

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Rakennustekniikka/ Korjausrakentaminen ja rakennusrestaurointi

Oskari Talka

TYYPILLISEN PUURAKENTEISEN KYLÄKOULURAKENNUKSEN  
KEHITTÄMISSUUNNITELMA

Opinnäytetyö 2012

## TIIVISTELMÄ

### KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

#### Rakennustekniikka

TALKA, OSKARI

Tyypillisen puurakenteisen kyläkoulurakennuksen kehittämissuunnitelma

Opinnäytetyö

43 sivua + 4 liitesivua

Työn ohjaaja

Lehtori Ilkka Paajanen,  
päätoiminen tuntiopettaja Jani Pitkänen

Toimeksiantaja

Rakennuspalvelu Esa Talka Oy

Huhtikuu 2012

Avainsanat

hirsirakentaminen, kansakoulurakennus, kuntoarvio,  
korjaussuunnitelma

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on esittää esimerkkikohteen avulla tyypillisen kyläkoulurakennuksen kuntoarvio ja korjaussuunnitelma. Huomioitavia näkökantoja ovat erityisesti rakenteelliset ja rakennusfysikaaliset tekijät. Tutkimuksen aluksi käydään läpi kansakoulurakentamisen ja hirsirakentamisen historiaa. Työmenetelminä käytetään kirjallisuustutkimusta, rakennusfysiikan laskentamenetelmiä sekä esimerkkikohteen tarkastelua.

Opinnäytetyössä käytetään esimerkkikohteen Taipalsaaren kunnassa Merenlahden kylässä sijaitsevaa vanhaa kyläkoulurakennusta. Kohteessa tehtiin kuntoarvio ja rakennukselle laadittiin korjaussuunnitelma, jonka päätavoitteina oli kehittämiskäytön ja korjausmenetelmien löytäminen. Tavoitteena oli parantaa lämmöneristävyyttä ja tehdä siitä asuttavuudeltaan paremmin nykyajan vaatimuksia vastaava, kuitenkin rikkomatta merkittävästi rakennuksen säilynyttä alkuperäistä ulkoasua.

Rakennusfysikaalinen tarkastelu on osoittanut, että lisälämmöneristäminen olisi fyysikaalisen toiminnan kannalta suotavaa sijoittaa ulkopuolelle. Tämä aiheuttaa ulkonäöllisiä ongelmia, muun muassa räystäiden ja sokkelin kanssa. Myöskin rakennuksen historiallinen ulkonäkö kärsii tästä. Sisäpuolinen lisälämmöneristäminen ei vaikuta rakennuksen ulkonäköön. Sisäpuolisessa lisälämmöneristämässä on oltava hyvin tarkkana kosteuden tiivistymisen takia, ettei kosteus tiivisty rakenteen sisälle.

Kyläkoulurakennusten rakennushistorian kautta löydetty rakennustyypiratkaisut, rakennusfysikaaliset tarkastelut sekä esimerkkikohteessa tehty kuntoarvio ja korjaussuunnitelma voivat toimia myös yleisemmällä tasolla vastaavien kohteiden korjauksia suunniteltaessa.

## ABSTRACT

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

University of Applied Sciences

Construction Engineering

TALKA, OSKARI

Bachelor's Thesis

Supervisor

April 2012

Keywords

Repair Plan for a Timber-Framed Village school Building

43 pages + 4 pages of appendices

Ilkka Paajanen, Senior Lecturer,

Jani Pitkänen, Lecturer

log construction, elementary school building, condition assessment, repair work plan

The aim of this thesis is to present, with an example, the condition assessment and the repair plan for the typical village school building. Special attention has been paid to structural and structural physics factors. The first section of the paper discusses the history of elementary school construction and log construction. The study methods used are literary research, the calculation methods of structural physics and the assessment of the subject building.

In this thesis is used example object. The subject building is an old village school building located in the village of Merenlahti in the municipality of Taipalsaari. Its condition was assessed and a repair work plan was drafted for it to find out the points decisions and repair. The target was to improve its thermal insulation capacity and to modernize the habitability of the building without spoiling its original facade.

This study may be useful for those who are planning to renovate similar old buildings.

# SISÄLLYS

## TIIVISTELMÄ

## ABSTRACT

1	JOHDANTO	6
2	KANSAKOULUN HISTORIA	7
3	HIRSIRAKENTAMINEN	10
	3.1 Yleistä	10
	3.2 Hirsi	10
	3.3 Ongelmat	12
4	KOSTEUSVAURIOIDEN YLEISIMMÄT AIHEUTTAJAT	14
5	RAKENNUSFYSIKKA SISÄPUOLELTA ERISTETTYJEN MASSIIVIRAKENTEIDEN TOIMINNASSA	16
6	TUTKIMUS KOHDE	23
	6.1 Kohteen kuvaus	23
	6.2 Rakennuksen historia	24
7	RAKENNEANALYYSI JA KUNTOARVIO	25
	7.1 Rakenne	25
	7.1.1 Rakennuksen lähiympäristö	25
	7.1.2 Perustukset ja alapohja	26
	7.1.3 Seinät	26
	7.1.4 Välipohja	27
	7.1.5 Yläpohja ja vesikatto	28
	7.1.6 Ikkunat ja ovet	29
	7.2 Pinnat	30
	7.3 Tulisijat ja portaat	32
	7.4 Tekniset järjestelmät	33
	7.5 WC:t	34
8	KORJAUSSUUNNITELMA	36

8.1	Vanhan rakennuksen korjausperiaatteet	36
8.2	Tutkimuskohteen korjaussuunnitelma	36
8.2.1	Rakennuksen lähiympäristö	36
8.2.2	Perustukset ja alapohja	37
8.2.3	Seinät	37
8.2.4	Välipohja	38
8.2.5	Yläpohja ja vesikatto	38
8.2.6	Ikkunat ja ovet	39
8.2.7	Tulisijat ja rappuset	39
8.2.8	Tekniset järjestelmät	39
8.2.9	WC:t	40
9	JOHTOPÄÄTÖKSET	41
	LÄHTEET	
	LIITTEET	
	Liite 1. DOF-lämpö-laskentatulokset	
	Liite 2. Tutkimuskohteen pohjapiirustukset	

## 1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on esittää esimerkkikohteen avulla tyypillisen kyläkoulurakennuksen kuntoarvio ja korjaussuunnitelma. Opinnäytetyössä käytetään esimerkkikohteen Taipalsaaren kunnassa Merenlahden kylässä sijaitsevaa vanhaa kyläkoulurakennusta. Kyläkoulurakennus on rakennettu 1920-luvulla, koulutoiminta loppui siinä 1960-luvun loppupuolella ja tämän jälkeen rakennus on ollut asuinkäytössä, joista viimeiset 15 vuotta vain kesäisin.

Opinnäytetyön päätavoitteina ovat kyläkoulurakennuksen kehittämiskäytöksen ja korjausmenetelmien löytäminen. Huomioitavia näkökantoja ovat erityisesti rakenteelliset ja rakennusfysikaaliset tekijät. Keskeisimpinä menetelminä opinnäytetyössä käytetään kirjallisuustutkimusta sekä tutkimuskohteen inventointia. Kirjallisuustutkimuksessa käsitellään kansakoulurakentamisen historiaa, hirsirakentamista yleisesti ja sen tyypillisiä ongelmia, kosteusvaurioiden yleisimpiä aiheuttajia sekä hirsirakentamisen rakennusfysiikkaa. tutkimuskohteen inventoinnissa päätavoitteena on parantaa rakennuksen lämmöneristävyyttä ja tehdä rakennuksesta nykyajan asumistarpeille mahdollinen, kuitenkin rikkomatta merkittävästi rakennuksen alkuperäistä ulkoasua. Inventoinnissa käsitellään aluksi, millaisia rakennuksen eri rakenteet pääpiirteittäin ovat, jonka jälkeen rakenteille laaditaan kuntoarvio. Kuntoarvio on toteutettu aistinvaraisena sekä pidempiaikaiselta käyttäjältä kyselemällä. Viimeisessä osiossa kyläkoululle laaditaan korjaussuunnitelma.

## 2 KANSAKOULUN HISTORIA

Kansakouluja alettiin perustaa vuonna 1866 tulleen kansakouluasetuksen myötä. Kansakoulu oli aluksi nelivuotinen ja myöhemmin kuusivuotinen oppilaitos, jossa oppilaat saivat opiskella omalla äidinkielellään. Tämä oli merkittävä edistys suomenkieliselle väestölle. Kansakoulut lakkautettiin 1970-luvulla tulleen peruskoulu-uudistuksen myötä. (Valtasaari 1966, 115; Syväoja 2004, 273–274.)

Ensimmäiset kansakoulut rakennettiin Suomeen 1850-luvulla. Perustajina toimivat useimmiten sivistyneet ja kaukonäköiset kartanonomistajat ja tehtailijat. 1800-luvun loppupuolella kouluja perustettiin maaseudulle suhteellisen laiskasti, sillä kirkollisen kiertokoulun katsottiin riittävän tavallisen ihmisen sivistykseksi. Tuohon aikaan nelivuotisen kansakoulun katsottiin opettavan oppilaat laiskoiksi ja totuttavan heidät kirjallisuuteen ruumiillisen työn sijasta. Kaupungeissa kansakouluja puolestaan perustettiin aktiivisemmin, sillä teollisuus tarvitsi lasku- ja lukutaitoisia työntekijöitä. (Valtasaari 1966, 34–36; Syväoja 2004, 39–40.)

Vuonna 1898 hyväksytty piirijakoasetus vauhditti koulujen perustamista. Kaikki pitäjät oli jaettava koulupiireihin siten, että kenenkään koulumatka ei ylittäisi viittä kilometriä. Kaikilla halukkailla oli oikeus mennä kansakouluun, mutta oppivelvollisuutta ei ollut. Tähän aikaan kansakoulut muodostuivat kaksiluokkaisesta ala- ja kaksiluokkaisesta yläkansakoulusta. Syrjäseuduilla esiintyi myös pelkkiä niin sanottuja supistettuja kansakouluja sekä kiertokouluja. (Syväoja 2004, 40.)

Vuonna 1886 Suomessa oli vielä sata maalaiskuntaa, joissa ei ollut kansakoulua. Vuonna 1901 niitä oli enää vain seitsemän. Lukuvuonna 1900 - 1901 kansakoulussa kävi 34 prosenttia kouluikäisistä maalaislapsista. Kymmenen vuoden kuluttua heitä oli 51 prosenttia ja oppivelvollisuuslain tullessa voimaan vuonna 1921 heitä oli 68 prosenttia. (Syväoja 2004, 39–43.)

Kansakoulun luomisvaiheessa tavoitteena oli laajan maaseudun peruskoulutustarpeen tyydyttäminen, joten opetusohjelmasta haluttiin tehdä vahvasti käytännöllispainotteinen. Käsitöiden opetuksen osuus oli suuri. Lisäksi 1920-luvulla kouluihin perustettiin puutarhoja, joista puutarhainnostus levisi myös muualle maaseudulle. Myös taloudellisuus- ja säästäväisyyskasvatus olivat tärkeitä oppiaineita. (Syväoja 2004, 177–180.)

Vuonna 1921 oppivelvollisuuslain astuessa voimaan muuttui koulunkäynti pakolliseksi ja kunnat velvoitettiin entistä hanakammin perustamaan ja ylläpitämään kansakouluja. Kiertokouluja ei enää hyväksytty vaan niistä muodostui kansakoulun kaksi alimmaista luokkaa. Kansakoulut muuttuivat kuusivuotisiksi, joista kaksi viimeistä oli mahdollista suorittaa vapaampana opiskeluna. Neljännen luokan jälkeen oppilailla, joilla oli kyvylliset ja taloudelliset edellytykset, oli mahdollisuus pyrkiä oppikouluun. Vuonna 1958 kansalaiskoululain astuessa voimaan jakautui kansakoulu varsinaiseen kansakouluun ja kansalaiskouluun. Kansakoulu oli kuusivuotinen ja kansalaiskoulu kaksivuotinen. (Syväoja 2004, 55–59; Valtasaari 1966, 53, 60–67.)

Kouluruokailu tuli kouluihin vuonna 1948, mistä lähtien kuntien oli järjestettävä opiskelijoille maksuton ateria jokaisena koulupäivänä. Harvaan asutuilla seuduilla tuli pitkämatkalaisille järjestää koulun yhteyteen majoitusmahdollisuus. Asuntolassa oli omat tilat pojille sekä tytöille. Etenkin maaseudulla oli 1960-luvulle asti hyvinkin tavallista, että opettaja asui koululla. (Valtasaari 1966, 84–85.)

Kansakoulujen opettajilta vaadittiin opettajaseminaarin läpikäyminen, joka kesti aluksi neljä ja myöhemmin viisi vuotta. Heidän pohjakoulutuksensa vaihteli kansakoulusta ylioppilastutkintoon. Monet opettajat toimivat kylällä myös aktiivisesti nuorisoseura-, suojeluskunta-, kansanvalistus- ja raittiustyössä. (Valtasaari 1966, 243–248.)

