeen, jotta vältetään roudan rakennukselle tai rakenteelle aiheuttavat vahingot tai vauriot. Vahingot ja vauriot voivat syntyä voimavaikutuksista, siirtymistä tai suojattavan rakennusmateriaalin ominaisuuksien muutoksista. Rakenteita voidaan suojata eri keinoin. Yleisimpiä keinoja ovat routaeristäminen, routimattoman maan aineksen käyttö ja perustaminen roudattomaan syvyyteen.[26, s. 13]

Routasuojauksen rakentaminen

Kapillaarikerroksen päällä olevan suodatinkankaan päälle levitetään eristelevyjen asennusta helpottava tasaushiekkakerros. EPS 200-routasuojalevyä asennetaan yhteensä 100 mm, joka tehdään kahdesta 50 mm:n levyistä. Eristelevykerrokset limitetään siten, että levyjen puskusaumat eivät ole samalla kohdalla. Eristelevyt asennetaan koko rakennusten alalle. Liitteessä 6 esitetään kylmien rakenteiden routasuojauksen mitoituslaskelmat uusien RIL 261–2013-ohjeiden mukaisesti.

5.3 Perustukset

Perinteisesti puutaloissa on käytetty matalaperustusta. Matalaperustuksessa rakennuksen perustuksen alapinta on routarajan yläpuolella. Perustamissyvyys määräytyy lähinnä rakenneseikkojen, kuten perusmuurin korkeuden perusteella. Perustusten alapinnan tulee olla kui-

tenkin vähintään 0,3 m maanpinnan alapuolella. Saunamökin perustustapa on perusmuuri + maanvarainen laatta. Talousrakennus tehdään pilariperustuksen varaan.[7, s. 148]

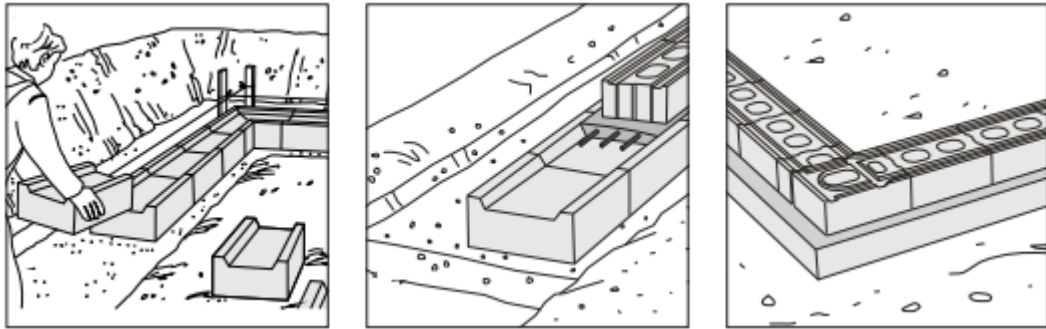
5.3.1 Anturat

Anturoiden tekeminen aloitetaan mittaamalla ja merkitsemällä anturoiden nurkkapisteet ja paikat. Paikkojen merkitsemisessä apuna voi käyttää linjapukkeja ja linjalankaa. Anturat tehdään anturaharkoista, jotka vähentävät betonointia työmaalla. Anturaharkot asennetaan tsaushiekan päälle painamalla. Anturaharkkojen korkeusasemaa seurataan linjalangan avulla. Kun anturat ovat asennettu paikoilleen, laitetaan harkon kouruun kolme 8 mm:n harjaterästantkoa. Kouru täytetään weber.vetonit S 30 sementtilaastilla, joka levitetään mahdollisimman tasaisesti kouruun.[27.]

5.3.2 Saunamökki harkkoperusmuuri

Anturan, jonka päälle muurataan, tulee olla alustastaan liikkumaton ja tasainen. Perusmuurin muuraamiseen käytetään Leca LEX 200 kevytsoraharkkoja. Perusmuurin muuraustyöt aloitetaan tarkistamalla ristimitat anturoista, ja kiinnittämällä muurausjohteet. Muurausjohteet asennetaan anturamuottiin, johon merkitään harkkojen korkeusetenemä linjalankaa varten. Jos anturan yläpinnassa on korkeuseroja, aloitetaan muuraus korkeimman kohdan mukaan. Muurattaessa ensimmäistä harkkokertaa käytetään riittävää Leca laastin määrää, jotta harkot saadaan haluttuun korkeuteen. Laastina käytettävään Leca laastiin tarvitsee lisätä vain vesi pakkauksen ohjeiden mukaisesti. Harkkojen muurauksessa apuna käytetään muurausjohteiden väliin asennettua linjauslankaa. Jos harkkoja muurataan pakkasaikaan, käytetään Leca pakkaslaastia. Muurauksen edessä harkkojen asennuksessa käytetään myös apuna kumivarsaa ja vesivaakaa. Nurkkiin joudutaan leikkaamaan sovituskappaleet, jotka mitataan työn edessä. Sovituskappaleen tulee olla kuitenkin ainakin 100 mm, joten kahta viimeistä harkkoa joudutaan lyhentämään. Harkkoa voi leikata isoteräisellä kulmahiomakoneella. Harkkomuuraus etenee nurkista kerros kerrallaan. Linjalankaa nostetaan aina kerroksen noustessa harkkokerroksen yläreunan tasolle. Nurkissa laastia levitetään muurauskauhalla, mutta suorat osuudet voidaan levittää muurauskelkalla. Perusmuuri raudoitetaan 8 mm:n harjateräksellä, joka toisesta kerroksesta. Raudoitus asennetaan painamalla raudoitusuraan, joka on täytetty

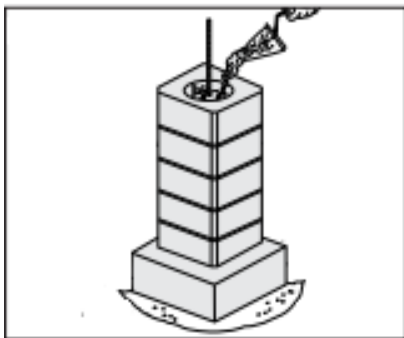
laastilla. Kulmissa käytetään kulmaharkkoja, joihin rauditus on mahdollista asentaa harkkoa työstämättä. Harkkojen pystysaumoissa ei tarvitse käyttää laastia, poikkeuksena katkaisutuharkot, joihin levitetään nokkalaasti. Muuraussaumana käytetään 5 mm:n ohutsaumaa. Muuratessa harkon työnnetään kiinni edellisen harkon päätypintaan, ja lasketaan alas valmiin laastipinnan päälle. Perusmuurin muuraustyö on valmis, kun riittävän monen harkkokerroksen jälkeen saavutetaan rakennuksen haluttu korkeusasema tontilla. Kuvassa 15 on esitetty anturan ja perusmuurin vaiheet anturasta ensimmäiseen perusmuuriharkko kerrokseen.[27.]



Kuva 15. Harkkoperustuksen rakennusvaiheita. [27.]

5.3.3 Talousrakennus pilariharkko

Pilariharkot soveltuvat hyvin kevyiden rakennusten perustamiseen. Anturoiden ristimitat tarkistetaan ennen harkkojen asennusta. Pilarien muurauksessa käytetään Leca P-240- pilariharkkoa. Pilariharkot ladotaan valetun harkkoanturan päälle haluttuun rakennuksen korkeusasemaan. Kun harkot on ladottu päällekkäin, raudoitetaan ja valetaan harkko täyteen betonia. Yli tuleva harjateräs menee alimman hirsikerran läpi, ja se taivutetaan hirsikerran päälle siteeksi. Kuvassa 16 tarkentava kuva valmiista pilariharkko rakenteesta.[27.]



Kuva 16. Pilariharkkoista valmistettu perustus. [27.]

5.3.4 Saunamökin maanvarainen laatta

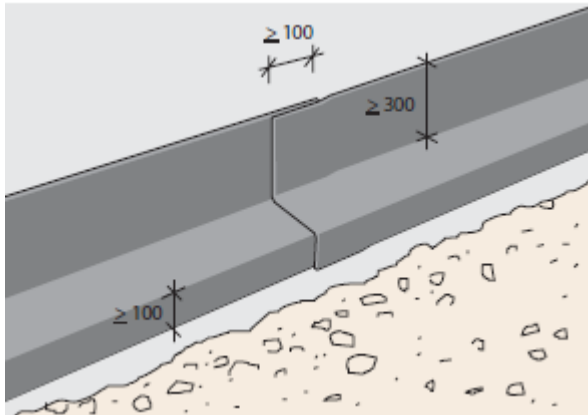
Tiivistetyn sorakerroksen päälle voidaan levittää eristyskerroksen asennusta helpottava tassaushiekkakerros. Hiekan päälle asennetaan 100 mm:n vahvuinen xps-eristekerros. Perusmuuriharkon reunaan kiinnitetään koko piirin alalle solumuovikaista, joka erottaa harkon ja laatan reunan toisistaan. Laatta raudoitetaan 6-150 B500K-teräsverkolla. Teräsverkko asennetaan eristekerroksen päälle, jonka jälkeen verkkoon asennetaan 30 mm:n raudoituskorokkeet. Korokkeita käytetään, koska korokkeet jättävät valmiissa laatussa teräkselle riittävän suojabetoni kerroksen. Kun kaikki putkitukset, raudoitukset ja eristykset ovat paikoillaan, voidaan laatta betonoida K30 16 XC1-betonilla. Betoni voidaan tehdä itse paikan päällä tai tilata paikalliselta betoniasemalta betoniautolla. Lattiaan ei tule tässä vaiheessa kallistuksia, ja betoni tasataan samaan korkeuteen perusmuuriharkon yläpinnan kanssa. Betonoinnin edessä tarkkaillaan pinnan suoruutta oikolaudalla. Betonin levityksen helpottamiseksi tehdään betonista esimerkiksi metrin välein johteita, joiden pinta tasataan perusmuuriharkon yläpinnan kanssa samaan korkoon. Näin johteiden väliin valutettava betoni on helppo tasata oikeaan korkoon. Kun lattia on saatu kauttaaltaan betonoitua, odotetaan että betoni on valmis hierrettäväksi. Hiertämisen tekeminen voidaan aloittaa, kun betonoinnin oikaisun yhteydessä pintaan noussut vesi on hävinnyt betonin pinnalta. Hierto tehdään järjestelmällisesti kauimmasta nurkasta poistumissuuntaan. Koska pinta ei ole riittävän kova, liikutaan betonin päällä esimerkiksi xps-eristeen päällä. Itse hierto tehdään puisella tai muovisella hiertimellä puoliympyrän muotoisilla liikkeillä. Heti hierron jälkeen sama kohta hierretään teräshiertimellä, joka viimeistelee pinnan.

Valettu betoni vaatii jälkihoitoa, joka tarkoittaa betonoinnin suojaamista rakennusmuovilla ja tarvittaessa kostuttamisella. Rakennusmuovi levitetään valun päälle mahdollisimman pian hierron jälkeen.[28.]

5.3.5 Perusmuurin vedeneristys

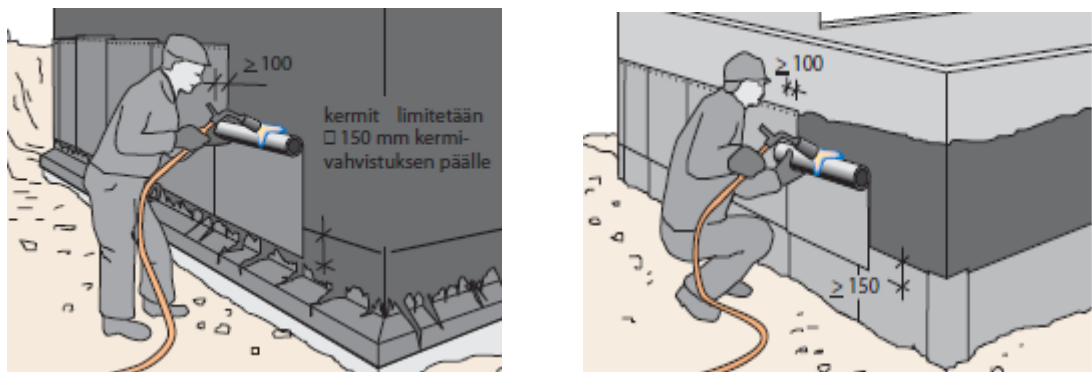
Perustusten eristyksen edellytyksenä voidaan pitää, että hulevesien poisto, maan pinnan muotoilu ja salaojat on suunniteltu oikein. Perusmuurien kosteuden- ja vedeneristyksessä käytetään hitsattavaa kumibitumista aluskermiä. Harkkopinta slammataan rappauslaastilla, jonka tarkoituksena on tasoittaa harkon epätasainen pinta. Anturan ja perusmuurin liitoskohtaan tehdään viiste samalla laastilla, jotta kiinnitettävään kermiin ei tule liian jyrkkää kulmaa.

Tällä tavoin vältetään kermin murtuminen ja erityskyvyn menettäminen rakenteessa. Tasoite-
tulla, kuivalla ja pölyttömällä pinnalla varmistetaan kermin kiinnittyminen tasaisesti kauttaal-
taan. Anturan ja perusmuurin liitoksesta on esitetty kuvassa 17, jolla tavoin viiste tulee to-
teuttaa.[29.]



Kuva 17. Anturan ja perusmuurin liitoksen vedeneritys. [29.]

Kermieristys tehdään kauttaaltaan hitsattavalla kermillä. Kermin asennus järjestys aloitetaan
alhaalta ja edetään kuvan 18 mukaisella tavalla.



Kuva 18. Eristystyön toteuttaminen ja limityksien mitat. [29.]

Kohteen perusmuuri on matala, joten se voidaan tehdä kerralla alhaalta ylös asti. Kermin voi
asennuksen yhteydessä kiinnittää yläreunasta 100–200 mm:n välein aluslevyllisillä kiinnikkeil-
lä tai vastaavilla kiinnikkeillä. Jos eristystyötä ei ehditä tehdä kerralla valmiiksi, täytyy kesken-
eräinen työkohde suojata esimerkiksi muoveilla.[29.]

