



Jari Mononen

Räystäärakenteen kehittäminen kat- toelementeissä.

Metropolia Ammattikorkeakoulu
Rakennusmestari (AMK)
Rakennusalan työnjohdon tutkinto
Opinnäytetyö
10.5.2022

Tiivistelmä

Tekijä: Jari Mononen
Otsikko: Rästärakenteen kehittäminen kattoelementeissä
Sivumäärä: 35 sivua
Aika: 10.5.2022

Tutkinto: Rakennusmestari (AMK)
Tutkinto-ohjelma: Rakennusalan työnjohdon tutkinto
Ammatillinen pääaine: Talonrakennus
Ohjaajat: Lehtori, Anne Aalto
Yrityksen edustaja: Liiketoimintajohtaja, Pasi Jussila

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli etsiä uusia ratkaisuja nykyisten puurakenteisten kattoelementtien avorästään tuomiin haasteisiin. Työn tavoitteena oli tutkia eri osakokonaisuuksien vaikutuksia toisiinsa ja kehittää toimiva, kustannustehokas ja kokonaisvaltainen ratkaisu. Opinnäytetyö toteutettiin yhteistyössä Kerabit Pro Oy:n ja Seikat Oy:n kanssa.

Haasteena elementtien rästärakenteissa on hyönteisverkon siisti toteutus tuotannossa ja jälkitöiden määrä itse asennuksen jälkeen. Suurimpana kompastuskivenä on ollut rästään alapuolella sijaitseva hyönteisverkko/tuuletusrako, johon toimeksiantaja toivoi kehitysratkaisuja. Tavoitteena oli saada elementin valmiusaste paremmalle tasolle tuotannossa, joka oleellisesti vaikuttaa työmaalla syntyviin jälkitöihin ja kustannuksiin.

Tässä opinnäytetyössä kerrotaan elementoinnista yleisellä tasolla ja käsitellään tärkeimpiä osa-alueita liittyen kattoelementteihin. Opinnäytetyössä viitataan lyhyesti myös muihin toimeksiantajan esittämiin kehittämistarpeisiin, mutta pääosin keskitytään avorästään tuomiin haasteisiin. Opinnäytetyötä voidaan hyödyntää myös suunniteltaessa varsinaisen tuotannon tehostamiseen liittyviä toimia tulevaisuudessa. Työssä esitelty materiaali on kerätty kaikkien mukana olleiden kanssa aidoista tilanteista. Suureen arvoon nousee ammattilaisten kanssa pidetyt suunnittelupalaverit kehityksen eri vaiheista ja kehitysideoista.

Merkittävämpänä tuloksena avorästään osalta voidaan pitää kehitettyä monitoimipeltiä, joka syntyi tuotoksena tästä työstä. Opinnäytetyön avulla osoitetaan, että erilaisilla suunnittelu-, rakenne- ja materiaaliratkaisuilla voidaan vaikuttaa rakenteiden tuomiin haasteisiin. Puurakentaminen mahdollistaa paremman muokattavuuden ja kustannustehokkaiden ratkaisujen kehittämisen.

Avainsanat: Avorästäs, monitoimipelti, rästäsdetaljiikka.

Abstract

Author: Jari Mononen
Title: Development of Eave Structure in Roof Elements
Number of Pages: 35 pages
Date: 10 May 2022

Degree: Bachelor of Engineering
Degree Programme: Construction Site Management
Professional Major: Building Construction
Supervisors: Anne Aalto, Senior Lecturer
Company representative: Pasi Jussila, Business Director

The purpose of this thesis was to search for new solutions to the challenges posed by the open eaves of wooden roof elements. The aim was to explore the effects of different sub-assemblies on each other and to develop a functional, cost-effective, and comprehensive solution. The thesis was carried out in collaboration with Kerabit Pro Oy and Seikat Oy.

The challenge in the eave structures of the elements is the presentable implementation of the insect net in production and the amount of post-production after the installation itself. The greatest challenge has been the insect net / ventilation slot below the eaves, for which the client requested for development solutions. The aim was to bring the element's degree of readiness to a better level in production, which will have a significant impact on the post-production and costs incurred on site.