Suomen itsenäistymistä edeltäneinä vuosikymmeninä kansakoulujen yhteiskunnallinen merkitys korostui etenkin maaseudulla muutenkin kuin opettajien tekemän opetustyön ansiosta. Usein kansakoulunopettaja oli maaseutuyhteisön lähes ainoa kirjotustaitoinen henkilö. Näin opettajat saavuttivat kylällä luottamuksen ja arvannon muilta ihmisiltä, joten heille tarjoutui lukuisia tärkeitä tehtäviä alkunsa saaneessa kunnallishallinnossa. Musikaaliset opettajat toimivat useasti kanttoriurkureina sekä perustivat ja johtivat kuoroja. Opettajat toimivat useasti myös paikallisjohtajina, kirjanpitäjinä ja säästöpankkien hoitajina. Opettajien palkkataso oli heidän yhteiskunnalliseen arvostukseen verrattuna melko alhainen, joten he hankkivat sivutoimia muun muassa vakuutus- ja sanomalehtiasiamiehinä. Tähän aikaan opettajillakaan ei ollut äänioikeutta, joten he toimivat aktiivisesti yleisen ja yhtäläisen äänioikeuden aikaansaamiseksi. Erityisesti maaseudulla kansakoulun ja opettajien merkitys yhteiskunnallisten olojen kehittäjinä oli todella suuri. (Valtasaari 1966, 243–258.)



Vuonna 1972 peruskoulujärjestelmään siirryttäessä kansakoululaitos lakkautettiin, joten kaikki kansakoulut muuttuivat peruskoulujen ala-asteiksi. (Syväoja 2004, 277–279.)

1960-luvulla suuren kaupungistumisen ja elinkeinorakenteen vuoksi muutospaineet maaseudulta kaupunkiin olivat valtavat. Nuoren väestön muuttaessa kaupunkeihin nousi maaseudun ikärakenne valtavasti. Myös syntyvyyden runsas aleneminen vaikutti maaseudulla pienten kyläkoulujen opiskelijamääriin niin ratkaisevasti, että niitä jouduttiin lakkauttamaan. Maaseutukoulut vähenivät vuosina 1960 - 1975 yli 6000 koulusta puoleen ja kaupunkilaiskoulujen määrä kolminkertaistui. 1990-luvun laman tullessa päätettiin valtion koulutusmäärärahoja leikata ja tämä näkyi jälleen kyläkoulujen lakkautuksina. Vuonna 2000 kyläkouluja oli opetuskäytössä enää 1279 kappaletta. (Kyläkoulut Suomessa.)

Tänä päivänä vanhoja kyläkouluja on opetuskäytön lisäksi paljon myös muussa käytössä, kuten asuntoina, kesäasuntoina, päiväkoteina, yrityskäytössä ja seuraintaloina.

### 3 HIRSIRAKENTAMINEN

#### 3.1 Yleistä

Hirsirakentaminen voidaan jakaa kolmeen eri aikakauteen, joita olivat kansanrakentajien kausi 1800-luvun puoliväliin asti, teollisen murroksen kausi 1900-luvun taitteessa sekä teollisen tuotannon kausi 1950-luvulta eteenpäin. Jokaisella aikakaudella on hirsien asema ollut hyvin erilainen ja hirsirakentaminen on tuottanut hyvinkin erilaista arkkitehtuuria. 1500-luvulta lähtien on valtionvalta pyrkinyt rajoittamaan hirsirakentamista vedoten sen paloherkkyyteen, lahoamisriskiin sekä tänä päivänä heikkoon lämmöneristävyyteen. (Mustonen 2011.)

Useimmiten perinteinen hirsiarkkitehtuuri yhdistetään 1800-luvun lopun kansanrakennuksiin ja niissä käytettyihin kertaustyylejä mukaileviin muotomaailmoihin. Hirsirakentaminen kehittyi julkisissa rakennuksissa aina 1900-luvun puoleen väliin asti arkkitehtonisesti yhä muodokkaammaksi. Tästä vaikutteet siirtyivät vähitellen myös kansanrakentamisen pariin. (Mustonen 2011.)

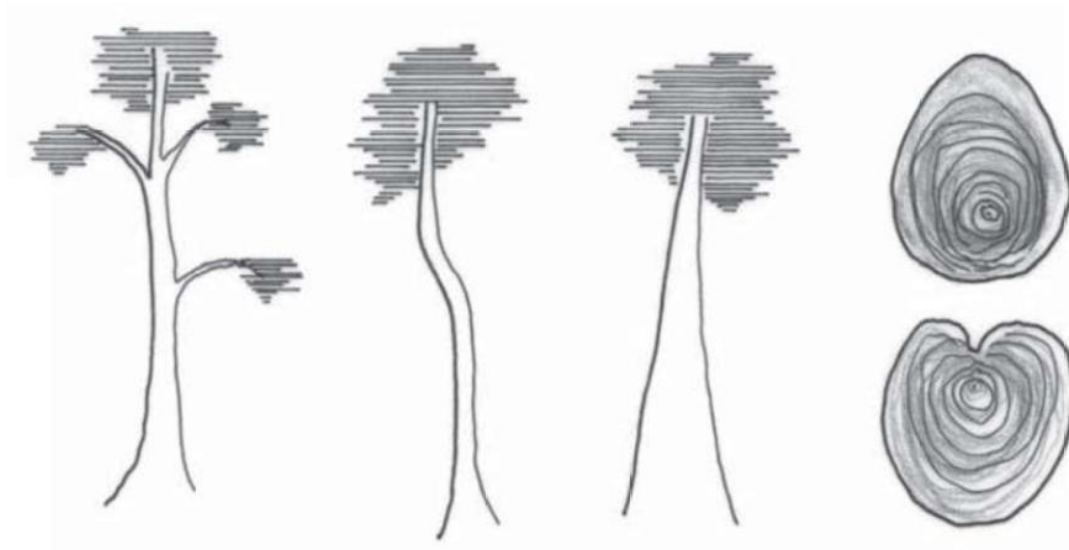
Ammattirakentamiseksi luetaan rakennustoiminta, jossa rakentajille on maksettu korvausta heidän tekemästään työstä. Ensimmäisiä ammattirakentajia olivat kirkonrakentajat, joita harhaanjohtavasti kutsuttiin kansanrakentajiksi. Kirkonrakentajien toimintatavat olivat kuitenkin täysin ammattimaisia ja poikkesivat täysin kansanrakentamisesta. (Mustonen 2011.)

#### 3.2 Hirsi

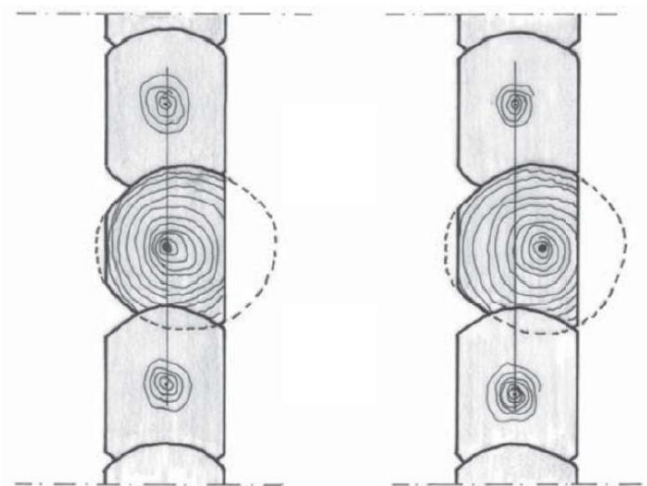
Rakennushirren on oltava mahdollisimman suora, kuiva, oksaton sekä poikkileikkaukseltaan pyöreä. Hyviä runkoja syntyy vain tuulelta suojaisissa paikoissa, sivuvarjostuksen alaisina kasvaneille puille. Parhaat hirret saadaan kaatamalla puut talvella 1.11. – 1.3. välisenä aikana. Talvikaatoa perustellaan useasti sillä, että puussa olevien nesteiden koostumus on talvella parempi kuin kesällä. Hirsien halkeaminen kuivuessaan on väistämätöntä, mutta sitä voidaan rajoittaa kuorimalla pintapuukerrosta vähemmäksi sydänpuun kohdalta. Rakennushirsien ikä on jopa yli 100 vuotta, ja jos pintapuut on veistetty pois, niin voi ikä nousta jopa 150 vuoteen. Ennen vuotta 1905 rakennetuissa rakennuksissa ei yhdessäkään hirressä ollut yli 2,0 mm:n vuosikasvuja. Vuoden 1905 jälkeen rakennetuissa oli runsaassa puoleessa yli 2,0 mm:n vuosikasvut. Ai-

koinaan harjaantunut ihminen pystyi valitsemaan metsästä parhaiten hirsirakentamiseen soveltuvat puut. Nykyisin tällaisista ihmisistä on puutetta. (Mustonen 2011.)

Yleisiä hirsien vikoja ovat kartiomaisuus, oksaisuus, mutkaisuus, epäkeskeisyys sekä korot. Kartiomaisuus aiheuttaa ongelmia etenkin nurkkasalvoksien teossa, mutta kartiomaiset hirret soveltuvat hyvin rungon läpimeneviin väliseiniin. Muut luetellut viat rajoittavat puiden käytettävyyttä. Kuvissa 1 ja 2 on havainnollistettu hirsien tyypillisimpiä vikoja. (Mustonen 2011.)



Kuva 1. Oksaisuus, mutkaisuus, kartiomaisuus, epäkeskeisyys ja korot ovat hirsissä vikoja (Mustonen 2011)



Kuva 2. Rungon epäkeskeisyys ja kahden tason käyryys kaventavat varausta (Mustonen 2011)

### 3.3 Ongelmat

Hirsirungon tyypillisimpiä ongelmia ovat laho- ja hyönteisvauriot. Yleensä laho- ja kosteusongelmat esiintyvät hirsirungon alaosassa, ikkunoiden alapuolella, ulkoportaiden taustalla, nurkkasalvoksissa, räystääalueilla sekä yläpohjan eristekerrosta vasten olevissa puupalkistoissa. Nurkissa tapahtuvat kosteusvauriot johtuvat useimmiten vuotavista ränneistä ja syöksytorvista. Pitkään kosteudelle altistuneeseen nurkkaan alkaa levitä lahottajasieniä ja näin lahovaurio on valmis. Lahon ja kosteuden pehmittämä puu on myös erinomaista elinympäristöä erilaisille puutuholaisille. Torjunta- ja ehkäisykeinona tällaisille ongelmille on rakennuksen hirsirungon ulkokuoraaminen. (Cavén 2007.)

Alttiimpia ja yleisimpiä paikkoja kosteusvaurioille ovat kiviperustuksen päällä lepäävät alimmaisat hirret. Hirret ovat alttiina perustuksista nousevalle kondenssikosteudelle ja kapilaarisesti nousevalle vedelle. Puun avonainen solukko vetää kosteutta syvälle sisälleen, mistä se ei pääse haihtumaan. Lahovaurio saattaa näkyä pintaan vain hyvin pienenä, mutta se voi jatkua syvälle puun sisälle asti. Perinteinen korjaustapa lahonneille hirsille on rakennuksen ”kengittäminen”. Tässä korjaustavassa rakennusta tunkataan varovasti ylöspäin ja näin päästään korvaamaan alimmat lahonneet hirret uusiin. Rakennusta nostettaessa on pidettävä huoli, että runkolinjat pysyvät suorassa. Hirren ja perustuksen väliin asennetaan vedeneristys, yleensä tuohilevyt. (Cavén 2007.)

Hirsirungoissa tapahtuu myös paljon mekaanisia vaurioita, jotka voivat johtua perustusten painumisesta, epätasaisesta kuormituksesta tai routimisesta. Tämän takia tulee hirsirungon korjaamisessa ja rakenteiden suunnittelussa turvautua alan ammattilaisten apuun. (Cavén 2007.)

Kosteusvaurioihin levinneistä hyönteisistä pääsee eroon kuivattamalla kosteuden pois rakenteista. Esimerkiksi tupajumin tuhoaminen on haastavaa, joten kannattaa turvautua tuholaistorjuntayrityksen apuun. Keinoina käytetään savutusta, kaasutusta ja erilaisia kemikaaleja. Käyttökelpoisin tapa tuholaisten pois saamiseksi on lämmittäminen, mikäli rakenneosat kestää lämmittämistä ja on sijainniltaan lämmittämislle suotuisa. Hyönteiset kuolevat puolen tunnin sisällä lämpötilan ylitettyä 60 °C. (Purho 2011.)



Kuva 3. Muuramen nuorisoseurantalon lahonneet alimmat hirsikerrat (Muuramen Nuorisoseura)



Kuva 4. Muuramen nuorisoseurantalon korjattua hirsiseinää (Muuramen Nuorisoseura)

#### 4 KOSTEUSVAURIOIDEN YLEISIMMÄT AIHEUTTAJAT

Yksi rakenteiden suurimmista vihollisista on vesi. Rakennuksen kunnossapysymisen kannalta rakenteiden kuivana pitäminen on tärkeä asia. Puurakenteiden jatkuva kosteus aiheuttaa puun lahoamisen ja sen myötä se altistuu hyönteisvaurioille. Kosteus aiheuttaa myös homeelle erinomaiset kasvumahdollisuudet. Seuraavassa on käsitelty tyypillisimpiä kosteusvaurioiden aiheuttajia. (Vaurioiden yleisimpiä syitä.)

Pintavesien valuminen rakenteisiin tai niiden alle on yksi suurimmista kosteusvaurioiden aiheuttajista. Perustuksien kuivana pysymisen kannalta niiden vierusmaiden tulee kallistua rakennuksesta pois päin ainakin kolmen metrin matkalta. Hyvä kallistumissuhde on 1:20 eli kolmen metrin matkalla maanpinta laskee 15 senttimetriä. Oikeaoppisen maarakenteen avulla valumavedet valuvat maan pintakerrosta pitkin pois rakennuksen juurelta. Perustuksen vierellä ja alapuolella on hyvä olla soraa, joka estää kapillaarisen kosteuden nousemisen rakenteisiin. Anturan vierellä jonkin verran anturan alapuolella tulee olla salaoja, joka johtaa ylimääräisen kosteuden pois perustuksien läheisyydestä. (Vaurioiden yleisimpiä syitä.)

