

SODANKYLÄN KYLÄLAAKSON PÄIVÄKOTI  
YLÄPOHJAN KORJAUSSUUNNITELMA

Mika Korvanen

Opinnäytetyö  
Tekniikka ja liikenne  
Rakennustekniikka  
Insinööri (AMK)

2015

Tekniikka ja liikenne  
Rakennustekniikka

---

<b>Tekijä</b>	Mika Korvanen	<b>Vuosi</b>	2015
<b>Ohjaaja</b>	Seppo Sääskilahti		
<b>Toimeksiantaja</b>	Sodankylän kunta		
<b>Työn nimi</b>	Sodankylän kylälaakson päiväkot – Yläpohjan korjaussuunnitelma		
<b>Sivu- ja liitemäärä</b>	34 + 4		

---

Opinnäytetyön toimeksiantajana oli Sodankylän kunta, jolla oli tarve saada ajankohtaista tietoa Kylälaakson päiväkodin yläpohjassa olevista ongelmakohtista ja niiden korjausmahdollisuuksista. Opinnäytetyön tavoitteena oli tarkastella monitasoisten yläpohjarakenteiden tuuletukseen ja rakenteisiin liittyviä ongelmia kyseisessä kohteessa. Korjausehdotuksilla pyrittiin saamaan yläpohjarakenteet toimimaan tarkoituksen mukaisella tavalla. Tavoitteena oli myös saattaa ihmisten tietoisuuteen tehokkaan tuuletuksen merkitys, jotta rakenteet toimisivat oikein koko rakennuksen suunnitellun käyttöajan ajan.

Työn tekemisen apuvälineenä käytettiin kattorakenteisiin ja rakennusfysiikkaan liittyvää kirjallisuutta. Havainnot perustuivat paikanpäällä tehtyihin yläpohjarakenteiden tutkimuksiin ja tutkimalla käytössä olleita piirustuksia kohteesta. Kohteeseen oli aikaisemmin tehty kuntoarvio, jonka tietoja käytettiin apuna tutkimuksissa.

Tutkimuksen tuloksena saatiin kattavasti tietoa kyseisen kohteen ongelmista ja niiden korjausmahdollisuuksista. Tutkimuksessa huomattiin, kuinka tärkeitä eriliset rakennusmateriaalit ovat kokonaisuudessa, mutta vielä tärkeämpää on niiden sovittaminen yhteiseen toimivaan kokonaisuuteen. Toimivaan kokonaisuuden tekeminen onkin suunnittelun ja rakentamisen haastavin osuus, johon tässä työssä on pyritty antamaan ohjeita.



## SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	YLÄPOHJA.....	7
2.1	Tuulettuva yläpohja.....	7
2.2	Lämmöneristys .....	8
2.3	Ilman- ja höyrynsulku .....	8
2.4	Vedeneristyksen alusrakenteet .....	9
2.5	Vesikate.....	10
3	YLÄPOHJAN RAKENNUSFYSIIKKA.....	13
3.1	Kosteus .....	13
3.2	Sisäilman kosteuslisä .....	14
3.3	Diffuusio.....	15
3.4	Konvektio.....	16
3.5	Lämmön siirtyminen.....	17
4	KATTOJA KOSKEVAT MÄÄRÄYKSET JA OHJEET .....	18
4.1	Suomen rakentamismääräyskokoelma .....	18
4.2	CE-merkinnät.....	18
4.3	Ohjeet ja julkaisut .....	19
5	KYLÄLAAKSON PÄIVÄKOTI.....	20
5.1	Kiinteistön perustiedot.....	20
5.2	Asiakirjat .....	21
5.3	Toteutus.....	21
6	HAVAINNOT .....	22
6.1	Kattoristikot.....	22
6.1.1	Ongelmat .....	22
6.1.2	Korjausehdotus .....	22
6.2	Erkkerit .....	24
6.2.1	Ongelmat .....	25
6.2.2	Korjausehdotus .....	26
6.3	Kattoikkuna rivistö pääsisäänkäyntien puolella .....	27
6.3.1	Ongelmat .....	27
6.3.2	Korjausehdotus .....	28
6.4	Valokuilut.....	29

6.4.1	Ongelmat .....	29
6.4.2	Korjausehdotus .....	29
6.5	Juhlasalin kattorakenteet .....	30
6.5.1	Ongelmat .....	30
6.5.2	Korjausehdotus .....	30
7	POHDINTA.....	31
	LÄHTEET .....	33
	LIITTEET .....	34

## 1 JOHDANTO

Katon tärkein tehtävä on suojata itse rakennusta ja siinä olevia rakenteita saateelta, tuulelta ja monilta muilta sääilmiöiltä. Toisaalta jokin toinen taho voisi luokitella katon tärkeimmäksi tehtäväksi antaa rakennusta käyttäville suojaa näiltä moninaisilta sääilmiöiltä. Mielestäni nämä kaksi asiaa kulkevat käsi kädessä ja ovat riippuvaisia toisistaan. Julkisivua katsoessa voidaan todeta katon muodoilla ja eri kaltevuuksilla olevan erittäin suuri merkitys rakennuksen kokonaisuuteen. Katon rakenteet voidaan jakaa karkeasti kahteen osaan, vesikatto ja yläpohja. Vesikatto estää veden ja lumen pääsyn rakenteisiin ja yläpohja toimii kantavana ja jäykistävänä rakenteena.

Opinnäytetyön ensisijaisena tavoitteena on tarkastella monitasoisten kattorakenteiden rakenteellisia tuuletusongelmia ja niiden korjausmahdollisuuksia kyseisessä kohteessa. Tavoitteena on myös saattaa ihmisten tietoisuuteen tehokkaan tuuletuksen merkitys, jotta rakenteet toimisivat oikein koko rakennuksen suunnitellun käyttöiän ajan. Työn tekemisen apuvälineenä käytän kattorakenteisiin ja rakennusfysiikkaan liittyvää kirjallisuutta ja omiin havaintoihini perustuvaa näkemystä vertaillen niitä kirjallisuuteen.

Opinnäytetyön teen Sodankylän kunnalle ja siellä sijaitsevalle Kylälaakson päiväkodille yläpohjan korjaussuunnitelman. Opinnäytetyö perustuu tilaajan tarpeeseen, koska rakennuksessa on kokonaisvaltaisesti ilmaston ja tuulettuvuuden kanssa ongelmia. Itse arkkitehtisuunnittelun kohteeseen tekee NAPARK Oy:n arkkitehti Matti Kallo ja minun tehtävänä keskittyä kattorakenteisiin, tarkoitukseni on tehdä jonkin verran yhteistyötä Matti Kallon kanssa. Kohteen kattorakenne on monivivahteinen, lappeita ja muotoja on hyvinkin paljon. Tehtävänäni onkin tutkia näiden rakenteitten toimivuutta ja löytää toiminnan parantamiseksi erilaisia ratkaisuja.

## 2 YLÄPOHJA

### 2.1 Tuulettuva yläpohja

Tuulettuva yläpohjan toimintaperiaatteessa katteen ja lämmöneristeen väliin jää ilmatila, joka on yhteydessä ulkoilmaan. Yläpohjan läpi kulkeutuva sisäilman kosteus tuulettuu ilmantilan kautta ulos. Mahdolliset pienet vesivuodot ja rakennuskosteudet poistuvat myös tätä kautta. Kaikkiin tavanomaisiin vesikattoihin tulisi järjestää tuuletus. (RIL 255-1-2014, 92.)

Tuuletuksen tehokkaan toimimisen edellytyksenä ovat ilman vaihtuminen. Tästä johtuen pyritään tekemään yhtenäinen ilmaväli koko lappeen matkalle, ja räystäiden alle sijoitetaan tuuletuksen sisäänottoaukot. Harjakatoissa ei riitä pelkästään räystäältä tapahtuva tuuletus. Varsinkin jos lämmöneriste myötäilee vesikattoa, pitää tuuletuksen poistoaukot sijoittaa katon korkeimpaan kohtaan harjalle. Itse tuuletus toimii painovoimaisesti tai tuulen avulla, joissain tapauksissa koneellisesti. Painovoimainen tuuletus perustuu ilmavälissä olevan ilman lämpenemiseen ja kevenemiseen, mikä aiheuttaa virtauksen. (RIL 255-1-2014, 92.)

Tuulettuvan rakenteen parhaisiin ominaisuuksiin kuuluu ehdottomasti yläpohjan tarkastelun mahdollisuus myös alapuolelta kattoluukkujen kautta, näin ollen tämä mahdollistaa selkeiden vuotokohtien löytymisen. Katon kallistuksien tekeminen helpottuu ja minimikaltevuudet valitaan katemateriaalin mukaan. (RIL 255-1-2014, 92.)

Tuuletusväliä suunniteltaessa on otettava huomioon taulukossa 1 esitetyt minimaatimukset, joista käy selkeästi ilmi ilman vaihtuvuuteen vaikuttavat seikat, kuten ilmatilan korkeus, yhtenäisyys ja tuuletusmatkat tulo- ja poistokohtien välillä. Tuuletusvälin toimintaa edesauttaa ilman liikkumismahdollisuus koko yläpohjan alalla, jota ei missään nimessä kannata mennä tukkimaan esim. huonosti asennetuilla lämmöneristeillä. (RIL 255-1-2014, 101.)