This thesis describes prefabrication at a general level and discusses the main areas related to roof elements. The thesis also briefly refers to other development needs presented by the client, but the main focus is on the challenges posed by open eaves. The thesis can also be utilized to plan future measures to increase the efficiency of actual production. The material presented in this thesis has been collected from everyone involved in real situations. Of great value are the design meetings held with professionals about the various stages of development and development ideas.

The main result of this development work in terms of the open eaves is the developed multi-purpose sheet metal. The results of the thesis show, that different design, structure, and material solutions can influence the challenges posed by structures. Wood construction enables the development of better customizability and cost-effective solutions.

Keywords: Eave detail, multi-purpose sheet metal, open eaves

Sisällys

Lyhenteet

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | Johdanto | 1 |
| 2 | Opinnäytetyön tausta | 2 |
| 2.1 | Toimeksiantajan kuvaus | 2 |
| 2.2 | Kehittämistarve puurakenteisissa elementeissä | 3 |
| 2.3 | Opinnäytetyön tavoitteet ja työn rajaus | 8 |
| 3 | Tietoperusta | 8 |
| 3.1 | Vesikattoja koskevat määräykset ja ohjeet | 8 |
| 3.2 | CE-merkintä | 9 |
| 3.3 | Kattoelementtien vakiorakennetyypit ja valmistus | 10 |
| 3.3.1 | Aluskermi | 14 |
| 3.3.2 | OSB-levy | 14 |
| 3.3.3 | Runkopalkit elementissä | 15 |
| 3.3.4 | Lämmöneriste | 17 |
| 3.3.5 | Höyrynsulku | 18 |
| 3.4 | Toimiva räystäsrakenne kermikatoilla | 20 |
| 3.5 | Yläpohjien tuuletus | 22 |
| 4 | Opinnäytetyön toteutus | 27 |
| 4.1 | Kehittämistyön lähtökohdat ja prosessi | 27 |
| 4.2 | Aineistonkeruu- ja kehittämismenetelmät | 27 |
| 4.2.1 | Tehdasvierailu | 28 |
| 5 | Opinnäytetyön tulokset | 29 |
| 6 | Johtopäätökset | 33 |
| 7 | Yhteenveto | 34 |
| | Lähteet | 35 |

Lyhenteet

LVL: Laminated Veneer Lumber, viilupuu

OSB: Oriented Strand Board, rakennuslevy

1 Johdanto

Opinnäytetyö toteutettiin Metropolia ammattikorkeakoulun rakennusalan työnjohdon koulutusohjelmassa keväällä 2022 yhteistyössä Kerabit Pro Oy:n ja Seikat Oy:n kanssa. Opinnäytetyössä tavoitteena oli etsiä uusia suunnitteluratkaisuja puurakenteisten kattoelementtien räystäsrakenteiden pieneläinverkon toteutuksen kehittämiseen niin tuotannon näkökulmasta kuin itse työmaalla toteutettuun asennukseen.

Tässä opinnäytetyössä tarkastellaan räystäsrakenteita ja niiden ongelmien ratkaisuja ja yleisesti kattoelementtejä ja niiden valmistusta. Työturvallisuus on myös otettava huomioon ja niiden toteutusta suunniteltava aina tuotannosta valmiiseen lopputuotokseen asti.

Puurakentaminen on kovassa kasvussa Suomessa ja maailmalla. Puu materiaalina antaa paremmat mahdollisuudet erilaisten rakenteiden suunnittelussa ja on ekologinen vaihtoehto. Puurakenteisia kattoelementtejä voidaan käyttää lähes missä vain. Tyypillisiä kohteita ovat hallirakennukset teollisuudessa, julkiset rakennushankkeet kuten koulut ja päiväkodit, myös asuntotuotannossa on havaittavissa selkeää kasvua elementtejä kohtaan.