5.4 Maarakennustyöt perustusten jälkeen

Kun perustustyöt on saatu valmiiksi, aloitetaan täyttötyöt. Täyttömateriaalina käytetään soraa, joka on routimaton ja soveltuu täytöksi hyvin. Saunamökin ja talousrakennuksen täytöt tiivistetään huolellisesti. Tiivistettävän kerroksen paksuus määräytyy käytettävissä olevan kaluston perusteella. Rakennusten vierustäytöt tehdään siten, että kohdan 5.3.1 hulevesien poistoon liittyvät putkitukset ja kaivot ovat mahdollista asentaa täyttöjen yhteydessä. Putkien ympäristäytöt tehdään varovasti lapiolla putkia liikuttamatta. Putkitusten päällä oleva maakerros voidaan tiivistää, kun täyttökerros on vähintään 300 mm:n vahvuinen. Tällä vältetään putkien vaurioituminen. Täytöt tehdään kulkureiteillä lopulliseen korkeuteen soralla, mutta paikoissa joissa tehdään nurmetus, jätetään sorakerros 200 mm alemmas lopullista korkeutta. Kohdassa 5.3.2 kerrotaan tarkemmin kuinka pihatytöt tehdään. Soratäytön yläosaan tehdään tiivistyskerros pintavesien läpäisyn hidastamiseksi. Tiivistyskerros tehdään savesta, joka läpäisee huonosti vettä.[24, s. 32];[25, s.84]

5.4.1 Hulevesien poisto

Hulevesi on maan pinnalta, rakennuksen katolta tai muilta vastaavilta pinnoilta poisjohdettava sade- ja sulamisvettä. Lainsäädännössä, esimerkiksi vesihuoltolaissa, sadevesi on korvattava termillä hulevesi. Kattovesien johtamissuunnitelmat liitteessä 7.[25, s. 7.]

Käytettävät rännikaivot voivat olla suppilomaisia tai sakkapesällisiä rännikaivoja. Tässä tapauksessa rännikaivoina käytetään KWH pipen valmistamia sadevesisuppilo, epäkeskeinen 315/110 malleja. Sadevesiviemärinä käytetään 110 mm vahvuista umpinaista muoviputkea. Sadevesiä ei saa johtaa salaojiin. Tästä syystä sadevesilaitteiston liitoksien on oltava vesitiiviitä. Sadevedet johdetaan niin kauas tontilta, ettei vesien purkautuminen aiheuta ongelmia eikä siitä saa olla haittaa naapurille.[24, s. 34.]

Sadevesiviemärit sijoitetaan kaivojen paikkojen mukaisesti, jotta kokonaisuudesta saadaan selkeä. Putkistot ja kaivot sijoitetaan mahdollisuuksien mukaan samoihin linjoihin muiden tontille tehtävien putkien kanssa. Tämä asia tulee ottaa hyvin huomioon, koska maaperä on alueella hyvin routivaa. Routivuudesta johtuen putkitukset on syytä mahdollisuuksien

mukaan sijoittaa kohtaan, josta talvella ei lunta poisteta. Putket tulee suojata jäätymiseltä eristämällä. Kuvassa 19 on esimerkki sakkapesällä varustetusta sadevesikaivosta.[25, s. 54.]



Kuva 19. Sakkapesällinen sadevesikaivo ja sadevesiviemäri. [24, s. 34.]

5.4.2 Pihatyöt

Pihatyöt aloitetaan, kun rakennus on täysin valmis. Rakennuksen vierustojen maanpinnan kaltevuus tulee viettää 1:20 kaltevuudella, 3 metrin etäisyys rakennuksesta pois päin. Rakennus sijaitsee rinteessä, tulee yläpuolelta valuvat sulamis- ja sadevedet johtaa niskaojien kautta avo-ojiin. Alueilla, mihin tulee nurmikko, tiivistetty alusta painuu usein talven aikana, joten kylväminen kannattaa jättää seuraavaan kevääseen. Ennen kylvämistä ja istuttamista maanpinta tulee vielä tasata ja tiivistää vielä kerran haluttuun muotoon.[24, s. 37]

5.5 Hirsikehikon pystytys

Ennen hirsikehikon asentamisen aloittamista varmistetaan, että perustusten mitat ja ristimitat ovat oikein. Harkkoperustuksen päälle ja ensimmäisen hirsikerran väliin asennetaan bitumi-hupakaista. Tällä tavoin estetään veden kapillaarinen nouseminen hirsirakenteeseen. Ensimmäisen hirsikerta kiinnitetään perusmuuriin kevytbetoniruuveilla tai harjateräksellä.

Ennen toista hirsikerrosta ensimmäisen hirren selkään asennetaan eristyskaistaleet nitomalla. Toista hirttä asennettaessa ensimmäisen päälle varmistetaan, että eristeet ovat saumattomasti hirsien välisessä varauksessa. Toisen hirsikerran jälkeen varmistetaan vielä kehikon ristimitta, seinän suoruus ja nurkkien korkeusasemat. Koirankaulanurkkiin tarvitaan leveämpi eriste-kaista kuin varaukseen. Ylimääräiset eristeet leikataan pois terävällä veitsellä. Huolelliseen eristämiseen kannattaa panostaa, koska hyvä eristys ei kerää kosteutta. [18, s. 96–99.]

Kehikko tapitetaan puutapeilla, jota voidaan kutsua vaarnaukseksi. Vaarnaus sitoo seinien hirsikerrat toisiinsa ja estää sivuttaisen liikkeen hirsiseinässä. Vaarnausreiät tehdään hirren työstämisen yhteydessä 32 tai 38 mm poralla. Vaarnaustapit tehdään samasta puusta kuin kehikon hirret. Tappi on pyöreä samankokoinen reiän kanssa, mutta keskiosaltaan 5 mm ohuempi kuin päistään. Kun tappi lyödään ylemmästä hirrestä alempaan, tapin täytyy mennä 50 mm syvemmälle kuin ylemmän hirren yläpinnan korkeus on. Aukkojen ja nurkkien kohdalla tulee aina olla vaarnatapit. Saman hirsikerran tapitusten etäisyys toisistaan tulee olla 1200–2000 mm:n välillä. Kehikossa vaarnatapit eivät saa olla sivusuunnassa eri hirsikerroissa 200–300 mm lähempänä toisistaan. Viereisten tappien tulee aina olla eri korkeudella eli vierekkäiset tapit sitovat aina eri hirsikertaa. Näin edetään ikkuna- ja oviaukkojen kynnyshirteen saakka, jolloin karapuiden asennus tulee mukaan kehikon kasausprosessiin. [7, s. 232.]

Karapuut on pystyyn asennettuja soiroja tai lankkuja, jotka tukevat seinää ja mahdollistavat painumisen hirsirakenteessa. Ovien ja ikkunoiden kohtiin hirsien päihin lovetaan hahlo, jonka koko mitoitetaan karapuuntappia 5 mm isommaksi. Karapuu tehdään 50x150 mm:n soirosta, johon keskelle naulataan 40 x 50 mm:n rima kapeampi syrjä soiron lapepintaa vasten. Karapuun alapäähän tehdään 30–50 mm:n tappi. Kynny- ja rintahirsiin tehdään syvennys, johon alatappi upotetaan. Syvennys tulee olla hirressä riittävä, että karapuun alatapin olkapäät menevät syvennyksen pohjaan. Karapuun yläpään olkapäät tulee ulottua kamanahirren sisälle noin 20 mm. Kamana hirteen tehtävän syvennyksen on oltava sen verran iso, että karapuut eivät ala seinien laskeutuessa kantamaan. Syvennyksen syvyyteen tulee lisätä painumisen lisäksi tilkevara 10 mm. [7, s. 232.]

Saunassa ja talousrakennuksessa on pystypilareita, jotka eivät painu seinään verrattuna laisinkaan. Tästä johtuen pilarien asennus tulee toteuttaa siten, että seinän ja pilarin välistä painumiseroa voidaan kompensoida. Pilariin liitetään säätöosa, jolla pilarin pituutta voidaan painumisen mukaan lyhentää. Säätöosaksi sopii hyvin kierrettävä säätöjalka. Säätöjalka kiinnitetään kummassakin rakennuksessa pilarien perustusharkkoon. [18, s. 102.]

5.6 Vesikatto ja yläpohja

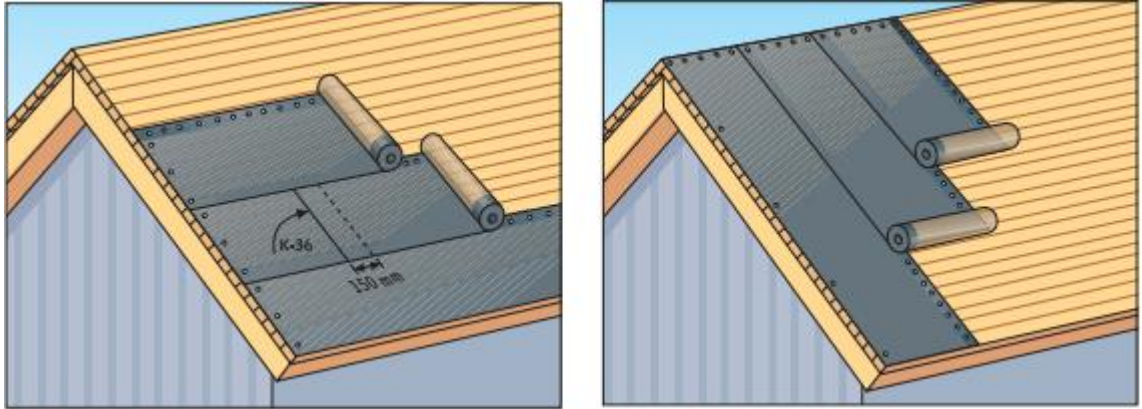
Saunan yläpohja rakennetaan erillisiä kannattajia hyväksi käyttäen. Kannattimet asennetaan hirsiseinään haluttuun korkeuteen palkkikengillä. Yläpohjan kannatinpuiden päälle asennetaan tuulensuojalevy, jonka jälkeen tehdään vesikatto valmiiksi. Saunan ja talousrakennuksen vesikatot tehdään samaan tyyliin, mutta talousrakennuksen kannattimet ovat pienemmät. Kattokannattajat asennetaan hirsikehikon ylimmän hirren eli kurkihirren ja hirsiseinän ylimmän hirren selkään. Hirsiseinän ja kattokannattajan liitos asennetaan liukurakenteisella liitoksella, joka estää seinää rasittavat vaakavoimat. Kuvassa 20 esitetään vesikaton liikkeen mahdollistava kiinnike.



Kuva 20. Kattokannattajan liitos seinärakenteeseen.

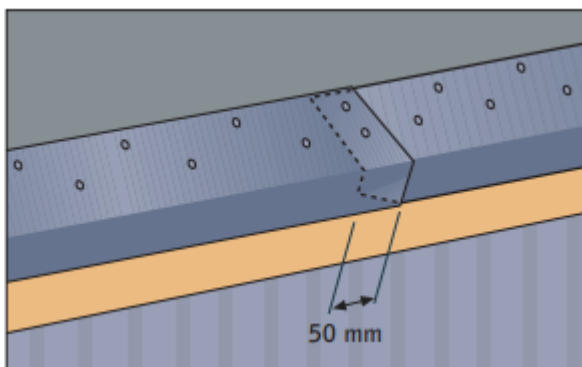
Liitos mahdollistaa kannattajien liikkumisen seinän painumisen johdosta. Kannattajien asennuksessa tulee kiinnittää huomiota tulevan savupiipun tarvitsemaan tilaan ja sen vaatimiin suojaetäisyyksiin. Kun kattokannattajat ovat asennettu, voidaan asentaa katevaneri tai raakaponttilaudoitus. Katevanerin etuna on, että sillä saadaan tehtyä isompia pinta-aloja kerralla. Katevanerin asennuksessa täytyy kannattajien olla juuri oikeilla kohdillaan, ettei levyn jako mene sekaisin. Raakapontin asennus onnistuu helposti yksinkin ja kattokannattajien jaon täsmällisyys ei vaikuta työhön juurikaan.

Vanerin tai raakapontin jälkeen asennetaan aluskermi. Aluskermin voi asentaa vaaka- tai pystysuoraan raakapontin tai katevanerin päälle. Kuvassa 21 esitetään aluskermin mahdolliset kiinnitysuunnat. Kermi avataan rullaamalla, ja kohdistetaan suoraan linjaan katolle, kiristetään ja naulataan asennetun kermin yläreunasta, joka jää seuraavan kermin alle.[30.]



Kuva 21. Aluskermin mahdolliset asennus suunnat. [30.]

Aluskermin asennuksen jälkeen kermin päälle asennetaan tippapellit. Tippapellit asennetaan katon kaikkiin sivuihin. Tippapellit naulataan sik-sak-kuviolla aluslaudoitukseen aluskermin lavitse huopanauloilla n. 100 mm:n välein. Päätöraystäiden tippapellit taivutetaan sellaiseen kulmaan, että etureunat ovat kohtisuoraan maata kohti. Tippapeltien jatkokset tehdään 50 mm:n limityksin, ja alemman pellin päästä leikataan vastapokkaus ja alakulmasta viisto pala pois. Limitys kohdalle lyödään vielä kahdella hupanaulalla kiinni molempien peltien läpi. Kuvassa 22 esitetään tippapellin kiinnitys esimerkki.[31.]



Kuva 22. Tippapellin limitys ja naulaus esimerkki. [31.]