Taulukko 1. Tuuletustilan vapaan korkeuden minimiarvoja, kun katto on puurakenteinen (RIL 255-1-2014, 101)

Katon kaltevuus	Tuuletustilan korkeus	Sisäänottoaukot katon pinta-alasta	Poistoaukot katon pinta-alasta
≤ 1:40	300 mm	2.5 ‰	2.5 ‰
1:10 - 1:40	200 mm	2.5 ‰	2.5 ‰
≥ 1:10	100 mm	2 ‰	2 ‰

## 2.2 Lämmöneristys

Lämmöneristuksen päätarkoitus on estää lämmön siirtyminen rakenteiden puolelta toiselle. Perinteisillä lämmöneristeillä tärkeimpänä ominaisuutena voidaan pitää eristeiden sisällä olevan ilman liikkumattomuus, jolloin lämmönjohtavuus on pieni. Lämpötilojen muutoksilla on suuri merkitys lämmöneristeiden toiminnassa. Lämpötilan laskiessa lämmöneristeen lämmönjohtavuus pienenee, koska ilman viiletessä lämmönjohtavuus pienenee. (RIL 255-1-2014, 260.)

Korjausrakentamisessa käytetään yleisesti lisäeristykseen puhallusvillaa, joka sinänsä onkin hyvä ratkaisu lisälämmön antajana. Puhallusvillalla kuitenkin monesti puhalletaan räystäillä olevat tuuletuskanavat umpeen, jolloin yläpohjan tuuletus kärsii huomattavasti. Toinen tärkeä huomioon otettava asia on tuuliohjainten asentaminen siten, ettei tuuli tai muu ilmavirta pääse pyörittämään puhallettua villaa pois reunoilta yläpohjan keskiosaan, jolloin lisävillan asennuksella ei ole mitään merkitystä.

## 2.3 Ilman- ja höyrynsulku

Oleellinen osa yläpohjan rakenteen lämpö- ja kosteusteknisen toimivuuden kannalta on ilmatiiviyden varmistaminen. Suuria paine-eroja syntyy sisä- ja ulkoilman välillä etenkin talvikausina, jolloin yläpohjassa vallitsee ylipaine suurien lämpötilaerojen vuoksi. Ilma- ja höyrynsulku on aina tarpeellinen, koska useissa yläpohjissa kosteuden poistuminen rakenteista ei ole erityisen tehokasta ja



pitkäaikainen kosteus materiaaleissa on hyvin vahingollista. (RIL 255-1-2014, 101.)

Höyrinsulkujen vesihöyryn vastus ilmoitetaan nykyisin Euroopan tuotestandardien edellyttämällä tavalla vesihöyryn osapaine-eroon perustuvana vesihöyryn vastuksena  $Z_p$  ( $m^2sPa/kg$ ). Kyseinen kohteeni päiväkotii kuuluu kosteusluokan 2 rakennuksiin, jossa höyrinsulun vesihöyrynvastus yläpohjarakenteessa tulisi olla vähintään  $15 \cdot 10^9 m^2sPa/kg$ . Lisävaatimuksena arvojen tulee täytyä 23 °C: lämpötilassa ja 50 %:n suhteellisessa kosteudessa. (RIL 107-2012, 27–31.)

Ilman- ja höyrinsuluista puhuttaessa toteutus tapahtuu yleensä samassa ainekerroksessa ja monessa tapauksessa muovikalvolla. Tästä syystä puhutaan yleisesti pelkästään höyrinsulusta. Ilman- ja höyrinsulun lisäksi höyrinsulkuotteilta vaaditaan asennettavuutta, saumattavuutta, joustavuutta sekä hyvää vetolujuutta, puhkaisulujuutta, repäisylujuutta ja ajallisesti pitkäaikaista kestävyttä. (RIL 255-1-2014, 101.)

Ilma- ja höyrinsulku asennetaan puupalkki- ja ristikkoyläpohjissa puurakenteen alapintaan ja tuetaan alapuolisella yhtenäisellä levytyksellä, jolloin lämmöneristeet eivät pääse rasittamaan höyrinsulkua. Lävistyksen tehdään esim. laipallisilla läpivientikappaleilla tai muulla vastaavalla luotettavalla tavalla. Höyrinsulun saumat limitetään vähintään 100 mm ja teipataan höyrinsulkumateriaalin kanssa yhteen sopivalla teipillä. (RIL 255-1-2014, 101.)

#### 2.4 Vedeneristyksen alusrakenteet

Alusrakenteena käytetään poikkeuksetta tukevaa umpilaudoitusta tai puulevyalustaa. Puulevyalustaa voidaan pitää hieman parempana ratkaisuna kattorakenteen jäykkyyttä ajatellen, mutta voidaan toki lauta-alustainenkin rakenne jäykistää vinotukien avulla tai vanneteräksillä ristiin asennettuna, jolloin jäykisteet ottavat tuulen ja lumen aiheuttamat sivuttaisvoimat vastaan. Taulukosta 2 ilmenee, kuinka alusrakenne mitoitetaan kattotuolijaon perusteella. (Toimivat katot 2013, 68.)

Taulukko 2. Puualustojen minimivahvuudet (RIL 107–2012, 105)

Tukiväli k/mm	Raakaponttilaudan paksuus mm	Vanerin paksuus mm
600	20	15
900	23	15
1200	28	19

Lauta-alustana käytetään yleisesti enintään 95 mm leveää raakaponttilautaa, toki riittävän paksu raakalautakin alustana on sallittu, mutta vähemmän käytetty. Lautojen täytyy olla kuivia, jolloin kosteus ei saa ylittää 20 % kuivapainosta. Lautojen tulee olla täyskanttisia ja jatkokset sijoitetaan tukien kohdille. Laudan tulisi ylittää vähintään kahden tuen yli. Laudat naulataan jokaisen tuen kohdalla kahdella vähintään 70 mm kuumasinkityllä naulalla. Päätypontattua raakaponttilautaa käytettäessä jatkos voi sijoittua kattotuolien väliin, mutta tämän jälkeen samassa kattotuolin välissä täytyy olla vähintään kolme ehjää lautaa. (Toimivat katot 2013, 68.)

Puulevyalustaa käytettäessä tulee ottaa huomioon levyn soveltuvuus kyseiseen kohteeseen ja kuvion 2 oleva paksuusvaatimus. Levyjen jatkoksen tehdään tukien päällä ja tukia kohtisuoraan olevat saumat tulee olla pontattuja tai muulla tarkoituksenmukaisella tavalla estetty painuminen tukien välissä. Levyjen tulee ylittää vähintään kahden tuen yli ja saumoissa tulee ottaa huomioon kosteuden- ja lämmönvaihtelun aiheuttama pituus- ja leveyslaajentuma. Levynvalmistajien ohjeistuksella tämä ongelma saadaan hallintaan. (Toimivat katot 2013, 68.)

## 2.5 Vesikate

Jyrkkiin kattoihin voidaan luokitella kaltevuudeltaan 1:20 ja sitä suuremmat kaltevuudet. Kuitenkin jyrkkien ja loivien kattojen rajaa on vaikeaa asettaa tarkasti, koska loivien kattojen kaltevuudet on määritelty alueelle 1:10 – 1:80 välille. Käytettäessä jyrkkien kattojen rakennetta kaltevuusalueella 1:10 – 1:20 tulee kiinnittää erityistä huomiota vesitiivyyteen. Jyrkillä katoilla käytetään yleisesti ottaen

katemateriaaleja, jotka luokitellaan epäjatkuviksi katteiksi. Epäjatkuvia katteita voidaan käyttää vain katoilla, joissa on ulkopuolinen vedenpoisto, koska katteiden saumat eivät kestä vedenpainetta. Erillisellä vedenpitävällä aluskatteella tai -kermillä voidaan varmentaa rakenteen tiiviys ja mahdollisen kondenssin aiheuttamat haitat. (Toimivat katot 2013, 62.)

Jyrkillä katoilla käytettäessä bitumipohjaisia katemateriaaleja ovat katteet bitumikattolaatta, kolmiorimakate ja tiivissaumakate. Taulukossa 3 esitetty on eri katteille asetetut minimikaltevuudet. Bitumikatteiden tiivistyksessä on käytettävä siihen tarkoitettuja bitumipohjaisia tiivistysmassoja. Jotain muuta käytettäessä yhteensopivuus ei ole taattu, kuten esimerkiksi bitumi ja silikoni alkavat hylkiä toisiaan ajan saatossa. (RIL 107–2012, 135.)

Taulukko 3. Eri materiaalien ja katetyyppien minimikaltevuudet (RIL 107–2012, 132)

Materiaalit	Minimi kaltevuus
Kolmiorimakate. ilman aluskermiä	1:3
Kolmiorimakate, aluskermillä (AKK)	1:10
Kattolaattakate, aluskermillä (AKK)	1:5
Tiivissaumakate	1:10 – 1:80

Bitumikattolaattakatetta käytettäessä katon minimikaltevuus on 1:5, jolloin laattojen alle on aina asennettava aluskermi. Aluskermin on oltava aina vähintään AKK2-tuoteluokan aluskermi (taulukko 4). Joissain erityistapauksissa voidaan joutua käyttämään AKK1-tuoteluokan kermiä, kuten esimerkiksi monimuotoisissa tai muissa erityisen vaativissa kattorakenteissa. Aluskermien asennus aloitetaan sisätaitteista ja lapepinnoille asennettavat kermit limitetään 150 mm sisätaitteessa olevan kermin päälle ja reunat liimataan huolellisesti. Yleensä loivemmilla kuin 1:3 katoilla aluskermi asennetaan vaakasuunnassa ja vastaavasti sitä jyrkemmillä katoilla pystysuunnassa. (RIL 107–2012, 135.)