Katon, räystäiden ja sadevesikourujen kunto on ehdoton edellytys rakenteiden kuivana pysymiselle. Useasti julkisivujen ja perustusten kosteusvauriot johtuvat huonosti hallitusta katolta valuvan sadeveden poisjohtamisesta. Katolta tuleva sadevesi tulisi johtaa sadevesikourujen ja syöksytorvien avustuksella pois rakennuksen katolta. Räystäskourut tukkeutuvat helposti varsinkin, jos niiden kaadot syöksytorvien suuntaan ovat puutteelliset. Rankkasateella tukkeutuneet kourut tulvivat helposti yli ja aiheuttavat kosteuskuormitusta julkisivupinnoille etenkin lyhyträystäisissä rakennuksissa. Syöksytorvien alapuolelta on sadevesi johdettava kourujen ja sadevesikaivojen avustuksella kauemmaksi rakennuksen juurelta. Tämä ehkäisisi perustuksien kosteusvaurioitumista. (Vaurioiden yleisimpiä syitä.)

Rakennuksen tuulettavuus on myös tärkeä seikka kosteusvaurioita ehkäistäessä. Tuuletuksen puutteet aiheuttavat suuria ongelmia. Yleisimmin tuuletuspuutteita esiintyy tasakatoissa sekä harjakattoisissa ullakkotiloissa, joissa ullakolle myöhemmin tehdyt lämpimät tilat estävät alkuperäisen läpituuletuksen. Tuuletusraon puuttuminen puurakenteisissa ulkoseinissä aiheuttaa herkästi ulkoseinärakenteisiin kosteusvaurioita. Ryömintätilan puutteellinen tuuletus aiheuttaa ongelmia etenkin kesäaikaan, jolloin ryömintätilan lämpötila voi laskea ulkolämpötilan alapuolelle. Ilman jäähtymistä voi-

daan ehkäistä esimerkiksi eristämällä ryömintätilan maanpinta kevytsorakerroksella. (Vaurioiden yleisimpiä syitä.)

Putkivuodot ovat tyypillisiä kosteusvaurioiden aiheuttajia. Rakenteiden alle tai sisään asennetut vesiputket voivat vuotaa pitkään ennen kuin se havaitaan ja aiheuttaa suuria vahinkoja. Pahimmassa tapauksessa joudutaan todella suuriin ja kalliisiin korjaustoimenpiteisiin. Tämän takia onkin suositeltavaa tehdä vesijohdotukset pintavetoina jolloin mahdolliset vuodot havaitaan ja niihin pystytään reagoimaan ajoissa. (Vaurioiden yleisimpiä syitä.)

Virheelliset rakennusdetaljit ovat myös yleisiä kosteusvaurioiden aiheuttajia. Tyypillisiä virheitä ovat betonin kanssa kosketuksissa olevat puurakenteet, liian lyhyet räystäät, liian vähän kallistetut ja liian lyhyet ikkunapenkit ja pellit, julkisivulaudoituksen vääränlaiset liitos- ja nurkkadetaljit, tuuletusraon puuttuminen yhdistettynä liian tiiviiseen julkisivumaaliin. Korjattaessa rakennusta onkin tärkeä huolehtia huolellisesta suunnittelusta ja toteutuksesta. (Vaurioiden yleisimpiä syitä.)

## 5 RAKENNUSFYSIKKA SISÄPUOLELTA ERISTETTYJEN MASSIIVIRAKENTEIDEN TOIMINNASSA

Seuraavassa tarkastelen sisäpuolelta eristettyjen massiivirakenteiden kosteusteknistä toimintaa. Pääasiallisena lähteenä olen käyttänyt Tampereen teknillisen yliopiston aiheesta tekemää tutkimusta.

Massiivirakenteisia seiniä ovat hirsi-, kevytbetoni- ja täystiilirakenteet. Kosteusteknisesti rakennus on aina järkevämpi lämmöneristää ulkopuolelta hyvin vesihöyryä läpäisevällä eristeellä, mutta aina tämä ei ole mahdollista. Ulkopuolinen lisälämmöneristäminen muuttaa rakennuksen alkuperäistä ulkoasua merkittävästi, joka ei esimerkiksi vanhoissa rakennuksissa ole suotuisaa. Tällöin on mietittävä muita ratkaisuja, joista yksi varteen otettava ratkaisu on rakenteen sisäpuolinen lisälämmöneristäminen. (Nurmi 2011.)

Rakenteen sisäpuolinen eristäminen heikentää rakenteen kosteusteknistä toimintaa huomattavasti. Seuraavaksi luettelen muutamia tyypillisimpiä riskejä lämmöneristettäessä sisäpuolelta. Vaarana on, että ilman vesihöyrypitoisuus lähenee tai saavuttaa kyllästyskosteuspitoisuuden lämmöneristyksen ja massiivirakenteen rajapinnassa, samoin kuin että eristeen ulkopinnassa riski kosteuden tiivistymiselle ja homeen kasvulle lisääntyy. Eristepaksuuden lisääminen pahentaa tilannetta. Tällöin massiivirakenteen kuivuminen hidastuu, pakkasrapautumisen riski lisääntyy kivrakenteisissa seinissä ja samalla menetetään rakenteen sisäpuolinen lämmönvarauskyky. Ilmavuodot eristyksen taakse on ehdottomasti estettävä. Eristekerroksen sisäpintaan on laitettava riittävä höyrynsulku tai lämmöneristeen ominaisuuksien on muuten oltava sellaiset, ettei homeen kasvua ja kosteuden kondensoitumista pääse esiintymään. Mikäli käytetään tiivistä höyrynsulkua, niin tulee erityisesti kiinnittää huomiota, että rakennuskosteus pääsee riittävästi kuivumaan jo ennen höyrynsulun laittamista. Sisäpuolelta eristetty massiivirakenne on kosteusteknisesti toimiva, silloin kun lämmöneristeen sisä- ja ulkopinnassa ei esiinny kosteuden tiivistymistä, eikä homea. (Nurmi 2011.)

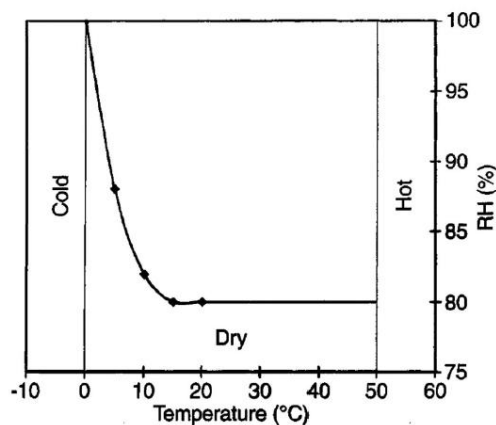
Taulukossa 1 Kerrotaan homeindeksin M:n eriasteista. Homeindeksi kuvaa homeen määrän lisääntymistä puumateriaalin pinnalla. (Vinha 2011.)



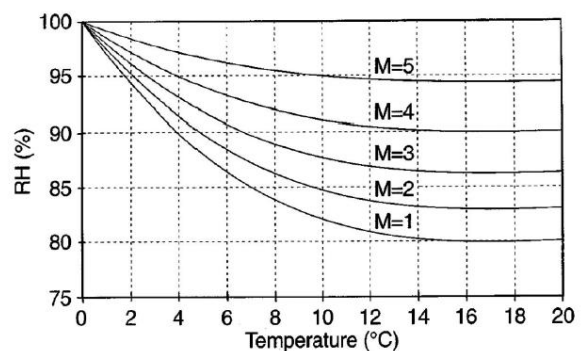
Taulukko 1. Homeindeksin eri asteet (Vinha 2011)

Home-indeksi M	Havaittu homekasvu	Huomautuksia
0	Ei kasvua	Pinta puhdas
1	Mikroskoopilla havaittava kasvu	Paikoin alkavaa kasvua, muutama rihma
2	Selvä mikroskoopilla havaittava kasvu	Homerihmasto peittää 10 % tutkittavasta alasta (mikroskoopilla), Useita rihmastopesäkkeitä muodostunut
3	Silmin havaittava kasvu Selvä mikroskoopilla havaittava kasvu	Alle 10 % peitto alasta (silmillä) Alle 50 % peitto alasta (mikroskoopilla) Uusia itiötä alkaa muodostua
4	Selvä silmin havaittava kasvu Runsas mikroskoopilla havaittava kasvu	Yli 10 % peitto alasta (silmillä) Yli 50 % peitto alasta (mikroskoopilla)
5	Runsas silmin havaittava kasvu	Yli 50 % peitto alasta (silmillä)
6	Erittäin runsas kasvu	Lähes 100 % peitto, tiivis kasvusto

Homeenkasvulle kriittisin olosuhde on, kun ilman suhteellisen kosteus RH ja ilman lämpötila ovat samanaikaisesti mahdollisimman suuria. Ilman lämpötilan kohotessa ei ilman suhteellisen kosteuden tarvitse olla niin korkea, kun hometta voi alkaa jo muodostua. Ja päinvastoin ilman suhteellisen kosteuden ollessa suuri, niin ei puolestaan lämpötilan tarvitse olla niin korkealla, kun hometta voi jo alkaa muodostua. Kuvissa 5 ja 6 havainnollistetaan juuri näitä homeenkasvulle suotuisia lämpötila- ja RH-olosuhteita. (Vinha 2011.)



Kuva 5. Homeenkasvun kannalta suotuisa RH- ja lämpötila-alue (Vinha 2011)



Kuva 6. Homeindeksi M eri RH- ja suojalämpötilaolosuhteissa (Vinha 2011)

Toiset rakennusmateriaalit homehtuvat toisia herkemmin. Tätä varten ovat erilaiset materiaalit jaettu homehtumisherkkyyksiensä mukaan eri homehtumisherkkyyssluokkiin. Taulukko 4 kertoo mihin luokkaan mikäkin rakennusmateriaali kuuluu. (Vinha 2011.)

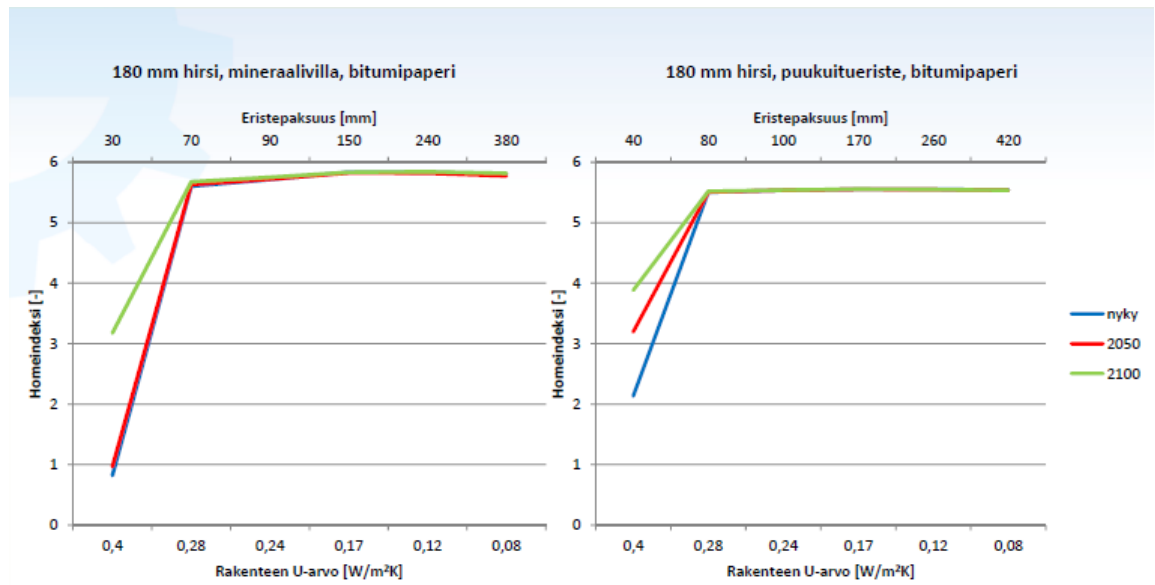
Taulukko 4. Rakennusmateriaalit ja niiden homehtumisherkkyyssluokat (Vinha 2011)

Homehtumis-herkkyyssluokka	Rakennusmateriaalit
Hyvin herkkä HHL 1	karkeasahattu ja mitallistettu puutavara (mänty ja kuusi), höylätty mänty
Herkkä HHL 2	höylätty kuusi, paperipohjaiset tuotteet ja kalvot, puupohjaiset levyt, kipsilevy
Kohtalaisen kestävä HHL 3	mineraalivillat, muovipohjaiset materiaalit, kevytbetoni, kevytsorabetoni, karbonatisoitunut vanha betoni, sementtipohjaiset tuotteet, tiilet
Kestävä HHL 4	lasi ja metallit, alkalinen uusi betoni, tehokkaita homesuoja-aineita sisältävät materiaalit