Pintakerminä käytetään kauttaaltaan hitsattavaa kumibitumikermiä. Kermin asennus aloitetaan katon alalaidasta poikittain kohti yläreunaa, kuten ylemmän kohdan kuvassa 22. Pällekkäiset kermit asennetaan siten, ettei väliin jää ilmataskuja tai vettä. Kermiä asentaessa toholla kermin tulee lämmentä siten, että auki rullattavan kermin edessä pursuaa yhtenäinen ja katkeamaton sula bitumimassa. Saumasta tulisi pursuta noin 5-10 mm:n liimausbitumia. Kun katto on kauttaaltaan kermin peitossa, räystäältä leikataan ylimääräiset kermit pois.[32, s. 291.]

5.7 Ikkunat ja ovet

Ovien ja ikkunoiden karmit asennetaan aukkojen kohtiin asennettuihin karapuihin. Karmit kiinnitetään ruuveilla karapuihin siten, että yläkarmin yläpuolelle jää riittävästi painumisvaraa. Karmien asennuksessa tarkistetaan ristimitta, syvyys ja keskitys. Ikkuna- tai ovirakennetta sovitetaan karmissa ja tehdään tarvittavat säädöt, jotta ikkuna tai ovi aukeaa ja sulkeutuu ilman hankausta karmiin. Kun asennustyö on tehty, voidaan aloittaa rakojen ja painumisvarojen tilkitseminen eristeellä. Ikkuna- ja ovi rakenteiden tiiveyttä voidaan parantaa asentamalla tilkeraon peittävä höyrynsulkupaperi seinän ja karmin väliin.[18, s. 116.]

Hirsirakennuksen listoituksessa käytetään tavanomaisia listoja leveämpiä, koska listojen pitää peittää raot, karapuut painumisvarat. Tästä johtuen listoitus on olennainen osa aukkorakenteen ulkonäköä. Listat kiinnitetään naulaamalla kiinni karmeihin. Listoituksessa voidaan käyttää mielikuvitusta, jolloin saadaan yksilöllinen ulkonäkö rakennuksiin. Kuvassa 23 on esitetty tyypillisiä tapoja listoittaa ovi- ja ikkunarakenteita.[18, s. 116.]



Kuva 23. Erilaisilla pielirakenteilla ja vuorilaudoilla toteutettuja ratkaisuja. [18, s. 117.]

Kuten kuvassa 23 erilaisilla pielirakenteilla ja vuorilaudoilla rakennuksesta voi tehdä yksilöllisen. Ikkunan ulkopuolisen laudoituksen yhteydessä asennetaan myös vesipellit. Vesipellit tulee tehdä kalteviksi ulospäin. Pellin kaltevuuskulma tulee olla noin 30 astetta, mikä estää sadeveden roiskumisen ikkunarakenteeseen. Pellit kiinnitetään alustaan pellin päältä noin 500 mm:n väleillä ruostumattomilla tiivistetyillä ruuveilla. [18, s. 116–117.]

5.8 Rakennusten alapohjat

5.8.1 Sauna

Saunan alapohjan rakentaminen alkaa ympäröivien seinien vesivaneroinnilla. Vesivaneri kiinnitetään hirsiseinään siten, että vanerin alareuna on kiinni perusmuurissa ja yläpinta nousee hirsikerran uloimpaan kohtaan. Vesivaneri kiinnitetään seinään ruuveilla, ja vanerin ylälaitaan tehdään silikonitiivistys. Lattia koolataan 98x48 mm:n sahatavarasta 400 mm:n välein. Koolauspuihin asennetaan ruuveilla kulmakiinnikkeet, josta puu kiinnitetään lattialaattaan rop-paamalla tai lyöntiniiteillä. Valmiin koolauksen päälle voidaan alkaa tehdä kallistus kiiloja, joilla saadaan lattiaan halutut kaadot kohti kaivoja. Kiilat sahataan ja asennetaan siten, että kallistukset laskevat 1:50 suhteessa nurkista kohti kaivoa. Kun kiilojen asennus on saatu valmiiksi tarkastetaan kallistuskulmat, jonka jälkeen voidaan asentaa 18 mm:n havuvaneri. Havuvaneri asennetaan ruuveilla ja leikataan sopiviin paloihin lattian kallistuksiin nähden. Kai-von kohdalla vanerin reunoilta jyrsitään levyä, että kaivo tulee sopivasti upoksiin, eikä jää lattianpintaan nähden korkealle. Kun lattianvanerointi on valmis, hiotaan lattiasta epätasai-suudet pois. Lattiapinnat puhdistetaan pölystä ja liasta. Vaneriin jäävät raot voidaan tiivistää Kiillon acryl akryylimassalla tarvittaessa. Vaneri pohjustetaan tasoitusta varten Kiillon start primeriä käyttäen. Primeri levitetään ohentamattomana huopalastalla tai harjalla vanerin pin-nalle kauttaaltaan tasaisen ohuena kerroksena. Primeri saa kuivahtaa 2 tuntia ennen tasoituk-sen aloittamista.

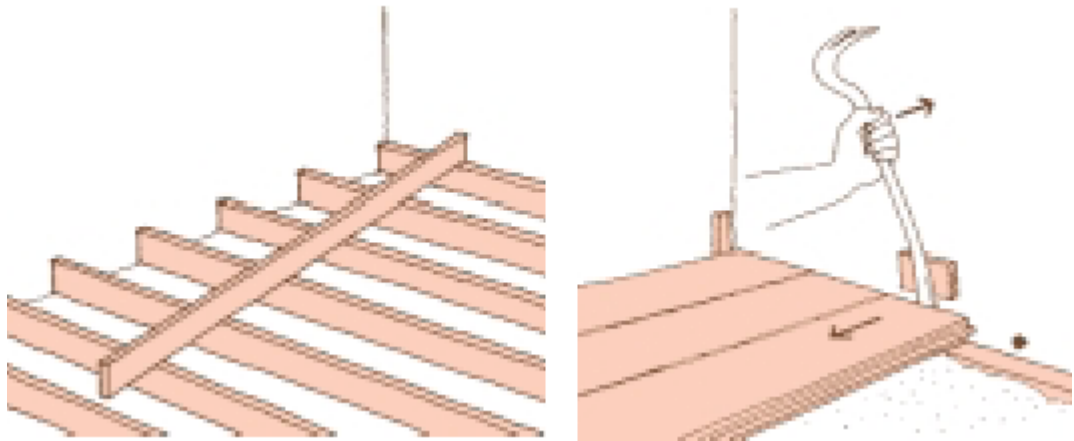
Tasoitus tehdään Kiillon fiberflex DF kuitutasoitteella. Tasoitetta levitetään teräslastalla ta-saisin kerroksin. Ensimmäisen kerroksen tulee olla kuivunut ennen kuin toinen kerros voi-daan levittää. Kerroksia tehdään niin monta, että vaneripinta on kauttaaltaan tasainen. Lattia

tulee päällystää mahdollisimman pian tasoitteen kovettumisen jälkeen. Pohjustuksessa ja tasoituksessa noudatetaan valitun tuotteen valmistajan antamia käyttöohjeita.

Lattian pintamateriaalina käytetään vedeneristeenä toimivaa muovimattoa. Maton asentamisessa noudatetaan valitun maton valmistajan ohjeita. Alustan tulee olla puhdas ja pölytön. Asennusliima levitetään alustalle yhdelle mattovuodalle kerrallaan. Matto painetaan kiinni alustaansa ja hierretään lastalla huolellisesti. Vierekkäisten mattojen puskusaumat asennetaan tiiviisti siten, että urajyrsimen ohjaukselle jää riittävä pala. Saumat hitsataan liimauksen kuivuttua valmistajan ohjeiden mukaisesti. Saumaustyö suunnitellaan siten, että saumaustyö on mahdollista tehdä ilman keskeytyksiä koko sauman matkalta. Kun hitsaus on jäähtynyt, voidaan saumat leikata puhtaaksi. Muovimatto nostetaan seinässä kiinni olevien vanereiden yläpintaan asti. Matto asennetaan vesitiiviisti lattiakaivojen sisäpuolen pintoihin. Kaivon ylitse levittyvään mattoon leikataan kaivoa pienempi reikä kaivon valmistajan ohjeiden mukaisesti. Reunat lämmitetään ja ylitse tullut matto painetaan kiristysrenkaan avulla kiinni lattiakaivoon. Liitos voidaan varmistaa vielä tiivistysmassalla. Sisänurkat leikataan siten, että maton reunat asettuvat tiiviisti nurkkiin. Leikatut osat asennetaan puskuun, ja saumoihin tehdään urat, jotka hitsataan kiinni. [33.]

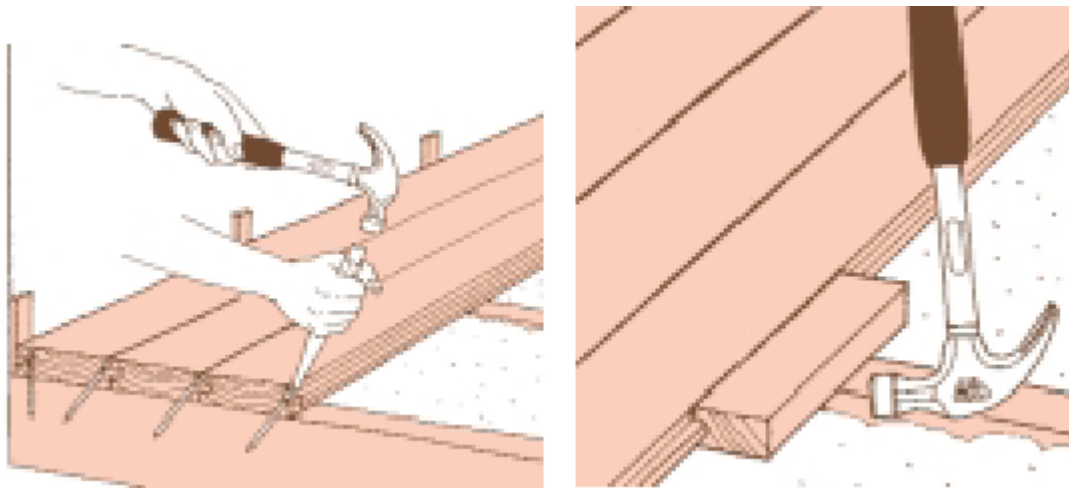
5.8.2 Tupa

Lattia koolataan 98x48 mm:n sahatavarasta 400 mm välein. Koolauspuihin asennetaan ruuveilla kulmakiinnikkeet, josta puun kiinnitetään lattialaattaan roppaamalla tai lyöntiniiteillä. Pintamateriaalina käytetään männystä valmistettua pontattua 28x95 mm:n lattialautaa. Lattialaudat tuodaan asennuspaikalle hyvissä ajoin, jotta puun kosteuspitoisuus vastaa keskimääräistä kosteutta. Tällä vältetään lattialautojen kosteusliikkeet valmiissa rakenteessa. Lattialautojen asennus aloitetaan asentamalla ensimmäisen laudan naaraspuoli seinää päin. Ensimmäisen laudan asettaminen tulee tehdä tarkoin pituussuunnassa, koska se toimii ohjurina seuraaville laudoille. Pituussuunnan tarkastuksessa kannattaa käyttää esimerkiksi linjalankaa. Seinän ja lattialaudan väliin jätetään 10 mm:n liikkumavara. Liikkumavara tehdään asettamalla puukiiloja seinän ja lattialaudan väliin. Lautojen jatkosaumat sijoitetaan tasaisesti koko lattianalalle ulkonäkösyistä. Keskelle jäävät lautojen liitoskohdat puristetaan tiukasti yhteen sorkkaraudan avulla seinän ja lattian välisestä raosta. Kuvassa 24 on lattiansuoruuden tarkistus- ja päätysauman kiristysesimerkki.



Kuva 24. Lattian suoruuden tarkistus ja päätysauman kiristys. [34.]

Ensimmäinen lattialauta naulataan aivan naaraspontin laidasta pystysuoraan. Naulan kanta tulee jäädä tulevan jalkalistan alle piiloon. Ensimmäinen lauta naulataan vinosti myös urospontista koolaukseen. Naulatessa urospontista tulee apuna käyttää tuurnaa. Seuraava lattialauta asennetaan lyömällä laudan naaraspontti ensimmäisen urosponttiin, käyttäen apuna lyöntikapulaa. Lautaa naulataan myös samalla tavalla urospontista kuin ensimmäinen. Kuvasssa 25 on naulaus esimerkki ja lyöntikapula, joka voi olla tehty lattialaudan pätkästä. [34.]



Kuva 25. Naulaus esimerkki ja lattialaudan kiinnitys ponttiin. [34.]

Näin edetään seinän toiseen päähän, jossa lattialautaa joudutaan työstämään. Tästä syystä kaksi viimeistä lautaa on hyvä asentaa yhtäaikaan. Halkaistu viimeinen lauta naulataan ensimmäisen tavoin siten, että naula jää jalkalistan alle piiloon.

Valmis lattialaudoitus voidaan pintakäsittellä, jos lautoja ei ole tehdas käsitelty. Lattialautojen pintakäsittelyyn soveltuu lakkaus, maalaus, öljyäminen, kuultokäsittely tai petsaus. [34.]

5.8.3 Talousrakennus

Talouksrakennuksen alapohjaan asennetaan 48x148 k400-kannatinpalkkisto. Kannattimet asennetaan hirsiseinään asennettuihin palkkikiin ruuvaamalla. Kannatinpuiden päälle asennetaan harvalaudoitus 25x95 mm:n sahatavarasta. Harvalaudoitus tehdään 10 mm:n välillä raoilla. Laudat kiinnitetään kannatinpalkkistoon 75x28 lankanuloilla.