Taulukko 4. Aluskermien käyttöluokkataulukko bitumikattolaatoilla (RIL 107–2012, 135)

Kattorakenne	Aluskermin tuoteluokka	Aluskermin tuoteluokka
	AKK1	AKK2
Kaltevuus 1:5 tai jyrkempi	x	x
Vaativa tai monimuotoinen katto	x	-

Bitumikattoja tehdessä tulee aina noudattaa valmistajan antamia tuotekohtaisia ohjeita. Työn suorittamisesta löytyy erittäin hyviä ohjeita useista eri julkaisuista, kuten esimerkiksi RIL 107–2012 Rakennusten veden- ja kosteudeneristysohjeet, jossa on esitetty ohjeet räystäään, sisä- ja ulkotaitteen oikeasta asennuksesta.

### 3 YLÄPOHJAN RAKENNUSFYSIKKA

#### 3.1 Kosteus

Rakennusta rasittaa eri suunnilta tuleva kosteus, kuten sade, sisäilman kosteus, ulkoilman kosteus, tuulen mukana kulkeutuva vesi ja katolla oleva lumi, joka voi kevyenä aineena kulkeutua tuulen mukana hyvinkin pitkiä matkoja ja kinostua katon monimutkaisuudesta riippuen hyvin paksuiksi kerroksiksi aiheuttaen näin ongelmia katon kantavuudelle, tuuletukselle ja sulaessaan katon pitävyydelle. Kevyt pakkaslumi voi joissakin tapauksissa kulkeutua katon ullakkotiloihin, mikä voi aiheuttaa ongelmia yllättäviin paikkoihin sulamisaikana. Räystäillä roikkuvat jääpuikot johtuvat usein katon lämpövuodoista ja kertovat lämmöneristyksen tai höyrynsulun puutteista.

Ilman kosteuden määritteitä ovat absoluuttinen kosteus  $v$ , joka ilmaisee absoluuttista vesihöyryn määrää kuutiossa ilmaa ( $\text{g}/\text{m}^3$ ). Vesihöyryn kyllästyskosteus  $v_k$  ilmaisee suurinta mahdollista kosteusmäärää ilmassa ( $\text{g}/\text{m}^3$ ) kussakin lämpötilassa. Kyllästyskosteus on riippuvainen vallitsevan ilman lämpötilasta ja lämmin ilma voi sisältää enemmän kosteutta kuin kylmä ilma. Tiivistyminen alkaa kun  $\text{RH} = 100\%$ . Suhteellinen kosteus  $\text{RH}$  ilmaisee vesihöyrypitoisuuden suhdetta kyllästyskosteuteen ja  $\text{RH}$  saadaan kaavasta  $(v/v_k) \cdot 100\%$ . Kylmän ilman vesipitoisuus on pieni, koska se ei pysty sitomaan yhtä paljon kosteutta kuin lämmin ilma. Vaikka ilman suhteellinen kosteus olisi eri lämpötiloissa sama, niin ilman vesipitoisuus ei kuitenkaan ole yhtä suuri. Ilman lämmitessä kosteuspitoisuus pysyy samana mutta ilman suhteellinen kosteus laskee ja ilman jäähtyessä taas kosteuspitoisuuden pysyessä samana, niin suhteellinen ilmankosteus kasvaa.  $\text{RH} 100\%$  ilmaisee lämpötilan, jossa kosteuden tiivistyminen alkaa eli kastepisteen. Vesihöyryn osapaine  $p$  (Pa) ilmoittaa myös kosteuden määrää ilmassa. Lämpötilan kohotessa kyllästyspaine kasvaa ja jokaista lämpötilaa vastaa tietty kyllästyspaineen arvo. Toisaalta jokaista osapainetta vastaa lämpötila, jota kylmemmäksi kosteutta sisältävä ilma ei voi jäähtyä, että tiivistyminen alkaa. (RIL 250 - 2011, 60.)

Vesi voi sitoutua materiaaliin fysikaalisesti ja kemiallisesti. Hygroσκοoppiset huokoiset aineet kykenevät sitomaan kosteutta ilmasta ja luovuttamaan sitä takaisin ilmaan. Hygroσκοoppinen tasapainokosteus ilmaisee kunkin aineen tasapainoa vallitsevan ympäristön kosteuden kanssa. Absorbtiio tarkoittaa rakennusaineen kostumista ottaessaan vettä ympäristöstä ja vastaavasti desorbtiio tarkoittaa rakennusaineen luovuttamista vettä ympäristöön, jolloin rakennusaine kuivuu. (RIL 250 - 2011, 61.)

Materiaaleissa olevaa kosteuden määrää ilmaistaan useilla eritavoilla. Absoluuttinen kosteuspitoisuus  $w$  painoa tilavuudesta ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ). Huokosilman suhteellinen kosteus  $\rho_h$  (%) materiaalista. Vesipitoisuutena  $u$  kuivapainosta (paino %). Kosteuden määrää painoprosentteina kokonaismassasta sekä tilavuusprosentteina. (RIL 250 - 2011, 61.)

### 3.2 Sisäilman kosteuslisä

Rakennuksen käyttö ja asuminen tuottavat sisäilmaan lisäkosteutta. Lisäkosteus sisäilmassa aiheuttaa sisä- ja ulkoilman välille eron vesihöyrypitoisuudessa ja sisäilman kosteus pyrkii tasoittumaan ulkovaipan läpi diffuusiolla, joka suurenee aina kun höyrypitoisuuksien ero sisä- ja ulkoilman välillä kasvaa. Talvikausina kosteuspitoisuuksien ero on suurimmillaan, koska sisätiloissa vietetään enemmän aikaa kuin kesäkausina ja kuivaan ulkoilmaan mahtuu vähemmän kosteutta kuin sisäilmaan. Sisäilman kosteuslisä ilmoitetaan vesihöyrypitoisuuserona ( $\text{kg}/\text{m}^3$  tai  $\text{g}/\text{m}^3$ ). (RIL 107 – 2012, 23.)

Kansainvälisen standardin SFS – EN13788 mukaan sisäilman kosteuslisälle on luokituksia olemassa, mutta Suomessa tehtyjen tutkimuksien mukaan näitä ei suositella käytettäväksi, koska ne poikkeavat kesäolosuhteissa esiintyvän kosteuslisän osalta ja kosteusluokkien lukumäärän osalta. Suomessa suositellaan käytettäväksi taulukon 5 mukaisia arvoja kosteuslisän mitoitusarvoina erityyppisissä rakennuksissa käyttöolosuhteissa. (RIL 107 – 2012, 23.)

Taulukko 5. Sisäilman kosteuslisän perusteella määritettyihin kosteusluokkiin kuuluvat rakennustyypit (RIL 107 - 2012, 24)

Kosteusluokka	Kosteuslisän mitoitusarvo talvella ( $T \leq 5 \text{ }^{\circ}\text{C}$ )	Rakennustyyppi
1	$> 5 \text{ g/m}^3$	Kylpylät, uimahallit, laitoskeittiöt, pesulat, kasvihuoneet, kostutetut tilat, ratsastusmaneesit, maataloudentuotantorakennukset, eläinsuojat ja teollisuuden kosteusrasitetut tilat.
2	$5 \text{ g/m}^3$	Asuinrakennukset, toimisto- ja liikerakennukset, hotellit ja majoitusrakennukset, ravintolat, kokoontumis- ja juhlatilat, opetusrakennukset ja päiväkodit, sairaalat ja hoitolaitokset, museot, liikuntahallit, jäähallit ja jäädytetyt liikuntatilat, kylmä- ja pakkashuoneet, talviasuttavat vapaa-ajan asunnot.
3	$3 \text{ g/m}^3$	Vapaa-ajan asunnot, puolilämpimät tai kylmillään olevat rakennukset, varastot ja säilytystilat, ajoneuvosuojat, tekniset tilat, väliaikaiset ja siirrettävät rakennukset.

### 3.3 Diffuusio

Diffuusio pyrkii tasoittamaan vesihöyrypitoisuuksia eri vaippojen välillä, mitä suurempi pitoisuusero on, sitä kovempi tahto vesihöyrypitoisuuksilla on tasoittaa välillään vallitsevaa eroa. Sisäilman kosteuslisällä on suuri merkitys diffuusiota lisäävänä elementtinä, koska sisätiloissa suoritettavat päivän askareet lisäävät kosteuspitoisuutta huomattavasti esimerkiksi pyykkien kuivaus, pottujen keitto ja unohtamatta kuntopyörällä polkeminen televisiota katsellessa. Taulukosta 6 ilmenee muutamia kosteuslähteitä ja kuinka tuottoisia ne ovat.

Taulukko 6. Kosteuden tuotto asuinrakennuksessa (RIL 250 – 2011, 67)

Kosteuslähde	Tuotto
Ihminen	40 - 300 g/h riippuen aktiviteetista
Kylpy	700 g/h
Suihku	2600 g/h
Keittiötoiminta	600 – 1500 g/h
Avoin vesipinta	40 g/m <sup>2</sup> h
Pienet kasvit	7 – 15 g/h
Keskikokoiset kasvit	10 – 20 g/h
Lingottu pyykki	10 – 50 g/h /kg, kuivaa pyykkiä
Vettä tiputtava pyykki	20 – 100 g/h /kg, kuivaa pyykkiä
Kuivauksen kesto ja kokonaiskosteus on otettava huomioon.	