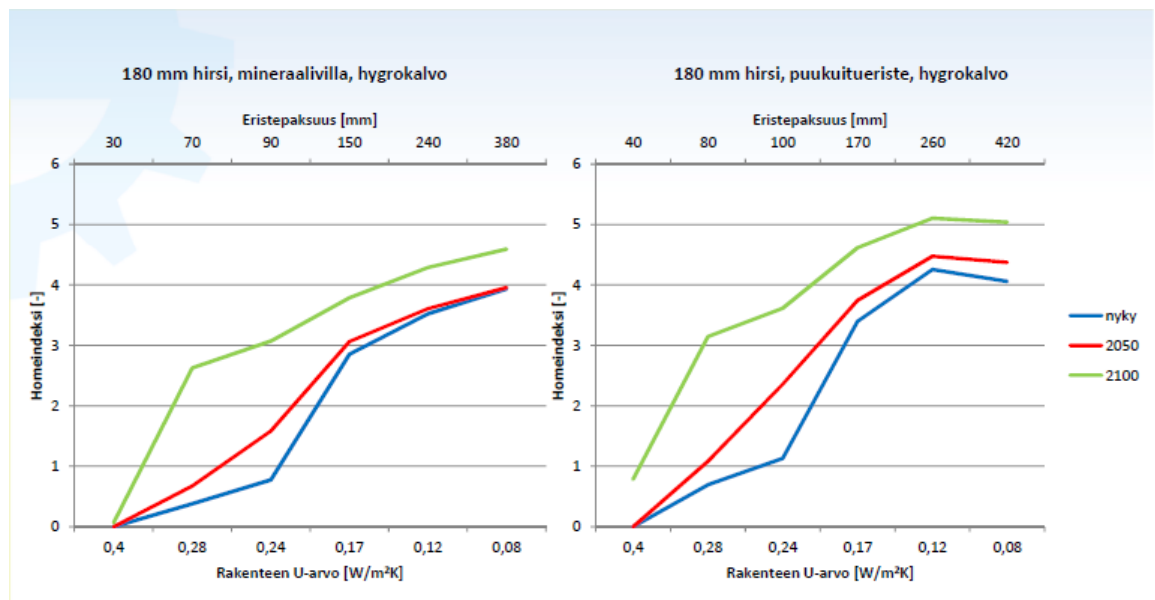
Tampereen teknillisen yliopiston tekemässä tutkimuksessa tutkittiin hirsirunkoisen seinän kosteuskäyttäytymistä lämmöneristettäessä sitä sisäpuolelta eri paksuisilla eristeillä. Hirren paksuudeksi valittiin 180 millimetriä ja 92 millimetriä. Lämmöneristeenä käytettiin kahta tyyppiä lasivillaa ja puukuitueristettä, joista kuutta eri eristepaksuutta. Rakenteen sisäpinnassa oli 13 millimetriä paksu kipsilevy. Eristeen sisäpinnassa käytettiin erilaisen vesihöyrynvastuksen omaavia kalvoja. Rakenteita tarkasteltiin kolmessa eri ilmastossa. Nykyilmastossa, vuoden 2050 ilmastossa sekä vuoden 2100 ilmastossa. Tulevaisuuden ilmastot ovat tulevaisuuden skenaarioita, jotka ovat laskettu Jokioisten 2004 ilmastosta. Sisäilman lämpötilana käytettiin vakioarvoa 21 °C ja ilman suhteellisenä kosteutena ulkoilman RH:ta ja kosteuslisää 2...5 g/m<sup>3</sup> riippuen ulkoilman lämpötilasta. Tutkimuksessa osoitettiin, että kosteutta tiivistyy enemmän hirren sisäpintaan koolauksien keskellä, kuin koolauksen kohdalla. (Nurmi 2011.)

Kuvissa 7 – 13 on havainnollistettu Tampereen teknillisen yliopiston tekemän tutkimuksen tuloksia. (Nurmi 2011.)

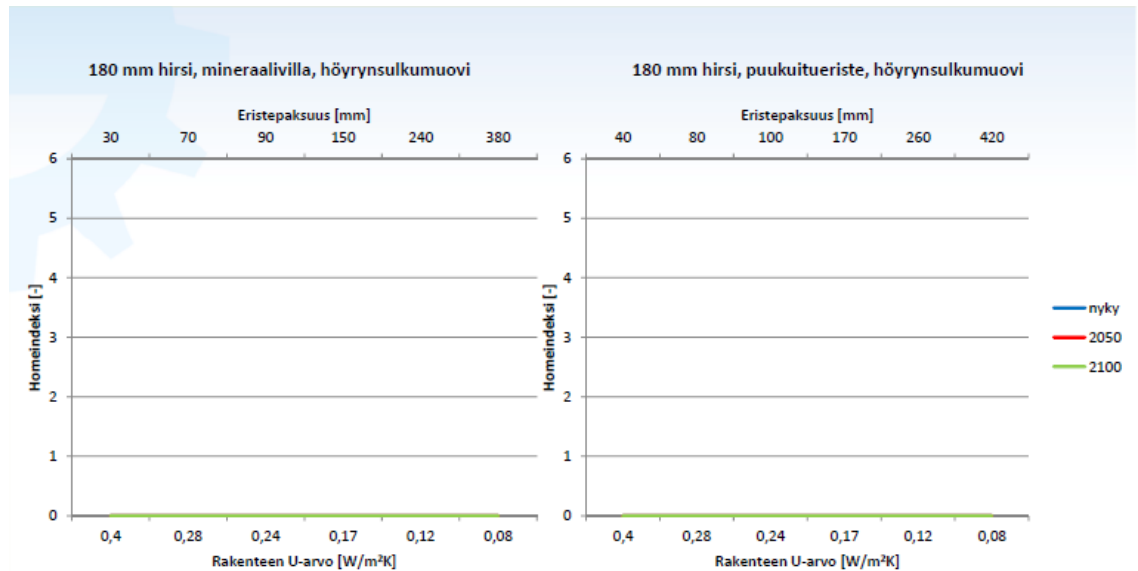
Kuvissa 7 – 9 havainnollistetaan kolmella erilaisella höyryn- tai ilmansululla, kuinka rakenteen homeindeksi kasvaa eri paksuisilla eristekerroksilla eristettäessä. Rakennushirtenä on käytetty 180 millimetristä hirttä. Vasemman puoleisissa kuvissa eristeenä on käytetty mineraalivillaa ja oikean puoleisissa kuvissa puukuitueristettä.



Kuva 7. Ilmansulkuna on käytetty bitumipaperia (Nurmi 2011)

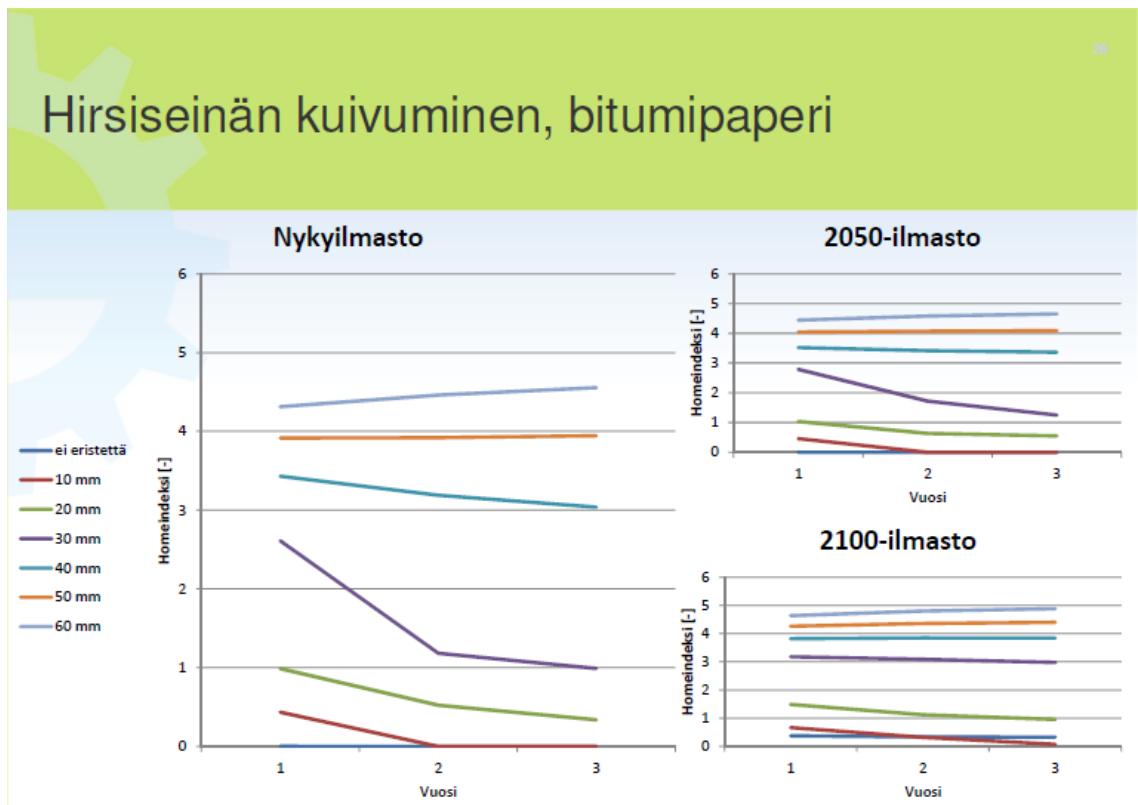


Kuva 8. Höyrynsulkuna on käytetty hygrokalvoa (Nurmi 2011)

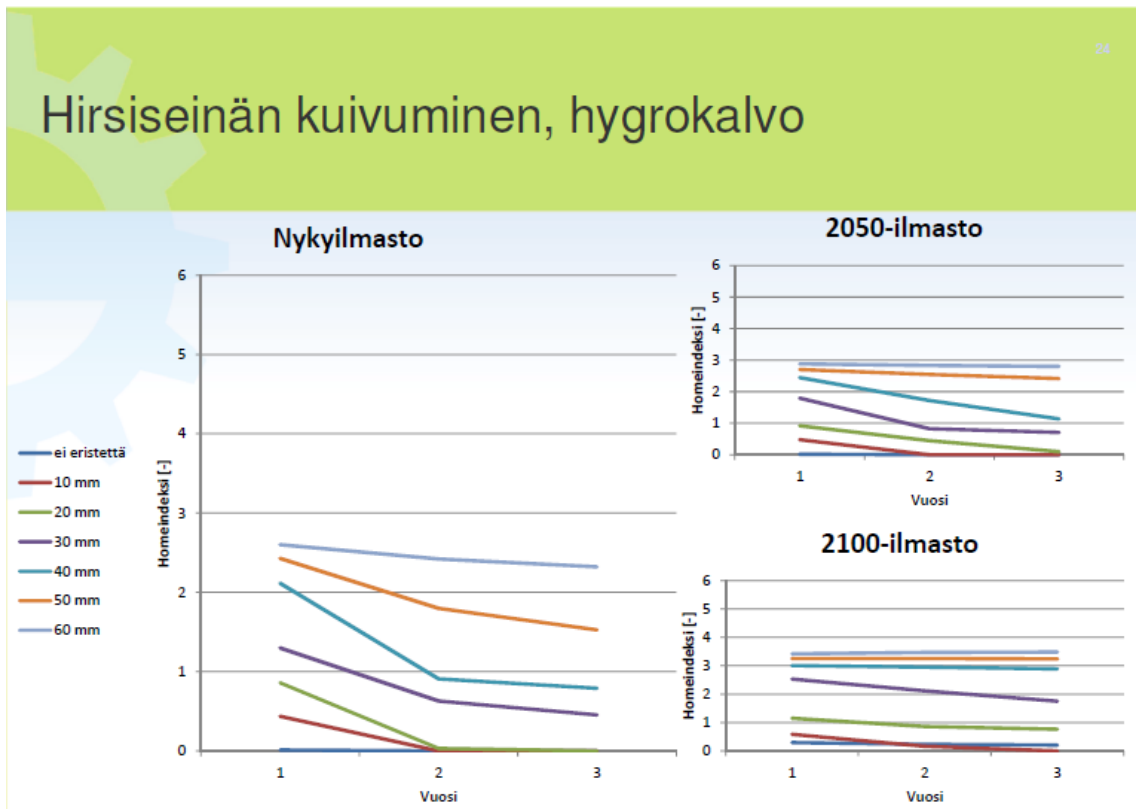


Kuva 9. Höyrynsulkuna on käytetty höyrynsulkumuovia (Nurmi 2011)

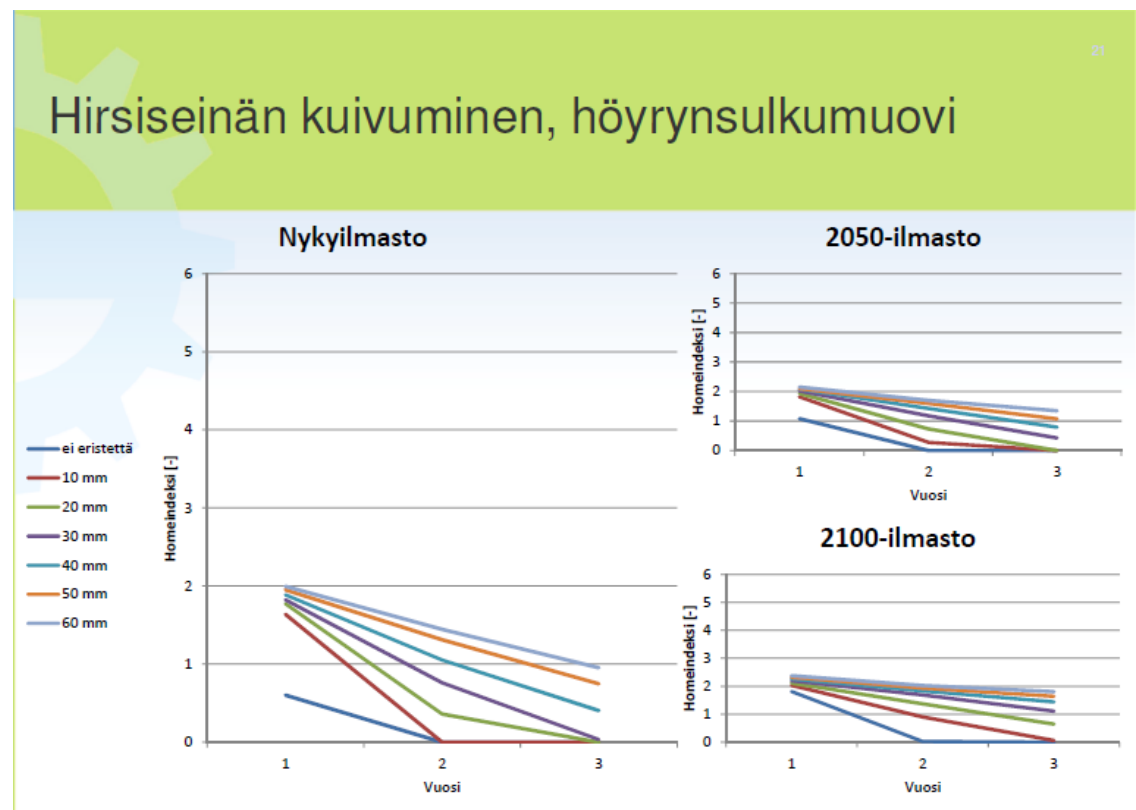
Kuvat 10 – 12 kuvaavat sisäpuolelta eristetyin hirsiseinän rakentamisen jälkeistä kuivumista kolmessa eri ilmastossa erilaisilla ilmansulkupapereilla ja höyrynsulkukalvoilla. Kuvaajat kertovat parin rakentamisen jälkeisen vuoden aiheuttamista homeindeksin nousuista eri eristepaksuuksilla eristettäessä. Kuvat havainnollistavat, kuinka rakennuksen homehtumisriski on suurempi rakennuksen ensimmäisien vuosien aikana rakenteissa olevan rakennuskosteuden ansiosta.