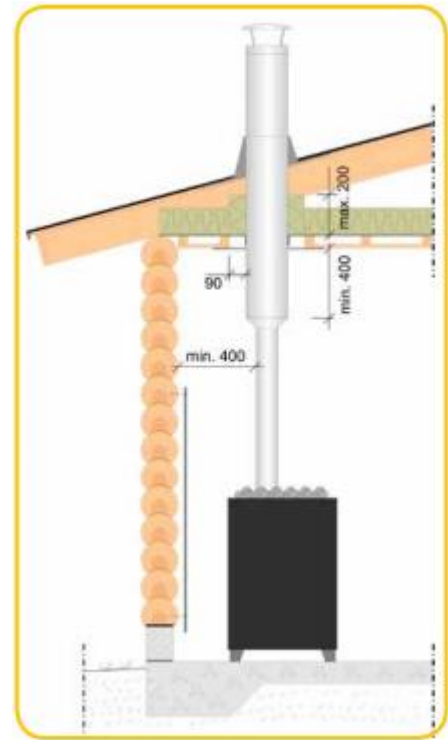
5.9 Savupiippu

Savupiippu, yhdys- sekä liitinhormit on suunniteltava ja rakennettava siten, että saavutetaan riittävä veto, lujuus, tiiveys ja käyttöikä ja ettei niistä aiheudu palo- tai räjähdysvaaraa ottaen huomioon savupiippuun liitettävät tulisijat ja tulisijoissa käytettävät polttoaineet. Savupiipun tulee kestää jäätyminen ja sulamisen sekä lämpötilan muutoksista aiheutuvat muodonmuutokset ja rasitukset. Savupiippuelementtien välisiä liitoksia ei saa sijoittaa rakenteiden läpivientikohtiin.[35.]

Kiukaan savupiippuna käytetään Schiedel saunapiippua, joka on valmiiksi suunniteltu ratkaisu saunoihin. Kuvassa 26 esitetään piipun mahdollinen asennustapa hirsisaunassa. Suojaetäisyys eristetyn putken ulkopinnasta palaviin materiaaleihin täytyy olla minimissään 90 mm. Liitosputken pinnasta etäisyys palaviin materiaaleihin tulee olla vähintään 400 mm. Liitosputken tulee muuttua eristetyksi putkeksi 400 mm ennen kattopanelointia. Tarvittaessa piippu suojataan ihokontakteilta esimerkiksi teräsverkolla. Kuvassa 27 on esitetty piipun suojaetäisyydet.[36.]

Yläpohjan läpiviennin kohdalla eriste sidotaan tiiviisti piipun ympärille kiristysvanteella. Jos käytetään muuta kuin paketin mukana tullutta eristettä, tulee sen olla A1 luokan täyttävä. Sisäkaton läpivienti viimeistellään kaksiosaisella peitekauluksella. Vesikaton läpiviennissä käytetään Schiedelin uniflash läpivientikumia, joka estää sadeveden ja lumen pääsyn kattorakentei-

siin. Läpivientikappale pujotetaan yläpuolelta piipun päälle ja sen tulee olla tiukka. Asennuksessa voi tarvittaessa käyttää saippualliuosta liukasteena.[36.]



Kuva 26. Schiedel saunapiippu saunassa. [36.] Kuva 27. Suojaetäisyydet. [36.]

5.10 Kalusteet ja varusteet

Saunaan asennetaan laudepaketti. Lauteiden asentaminen aloitetaan mittaamalla laudekannattimien kohdat vastakkaisiin seiniin. Ylälauteen kannattimiin ja takaseinän välille jätetään 10 mm:n rako. Alalauteen kannattimet asennetaan takaseinää vasten. Ylälauteiden päätykannattajien välille tulee keskikannatin, joka ruuvataan tukevasti takaseinään. Laudekannattimien ja seinän välille asennetaan vanerilaput, jonka jälkeen kannattimet kiinnitetään seinään tukevasti ruuvaamalla. Kun kannattimet ovat asennettu, voidaan aloittaa laudelautojen lyhentäminen. Lauteet katkaistaan 15 mm lyhemmiksi kuin itse seinä. Lauderunko katkaistaan siten, että reunimmainen poikki puu jää vähintään 250 mm:n päässä rungon reunasta molemmin puolin. Mittaan leikattu lauderunko asennetaan kannattimien päälle, ja lauderunko voidaan ruuvata seinään kiinni. Rungon kiinnityksen jälkeen voidaan paikoilleen nostaa istuinritilä. Jalkatuki kasataan ja ruuvataan alalauteen runkoon kiinni. [37.]

6 KUSTANNUKSET

Kokonaiskustannukset koostuvat hankkeessa viranomaismaksuista, materiaalikustannuksista, konetöistä, ostetusta työvoimasta ja vastaavan työnjohtajan palkkiosta. Liitteenä olevissa laskelmissa ei ole huomioitu työkustannuksia. Kustannukset ovat laskettuina liitteessä 8. Tällaisessa kohteessa suuri säästämisen mahdollisuus löytyy henkilöpalkoista ja konetöistä. Kone-työt kannattaa suunnitella huolellisesti ja teetättää mahdollisimman paljon yhdellä koneen tuontikerralla. Oikean kokoisen kaivinkoneen valinta on tärkeää, jotta saavutetaan paras hyöty koneesta rakennuspaikalla. Konetöiden tuntihintana laskelmissa on käytetty yleistä tuntiveiloitusta Kainuun alueella. Materiaalikustannukset on laskettu tämänhetkisten hintojen mukaisesti. Suurin osa käytetyistä materiaaleista löytyy taloon.com verkkosivulta. Tarvittavat rakennusmateriaalit kannattaa kilpailuttaa ja pyytää tarjous alueen eri kauppiailta. Tarkalla tarvikeluettelolla on helppo pyytää tarjouksia monesta paikasta ja saada näin edullisin kokonais-hinta tarvikkeista. Tarvikkeiden toimittajan kanssa kannattaa sopia materiaalien säilyttämisestä, ettei kerralla täyty koko tonttia materiaaleista. Tontti pysyy rakennushankkeen ajan siistinä, ja mahdollisuus pilata kalliit materiaalit häviää olennaisesti.

7 YHTEENVETO

Insinööriyön tarkoituksena oli antaa tilaajalle tarvittavat tiedot rakennuslupien hakemiseen, ja antaa ohjeistus rakentamiseen. Alueella ei ole kunnallistekniikkaa, jolloin jäte- ja hulevesien poistoon piti etsiä vaihtoehtoinen ratkaisu. Rakennuspaikalla oli alkuperäisiä rakennuksia, joille tehtiin kuntoarvio. Kuntoarvion perusteella rakennuksien kunnostaminen ei ollut järkevää, jolloin päädyttiin purkamaan vanhat rakennukset.

Suunnitteluvaiheessa tutkittiin rakennuspaikan ominaisuuksia, tilaajan tarpeita ja määräyksiä. Suunnitteluvaihe aloitettiin tarve- ja hankesuunnittelulla, jossa tilaajan tarpeet sekä toivomukset huomioitiin. Rakennuspaikalle tehtiin pohjatutkimus, minkä perusteella rakennuksille rajattiin perustamistapa vaihtoehdot. Tutkittujen tietojen perusteella aloitettiin rakennussuunnittelu, jossa valittiin rakennustavat. Rakennukset mallinnettiin 3D muotoon valittujen rakennustapojen perusteella, joista saatiin tarvittavat rakennuslupakuvat. Kunnallistekniikan puuttuminen aiheutti suunnittelutarpeen myös puhtaanveden saannille.

Tilaaja halusi käyttää rakennusmateriaalina pyöröhirttä, jota käsiteltiin työssä seikkaperäisesti. Hirsi rakennusmateriaalina asettaa ominaisuuksillaan tiettyjä erityispiirteitä rakentamiseen, jotka on syytä huomioida suunnitteluvaiheessa. Hirsi on perinteikäs rakennustapa, jota on käytetty vuosisatoja. Pitkän historiansa takia hirsirakentamiseen on kehittynyt paljon erilaisia työstötapoja. Nykyisillä työstökoneilla voidaan tehdä monimutkaisia työstöjä, mutta vuosisatoja vanhat salvokset ja varaukset näkyvät vieläkin hirsirakentamisessa. Hirsirakentamisen monimuotoisuus ja perinteet tekevät siitä yhden hienoimmista rakennustavoista. Hirsirakentamisessa on otettava huomioon hyvin erilaisia asioita, kuin esimerkiksi tavallisessa kappale-tavararakennuksen tekemisessä. Hirsi sopii materiaalina loma-asunnon rakentamiseen esteettikkansa sekä ominaisuuksiensa ansiosta erinomaisesti, mutta toivottavasti taajamissa nähtäisiin tulevaisuudessa enemmän massiivisia hirsirakennuksia.

Rakennusvaiheista tehtiin kattava ja yksityiskohtaisesti selitetty ohjeistus. Työvaiheet käsiteltiin samassa järjestyksessä käytännön kanssa. Tilaajalla on ohjeistuksen avulla mahdollista tehdä rakennustöitä itsenäisesti. Rakennustöiden vaiheiden kerronta helpottaa tilaajaa ymmärtämään, kuinka paljon tehtäviä rakentamiseen liittyy. Rakennusmateriaaleista, konetöistä sekä viranomaismaksuista tehtiin eritelty yhteenveto. Yhteenvedosta tilaaja saa käsityksen

hankkeen kokonaiskustannuksista. Materiaalierittelyn avulla tilaaja voi pyytää tarjouspyynnöt tarvikkeista, ja näin säästää kustannuksissa.

Onnistuin mielestäni luomaan kirjallisuus- ja internetlähteiden avulla tilaajalle kattavan tietopakettin rakennushankkeeseen ryhtymiselle. Hirsirakentamisesta löytyi hyvin kirjallisuutta, joita yhdistelemällä löydettiin parhaat ratkaisut rakentamiseen. Työssä olisi voinut perehtyä enemmän eri hirsityyppien u-arvoihin, joita olisin voinut esitellä erilaisten taulukoiden avulla. Nykyiset, koko ajan kiristyvät lämmöneristysvaatimukset vaikuttavat oleellisesti hirsirakennuksien tulevaisuuteen.

LÄHTEET

1. Suomen kartta. [WWW-dokumentti]
https://maps.google.fi/maps?q=kartta&ie=UTF8&ei=DS7mUomAKImbtQaf_4DQCA&ved=0CAcQ_AUoAQ luettu 6.2.2014
2. Finlex, lainsäädäntö, maankäyttö- ja rakennuslaki [WWW-dokumentti]
<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132#L1P14> luettu 8.2.2014
3. Kajaanin kaupungin rakennusjärjestys, [WWW-dokumentti]
http://www.kajaani.fi/Tiedostot/G3_tiedostot/Ajankohtaista/Rakennusj%C3%A4rjestys%20KV%2013.9.pdf luettu 8.2.2014
4. Kajaanin kaupungin rakennusvalvonta, pientalonrakentajan ABC, [WWW-dokumentti]
http://www.kajaani.fi/Tiedostot/G3_tiedostot/Oppaat/PIENTALORAKENTAJAN%20ABC%20v.%202.0.pdf luettu 7.2.2014
5. RT 18-11131 Asuinkiinteistön kuntoarvio, kuntoarvioijan ohje, [pdf-dokumentti]
6. RT 10-10619 Asuinrakennushankkeen pohjatutkimus ja pohjarakennussuunnittelu, [pdf-dokumentti]
7. Siikanen Unto, Puurakennusten suunnittelu, ISBN-10: 9516828612, Rakennustieto Oy, Vammala 1998, neljäs painos
8. Hietala Hannu, Perustusrakenteet pohjatutkimus, opetusmateriaali, Kajaanin AMK
9. Hietala Hannu, Perustusrakenteet maaluokitukset, opetusmateriaali, Kajaanin AMK
10. Ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu, rakentaminen, [WWW-dokumentti]
http://www.ymparisto.fi/fiFI/Rakentaminen/Rakennushanke/Talotekniset_jarjestelmat_LVI/Vedenhankinta_kaivosta/Kaivon_rakentaminen luettu 27.2.2014

11. Ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu, rakentaminen, [WWW-dokumentti]
http://www.ymparisto.fi/fiFI/Rakentaminen/Rakennushanke/Talotekniset_jarjestelmat_LVI/Vedenhankinta_kaivosta/Kaivon_rakentaminen/Kaivon_rakentamiskustannukset luettu 27.2.2014
12. Ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu, [WWW-dokumentti]
http://www.ymparisto.fi/fiFI/Rakentaminen/Rakennushanke/Talotekniset_jarjestelmat/Kiinteiston_jatevesien_kasittely luettu 16.2.2014
13. Uponor, haja-asutusalueen jäteveden käsittely, sauna- ja mökkikaivon asennusohjeet, [pdf-dokumentti]
14. Suomen rakennusinsinöörien liitto, RIL 234-2007 Pihojen pohja- ja päällysrakenteet, Suunnittelu- ja rakentamisohjeet, ISBN 978-951-758-475-3, Hakapaino Oy 2007
15. Vuolle-Apiala Risto, Hirsitalo ennen ja nyt, ISBN 978-952-254-073-7, Porvoo 2012, 1.painos
16. Vuolle-Apiala Risto, Hirsityöt, ISBN 951-664-026-5, Gummerus kirjapaino Oy Jyväskylä 1999
17. Puuproffa, Hirsityypit, [WWW-dokumentti]
http://www.puuproffa.fi/PuuProffa_2012/fi/hirsisalvokset/hirsityypit luettu 7.2.2014
18. Saarelainen Eero, Hirren maailma, ISBN: 952-9796-02-1, rakentajan tietokirjat, Gummerus kirjapaino Oy, Jyväskylä 1993
19. Suomirakentaa, runkorakenteiden vaihtoehdot, [WWW-dokumentti]
<http://www.suomirakentaa.fi/lomarakentaja/ulkoseinaet-ja-julkisivut/runkorakenteiden-vaihtoehdot>
20. Hirsikoti, Hirsi materiaalina, [WWW-dokumentti]
<http://www.hirsikoti.fi/hirsimateriaali.php> luettu 18.2.2014