Diffuusin suunta on yleensä sisältä ulospäin, mutta poikkeuksiakin löytyy. Diffuusion suunta voi kääntyä ulkoa sisäänpäin, jos oletetaan ulkovaipan olevan vielä märkä. Keväällä kun aurinko lämmittää ulkoseinää, lämmön johdosta syntyvä vesihöyry pyrkii siirtymään sisäpuolisiin rakenteisiin. Tällaisessa tapauksessa on kuitenkin hyvin monesti ongelmia tuulettumisen kanssa, jolloin vesi pääsee sitoutumaan massiivisiin rakenteisiin, kuten ulkoverhoustiileen.

### 3.4 Konvektio

Konvektiossa vesihöyry kulkeutuu ilmavirtauksien mukana yleensä ulkoisten vaikuttavien voimien johdosta pääosin tuulen paineesta johtuen. Rakennuksen paine-eroista johtuen huoneistojen yläosiin syntyy ylipaine, joka on suurin konvektiosta johtuvan kosteusvaurioitumisriskin aiheuttaja huoneen yläosissa ja kattorakenteissa. Höyrynsulku tuleeikin tästä syystä johtuen asentaa erittäin huolellisesti ja tiiviisti etenkin seinän ja kattorakenteen yhtymäkohdissa, läpivientejä unohtamatta. Konvektion aiheuttaman kosteusmäärien siirtymä voi olla moninkertainen rakenteiden läpi diffuusiolla siirtyvään kosteusmäärään verrattuna. (RIL 250 - 2011, 71.)



### 3.5 Lämmön siirtyminen

Lämmöllä on taipumus siirtyä lämpimämmästä tilasta kylmempään tilaan, jota pyritään estämään lämmöneristeillä. Lämpö voi kulkeutua paikasta toiseen johtumalla, konvektiolla ja säteilemällä. Johtumalla kulkeutuvaan lämpöön vaikuttaa aineen lämmönjohtavuus, joka on eri materiaaleilla hyvin erilaista esim. jos lämmöneristeen suhteellinen kyky siirtää lämpöä on 1, niin teräksellä se on 1600. Konvektiolla siirtyminen tapahtuu paikasta toiseen ilmavirran tai veden mukana. Rakenteen pinnan lähellä ja rakenteen sisällä virtaava ilma vaikuttaa pintojen lämpötilaan ja sen jakautumiseen. Säteilemällä kulkeutuvan lämmön paras esimerkki on aurinko ja sisätiloissa olevat patterit, jotka hohkaavat ns. sähkömagneettista säteilyä. (RIL 250 - 2011, 73.)

Konvektiolla siirtyvän lämmön merkittävin ehkäisymuoto on höyrynsulun oikeaoppinen asennus ja tiivistys, koska ilmavirtauksien mukana kulkeutuu edellä mainitun kosteuden mukana myös huomattavia määriä lämpöä, joka tuuletustilaan päästyään lämmittää kattorakenteita sulattaen siellä talvella olevaa lunta.

## 4 KATTOJA KOSKEVAT MÄÄRÄYKSET JA OHJEET

### 4.1 Suomen rakentamismääräyskokoelma

Maankäyttö- ja rakennuslaki on määritellyt yleisesti rakentamiseen annetut tekniset vaatimukset, lupamenettelyt ja viranomaisvalvonnan, jotka on asetuksena annettu ja koottu Suomen rakentamismääräyskokoelmaan (RakMk). Rakentamista koskevat säännökset ovat velvoittavia. Rakennuksen korjaus- ja muutostöitä on sovellettu joiltain osin, koska rakentamismääräyskokoelma koskee perinteisesti uudisrakentamista, ellei sitten määräyksissä ole määrätty toisin. (Suomen rakentamismääräyskokoelma 2015.)

Rakentamismääräyskokoelma sisältää seitsemän osaa, joiden alta löytyvät itse määräykset ja ohjeet. Erityisesti rakentamismääräyskokoelman osat C2 (1998) Kosteus, määräykset ja ohjeet, C4 (2003) Lämmöneristys, ohjeet sekä E1 (2002) Rakennusten paloturvallisuus, määräykset ja ohjeet, koskevat kattorakentamiseen tarkoitettuja määräyksiä ja ohjeita. Täytyy toki muistaa, että katon rakentaminen sisältää suunnittelua, valvontaa ja muita tärkeitä asioita, joihin rakentamismääräyskokoelmasta löytyy ohjeet ja määräykset. (Suomen rakentamismääräyskokoelma.)

### 4.2 CE-merkinnät

CE-merkintä tuli pakolliseksi 1.7.2013 kaikille rakennusmateriaaleille, joilla on olemassa harmonisoitu tuotestandardi tai eurooppalainen tekninen arviointi. rakennustuotteiden vapaa liikkuminen jäsenmaasta toiseen helpottuu, koska CE-merkintä korvaa kansalliset tuotehyväksynät. (CE-merkintä.)

CE-merkintä koskee ainoastaan tuotteen ominaisuuksia, tuotteen soveltuvuus paikallisiin olosuhteisiin ja rakennusmääräysten vaatimusten mukaan tulisi tuotteen käytettävyyttä arvioida rakennuskohteeseen. (CE-merkintä.)

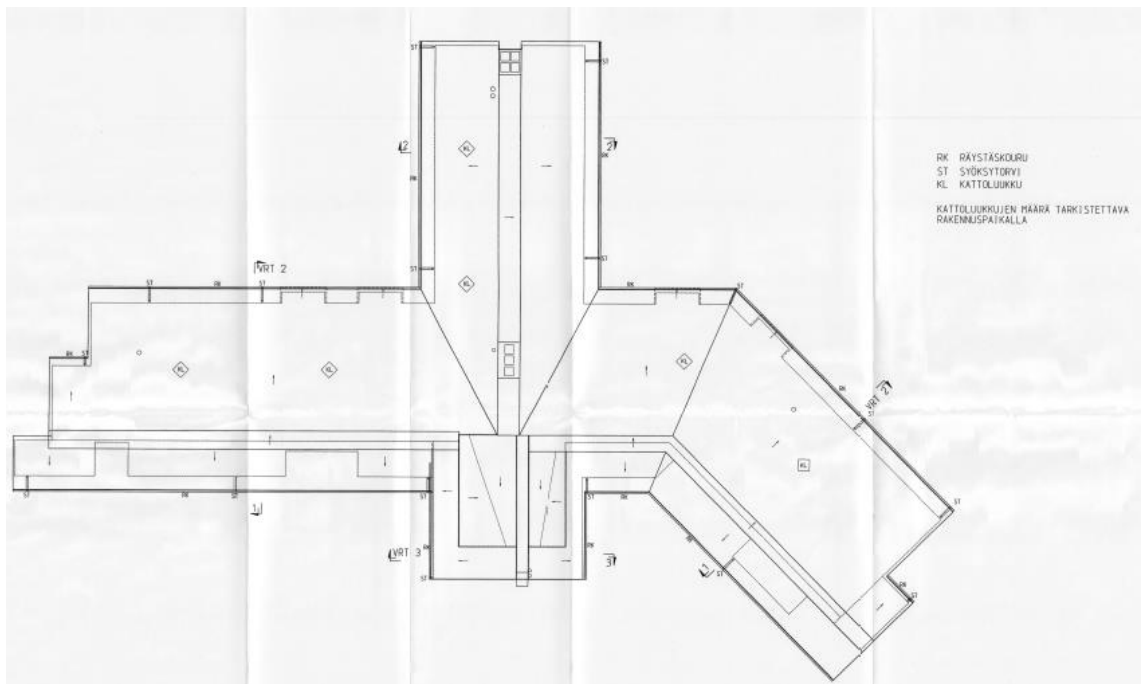
### 4.3 Ohjeet ja julkaisut

Luotettavia rakennusalan julkaisuja kannattaa käyttää suunnittelussa ja toteutuksessa. Julkaisuista saa arvokasta ja pätevää tietoa rakentamiseen liittyvissä asioissa. Mainitsemisen arvoisia julkaisuja ovat Suomen Rakennusinsinööriliiton RIL ry:n tekemät julkaisut, joissa tietotaitoa on laitettu kansien väliin runsaasti ja käsiteltävien asioiden luotettavuus on korkeaa tasoa ja ennen kaikkea selkeästi esitetty. Omassa työssäni käytin kolmea julkaisua RIL 250–2011 Kosteudenhallinta ja homevaurioiden estäminen, RIL 107–2012 Rakennusten veden- ja kosteudeneristysohjeet sekä RIL 255-1-2014 Rakennusfysiikka 1, Rakennusfysiikallinen suunnittelu ja tutkimukset.

## 5 KYLÄLAAKSON PÄIVÄKOTI

### 5.1 Kiinteistön perustiedot

Rajasin opinnäytetyöni kattorakenteiden tarkasteluun ja huomattavien epäkohtien tutkimiseen, sekä korjausta vaativissa kohdissa korjausehdotuksien antamiseen. Katsoin rajauksen oleva riittävän opinnäytetyötä ajatellen ja pohjakuvaa tarkastellessa huomaa hyvin nopeasti kattopintojen olevan hyvinkin mutkikkaat. (Kuvio 1.)