Kuva 10. Ilmansulkuna bitumipaperi (Nurmi 2011)

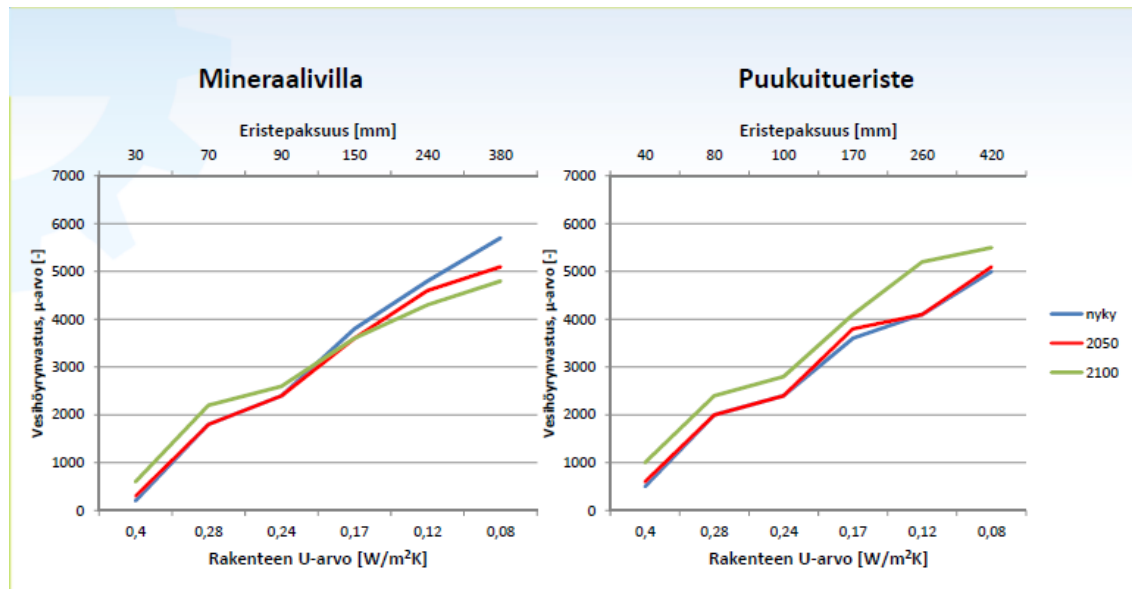


Kuva 11. Höyrynsulkuna hygrokalvo (Nurmi 2011)



Kuva 12. Höyrynsulkuna höyrynsulkumuovi (Nurmi 2011)

Kuva 13 havainnollistaa millaisen vesihöyrynvastuksen rakenteen höyryn- tai ilmansulku tarvitsee sisäpintaansa erilaisilla eristepaksuuksilla sisäpuolelta eristettäessä. Kuvaajissa on käytetty kolmea erilaista ilmasto-nykyajan, 2050- ja 2100-luvun ilmastoja. Vesihöyrynvastus kertoo, että minkälainen höyryn- tai ilmansulku rakennukseen tulisi valita. Eri höyryn- ja ilmansulkuille on valittu omat vesihöyrynvastukset, joita sellaisilla voi valita kullekin rakenteelle parhaiten sopivan ratkaisun.



Kuva 13. Mineraalivillan ja puukuitueristeen tarvitsemat vesihöyrynvastukset (Nurmi 2011)

## 6 TUTKIMUS KOHDE

### 6.1 Kohteen kuvaus

Tarkasteltavana kohteena on 1920-luvulla rakennettu kyläkoulu, joka sijaitsee Merenlahden kylässä Taipalsaaren kunnassa. Koulutoiminta loppui vuonna 1967. Rakennuksen kokonaiskerrosala on noin 310 m<sup>2</sup>, joka jakautuu kahteen kerrokseen. Rakennus muodostuu kahdesta siivekkeestä, opetustiloista ja opettajien asuintiloista. Opetustilat ovat vain yhdessä kerroksessa ja opettajien asuintilat ovat kahdessa kerroksessa, joissa on kaksi erillistä asuntoa.

Koulu on perustettu luonnonkivestä louhittujen ja kasattujen kivikuutioiden päälle. Rakennuksen runko muodostuu pääosin hirrestä yläkerran seiniä lukuun ottamatta, jotka ovat pystypuurankarakenteiset. Rakennuksessa on kahta eri kattotyyppiä. Opettajien asuintilojen päällä on mansardikatto ja opetustilojen päällä harjakatto. Katemateriaalina on mustaksi maalattu konesaumattu pelti.

Opettajien asuintilat alakerrassa koostuvat neljästä päähuoneesta, joita ovat keittiö, ruokasali, olohuone ja makuuhuone. Alakerrassa on myös jälkeinpäin rakennettu vessa sekä kylpyhuoneen ja vessan yhdistelmä. Yläkerrassa on aula, makuuhuone, keittiö ja jälkeinpäin rakennettu vessa. Opetustiloihin lukeutuvat suuri eteinen ja kaksi luokkahuonetta. Opetustilojen yläpuolelle jää tyhjillään oleva vintti. Tunnusomaisia piirteitä ovat tulisijat, joita jokaisessa huoneessa on vähintään yksi. Tulisijoja tuli olla riittävästi, jotta niillä saatiin pidettyä koko suuri rakennus lämpimänä.



Kuva 14. Merenlahden kyläkoulu (Talka 2012)

## 6.2 Rakennuksen historia

Kyläkoulu on rakennettu 1920-luvun alkupuolella ja se on ollut ensimmäiset kolmisenkymmentä vuotta ilman ulkoverhouslaudoitusta. Samat vuosikymmenet rakennuksen katteena oli pärekatto. Alkuperäiset ulkoportaat ovat olleet puiset ja niitä on ollut kolmet nykyisen kahden sijasta. Rakennukseen tehtiin ulkoverhouslaudoitus ja konesaumattu peltikate 1950-luvulla. Peltikatteen alkuperäinen väri oli hopea. Vesi- ja viemärijärjestelmät rakennukseen tehtiin 1950-luvun alkupuolella ja samalla rakennettiin alakerran ja yläkerran pienet vessat opettajien käyttöön. Ennen rakennuksen lämmityksestä vastasivat ainoastaan tulisijat, mutta 1980-luvun puolen välin tienoilla rakennukseen muurattiin tiilestä lämpökeskus ja vesikiertopatterijärjestelmä. Samaan aikaan opettajien asuintiloihin tuleva toinen sisäänkäynti purettiin ja sen eteistiloihin rakennettiin vessanpöntöllä varustettu kylpyhuone. 1990-luvun puolessa välissä lämmitysputket jäättyivät ja rikkoontuivat, jonka jälkeen ne ovat olleet käyttökelvottomat. Myös veden tulo rakennukseen on ollut poikki jo reilut kymmenen vuotta. Rakennuksen ulkoverhous ja katto ovat maalattu viimeksi 1990-luvun lopulla. Tällöin peltikate sai värikseen mustan entisen hopean värin sijasta. (Talka 2011.)



Kuva 15. Merenlahden kyläkoulu alkuperäisessä ulkomuodossaan (Merenlahden kylämuseo 1925)



## 7 RAKENNEANALYYSI JA KUNTOARVIO

Kuntoarvioinnilla selvitetään koko rakennuksen tai sen osan kuntoa ja korjaustarpeita. Arvioinnissa käytetään pääsääntöisesti aistinvaraisia ja kokemusperäisiä menetelmiä, jolloin rakenteita ei avata. Kuntoarviota voidaan käyttää jatkossa korjaussuunnitelmiin tai ylläpito-ohjelman lähtötietoina. (Sahlberg 2010, 14.)

Seuraavassa kerron läpi rakennuksen rakenteet ja niiden koostumuksen. Samassa käsittelemän kunkin rakenteen kunnan. Kuntoarvio on toteutettu aistinvaraisena sekä kyselemällä pidempiaikaiselta käyttäjältä. Apuna kuntoarvion teossa käytin Hekkasen kirjaa Pientalon kuntoarvio (1998), josta sain vinkkejä mihin asioihin eritoten kannattaa kiinnittää huomiota. Laadin rakenneanalyysin ja kuntoarvion rakenteen kirjan perusteella.

### 7.1 Rakenne

#### 7.1.1 Rakennuksen lähiympäristö

Rakennuksen lähiympäristö muodostuu pääosin soratiestä sekä nurmikkoalueista. Koulu on rakennettu mäen päälle, joten rakennuksen reunusmaat joko kaatavat rakennuksesta pois päin tai ovat tasaiset. Aikakauteen liittyen rakennuksen ympärille ei ole rakennettu salaojitusta eikä sadevesijärjestelmää, mutta pidempiaikaisen käyttäjän mukaan rakennuksen vierusmaat ovat silti pysyneet suhteellisen kuivina.



Kuva 16. Koulu ja sen lähiympäristöä luoteispuolelta (Talka 2012)

### 7.1.2 Perustukset ja alapohja

Rakennus on perustettu graniitista louhittujen ja muurattujen kivikuutioiden päälle. Kivien väliset raot on saumattu saumauslaastilla saumausraudan avulla. Perusmuuri on säilynyt hyvässä kunnossa, eikä siinä ilmene suurempia painumia eikä routimisen aiheuttamia vaurioita. Aikakauteen liittyen rakennuksessa ei ole käytetty minkään näköisiä routaeristeitä. Graniittiperustuksen hyviä puolia on se, ettei niissä tapahdu suuremmin kosteuden kapilaarista nousua rakenteisiin.

Rakennuksen alapohja on rakennettu maanvaraisena betonilaattana. Betonilaatan päälle on vedetty pikikerros estämään kosteuden nousemista rakenteisiin. Alapohja on eristetty laatan päälle noin 40 senttimetriä paksulla kutterinpurukerroksella. Lattiamateriaalina on laualattia, joka on rakennettu lattiavasojen varaan.



Kuva 17. Rakennuksen graniittiperustus (Talka 2012)

### 7.1.3 Seinät

Rakennuksen runko on pääosin hirsirakenteinen yläkerran seiniä lukuun ottamatta, jotka ovat pystypuurunkoiset. Rakennushirtenä on käytetty noin 150 millimetriä paksua veistettyä hirttä. Rakennuksen nurkat ovat tehty lyhytnurkkina, hammas- tai lohenvuorauksin. Tämä on mahdollistanut rakennuksen pystylautaukkuvuorauksen. Varaustyyppinä on käytetty avovarausta, joka on tilkitty pellavatilkeellä.

Yläkerran seinät ovat puurunkoiset, ja niissä on eristeenä purua. Runkotolpat ovat tehty 50 mm x 100 mm lankusta. Eristekerroksen molemmilla puolilla on käytetty pahvia ja laudoitusta. Yläkerran ulkopinta on vaakaneloitu. Julkisivun maalipinta on lohkeillut ja irtoillut varsinkin rakennuksen itäiseltä puolelta. Maalipinnassa ilmenee myös pintahometta rakennuksen pohjois- ja länsipuolilla. Ulkoverhouksen alalistat ovat paikoitellen kärsineet lahovaurioista.

Alakerran väliseinät ovat pääosin kantavia ja hirsirakenteisia muutamia pienempiä puurunkoväliseiniä lukuun ottamatta. Yläkerran väliseinät ovat puolestaan kaikki puurunkoisia. Väliseinät ovat suoria ja rakenteiltaan hyväkuntoisen näköisiä.