21. Ouka.fi,[WWW-dokumentti]
www.ouka.fi/oulu/kierikki/arkkitehtuuri luettu 20.2.2014
22. RT 82-10415 Hirsitalon suunnitteluperusteet, [pdf-dokumentti]
23. Hakalin Pekka, Rakennan hirrestä, ISBN 951-682-778-0, Rakennustieto Oy, Vammala 2005, 5.painos
24. Infra ry, Pientalon maarakennustyöt, [pdf-dokumentti]
25. Suomen rakennusinsinöörien liitto, RIL 126-2009 Rakennuspohjan ja tonttialueen kuivatus, Hansaprint, Helsinki 2009, 3. painos, [pdf-dokumentti]
26. Suomen rakennusinsinöörien liitto, RIL 261-2013 Routasuojaus – rakennukset ja infrarakenteet, Tammerprint Oy, Helsinki 2013, [pdf-dokumentti]
27. Weber, Leca-harkkorakenteet työohje, [pdf-dokumentti]
28. Betoniteollisuus ry, Pienrakentajan betoniopas, ISBN 978-952-269-019-7, [pdf-dokumentti]
29. RT 83-10955 Perustusten ja perusmuurien veden- ja kosteudeneristys, [pdf-dokumentti]
30. Katepal, Aluskermien asennusohjeet, [pdf-dokumentti]
31. Katepal, Tippapeltien asennusohje, [pdf-dokumentti]
32. RunkoRYL 2010, Talonrakennuksen runkotyöt, [pdf-dokumentti]
33. SisäRYL 2013, Talonrakennuksen sisätyöt, [pdf-dokumentti]
34. Rakentaja.fi, Puulattian asennus, [pdf-dokumentti]

35. Suomen rakennusmääräyskokoelma, RakMK E3 Pienten savupiippujen rakenteet ja paloturvallisuus, [pdf-dokumentti]
36. Schiedel, saunapiipun asennusohjeet, [pdf-dokumentti]
37. Warkop Oy, Classic-lauteen asennusohje, [pdf-dokumentti]

LIITTEET

1. Kuntoarvion kuvamateriaali
2. Saunamökin rakennuskuvat
3. Talousrakennuksen rakennuskuvat
4. Hormirakenteen leikkauskuva
5. Rakennusten salaojasuunnitelmat
6. Kylmien rakenteiden routasuojauksen mitoitus
7. Kattovesien johtamissuunnitelma
8. Kustannusarvio eritelmä



Kuva 1. Alkuperäinen päärakennus järveltä katsottuna.



Kuva 2. Alkuperäinen rantasauna.



Kuva 3. Pilari kallistunut voimakkaasti.



Kuva 4. Pilaririvistö on kauttaaltaan kallistunut.



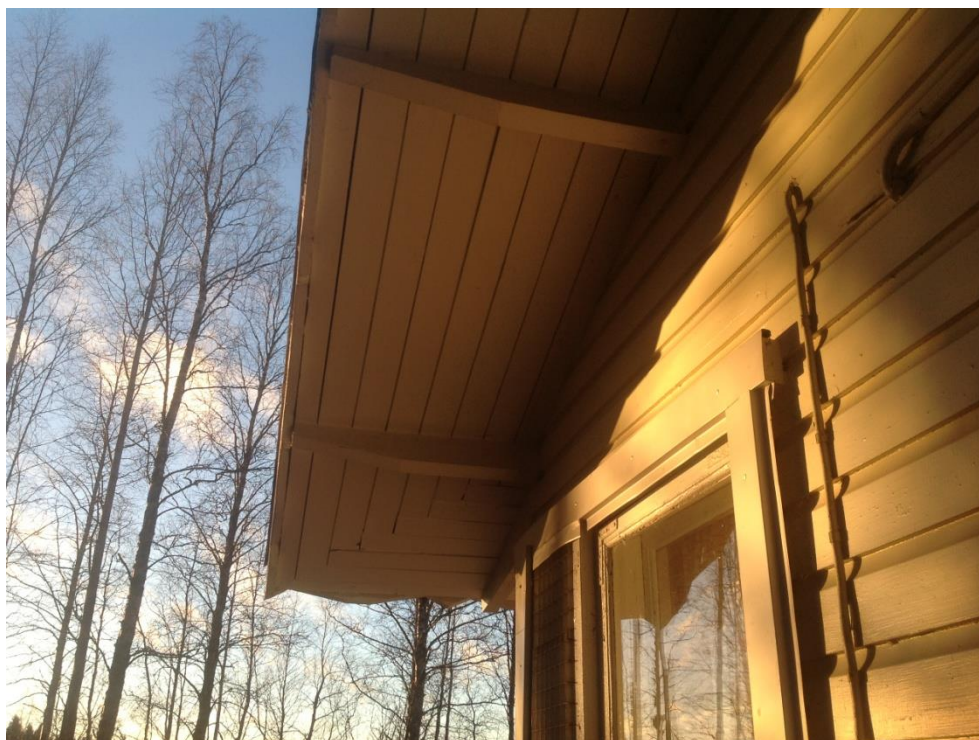
Kuva 5. Päärakennuksen alapohja ei pääse tuulettumaan riittävästi.



Kuva 6. Päärakennuksen alapohja ei pääse tuulettumaan riittävästi.



Kuva 7. Päärakennuksen vesikatto notkahtanut sivuilta kohti savupiippua.



Kuva 8. Päärakennuksen räystäät ovat umpilaudoitettu.



Kuva 9. Päärakennuksen olohuoneen lattia painunut voimakkaasti.



Kuva 10. Päärakennuksen olohuoneen lattia painunut voimakkaasti.



Kuva 11. Päärakennuksen lattian painuminen eteisestä olohuoneeseen.



Kuva 12. Päärakennuksen lattian painuminen keittiössä.



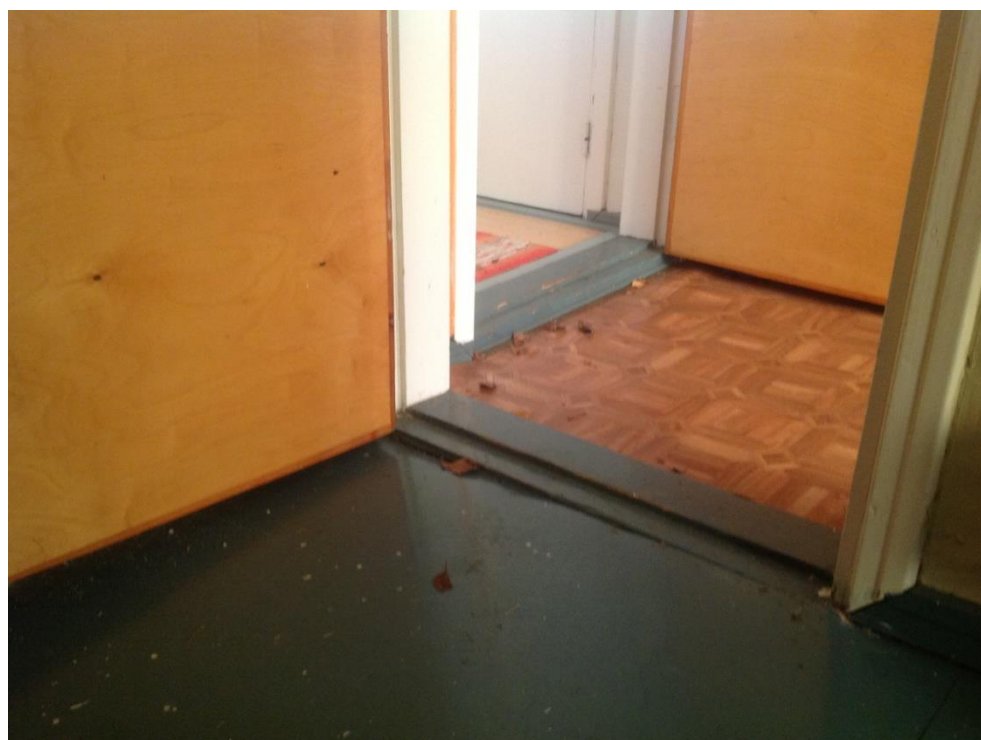
Kuva 13. Päärakennuksen olohuoneen ja eteisen välinen ovi, sekä vaurioitunut tapetti.



Kuva 14. Seinän tapetointi kupruillut painumisen johdosta.

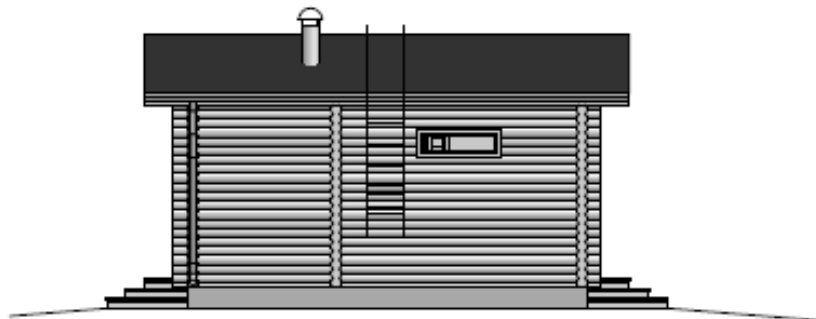


Kuva 15. Ovillehti raollaan karmista painumisesta johtuen.

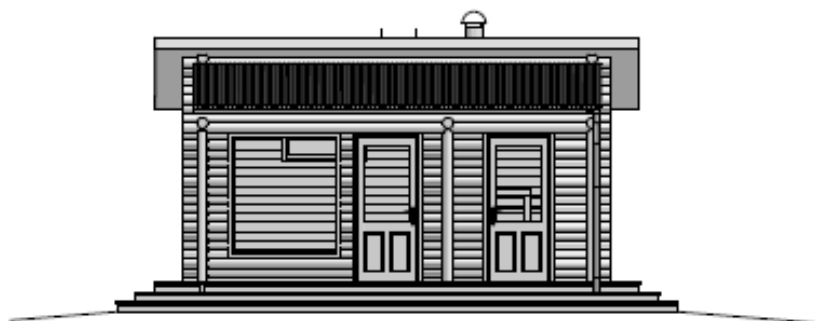


Kuva 16. Eteisen oven kynnyksen vauriot johtuvat voimakkaasta painumisesta.

Saunamökin julkisivut etelään ja pohjoiseen.

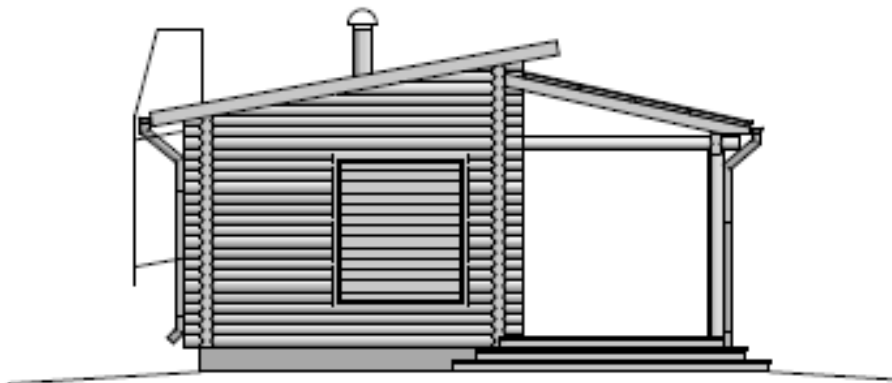


ETELÄ

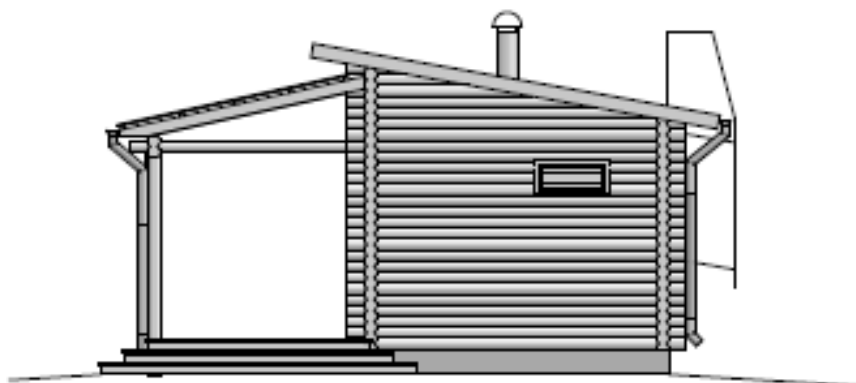


POHJOINEN

Saunamökin julkisivut itään ja länteen.