Kuvio 1. Päiväkodin katto

Kiinteistö	Päiväkoti
Kiinteistön osoite	Kylälaaksontie 2, Sodankylä
Kerrosala	1050 m <sup>2</sup>
Tilavuus	3720 m <sup>3</sup>
Rakennusvuosi	1987
Kerroksia	1 kpl

Kiinteistölle on tehty vesikaton peruskorjaus. Piirustukset on päivätty 20.6.2005, itse korjauksen toteutusvuodesta en ole varma.

## 5.2 Asiakirjat

Käytössä olivat asiakirjat:

- Kiinteistön piirustukset
- Kuntoarvio (29.5.2013)

## 5.3 Toteutus

Tarkastelin kiinteistön piirustuksia ja vertailin niitä paikanpäällä tehtyihin silmämääräisiin havaintoihin löytääkseni syyn rakenteista löytämiini vaurioihin ja virheisiin. Kuntoarviosta tarkastelin kattorakenteisiin liittyviä havaintoja.

## 6 HAVAINNOT

### 6.1 Kattoristikot

Kattoristikoita on kohteessa useita eri malleja ja lisäksi on vielä juhlasalissa pal-kistorakenne. Suurin ristikoiden jännevälit vaihtelevat 2401 mm ja 10 280 mm välillä.

#### 6.1.1 Ongelmat

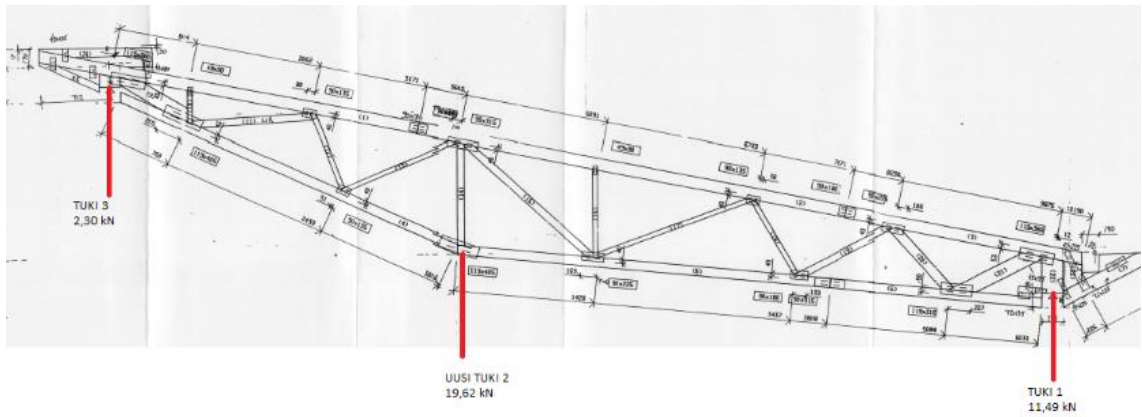
Eniten huolestuttaa NR-kattotuoli R2, joita löytyy molemmista rakennuksen osista (A- ja B-osa). Kattotuolin jänneväli on 9675 mm ja on hieman erikoisen näköinen (Kuvio 2). Laskennassa lumikuormaksi on merkitty  $1.8 \text{ kN/m}^2$ , kun taas huoltosiivessä olevilla normaaleilla harjaristikoilla on laskennassa annettu lumikuorman arvoksi  $2.7 \text{ kN/m}^2$ . Piirustuksiin merkityt tukireaktiot kyseisille ristikoille olivat lähes samat kuin omissa laskelmissani. Laskelmissa käytin edellä käytettyjä lumikuormia. Huolestuttavaa tässä on se, että piirustukseen merkittyjä lumikuormia on todella käytetty kantavuuslaskuissa.

Sisällä päivähoitotilojen keskellä olevien sisäikkunoiden karmeissa oli havaittavissa selvää taipumaa ja yhtenä syynä tähän voi olla kattoristikoiden R2 mitoitusvirhe. Selvää tässä asiassa ainakin on se, että kyseisten ristikoiden taipuma on suurempi kuin oli suunniteltu.

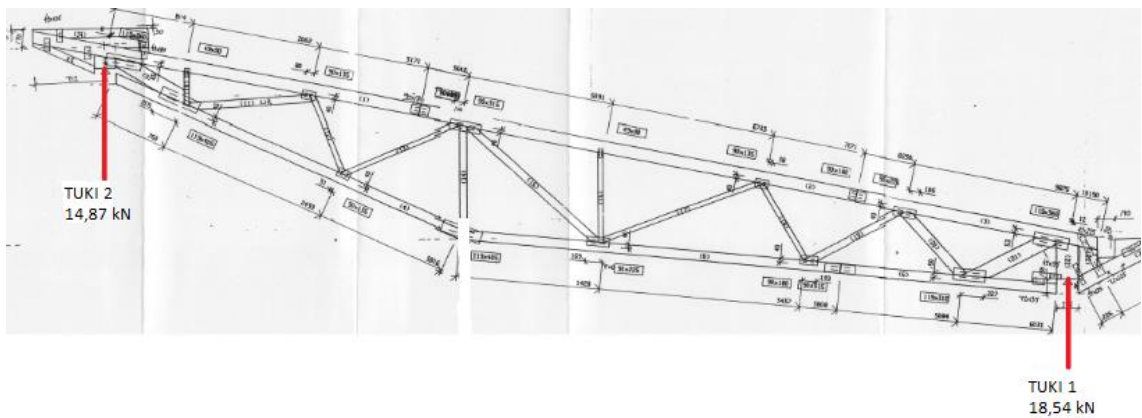
#### 6.1.2 Korjausehdotus

Ristikoissa R2 on kaksi tukipistettä ja ehdottaisin tähän lisättävän yksi lisätukipiste sisäikkuna rivin kohdalle, mutta tässä tapauksessa tulisi tarkastella kattoristikon toimivuus uuden tuen aiheuttamiin mekaanisiin muutoksiin. Ikkunat poistetaan ja tilalle asennetaan liimapuupalkki ja tuetaan tarvittavilla pilareilla, näin saataisiin ristikoiden jännevälejä pienennettyä 6200 mm. Laskin tukireaktiot kolmella tuella uusien määräyksien mukaan (Kuvio 2) ja tukireaktiot eroavat huomattavasti nykyiseen malliin verrattaessa (Kuvio 3). Käytin myös nykyisen mallin laskennassa uusia määräyksiä ja tukireaktiot erosivat huomattavasti

suunnittelijan käyttämän 1,8 kN lumikuorman verrattuna. Tuelle 2 sain tukivoiman 14,87 kN, kun taas suunnittelijan piirustuksissa tukivoima on 10,44 kN. Tuelle 1 sain tukivoiman 18,54 kN, kun suunnittelijalla 11,26 kN.

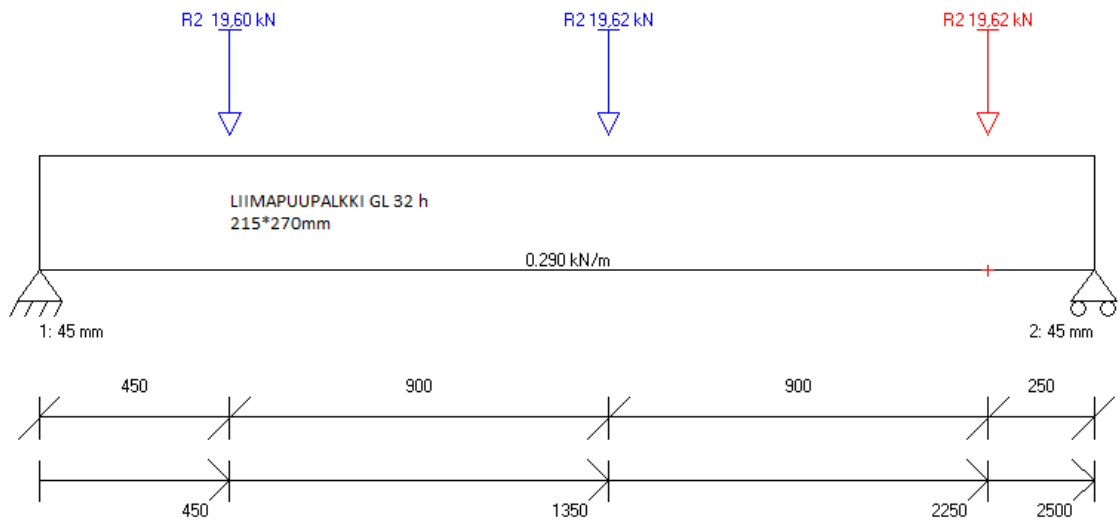


Kuvio 2. Tukivoimien jakaantuminen korjatussa rakenteessa



Kuvio 3. Tukivoimien jakautuminen nykyisessä ratkaisussa

Laskin liimapuupalkin kokoluokkaa uudelle tuelle, kun pilareiden jänneväli on 2500 mm (Kuvio 4).