Kuva 18. Maalipinnassa on pintahometta (Talka 2012)

#### 7.1.4 Välipohja

Välipohja on rakennettu ulkoseiniin ja väliseiniin tuettujen hirsipalkistojen varaan. Eristeenä on käytetty todennäköisesti purua. Eristettä kannattelee hirsipalkistojen alapintaan kiinnitetty laudoitus. Välipohjan rakenteet ovat eläneet aikojen saatossa ja ovat paikoitellen vinossa.

### 7.1.5 Yläpohja ja vesikatto

Yläpohjan eristekerros on rakennettu ulkoseiniin ja väliseiniin tuettujen hirsipalkistojen varaan. Opetustilojen yläpohjan hirsipalkistoa kannattelevat teräksiset kierretangot, jotka ovat kiinnitettynä kattoristikkorakenteisiin. Eristeenä on käytetty hiekkaa ja purua, jota kannattelee hirsipalkistojen alapintaan kiinnitetty laudoitus. Eristeen yläpuolinen rakenne on vapaasti tuulettuvaa ullakkoa. Yläpohjan eristeet näyttävät hyväkuntoisilta ja kuivilta muutamaa kohtaa lukuun ottamatta. Muutamassa kohdassa eristeet ovat aikoinaan päässeet kostumaan katteen vuodon takia. Yläpohjan tuulettuvuus on riittävä.

Ullakkoa kattaa konesaumattu peltikate, joka on malliltaan osalla rakennuksesta harja- ja osalla mansardikattoinen. Peltikate on maalattu mustaksi. Kattoa kannattelee kattoristikot, jotka ovat rakennettu hirrestä ja rautatangoista. Katteessa on aiemmin ilmennyt muutamia vuotokohtia, mutta ne ovat paikattu aikojen saatossa tinaamalla ja uudelleen saumaamalla. Kattokannattajissa on muutamissa kohdissa kattovuodon aiheuttamia lahovaurioita. Myös mansardikaton ja harjakaton välisessä jiiressä on viime kesänä havaittu vuotokohta, joka on paikattu uudella pellillä. Lisäksi lahonneita ruodelautoja uusittiin. Konesaumakatteen maalipinta on paikoitellen huonossa kunnossa: maali on hilseillyt irti. Räystäskourut ovat tehty taivutetusta pellistä suoraan räystäään päälle tai erillisestä räystäskourusta. Räystäskourut ovat toimivat, mutta syöksytorvet voisivat olla suuremmat, sillä ne tukkeutuvat hyvin helposti. Läpivienneissä on havaittu vuotoja, joita on paikkailtu kittaamalla. Läpivientien kuntoa tulee tarkkailla.



Kuva 19. Rakennuksen ullakkoa ja sen rakenteita (Talka 2012)

### 7.1.6 Ikkunat ja ovet

Rakennuksen ikkunat ovat alkuperäiset puurakenteiset tuplalasi-ikkunat. Ikkunoissa on käytetty puhallettua lasia. Koulun ollessa tällä hetkellä vain kesäkäytössä on joistain ikkunoista otettu sisemmät ikkunat kokonaan pois tuulettamisen helpottamiseksi. Kaikkiin ikkunoihin on kuitenkin tuplalasit olemassa. Aikakauteen liittyen ikkunoista puuttuvat pellitykset. Ikkunat ovat kunnostuksen tarpeessa. Maali ja kitit ovat hilseilleet paikoitellen pois ja puun pintaan on ehtinyt muodostua pieniä halkeamia ja rakoja. Puitteissa ei ole havaittavissa suurempia lahovaurioita. Ikkunat ovat vanhat ja näin olleen lämmöneristävyys niissä on huono. Ikkunoiden väliin on päässyt kosteutta, joka ilmenee ulomman lasin sisäpuolisena jäätymisenä. Ikkunoiden tiiviydessä on parantamisen varaa. Ikkunoiden perinteiset salvat ovat osittain epäkunnossa.

Kouluun on kaksi sisäänkäyntiä, opetustiloihin ja opettajien asuintiloihin, kumpaankin omansa. Ovet ovat puurakenteisia peiliovia. Ulko-ovet ovat katetuissa tiloissa, joten niiden kunto on silmämääräisesti hyvä. Opettajan asuntolaan menevän oven lukitus on hajalla ja se reistailee. Ovi menee kyllä lukkoon, mutta sitä on hankala saada auki. Sisäovet ovat alkuperäisiä puisia ovia. Puurakenteet ovat hyvässä kunnossa, mutta sovi- tus kaipaava paikoitellen hienosäätöä. Maalipinnat kaipaavat ehostusta.



Kuva 20. Ikkuna sisäpuolelta  
(Talka 2012)



Kuva 21. Ikkuna ulkopuolelta  
(Talka 2012)

## 7.2 Pinnat

Lattiamateriaalina on ruskeaksi maalattu lautalattia. Alakerran opettajan asunnon lautalattia on jälkepäin päällystetty muovimatolla. Lautalattia on aikojen saatossa pääsyt kulumaan paikoitellen huonoon kuntoon. Myös hirsirakentamisen tyypillisenä piirteinä ovat etenkin yläkerran hirsipalkistot päässeet elämään ja painumaan sen verran, että selviä epätasaisuuksia on havaittavissa.

Seinien sisäpinnat ovat pinnoitettu pinkopahvilla tai hieman paksummalla kartongilla. Muutamissa paikoissa on käytetty myös tavallista tapettia, kuten alakerran pienemässä vessassa. Pinkopahvit ja kartongit ovat päässeet muutamissa paikoissa repsahamaan huonoon kuntoon. Myös alakerran pienemmän vessan tapetit ovat päässeet irtaamaan seinistä. Tiilirakenteisten väliseinien rappaukset ovat paikoitellen halkeilleet ja rapistuneet. Seinissä ei ilmene kosteuden aiheuttamia tummentumia.



Kuva 22. Rakennuksen seinän pintaa sisäpuolelta alakerrasta opettajan asunnosta (Talka 2012)



Kuva 23. Alakerran luokkahuone (Talka 2012)

Opettajien asuintiloissa sisäkattomateriaalina on käytetty ruskeaksi petsattua paneelia. Opiskelutilan kattopaneelit ovat maalattu valkoiseksi. Sisäkatossa ilmenee kahdessa kohdassa vesikatteen aiheuttaman vuodon aiheuttamia kosteusvaurioita. Tämä ilmenee paneelin tummumisella ja maalin hilseilyllä. Sisäkatossa on myös aistittavissa pieniä epätasaisuuksia, joka on hyvin tyypillistä hirsirakentamisessa.



Kuva 24. Luokkahuoneen sisäkatossa kattovuodon aiheuttamia kosteusvaurioita. (Talka 2012)



Kuva 25. Ruskeaksi petsattua kattopaneelia (Talka 2012)

### 7.3 Tulisijat ja portaat

1920-luvulla lämmitys tapahtui polttopuulla, joten jokaisessa huoneessa on vähintään yksi tulisija. Opettajien tiloissa on tiilestä muurattuja leivinuuneja yksi, kaakeliuuneja kolme, tiilestä muurattuja takkoja yksi sekä kaksi puuhellaa. Opetustiloja lämmittävät pönttöuunit, joita rakennuksessa on neljä kappaletta. Rakennuksen tulisijat ovat käytökunnossa, mutta etenkin alakerran keittiön leivinuunin tiilisaumat ovat rapistuneet sen verran pahasti, että tilalle olisi rakennettava kokonaan uusi leivinuuni. Myös alakerran kaakeliuuneista on halkeillut kaakeleita luukun reunoilta. Tämä sen sijaan ei estä käyttöä, mutta on ulkonäkökysymys. Kaksi tiilestä muurattua savupiippua poistavat savun tulisijoista. Savupiippujen yläosat ovat rapistuneet kovasti ja ovat ehostuksen tarpeessa.



Kuva 26. Yläkerran kaakeliuuni  
(Talka 2012)



Kuva 27. Luokkahuoneen pönttöuunit  
(Talka 2012)

Ulkoportaat ovat rakennettu betonista. Asuintiloissa yläkertaan pääsee kapuamaan kaapeita puisia lautarappusia pitkin. Ulkorappusien pintaan on levinnyt sammalkasvustoa ja muutamassa kohdassa raudoitus paistaa betonipeitteen läpi. Sisällä olevat puiset rappuset ovat hyvin jyrkät ja kapeat. Rappusten askelmien maalipinta on päässyt kulumaan käytössä.

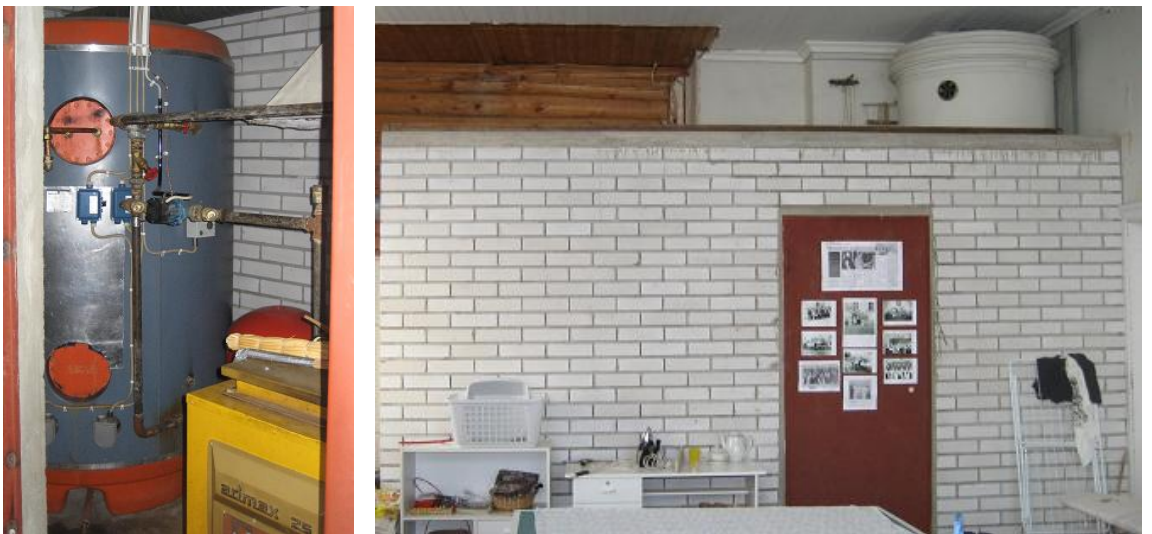




Kuva 28. Sisärappuset (Talka 2012)

#### 7.4 Tekniset järjestelmät

Myöhemmin rakennukseen on muurattu tiilestä lämpökeskus, jossa on puukattila ja lämminvesivaraaja. Puukattila ja lämminvesivaraaja lämmitävät vesikiertopattereissa kiertävän lämmitysveden, sekä lämpimän käyttöveden. Käyttäjän mukaan lämpökeskus ei ole ollut käytössä yli 15 vuoteen. Ja käytön aikanakin puukattilassa oli ongelmia saada vesi lämpiämään riittävän lämpimäksi. Näin vesi lämpeni pääosin sähkövastuksien lämmittämänä. Vesikiertopattereiden kunto on arveluttava niiden pitkään olleen käyttämättömyyden vuoksi.



Kuva 29 ja 30. Kuvat lämpökeskuksen sisä- ja ulkopuolelta.

Vesi- ja viemärijärjestelmät taloon on rakennettu 1950-luvulla ja ne ovat alkuperäiset. Veden tulo rakennukseen on ollut poikki jo yli 10 vuotta.

Rakennuksen ilmanvaihto on painovoimainen. Ilmanvaihdosta vastaavat tulisijat, jotka imevät rakennuksesta ilmaa. Korvausilmaa taloon saadaan sen hengittävien rakenteiden läpi helposti. Sisäilman laatu vaikuttaa aistinvaraisesti hyvältä.

Rakennuksen sähköjärjestelmä on vanha ja nykyajan käyttöön puutteellinen. Pistorasioden vanhuus ja vähäinen määrä aiheuttaisi nykyaikaisessa käytössä ongelmia.

## 7.5 WC:t

Rakennuksessa on kaksi WC:tä ja yksi WC-istuimella varustettu pesuhuone. WC:n rakenteet eivät poikkea muista rakenteista muuten, kuin että laotalattian päälle on vedetty muovimatto. Seinät ovat puurunkoiset, ja niiden sisäpintaan on vedetty tapettia. Kylpyhuoneen alapohjarakenne alhaalta ylöspäin on maanvarainen laatta, styroksieriste, valettu betonilaatta kaatoineen sekä laatoitus. Seinät ovat puurunkoiset, ja niiden sisäpintoihin on laitettu gyproc-levyt. Gyproc-levyjen pinnat ovat laatoitettu. Kylpyhuoneen laattapintojen kunto näyttää silmämääräisesti hyvältä, ja niiden miinuksena on vain lattialämmityksen puuttuminen. Kylpyhuoneen sisäkatossa on kattovuodon aiheuttamia valumajälkiä. Ylä- ja alakerran vessojen rakenteet arveluttavat, sillä niissä ei ole lattiakaivoja eikä edes laatoitusta. Yläkerran WC:ssä on tyylikäs erittäin vanha WC-istuin ja lavuaari. Vanha WC-istuin on epäkunnossa. Alakerran pienemmän vessan tapetointi on erittäin huonossa kunnossa.



Kuva 31. Alakerran WC suihkutiloineen (Talka 2012)



Kuva 32. Yläkerran WC (Talka 2012)

## 8 KORJAUSSUUNNITELMA

### 8.1 Vanhan rakennuksen korjausperiaatteet

Useissa vanhaa rakentamisperinnettä käsittelevissä kirjoissa on esitetty erilaisia ohjeistavia korjausperiaatteita suhtautumisessa vanhaan rakennuskantaan.