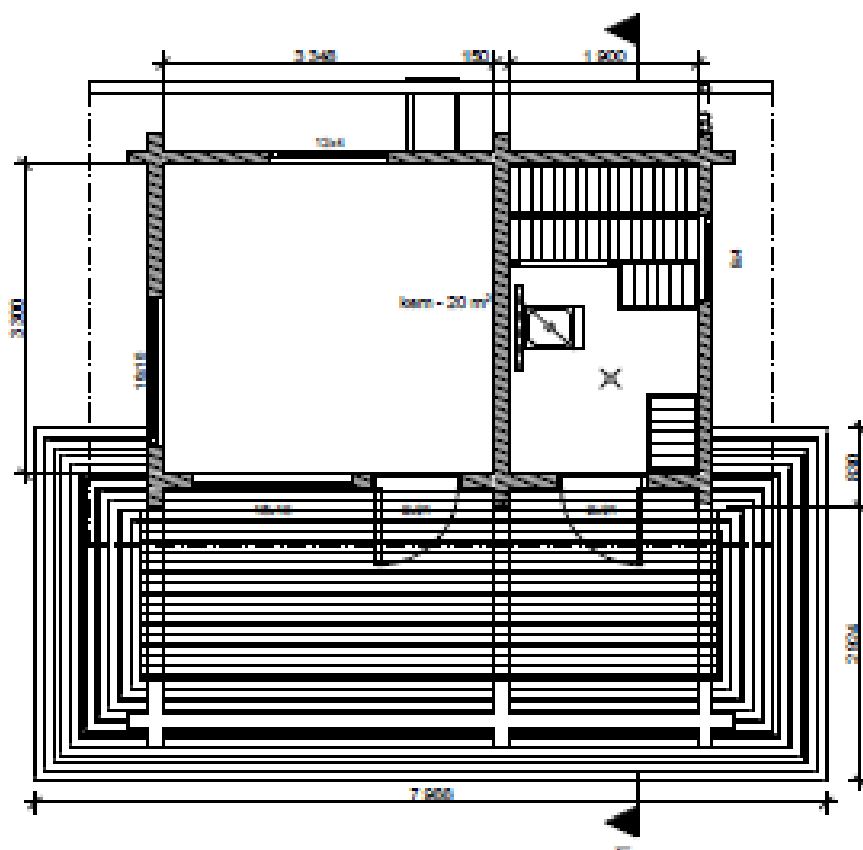
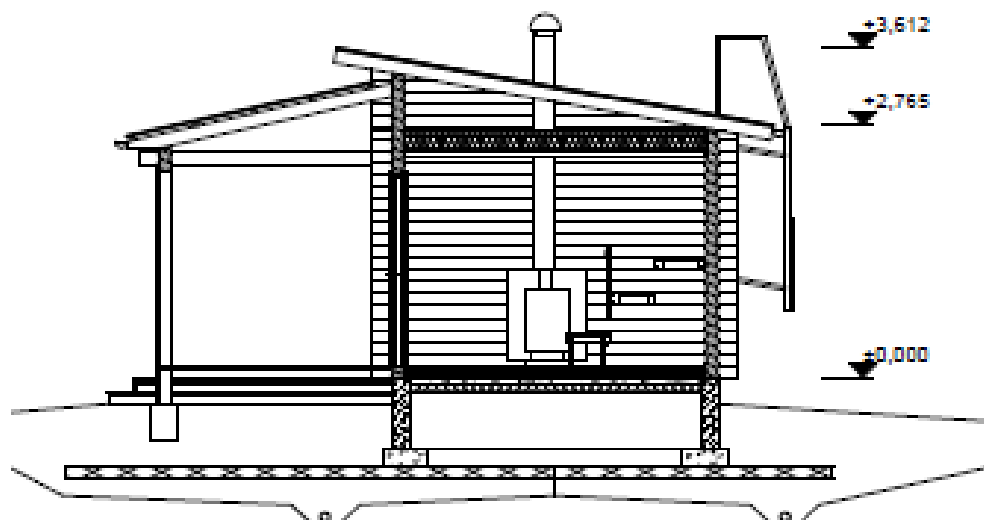


ITÄ

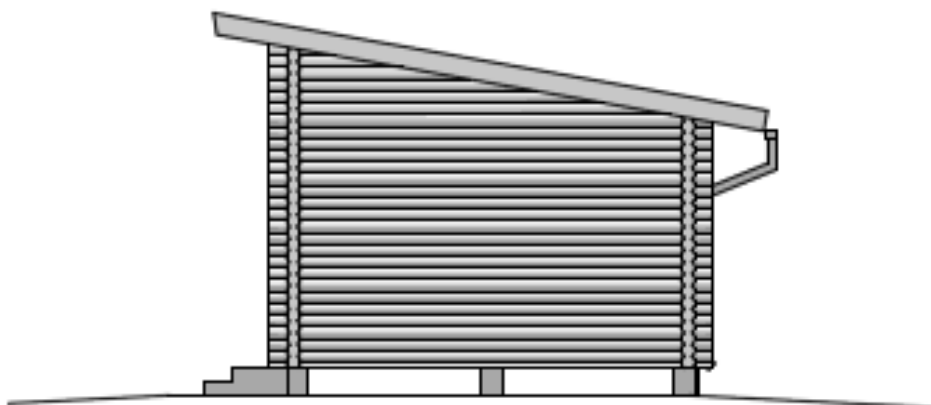


LÄNSI

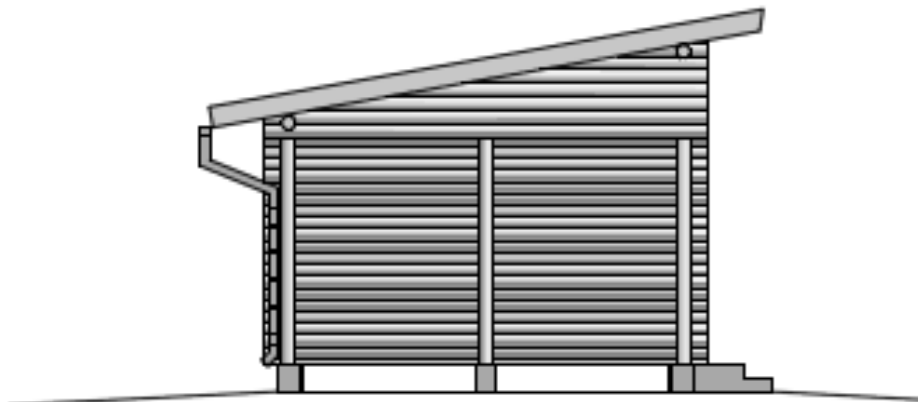
Saunamökin leikkaus- ja pohjapiirustukset.



Varastorakennuksen julkisivut etelä ja pohjoinen.

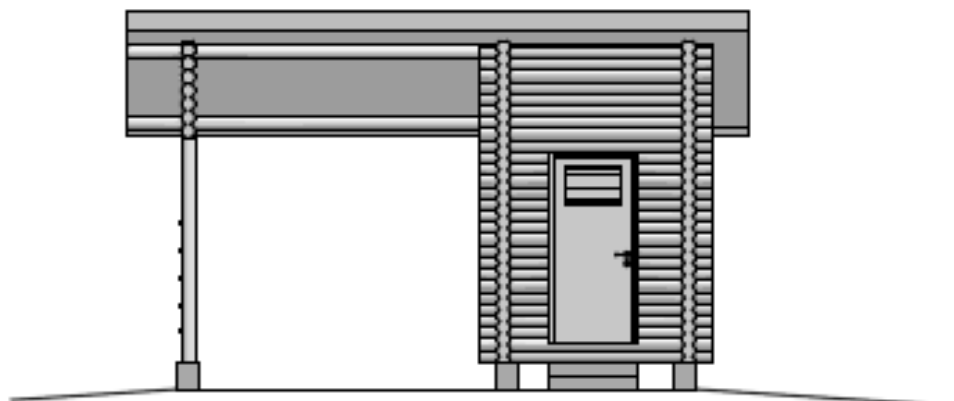


ETELÄ

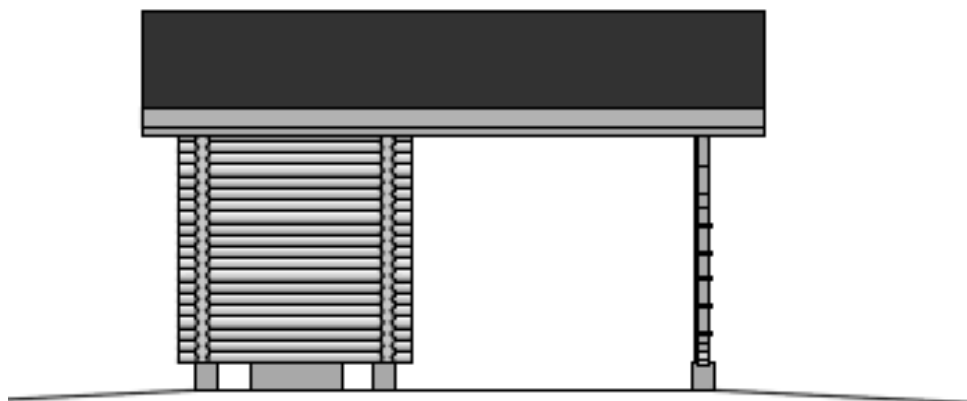


POHJOINEN

Varastorakennuksen julkisivut länteen ja itään

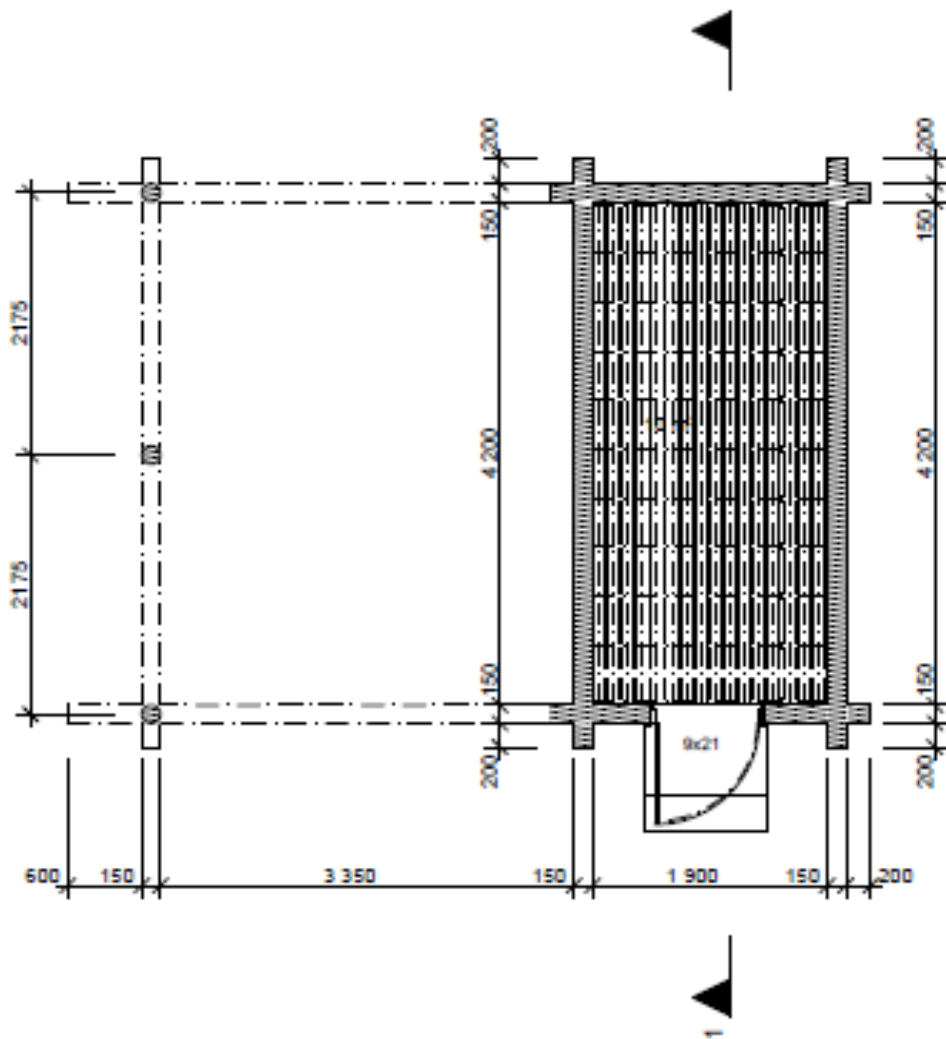
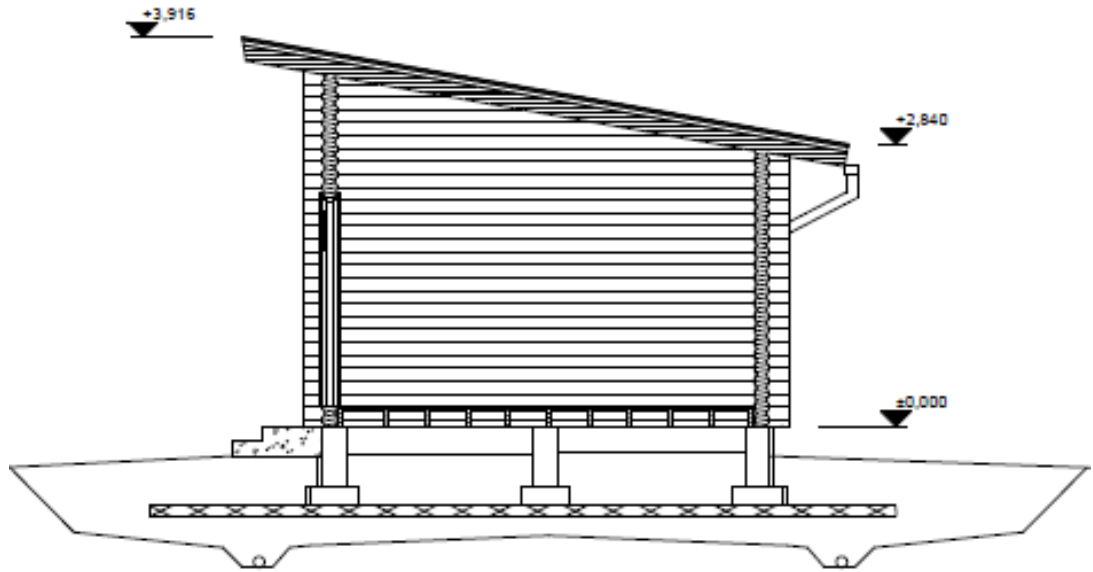