Kuvio 4. Liimapuupalkin kuormitus

## 6.2 Erkkerit

Erkkereitä on rakennuksessa 4 kpl ja ovat rakenteeltaan matalia, ikkunoita on sijoitettu jokaiselle sivulle. Erkkerin yläpohjarakenne sisältä lukien:

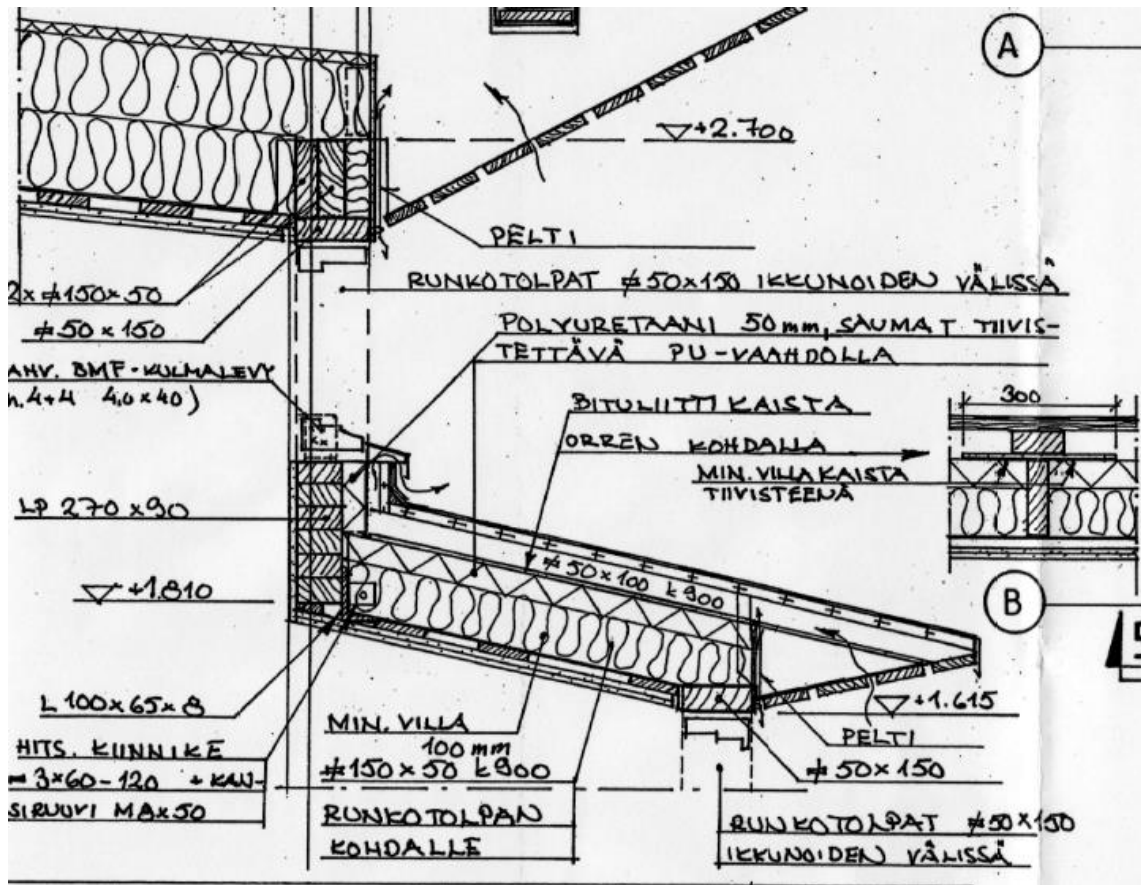
- 2\*13 mm kipsilevy
- harvalauta 22\*100 mm k 200
- muovikelmu
- kattokannattaja 150\*50 mm k 900 + mineraalivilla 100 mm + polyuretaani 50 mm
- tuuletusrako 50 mm
- raakapontti 23\*95 mm
- alushuopa
- huopalaattakate.

U-arvo tälle rakenteelle on 0,247 W/(m<sup>2</sup>K).



### 6.2.1 Ongelmat

Ikkunat erkkerien yläpuolella ovat painuneet alaspäin, tämän havaitsee helposti silmämääräisellä tarkkailulla ulkopuolelta. Aukkoylityksessä on käytetty 90\*270 mm liimapuupalkkia (Kuvio 5) kantavuudeltaan tämä on laskelmieni mukaan pieni, koska taipuman raja-arvo ylittyy hieman. Taipuman raja-arvona on 6,8 mm, kun taipuman mitoituservo on 7,6 mm ja käyttöasteeksi tulee 112,9 %. Toisaalta vuonna 1987 on ollut toisenlaiset määräykset kuormille, joten heidän käyttämällä kattokuormilla palkki kestää loistavasti, käyttöasteeksi sain silloisten kuormien mukaan 67,8 %. Ristikopiirustuksissa käytetty tukivoima ristikon alapäässä on 11,26 kN, kun taas omissa laskelmissa sain tukireaktioksi 18,81 kN. Tästä seikasta johtuvat eriäväisyydet käyttöasteissa.



Kuvio 5. Erkkinen leikkauskuva

## 6.2.2 Korjausehdotus

Erkkinen aukkoilyksessä oleva palkin kantavuus olisi riittävä, jos korjaus katto-tuolien R2 osalta toteutuisi ehdotetulla tavalla (kohta 6.1.2). Perusteluna voisin mainita tukivoiman pienentymisen alkuperäisestä 18,81 kN:sta 11,26 kN:iin.

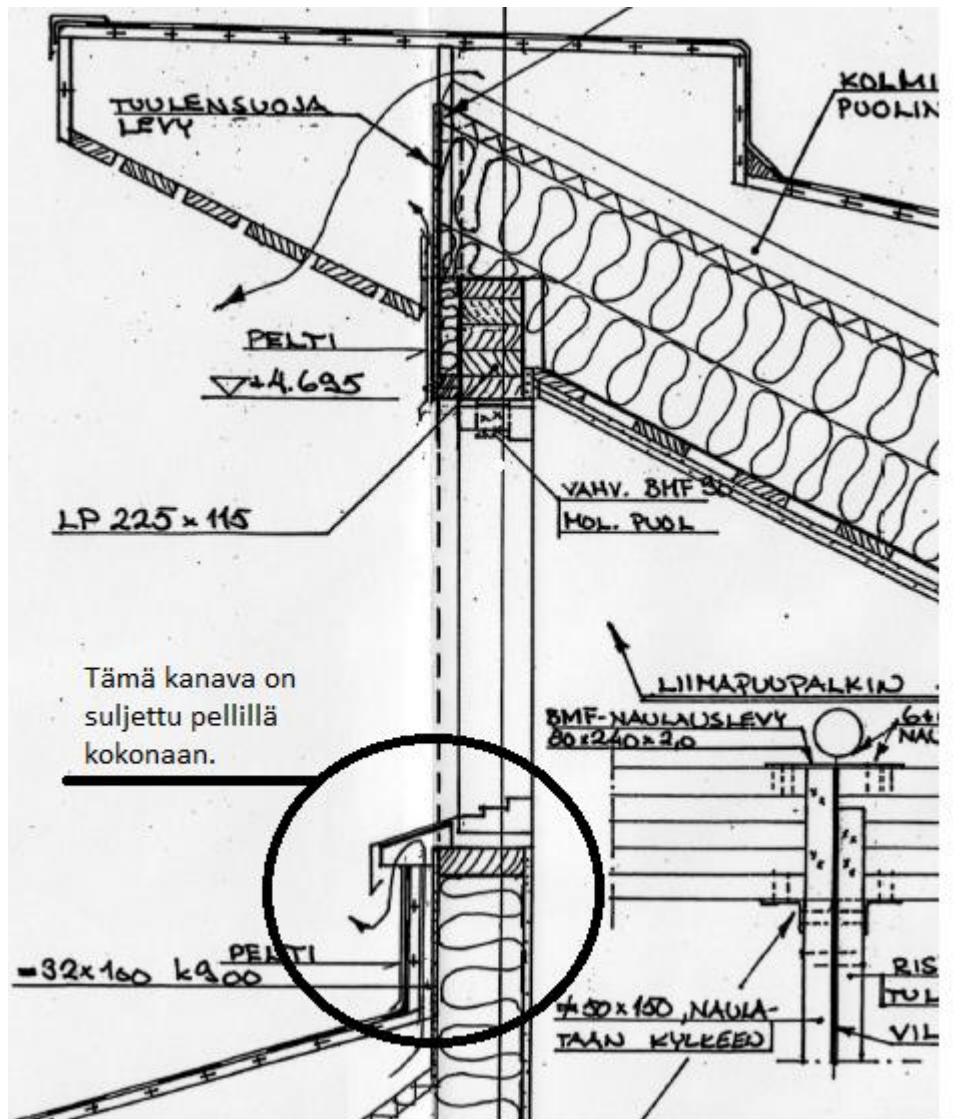
Erkkinen yläpuolella olevat ikkunat voisi purkaa pois, jotta erkkinen kattoon voisi lisätä lämmöneristystä ja tuuletusrako saadaan kasvatettua sataan milliin. Kattoa voisi jopa nostaa ylemmäksi, jolloin ylityspalkki tulisi näkösälle, mutta se ei liene ongelma, sillä sen voi koteloida. Piirsin erkkinenstä luonnoksen 1:10 mittakaavaan, jotta ajatukseni tulisi selkeämmin esille (Liite 1).

### 6.3 Kattoikkuna rivistö pääsisäänkäyntien puolella

Ikkunarivistö kulkee pääsisäänkäyntien lappeen yläpuolella lähes koko lappeen pituudella ja on tarpeellinen luonnonvalon lähde päivähoitotilojen käytäville.

#### 6.3.1 Ongelmat

Suurin ongelma on yläpohjan tuuletuksen toimivuus, joka katkeaa ikkunarivistöön. Tuuletus on suunniteltu tapahtuvaksi ikkunapeltien alta, mutta paikanpäällä tehdyn tarkastelun perusteella huomasin ikkunapellin sulkevan tämän tuuletuskanavan totaalisesti (kuvio 6). Tästä johtuen ikkunarivistö sulkee ilmankierron koko 19 metriä pitkän lappeen osalta. Oletettavasti kosteutta on kertynyt ja tulee kertymään kyseisiin rakenteisiin koko lappeen matkalla.