- *Älä korjaa kunnossa olevaa. Älä uusi korjattavissa olevaa.*
- *Selvitä vaurioitten syy ja poista se. Korjaa vasta sitten ja korjaa entiselleen.*
- *Käytä samoja materiaaleja ja työmenetelmiä kuin korjattavassa kohteessa. Älä kokeile uutuuksia. Säilytä vanha rakenne. Ellei se ole kelvollinen, ei talosta olisi koskaan tullut vanhaa.*
- *Useimmat vauriot johtuvat huonosta huollosta ja väärästä korjauksesta. Älä laiminlyö huoltotöitä.*
- *Vanhojen rakennusten kauneus on herkästi turmeltuvaa. Lämpötaloudelliset korjaukset eivät saa olennaisesti muuttaa ulkonäköä. Useimmiten riittää lisälämmöneristys. Tiivistäminen on taloudellisempaa kuin lisälämmöneristäminen.*
- *Hyväksy epäsäännöllisyydet. Hyväksy mutkat ja vinoudet. Hyväksy pieni epäkäytännöllisyys. Hyväksy tyylikerrostumat ja vanhanaikaiset ratkaisut.*
- *Hylkää tyylijäljitelmät. Hylkää materiaalijäljitelmät. (Isotalo 1998.)*

### 8.2 Tutkimuskohteen korjaussuunnitelma

#### 8.2.1 Rakennuksen lähiympäristö

Rakennus sijaitsee mäen päällä. Rakennuksen vierusmaat ovat pysyneet suhteellisen kuivina aikakausien ajan sorapitoisen maa-aineksen ansiosta, joten salaojituksen asentamiselle en näe mitään syytä.

Maanmuotojen muokkauksellekaan en näe syytä, rakennuksen vierusmaan kaatojen ollessa joko tasaiset tai rakennuksesta poispäin kaatavat. Sadevedet johdetaan uusia maanalaisia putkia pitkin kauemmaksi rakennuksen juurelta. Tärkeää on, että vedet eivät pääse rakennuksen alapohjaan.

## 8.2.2 Perustukset ja alapohja

Rakennuksen perustuksien hyvän kunnon vuoksi niille ei tehdä mitään. Alapohjan lattiarakenne aukaistaan purkamalla vanha lautalattia pois. Alapohjan purueristys poistetaan ja samalla nähdään alapohjarakenteiden kunto. Ovatko purueristeet pysyneet kuivina ja ovatko rakennuksen alimmat hirsikerrat säilyneet ilman lahovaurioita. Jos vahingoittuneita rakenneosia havaitaan, niin ne korjataan kuntoon. Muuten purueriste korvataan puhallusselluvillalla lämmöneristävyyden paranemisen vuoksi. Lattiavasojen päälle laitetaan ilmansulkupaperi ja rakennetaan uusi lautalattia.

## 8.2.3 Seinät

Rakennuksen ulkoverhouslaudoitus puretaan pois sen paikoittaisten vaurioiden vuoksi ja samalla nähdään hirsirungon kokonaisvaltainen kunto. Hirsirunkoon laitetaan ulkoapäin 25 millimetrin runkoleijonalevy tuulensuojaksi. Tuulensuojan pintaan tehdään 22 millimetrin koolaus tuuletusraoksi, ja sen pintaan vedetään samanlainen pystylautaukoverhous kuin aiemminkin. Rakennuksen ulkoseinän tiiveyden ja lämmöneristävyyden parantamiseksi lisälämmöneristetään sitä sisäpuolelta. Valitsin sisäpuolisen lämmöneristykseen, koska ulkopuolinen eristäminen olisi muuttanut rakennuksen yleisilmettä liikaa ja räystäspituudet olisivat pienentyneet olemattomiksi. Hirsirungon sisäpuolelle lyödään 50 millimetrin koolaus, jonka välit eristetään puhallusselluvillalla. 50 millimetrin koolaus mahdollistaa sen, ettei uusia sähkövetoja tarvitse tehdä pintaveitoina. Koolauksen sisäpintaan vedetään ilmansulkupaperi ja 13 millimetrin gyproclevy.

Tarkastelin kyseistä rakennetta DOF-lämpö-ohjelmalla. Ohjelma ilmoitti hirren sisäpinnassa olevan kosteuden tiivistymisvaara ulkolämpötilan ollessa -20 astetta celsius-ta. Tammikuun keskilämpötilan ollessa -6,1 astetta celsius-ta, ei rakenteessa pitäisi ilmentyä enää minkäänlaista kosteuden tiivistymistä. En pidä tätä -20 asteen tai sen yli menevän pakkasen aiheuttavaa kosteuden tiivistymistä kuitenkaan rakenteelle kovinkaan suurena uhkana, sillä sellaisia kelejä ei vuoden sisällä ole kovinkaan paljoa. Lisäksi hirsi- ja lisälämmöneristyskerrokset ovat hengittäviä materiaaleja ja näin kuivempina ajanjaksoina mahdollinen kosteus pääsee kuivumaan rakenteista pois. Yhtenä keinona kastepisteen ehkäisemiselle kovemmilla pakkasilla olisi ollut laittaa ilmansulkupaperin tilalle kunnollinen höyrynsulkumuovi. En pidä sitäkään ratkaisua järkevänä näin ohuella kerroksella lisälämmöneristettäessä. Höyrynsulkumuovilla on myös hait-

tavaikutuksensa. Se estää rakenteissa mahdollisesti olevan kosteuden kuivumisen rakennuksen sisäpuolelta ja näin ollen rakenteen hengittävyys heikkenee. Liitteissä 1.1 ja 1.2 on esitetty kosteuskäyrät ulkolämpötilan ollessa -20 ja -6,1 astetta celsiusta (Liite 1).

Yläkerran puurunkoisista seinistä poistetaan purueristeet kokonaan ja tilalle puhalletaan puhallusselluvillaeriste. Rungon ulkopintaan asennetaan samanlainen 25 millimetrin runkoleijonalevy tuulensuojaksi kuin hirsirungossakin. Tuulensuojan pintaan vedetään 22 millimetrin koolaus tuuletusraoksi. Ulkoverhoukseksi tehdään samanlainen vaakapanelointi kuin rakennuksessa oli aiemminkin. Rungon sisäpintaan laitetaan 100 millimetrin koolaus, jonka välit lämmöneristetään puhallusselluvillalla. Koolauksen sisäpintaan laitetaan ilmasulkupaperi ja 13 millimetrin gyproc-levy.

Väliseinien suoruuden ja hyväkuntoisuuden vuoksi niille ei tehdä mitään muuta, kuin että pintamateriaaleja uusitaan. Lisäksi tiilirakenteisten seinien pinnat rapataan uudelleen ja maalataan.

#### 8.2.4 Välipohja

Välipohjassa olevien epätasaisuuksien vuoksi aukaistaan yläkerran lattia ja oikaistaan sitä korottamalla hirsipalkistoja noin 50 millimetrin koolauksella. Koolauksen välit lisäeristetään selluvillalla ääneneristävyyden parantamiseksi. Koolauksen päälle rakennetaan uusi laotalattia. Opettajien asuintilojen ruskeaksi petsatuille kattopaneeleille ei tehdä mitään niiden hyvän kunnon vuoksi.

#### 8.2.5 Yläpohja ja vesikatto

Yläpohjan vanhojen hiekka- ja purueristekerrosten annetaan olla paikallaan. Vuotokohtien kohdalta vahingoittuneet eristeet kaivetaan pois ja tilalle laitetaan uutta purua. Tämän lisäksi yläpohjan päällä on reilusti tilaa vielä lisäeristykselle. Tämä lisälämmöneristetään vielä noin 40 senttimetrin paksuisella puhallusselluvilla kerroksella. Opettajien asuintilojen ruskeaksi petsatuille kattopaneeleille ei tehdä mitään niiden hyvän kunnon vuoksi. Opetustiloissa kattopaneelit puretaan vuotokohdan kohdalta ja uusitaan samanlaisina kuin aikaisemminkin. Muuten opetustilan sisäkatto vain maalataan uudelleen.

Vesikaton kattokannattajissa on muutamissa kohdissa kattovuodon aiheuttamia laho-  
vaurioita. Nämä korjataan uudella puutavaralla. Läpivientien heikon kunnon vuoksi  
joudutaan pellitystä uusimaan niiden ympäriltä. Muuten konesaumattu peltikate maa-  
lataan uudestaan mustalla värillä. Syöksytorvien helpon tukkeutuvuuden takia ne uusi-  
taan samankaltaisiin, mutta halkaisijaltaan suurempiin 125 millimetrin syöksytorviin.

#### 8.2.6 Ikkunat ja ovet

Rakennuksessa on vanhat alkuperäiset puhalletusta lasista tehdyt ikkunat, jotka ovat  
kunnostuksen tarpeessa. Ikkunoita ei lähdetä uusimaan niiden arvokkuuden vuoksi.  
Ikkunoiden ulkopintoihin on tehtävä uudet kittilistat ja maalipinnat on uusittava. Si-  
semmän ikkunan puitteisiin voisi kiinnittää lisälasin. Myös ikkunoiden hajonneita sal-  
poja korjataan.

Ulko-oviin uusitaan lukot ja niiden pinnat maalataan uudestaan. Sisäovien pinnat maa-  
lataan uudestaan.

#### 8.2.7 Tulisijat ja rappuset

Alakerran opettajan asunnon leivinuunin saumojen heikkouden vuoksi se puretaan ja  
rakennetaan tilalle uusi samankaltainen leivinuuni. Myös alakerran tiilestä muurattu  
varaava takka puretaan ja tilalle rakennetaan uusi. Kaakeliuunit säilytetään, mutta  
niissä tehdään korjaustoimenpiteitä esteettisyyden parantamiseksi uusimalla haljennei-  
ta kaakeleita luukun ympäristöstä. Opetustilojen pönttöuunit sekä opettajien asuintilo-  
jen puuhellat säilytetään ennallaan. Savupiippujen yläosat puretaan harjakorkeuteen  
asti niiden heikon kunnon takia ja muurataan uudelleen. Piippujen sivut pellitetään  
uudestaan ja niiden päälle asennetaan hatut.

Betoniset ulkorappuset puretaan niiden epäesteettisyyden sekä heikon kunnon takia ja  
tilalle rakennetaan samanmalliset puurappuset. Sisärappuset hiotaan ja maalataan uu-  
destaan.

#### 8.2.8 Tekniset järjestelmät

Rakennukseen jälkeensä rakennetun lämpökeskuksen puukattilan toimimattomuus-  
den vuoksi tulisi siihen miettiä kokonaan uutta lämmönlähdettä, joka voisi olla esi-

merkiksi maalämpö. Myös vesikiertopatterit uusitaan niiden pitkään olleen käyttämättömyyden ja arveluttavan kunnan takia.

Vesi- ja viemärijärjestelmät ovat rakennettu 1950-luvulla, joten ne ovat uudistuksen tarpeessa.

Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmä on painovoimainen. Ennen rakennus otti korvausilmansa rakenteiden läpi, mutta lisälämmöneristettäessä rakenteiden tiiviys paranee ja korvausilman tuleminen niiden läpi on hankalampaa. Korjauksen yhteydessä rakennuksen seiniin tehdään reikiä, joihin asennetaan korvausilmaventtiilit. Poistoilman poistavat tulisijojen hormit.

Sähköjärjestelmä on vanha ja nykyajan käyttöön puutteellinen. Pistorasioiden vanhuus ja vähäinen määrä aiheuttaisi nykyaikaisessa käytössä ongelmia, joten ne uusitaan täysin.

#### 8.2.9 WC:t

Alakerran WC:n ja kylpyhuoneen yhdistelmän laatoitus puretaan. Kylpyhuoneen käyttökävyyden vuoksi sen lattiaan asennetaan lattialämmityskaapelit. Betonilaatta sekä seinät vesieristetään ja laatoitetaan uudelleen. Sisäkatto aukaistaan kattovuodon aiheuttamien vaurioiden vuoksi ja kunnostetaan uudelleen.

Alakerran pienestä WC:stä tehdään siivouskomero. WC-istuin ja lavuaari puretaan pois sekä seinäpinnat kunnostetaan niiden tapettien heikon kunnan vuoksi.

Yläkerran WC kunnostetaan perin pohjin. Puurakenteisiin seiniin asennetaan gyproc-levyt ja niiden pinnat tapetoidaan. Lattiaan asennetaan gyproc-levy ja sen pinta laatoitetaan. Myös rikkiäinen WC-istuin sekä lavuaari uusitaan.



## 9 JOHTOPÄÄTÖKSET

Kyläkoulurakennukset edustavat suomalaisen yhteiskunnan historian kannalta merkittävää rakennusperintöä. Koulutoiminta on useista rakennuksista lakannut ja useat rakennukset ovat saaneet uudet käyttötarkoitukset. Niitä käytetään esimerkiksi asuinrakennuksina, seuraintaloina, yritystiloina ja kesäasuntoina.

Kyläkoulurakennukset tehtiin tyypillisesti hirsirakenteisina. Hirsirakenne ei hengittävänä rakenteena ole itsessään altis rakennusfysikaalisille ongelmille. Puurakenteisten rakennusten yleiskunnosta on pidettävä hyvää huolta siitä, etteivät rakenteet pääse altistumaan kosteus- ja lahovaurioille. Rakennusten vesikattorakenteet kaikkine varusteineen, rakennuksen mahdollinen ulkoverhous, kaikki täydentävät rakennusosat detaljeineen sekä perustukset tulee olla kunnossa.