LÄNSI

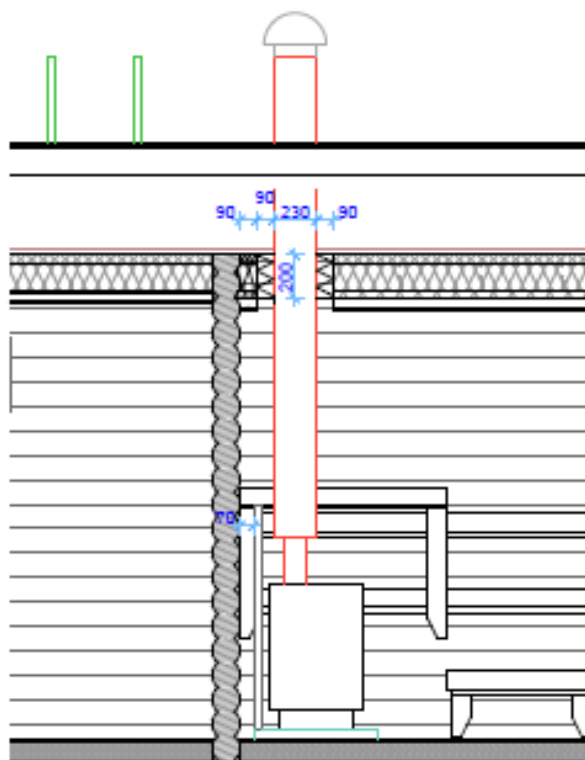


ITÄ

Varastorakennuksen leikkaus- ja pohjapiirustukset

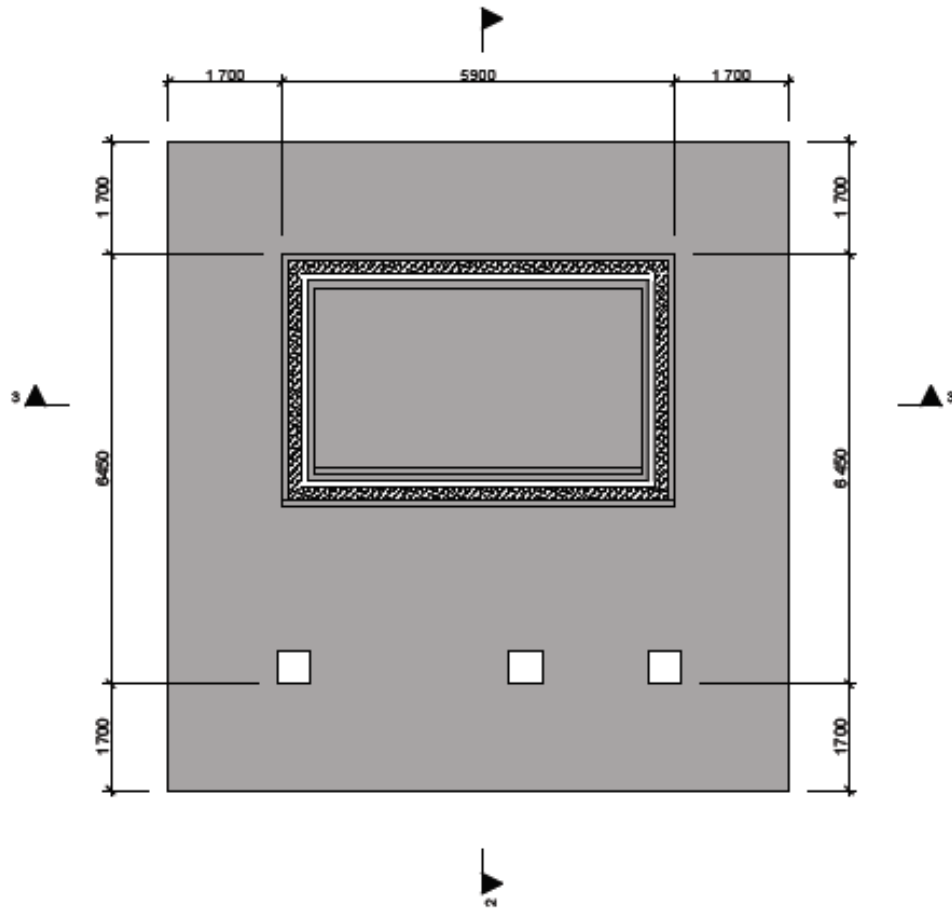


Saunamökin hormirakenteen poikkileikkaus ja suojaetäisyydet.

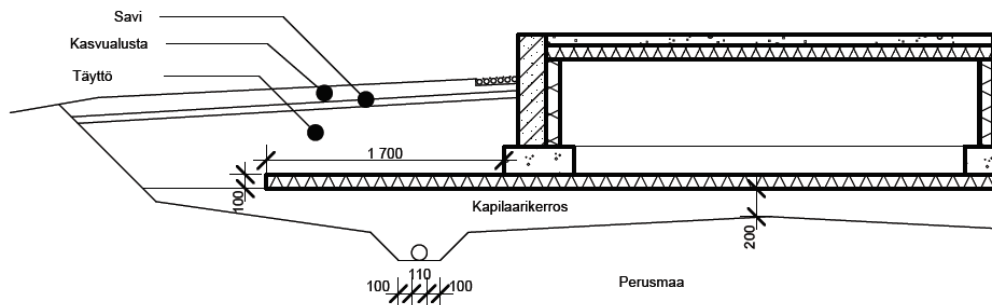


Suojaetäisyys eristetyn putken ulkopinnasta palaviin materiaaleihin on 90 mm
 Sauna AL tiivistetään piippuun alumiiniteipillä, kuitenkin sauna al:n jätettävä 90 mm:n suojaetäisyys
 Vesikaton läpivienti tiivistetään UniFlash läpivientikappaleella, jossa huomioidaan 90 mm:n suojaetäisyys
 Hirsiseinästä 70 mm:n päähän asennetaan Harvia WX017 tulisijan suojaseinä
 Kiuas asennetaan Harvia WX018 tulisijan suoja-alustalle
 Teräspiipun eristety osan pituus mitoitetaan siten, että se ylittää suojaseinän yläreunan alapuolelle.
 Kaikki asennustyöt tehdään valmistajan ohjeita noudattaen
 Kiuas Harvia 20 Pro ja piippu Harvia WHP1500 teräspiippu, joiden yhteensopivuus ok.

Pohjapiirros routasuojusrakenteesta saunamökissä



Leikkaus kuva saunamökin perustuksista, jossa routaeristeen leveys anturan etureunasta.



Kylmien rakenteiden routasuojauksen mitoitus RIL 261-2013 mukaisesti

1. Valitaan taulukosta mitoituspakkasmäärä.
 - Kartta taulukosta valitaan tilastollisesti keskimääräinen kerran 10 vuodessa toistuva suurin pakkasmäärä F_{10} . Sijainti Kajaani, pakkasmäärä 40000 Kh.
2. Valitaan perustussyvyys ja routaeristeen paikka.
 - Perustussyvyys 0,6 m, sijoitetaan perustuksen alapuolelle.
3. Valitaan routaeristeen alapuolisen routimattoman kerroksen paksuus.
 - Kapilaarikatko 300 mm
4. Lumen suojaavan vaikutuksen arviointi.
 - Talous ja saunamökin vierukset kummassakin ainakin yhdeltä sivulta ympärivuotisesti puhtaana lumesta. Varmistetaan toimivuus eikä pienennetä pakkasmäärää.
5. Mitoitetaan routaeristeen vaadittava lämmönvastus.
 - Lämmönvastus lasketaan kaavalla $m_r = m_{r0} - (Z_r - 0,3) * 1 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$

Lämmönvastuksen määrittämisessä käytetään kuvan taulukkoa. Laskelmiin valittiin laatikoidut arvot.

Mitoituspakkasmäärä F_{m10} , Kh	Routaeristeen vaadittava lämmönvastus m_{r0} , $\text{m}^2\text{K}/\text{W}$													
	20 000			30 000				40 000			50 000			\geq 60 000
Vuoden keskilämpötila T_m , °C	+2	+3	\geq +4	+1	+2	+3	\geq +4	+1	+2	+3...+4	+1	+2	+3	0...+1
Routaeristeen alapuolisen routimattoman kerroksen paksuus Z_m , m														
0,2	1,6	1,4	1,2	3,2	2,6	2,2	1,8	(4,2)	3,5	2,8	*	(4,6)	3,8	*
0,4	1,4	1,1	0,8	2,6	2,1	1,7	1,4	3,5	2,8	2,2	(4,6)	3,8	3,1	*
0,6	1,0	0,7	0,5	2,1	1,7	1,3	1,0	2,8	2,2	1,6	3,8	2,9	2,3	(5,0)
0,8	0,6	0,4	0,3	1,7	1,3	1,0	0,7	2,2	1,6	1,3	2,9	2,2	1,8	3,8
1,0	0,4	0,3	0,2	1,3	1,0	0,7	0,5	1,6	1,2	1,0	2,2	1,7	1,4	2,8
1,5	0	0	0	0,8	0,6	0,4	0,2	1,0	0,7	0,5	1,4	1,0	0,8	1,8

Koska taulukossa ei suoraan ole 0,3 m routimattoman kerroksen paksuutta Z_m , täyttyy arvo interpoloida.

Interpolointi tehdään seuraavalla laskukaavalla:

$$(3,5-2,8)/2+2,8 = 3,15$$

$$m_r = 3,15 - (0,6_r - 0,3) * 1 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$m_r = 2,85$$

Vaadittava eriste paksuus määritetään kaavalla $d_e = m_r * \lambda_u$

Valitaan eristeeksi EPS 200 $\rightarrow 0,032 \text{ W/mK}$

$$2,85 \text{ m}^2\text{K/W} * 0,032 \text{ W/mK} = \mathbf{0,09m.}$$

6. Mitoitetaan routaeristeen leveys B (m) pakkasmäärän ja asennussyvyyden perusteella.

- Taulukosta saatu B:n mitta pakkasmäärän ja routaeristeen syvyyden maanpinnasta perusteella. Routaeristeen leveys **1,7 m**.

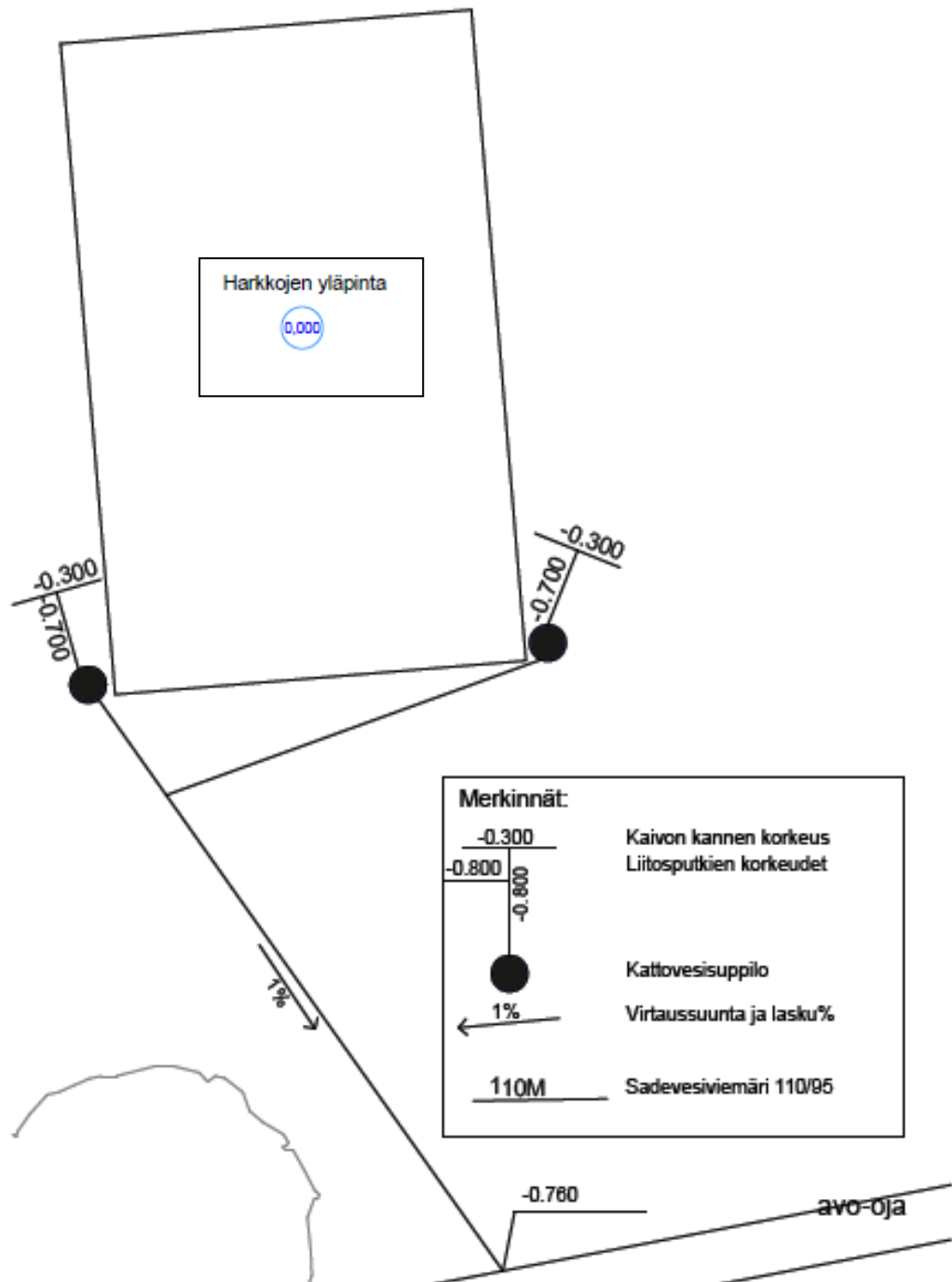
Eristeen paksuudeksi otetaan 100 mm, jonka lämmönvastus lasketaan seuraavalla kaavalla:

$$0,1 \text{ m}/0,032 \text{ W/mK} = 3,125 \text{ m}^2\text{K/W}$$

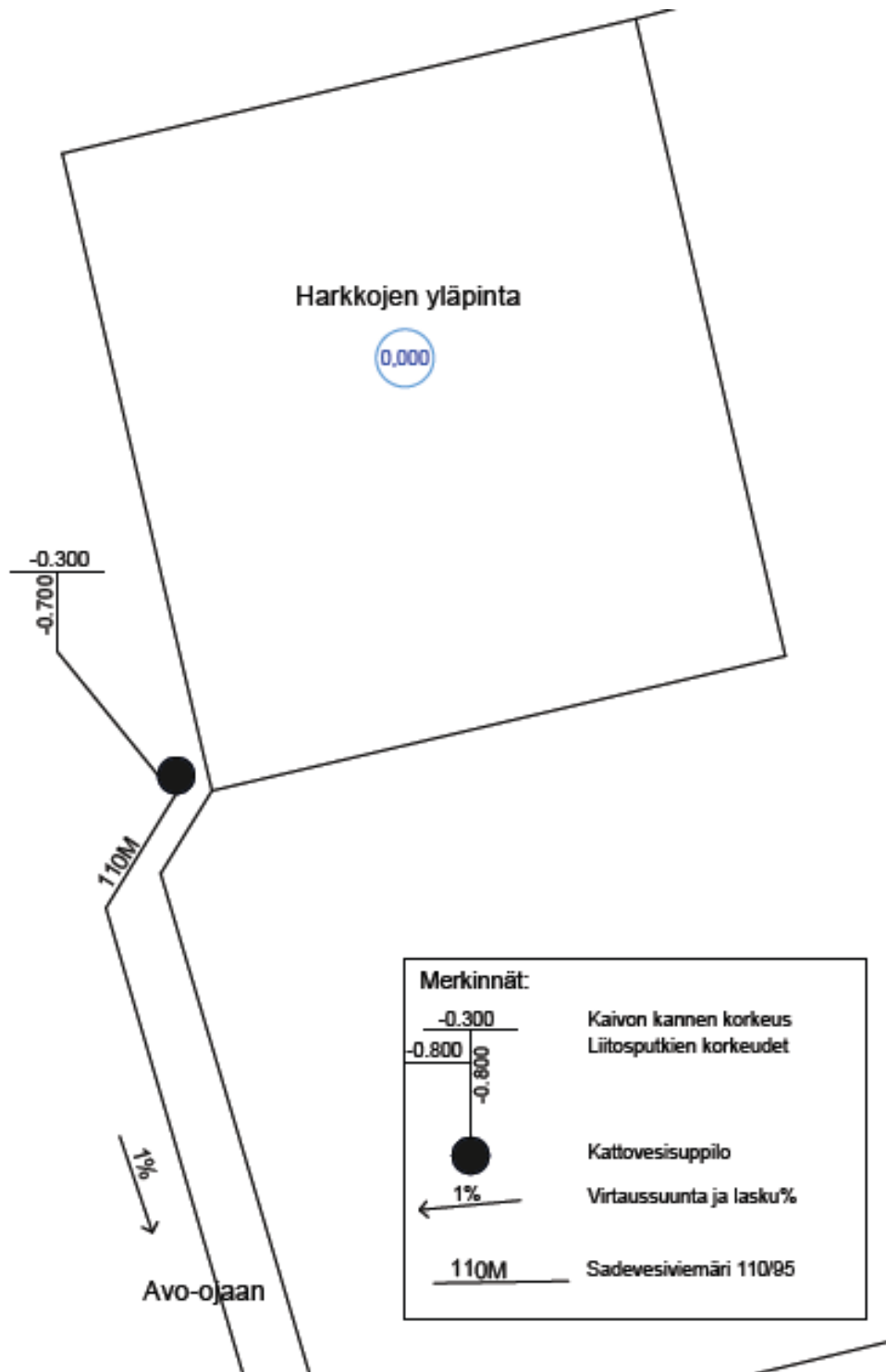
$$3,125 \text{ m}^2\text{K/W} > 2,85 \text{ m}^2\text{K/W} \quad \mathbf{OK!}$$

Eristetään 2 x 50 mm EPS 200 eristeellä, joilla saavutetaan 3.125 m²K/W lämmönvastus

Saunamökin kattovesien johtamissuunnitelma



Varaston kattovesien johtamissuunnitelma



KUSTANNUSARVIO										
NIMI JA SELITYS										
			MÄÄRÄTIEDOT		TYÖKUSTANNUS			AINEKUST.		YHTEENSÄ
			Määrä	Yks.	h	€/h	yht.€	€/yks.	Hukka %	€
MAA- JA POHJARAKENNUS										
Raivaus ja kaivuutyöt										
Pintamaan poisto (0,2 m)			35	m ³	1	60	60			60,0
Tasokaivuu (n.0,5 m)			82	m ³	1,5	60	90			90,0
Tilavuuskaivuu (putkitukset)			15	m ³	0,5	60	30			30,0
Maan kuljetus			9	k-a	4	60	240			240,0
Salaojat, putkijohdot ja routaeristys										
Salaojaputki TUPLA SN8 110/95 mm			60	m				2,81		168,6
Salaojakaivo 315 x 1000 mm			8	kpl				50,9		407,2
Muhvikulma 0-90			1	kpl				11,9		11,9
Sadevesiputki 110 mm			37	m				2,91		107,7
Rännikaivo			2	kpl				9,89		19,8
Uponor saunakaivo			1	kpl				209		209,0
Upovieser vaakakaivo matala 75			1	kpl				13,9		13,9
Uponor viemäriputki 75			10	m				4,8		48,0
Uponor viemärinkulmayhde 75x45			2	kpl				3,55		7,1
Uponor viemärinkulmayhde 75x88,5			2	kpl				4,29		8,6
Styrox ERS 200 Routa 50 mm			330	m ²				6,09		2009,7
Täyttö ja tiivistys										
Anturan alapuolen täyttö										
Suodatinkangas			350	m ²				1,01		353,5
Kapilaarisepeli 6-16			45	m ³				27,84		1252,8
Alapohjan alustäyttö										
Sora			17	m ³				17,97		305,5
Putkitusten täytöt (vesi+sähkö)										
Hiekka			25	m ³				14,5		362,5
Saunan vierustäyttö + talousrakennuksen täytöt										
Sora			125	m ³				17,97		2246,3
Rakennusalueen pintarakenteet										
Nurmikon siemen			75	m ²				0,13		9,8
Multa			27	m ³				28,5		769,5

KUSTANNUSARVIO											
NIMIKE JA SELITYS				MÄÄRÄTIEDOT		TYÖKUSTANNUS			AINEKUST.		YHTEENSÄ
				Määrä	Yks.	h	€/h	yht.€	€/yks.	Hukka %	€

PERUSTUKSET JA ULKOPUOLISET											
Perusmuurin antura											
Anturaharkko Leca	44	kpl							7,42		326,5
Weber.vetonit S30 sementtilaasti	550	kg							0,12		66,0
Harjateräs tanko 8 mm	70	jm							0,45		31,5
Perusmuuri											
LecaLex 200 kevytsoraharkko	130	kpl							2,53		328,9
LecaLex 200 kevytsoraharkko kulma	20	kpl							2,83		56,6
Harjateräs tanko 8 mm	150	jm							0,45		67,5
Weber.vetonit Lecalaaсти	375	kg							0,12		45,0
Bitumikermi hitsattava	20	m ²							9,58		191,6
Sokkelikaista leveys 200 mm	22	jm							0,889		19,6
Pilarien ja talousrakennuksen perustus											
LecaLex pilariharkko P-240	48	kpl							1,77		85,0
Säätöjalka 24x200 (80x80 levy)	6	kpl							18		108,0
Weber.vetonit S 30 sementtilaasti	288	kg							0,12		34,6
Harjateräs 6 mm	1	salko							1,59		1,6
Sokkelikaista leveys 200 mm	1,5	m							0,889		1,3
Maanvarainen laatta											
Irroituskaista 5x150	22	m							0,33		7,3
Teräsverkko B500 K 6-150	17	m ²							4		68,0
Raudituskoroke 4kpl/m ² , 25/30 mm	2	pss							8,85		17,7
Finnfoam FL-200 50 mm	36	m ²							5,91		212,8
Betoni K30, S2, #16 mm	1,5	m ³							100		150,0
Pyöröhirsi 150 mm (valmis työstetty)											
Saunamökki	650	jm							10,7		6955,0
Talousrakennus	390	jm							10,7		4173,0
Hirsikehikon tarvikkeet											
Villakaista Isover SKC 20x170x14000 mm	910	jm							1,89		1719,9
Kuusi mitallistettu 48x148 (karapuut)	20,6	jm							2,9	1,1	65,7
Kuusi mitallistettu 48x48 (karapuut)	20,6	jm							0,77	1,1	17,4
Ulkotasot											
Kestopuu AB höylätty 28x120 mm	330	jm							1,99	1,1	722,4
Kestopuu A höylätty 48x98 mm	150	jm							2,27	1,1	374,6
Kestopuuruuvi tx20 4,2x55 RST	1	pak							36,4		36,4
Valokate Ecolite	17	m ²							12,2		207,4
Kuusi mitallistettu 48x148 mm	30	jm							2,5	1,1	82,5
Kuusi mitallistettu 48x48 mm	35	jm							0,77	1,1	29,6
Kulmaraudat	20	kpl							0,6		12,0

KUSTANNUSARVIO										
NIMIKE JA SELITYS			MÄÄRÄTIEDOT		TYÖKUSTANNUS			AINEKUST.		YHTEENSÄ
			Määrä	Yks.	h	€/h	yht.€	€/yks.	Hukka %	€
Ylä- ja alapohja										
Palkkikenkä 51x195	24	kpl						2,92		70,1
Palkkikenkä 51x135	22	kpl						2,75		60,5
Kuusi mitallistettu 48x148 mm	21	jm						2,5	1,1	57,8
Kuusi mitallistettu 48x198 T24	34	jm						4	1,1	149,6
Kuusi mitallistettu 48x48	40	jm						0,77	1,1	33,9
Kuusi mitallistettu 48x98 mm	40	jm						1,7	1,1	74,8
Sahatavara kuusi 22x100	70	jm						0,64	1,1	49,3
Ekovilla 565x870x100	34	m ²						10,14		344,8
Ekovilla 565x870x50	34	m ²						5,07		172,4
Tuulensuojalevy 12x1200x2700	17	m ²						2,45		41,7
Polyuretaanilevy SPU Sauna-Satu 30 mm	6	m ²						16,53		99,2
Kuusipaneeli STV 14x95x3600 TK	200	jm						0,95	1,1	209,0
Ilmansulkupaperi	11	m ²						1,16		12,8
Havuvaneri 18x2440x1220	6	m ²						12,03		72,2
Kiilto Acryl 310 ml	2	kpl						4,95		9,9
Kiilto start primer 3l	1	kpl						32,9		32,9
Kiilto Fiberflex DF (yht. 10 mm:n kerros)	8	säkk						30,2		241,6
Muovimatto Optima	7	m ²						20,03		140,2
Kiilto M1000 lattialiima	3	l						8,7		26,1
Lattialauta mänty 28x95	150	jm						1,69		253,5
Kattolista 12x70x3600	30	jm						1,79		53,7
Jalkalista 12x58x3600	15	jm						1,49		22,4
Vesikatto										
Kuusi mitallistettu 48x198 T24	135	jm						4	1,1	594,0
Raakaponttilauta RPL 23x95 PL/VL	885	jm						0,65	1,1	632,8
Aluskermi Plano TL-4 K-EL 50	80	m ²						4,85		388,0
Pintakermi Polarhits K-PS	80	m ²						16,875		1350,0
Räystäspelti	24	m						11,75		282,0
Räystäskouru 120 mm	20	m						9,8		196,0
Päätykappale räystäskouruun	6	kpl						3,99		23,9
Kourun muovikannatin	35	kpl						3,15		110,3
Laajennusjuoksutusosa 11/90	3	kpl						14,9		44,7
Liitosputki 90 mm	3	kpl						5,05		15,2
Syöksyputki 90 mm 3m	3	kpl						33,9		101,7
Putkenkiinnityssarja 90 mm	3	kpl						14,9		44,7
Taivutettu putki 60ast. 90 mm	6	kpl						7,55		45,3
Ulosheittäjä	2	kpl						7,55		15,1
Kannattajan kulmarauta 90x90x3x40	48	kpl						0,6		28,8

KUSTANNUSARVIO										
NIMIKE JA SELITYS			MÄÄRÄTIEDOT		TYÖKUSTANNUS			AINEKUST.		YHTEENSÄ
			Määrä	Yks.	h	€/h	yht.€	€/yks.	Hukka %	€

Ikkunat ja ovet										
Mökki-ikkuna 16x18 (erikois koko) hinta	2	kpl						214		428,0
Mökki-ikkuna 12x4	1	kpl						124		124,0
Saunan ikkunan Pihla Oiva	1	kpl						290		290,0
Kaski Mökkiovi umpi	1	kpl						219		219,0
Ovi 9x21 lasiaukolla (oikea ja vasen)	2	kpl						441		882,0
Oven painike Polar 6/002	3	kpl						50,5		151,5
Avainpesä ja vääntönuppi	3	kpl						149		447,0
Lukkorunko (2xoikea ja 1xvasen)	3	kpl						71,9		215,7
Vesipellit	8	jm						23,5		188,0
Villakaista 20x170	38	jm						1,89		71,8
Karmiruuvit (1 paketti)	1	kpl						36,1		36,1
Peitelistat 12x70x3600, mänty	38	jm						1,79	1,1	74,8
Vuorilaudat 20x120, mänty	30	jm						1,07	1,1	35,3
Kaiteet, hoitotasot										
Tikasrunko 2400 mm	1	kpl						73,7		73,7
Talotikkaan asennussarja AS1	1	kpl						152,1		152,1
Piiput, tulisijat										
Schiedel saunapiippu halk. 120 mm	1	kpl						499		499,0
Harvia 20 PRO, kiuas	1	kpl						409		409,0
Harvia vedenlämmitin piippumalli	1	kpl						229		229,0
Kalusteet										
Laudepaketti Wicco	1	kpl						850		850,0
Viranomaiskustannukset										
Sauna	1							376		376,0
Varasto	1							340		340,0
Vastaavan työnjohtajan hyv.	1							35		35,0
KUSTANNUKSET YHTEENSÄ										37174,0