Kuvio 6. Suunniteltu tuuletus

### 6.3.2 Korjausehdotus

Ikkunapeltien alakautta tulevan tuuletusmahdollisuuden korjaaminen toimivaksi on näin ensihätään olennaisen tärkeää. Ongelmia tulee kuitenkin jatkossakin olemaan kanavan aukipitämisen suhteen koska kyseiselle lappeelle lumen kertyminen on otettava huomioon. Lumi sulkee kyseisen tuuletuskanavan pitkäksi aikaa talvella.

Toisena vaihtoehtona voisi olla ikkunarivistön harventaminen siten, että ikkunoiden väliin voitaisiin rakentaa esimerkiksi 500 mm leveä puurakenne, jota

kautta tuuletus saataisiin kulkemaan ongelmitta yläpuolelle olevan räystään alle. Ikkunoiden alle jäävä seinäosuus tulisi ilmaraon osalta koolattava ristiin, jotta ilmalla olisi mahdollisuus liikkua myös sivusuunnassa. Ratkaisu työllistää tietenkin aika lailla, kun ikkunat pitäisi poistaa ja asentaa uudelleen uusiin paikkoihin. Lisäksi ulkoverhous pitää purkaa ikkunoiden alapuolelta, jotta ristiin koolaus voitaisiin rakentaa. Piirsin leikkauksen kyseisestä kohdasta 1:10 mittakaavaan (liite 2).

#### 6.4 Valokuilut

Valokuiluja rakennuksesta löytyy 4 kpl ja puolustavat kyllä paikkansa luonnonvalonlähteenä muuten niin pimeälle käytävälle. Kuilun rakenne on lämpöeristämätön ja pintana maalattu kipsilevy. Kuilun tuuletus on hoidettu yläpäähän sijoitettun venttiilin kautta.

##### 6.4.1 Ongelmat

Suurin ongelma on mielestäni kuilun yläpäässä oleva ikkuna, jonka alareuna on lähellä seuraavan katon lapetta. Talvella tuiskulumen kertyminen lappeelle voi olla runsasta ja näin ollen voi peittää ikkunan lähes kokonaan. Sulamisen ja jäätyksen johdosta rasitus ikkunan alaosaan on huomattava ja voi aiheuttaa vuotoja valokuiluun. Kyselyjen ja havaintojen perusteella tällaista ongelmaa ei ole kuitenkaan vielä ilmennyt. Lampun varressa on havaittavissa maalin runsasta hilseilyä, joka voi johtua kosteuden tai lämmön vaikutuksesta (aurinko), mahdollisesti myös näiden yhteisvaikutuksella on merkitystä hilseilyyn.

##### 6.4.2 Korjausehdotus

Yläpuolisen ikkuna korkeus on nykyhetkellä 1200 mm ja ratkaisuksi ehdottaisin ikkunan korkeuden puolittamista 600 mm, jolloin lappeen ja ikkunan väliin saataisiin huomattavasti enemmän pelivaraa. Lumesta ja jäästä aiheutuva rakenteellinen rasitus ikkunan alareunaan olisi näin ollen pienempi.

Kuilun lämpöeristäminen ylös asti vähentäisi kosteuden siirtymistä ja tiivistymistä kuiluun ns. kylmältä osalta. Lämpöeristämättömänä kosteuden tiivistyminen kuilun rakenteisiin on ilmeinen, kun sisä- ja ulkolämpötilan välinen ero on ainostaan 25 °C, esim. ulkona -5 ja kuilun sisällä +20. Tällainen tilanne on mahdollinen varsinkin valokuilun alapäässä olevan ikkunan läheisyydessä.

## 6.5 Juhlasalin kattorakenteet

Juhlasalin yläpohjarakenteet on toteutettu ns. palkkirakenteilla, jolloin on saatu saliin lisää korkeutta. Mielestäni rakenne salista katsellessa näyttää hieman sekavan oloiselta ja kannatinpalkkien yläpuolella oleva katonosa tuntuu hieman turhan oloiselta.

### 6.5.1 Ongelmat

Kuntoarvion mukaan palkkien alapäissä olevissa liitoksissa on eristevikoja ja lämpövuotoja. Leikkauskuvaa tarkastellessa huomaa ongelman olevan hyvin ilmeinen. Paikan päällä tehdyn havainnon mukaan leikkauskuva ei ole rakennetun rakenteen mukainen, vaan alapäistään palkeista näkyy vain pieni osa, kun taas leikkauskuvassa palkkien pitäisi olla näkyvillä kokonaan seinän liittymään asti.

### 6.5.2 Korjausehdotus

Koska palkkien seinään liittyvässä osassa on lämpövuotoja niin pettäisin palkit alapäästään, jotta kylmäsilta saataisiin katkaistua. Palkit tulisivat näkyville samasta paikasta, jossa ne näkyvät kokonaan nykyisessäkin ratkaisussa, mutta tyhjän tilan palkkien yläpuolelta peittäisin. Toteutuksessa villoitus ja muut rakenteet tulisivat heti palkkien päälle. Näin toteutettuna lämmitysenergian kulutus pienenesi jonkin verran ja välipohjan tuuletus saataisiin toteutettua toimivammaksi. Nykyinen yläpohjan rakenne on tuuletuksen toteuttamiselle hieman hankala. Luonnostelin ideani piirustuksen muodossa (liite 3). Vertailun vuoksi lisäsin liitteisiin alkuperäisen otoksen juhlasalin leikkauspiirustuksesta (liite 4).

## 7 POHDINTA

Tehdyn kuntoarvion perusteella on yläpohjassa havaittu lämpökamerakuvauksissa eristevikoja ja lämpövuotoja erityisesti katon rajoissa ja läpivientien kohdilla, kuten esimerkiksi IV-läpivientien ja upotettujen valaisimien liitoksissa sisäkattossa. Vähintään näihin puutteisiin tulisi kiinnittää huomiota ja tehdä tarvittavat korjaukset. Parhaaseen tulokseen päästäisiin purkamalla sisäkattot, jolloin voitaisiin höyrynsulkujen asennus tehdä huolella ja tiiveys tältä osin voitaisiin taata. Samalla avauksella tarkastetaan lämmöneristeiden kunto ja asennuksen aikaisiin puutteisiin voitaisiin näin ollen vaikuttaa positiivisesti. Altapäin tehtävän purkamisen yhteydessä voitaisiin tarkistaa ja varmistaa yläpohjan kunnollinen tuulettuminen.

Kylälaakson päiväkotitoimi on varmasti ulkonäöltään ja sisätiloiltaan sen ajan hengen mukainen, jossa ulkonäkökeskeinen suunnittelu on mielestäni mennyt hieman rakennesuunnittelun edelle. Arkkitehdin työnkuvaa on usein kuvattu sanoilla: Suunnitellessaan rakennusta arkkitehdin tulisi olla jo varhaisessa vaiheessa tiiviissä yhteistyössä erikoissuunnittelijoiden kanssa kuten rakennesuunnittelija, LVI-suunnittelija ja sähkösuunnittelija. Kylälaakson päiväkodin suunnittelun osalta en tietenkään tiedä, onko näin toimittu, mutta rakenteellisia ratkaisuja tarkastellessa voisi kuvitella, että jossain määrin yhteistyö on ollut hieman ontuvaa.

Valtakunnallisesti ajatellen arkkitehtien ja erikoissuunnittelijoiden yhteistyö on keskeisessä asemassa toimivien rakennusten suunnittelussa ja unohtamatta tietenkään rakennuksilla olevien osaavien työntekijöiden tärkeää osuutta kokonaisuudessa. Hyvin suunniteltu kokonaisuus on toteutukseltaan yksinkertainen ja rakentamisen aikaiset virheet voidaan minimoida.

Projekti oli mielenkiintoinen ja motivoiva. Piirustusten selaamiseen ja ratkaisujen pohtimiseen kului paljon enemmän aikaa kuin olin ajatellutkaan. Toisaalta aikaa vievää toimintaa oli myös leikkauspiirustusten tekeminen. Työtäni pyrin tekemään huolellisesti ilman virheitä, mutta laskelmieni tuloksiin kaikkien tulisi

suhtautua kriittisesti. Laskelmissa käytetään niin paljon eri arvoja ja muuttujia, että jotain on voinut jäädä huomioimatta. Lisäksi tietenkin toivoisi, että työn tilaajalle tästä olisi konkreettista hyötyä ainakin joltain osin.



## LÄHTEET

Björkholtz, D. 1987. Lämpö ja kosteus. Rakennusfysiikka. Vammala: Vammalan Kirjapaino Oy.

CE-merkintä. Verkkodokumentti. Ympäristöministeriö. Viitattu 10.4.2015  
[http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto\\_ja\\_rakentaminen/Rakentamisen\\_ohjaus/Rakennustuotteiden\\_tuotehyvaksynta/CEmerkinta](http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Rakentamisen_ohjaus/Rakennustuotteiden_tuotehyvaksynta/CEmerkinta).

RIL 107–2012. Rakennusten veden- ja kosteudeneristysohjeet. 2012. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL Ry. Tammerprint Oy.

RIL 250–2011. Kosteudenhallinta ja homevaurioiden estäminen. 2011. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL Ry. Saarijärven Offset Oy.