Rakennusfysikaalinen tarkastelu on osoittanut, että lisälämmöneristäminen olisi fysikaalisen toiminnan kannalta suotavaa sijoittaa ulkopuolelle. Tämä aiheuttaa ulkonäöllisiä ongelmia, muun muassa räystäiden ja sokkelin kanssa. Myöskin rakennuksen historiallinen ulkonäkö kärsii tästä. Sisäpuolinen lisälämmöneristäminen ei vaikuta rakennuksen ulkonäköön. Tietenkin vaikutukset rakennuksen sisätilojen muutoksiin on huomioitava, erityisesti historiallisesti arvokkaampien sisätilojen suhteen. Sisäpuolisessa lisälämmöneristämässä on oltava hyvin tarkkana kosteuden tiivistymisen takia, ettei kosteus tiivisty rakenteen sisälle.

Kyläkoulurakennusten rakennushistorian kautta löydetyt rakennustyyppiratkaisut, rakennusfysikaaliset tarkastelut sekä esimerkkikohteessa tehty kuntoarvio ja korjaussuunnitelma voivat toimia myös yleisemmällä tasolla vastaavien kohteiden korjauksia suunniteltaessa.

## LÄHTEET

- Cavén, O. 2007. Hirsirakennuksien vauriot. Museovirasto. Saatavissa:  
[http://www.rakennusperinto.fi/Hoito/Korjaus\\_artikkelit/fi\\_FI/Hirsirakennuksien\\_vauriot/](http://www.rakennusperinto.fi/Hoito/Korjaus_artikkelit/fi_FI/Hirsirakennuksien_vauriot/) [Viitattu 5.3.2012].
- Hekkanen, M. 1998. Pientalon kuntoarvio. Helsinki: Rakennustieto.
- Isotalo, M. 1998. Hirsisalvoksesta betonielementtiin, Suomalaisen maaseudun rakennuskulttuurin opinto-opas. Helsinki: Maa- ja kotitalousnaisten keskus.
- Kyläkoulut Suomessa. Oulun yliopisto. Saatavissa:  
<http://herkules.oulu.fi/isbn9514268962/html/x98.html> [Viitattu 11.3.2012].
- Merenlahden kylämuseo. 1925. Valokuva Merenlahden kyläkoulusta. Taipalsaari
- Mustonen, K. 2011. Luento 28.11.2011. Kotka: Kymenlaakson ammattikorkeakoulu.
- Muuramen Nuorisoseura. Talon kunnostus. Saatavissa:  
<http://www.muuramennuorisoseura.com/talon-kunnostus> [Viitattu 5.3.2012].
- Nurmi, S. 2011. Sisäpuolelta eristettyjen massiivirakenteiden toiminta. Luento 1.12.2011. Helsinki: FRAME-hankkeen kolmas seminaari.
- Purho, H. 2011. Luento 7.11.2011. Kotka: Kymenlaakson ammattikorkeakoulu.
- Sahlberg, M. 2010. Talontarinat – rakennushistorian selvitysopas. Helsinki: Museovirasto.
- Syväoja, H. 2004. Kansakoulu - suomalaisten kasvattaja. Perussivistystä koko kansalle 1866–1977. Jyväskylä: PS-kustannus.
- Talka, E. 2011. Haastattelu 13.11.2011. Lappeenranta.
- Talka, O. 2012. Valokuvat Merenlahden kyläkoulusta 10.1.2012. Taipalsaari.
- Valtasaari, A. (toim.). 1966. Kansakoulu 1866–1966. Helsinki: Otava.

Vaurioiden yleisimpiä syitä. Saatavissa:

<http://www.ouka.fi/pora/tietopankki/vauriok.htm> [Viitattu 5.3.2012].

Vinha, J. 2011. Homeen kasvun mallin kehitystyö. Luento 1.12.2011. Helsinki:

FRAME-hankkeen kolmas seminaari.

## DOF-lämpö-laskentatulokset

DOF-lämpö-laskentatulokset, kun sisälämpötila on +20 °C ja ulkolämpötila on -20 °C

Rakennuskohde: Merenlahden kyläkoulu	Sisältö: Ulkoseinä	
Suunnittelija: Oskari Talka	Päiväys: 23.2.2012	Tunnus:

<b>Rakenteen päätiedot:</b> U-arvo: 0.372 W/m <sup>2</sup> K Paksuus: 225.300 mm Pinta-ala: 1.00 m <sup>2</sup> Paino: 78.83 kg Hinta: 0.00 euro  Vesihöyryn vastus: 1.535e+04 m <sup>2</sup> hPa/g Vesih. läpäisykerroin: 6.510e-05 g/m <sup>2</sup> hPa Lämmönvastus: 2.686 m <sup>2</sup> K/W Pintavastus, ulko: 0.040 m <sup>2</sup> K/W Pintavastus, sisä: 0.130 m <sup>2</sup> K/W Kulma (0-90): 90.000	
---	--

<b>Rakenteen kerrostiedot:</b>		Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)				
<b>KERROS:</b>	T [mm]:	LJ [W/mK]:	VHL [kg/msPa]	Hinta [e/m <sup>3</sup> ]:	Paino [kg/m <sup>3</sup> ]:	
1 Runkoleijona 25 mm	25.00	0.0550	5.250000e-11	0.00	300.00	
2 Puu(mänty, kuusi)	150.00	0.1200	2.777778e-12	0.00	450.00	
3 Puukuitueriste, puha	50.00	0.0550	1.050000e-10	0.00	45.00	
4 isolina	0.30	0.1400	1.000000e-12	0.00	0.00	
<b>KYLMÄSILTA:</b>	LJ [W/mK]:	SPA [%]:	Hinta [e/m <sup>3</sup> ]:	Paino [kg/m <sup>3</sup> ]:	LK [W/K](kpl):	
3 Puu (kuusi)	0.1400	8.0	0.00	440.00	—	
T - Paksuus, LJ - Lämmönjohtavuus, VHL - Vesihöyryn läpäisevyys, SPA - Suht. pinta-ala, LK - Lisäkonduktanssi						

<b>Lämpötilat ja kosteudet:</b>		<b>3:n päivän kylmin (0.0 h)</b>					<b>Lisätiedot:</b>
Piste:	T [C]:	KK [Pa]:	KM [Pa]:	SK [%]:	C [g/m <sup>2</sup> ]:		
U	-20.00	102	92	90.0	0.00		
1	-19.43	108	92	85.6	0.00		
2	-12.90	202	101	50.1	0.00		
3	5.05	881	1153	100.0	0.00		
4	18.10	2078	1162	55.9	0.00		
5	18.13	2082	1168	56.1	0.00		
S	20.00	2337	1168	50.0	0.00		
<b>Tiivistymisvaara! (SK_max = 100.0 %)</b>							
T-Lämpötila, KK-Kyllästymiskosteus, KM-Kosteusmäärä, SK-Suhteellinen kosteus							

DOF-lämpö-laskentatulokset, kun sisälämpötila on +20 °C ja ulkolämpötila on -6,1 °C (Tammi-  
kuun keskilämpötila)

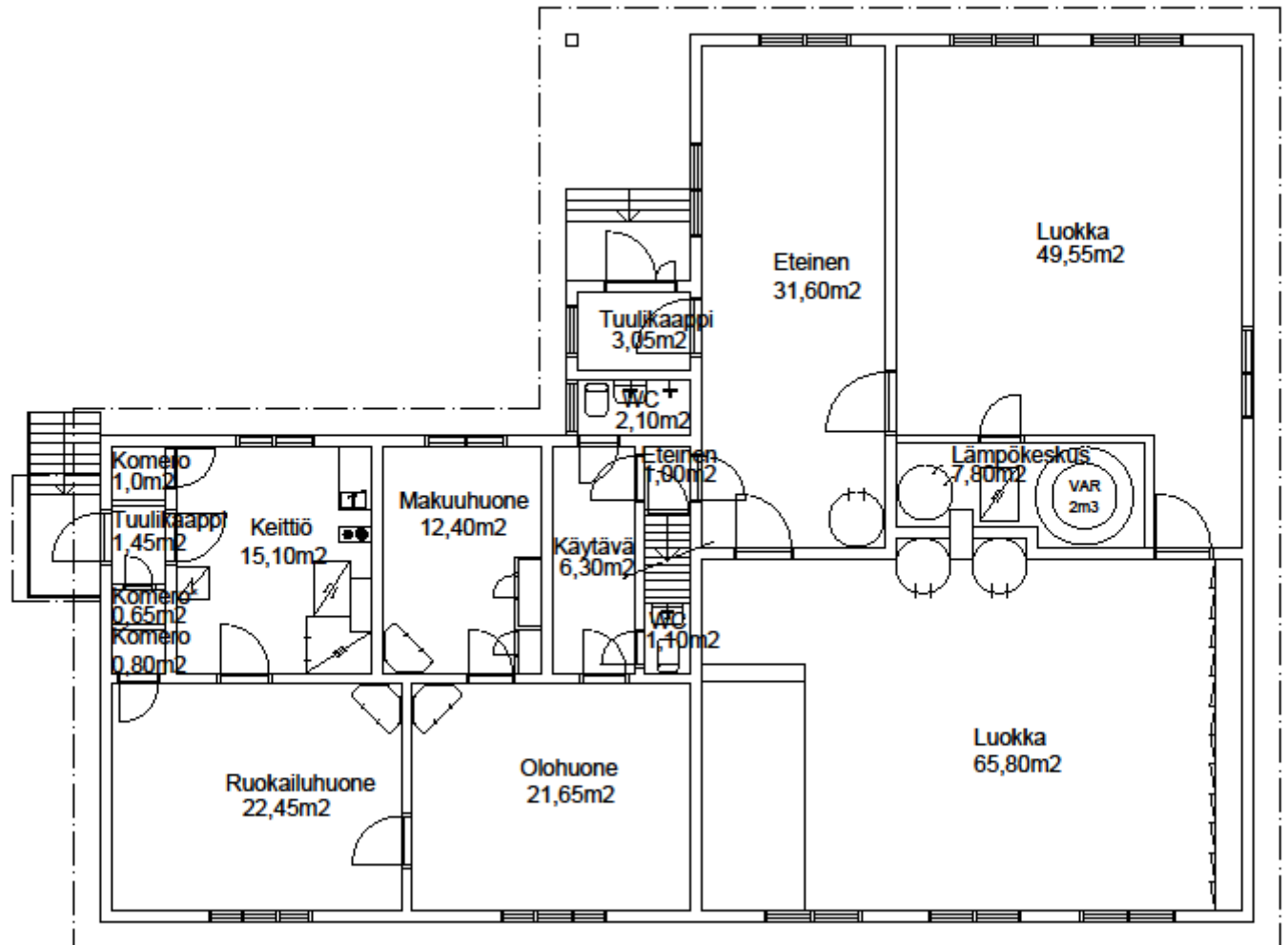
Rakennuskohde: Merenlahden kyläkoulu	Sisältö: Ulkoseinä	
Suunnittelija: Oskari Talka	Päiväys: 23.2.2012	Tunnus:

<b>Rakenteen pää tiedot:</b> U-arvo: 0.372 W/m <sup>2</sup> K Paksuus: 225.300 mm Pinta-ala: 1.00 m <sup>2</sup> Paino: 78.83 kg Hinta: 0.00 euro  Vesihöyryn vastus: 1.535e+04 m <sup>2</sup> hPa/g Vesih. läpäisykerroin: 6.516e-05 g/m <sup>2</sup> hPa Lämmönvastus: 2.688 m <sup>2</sup> K/W Pintavastus, ulko: 0.040 m <sup>2</sup> K/W Pintavastus, sisä: 0.130 m <sup>2</sup> K/W Kulma (0-90): 90.000	
--	--

<b>Rakenteen kerrostiedot:</b>		Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)				
KERROS:	T [mm]:	LJ [W/mK]:	VHL [kg/msPa]	Hinta [e/m <sup>3</sup> ]:	Paino [kg/m <sup>3</sup> ]:	
1 Runkoleijona 25 mm	25.00	0.0550	5.250000e-11	0.00	300.00	
2 Puu(mänty, kuusi)	150.00	0.1200	2.777778e-12	0.00	450.00	
3 Puukuitueriste, puha	50.00	0.0550	1.050000e-10	0.00	45.00	
4 isolina	0.30	0.1400	1.000000e-12	0.00	0.00	
KYLMÄSILTA:	LJ [W/mK]:	SPA [%]:	Hinta [e/m <sup>3</sup> ]:	Paino [kg/m <sup>3</sup> ]:	LK [W/K](kpl):	
3 Puu (kuusi)	0.1400	8.0	0.00	440.00	—	
T = Paksuus, LJ = Lämmönjohtavuus, VHL = Vesihöyryn läpäisevyys, SPA=Suht. pinta-ala, LK = Lisäkonduktanssi						

<b>Lämpötilat ja kosteudet:</b>		Tammikuu (744.0 h)			<b>Lisätiedot:</b>
Piste:	T [C]:	KK [Pa]:	KM [Pa]:	SK [%]:	
U	-6.10	378	331	88.0	0.00
1	-5.73	388	331	85.2	0.00
2	-1.47	547	338	61.9	0.00
3	10.24	1255	1157	92.2	0.00
4	18.78	2165	1164	53.8	0.00
5	18.78	2168	1168	53.9	0.00
S	20.00	2337	1168	50.0	0.00
T=Lämpötila, KK=Kyllästymiskosteus, KM=Kosteusmäärä, SK=Suhteellinen kosteus					

## Tutkimuskohteen ensimmäinen kerros



## Tutkimuskohteen toinen kerros