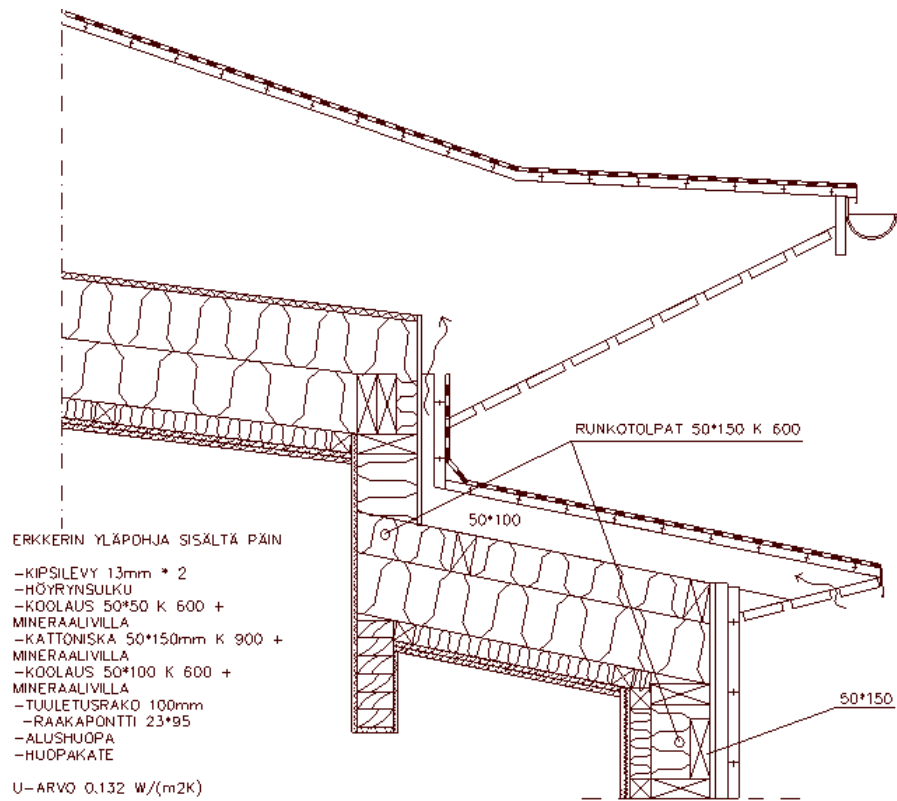
RIL 255-1-2014. 2014. Rakennusfysiikka 1. Rakennusfysikaalinen suunnittelu ja tutkimukset. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL Ry. Tammerprint Oy.

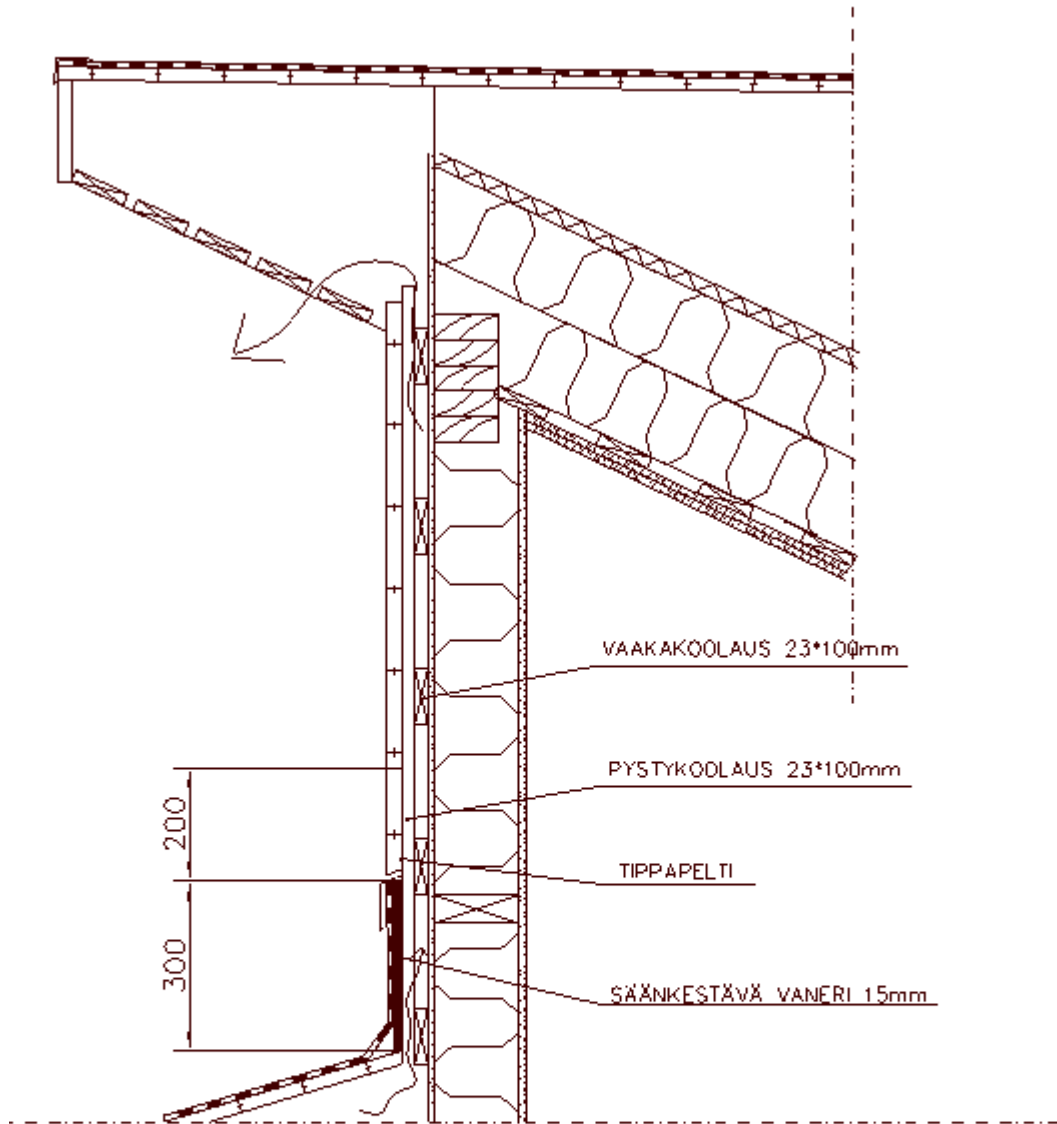
Suomen rakentamismääräyskokoelma 2015. Ympäristöministeriö. Viitattu 10.4.2015 [http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto\\_ja\\_rakentaminen/Lainsaadanto\\_ja\\_ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma](http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Lainsaadanto_ja_ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma).

Toimivat katot 2013. Kattoliitto. Viitattu 10.4.2015  
[http://www.kattoliitto.fi/files/504/Toimivat\\_Katot\\_2013\\_reduced\\_size\\_.pdf](http://www.kattoliitto.fi/files/504/Toimivat_Katot_2013_reduced_size_.pdf).

## LIITTEET

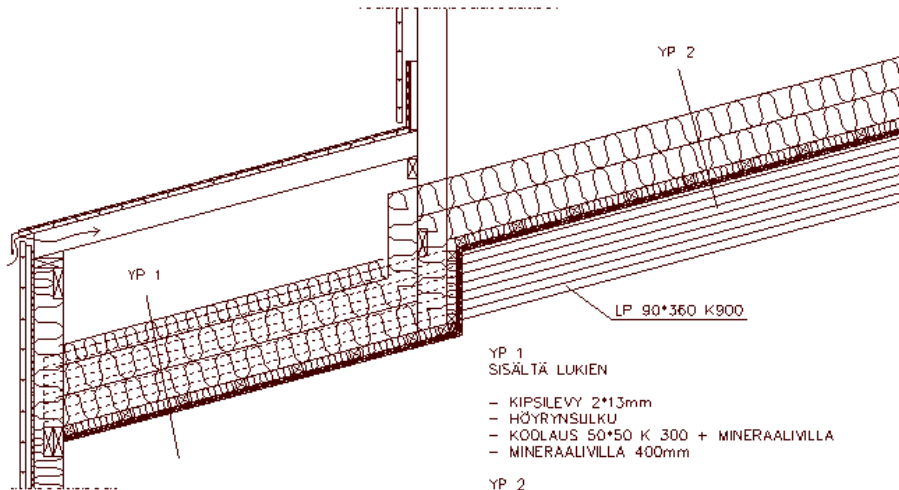
- Liite 1. Luonnos erkkerin yläpohjasta
- Liite 2. Periaateleikkaus ikkunoiden välisestä rakenteesta
- Liite 3. Periaateleikkaus juhlasalin yläpohjasta
- Liite 4. Alkuperäinen juhlasalin leikkaus





PERIAATELEIKKAUS IKKUNOIDEN VÄLISESTÄ RAKENTEESTA

## PERIAATELEIKKAUS JUHLASALIN YLÄPOHJASTA



YP 1

SISÄLTÄ LUKIEN

- KIPSILEVY 2\*13mm
- HÖYRYNSULKU
- KOOLAUS 50\*50 K.300 + MINERAALIVILLA
- MINERAALIVILLA 400mm

YP 2

- KIPSILEVY 2\*13mm
- HÖYRYNSULKU
- KOOLAUS 50\*50 K.300+ MINERAALIVILLA
- MINERAALIVILLA 300mm