Kerabit Pro:ssa ja Seikat Oy:ssä haluttiin saada tehokkuutta ja uusia näkökulmia räystäsrakenteiden osalta. Räystäiden osalta on hyönteisverkon nykyratkaisuissa havaittu korkeita jälkitöiden määriä, jotka korreloivat suoraan työmaan kustannuksiin ja työmaiden läpimenoaikaan.

2 Opinnäytetyön tausta

Tämä opinnäytetyö on jatkoa syksyllä 2021 toteutetulle innovaatioprojektille, joka myös liittyi puurakenteisiin kattoelementteihin. Innovaatioprojektissa käsiteltiin laajemmin elementoinnissa olevia haasteita, mutta tässä työssä keskitytään tarkempaan yksityiskohtiin ja detaljikkaan räystäiden osalta. Opinnäytetyön aihe syntyi osaltaan innovaatioprojektin seurauksena ja siitä kehittyi tarve uudenlaiseen pohdintaan havaittujen ongelmien vuoksi.

Tällä hetkellä yrityksessä on suuri tilauskanta elementtien osalta, joten ongelman mahdollinen kehitysratkaisu auttaa yritystä niin ajallisesti kuin taloudellisesti. Työryhmäksi valittiin samat henkilöt kuin syksyllä innovaatioprojektin kanssa yhteistyössä olleet. Seikat Oy liittyi emokonserni Nordic Waterproofing konserniin keväällä 2021 ja näin antoi mahdollisuuksia laajentaa opinnäytetyön aiheen löytymistä, jolle oikeasti oli tarvetta. Yrityksen laaja erikoisosaaminen katto- ja vedeneristysalalla tarjoaa jatkossakin valtavasti uusia kehitystyön kohteita pysyäkseen markkinajohtajana Pohjois-Euroopassa.

2.1 Toimeksiantajan kuvaus

Tämä opinnäytetyö tehtiin yhteistyössä Kerabit Pro Oy:n ja Kattoelementtejä valmistavan Seikat Oy:n kanssa. Yritykset ovat osa emoyhtiötä Nordic Waterproofing konsernia. Suomessa konsernin kumppaneita ovat:

- AL-Katot ja Kerabit Pro: katto ja vedeneristysurakointi
- E. Voutilainen: teollisuuden pintakäsittelyt
- Kerabit: katto- ja vedeneristystuotteet
- LA Kattohuolto: kattuhuollot ja korjaukset

- Playgreen: aurinkosähkön erityisosaaja
- Ripatti: julkisivurakentaminen, RipRap- räystääselementit ja turvakaiteet
- Seikat: kertopuiset katto- ja parveke-elementit
- SPT-Painting: lattia- ja laivankansipinnoitusurakointi, ruiskutettavat pinnoitteet pihakansille ja teollisuuteen

Suomen konsernin juuret ovat peruja Lemminkäisen aikaisesta toiminnasta. Kerabit Pro syntyi vuonna 2011, kun silloinen Lemminkäinen myi kattoliiketoimintansa tanskalaiselle pääomasijoittajalle. Kyseinen pääomasijoittaja osti liiketoimintaa myös Tanskasta ja Ruotsista ja näin syntyi Nordic Waterproofing Group, joka on edelleen kasvanut yritysostojen myötä yhdeksi Pohjois-Euroopan suurimmista vedeneristysalan yrityksistä. Uusin yritysosto on Seikat Oy, jonka osakekannasta yli 80 % siirtyi NW:n omistukseen 1.4.2021. Suomessa henkilöstöä on noin 500 ja koko konsernin liikevaihto oli vuonna 2021 3664 miljoonaa Ruotsin kruunua, (3303milj.€).

2.2 Kehittämistarve puurakenteisissa elementeissä

Seikatin tehtaalla valmistetaan pääsääntöisesti kahta räystäästyyppiä. Avoräystästä ja räystästä alapuolisella verhouksella. Avoräystäällä tarkoitetaan räystäämallia, jossa kattoelementin tuuletuspalkit jatkuvat räystäänä. (kuva 1) Tehtaalla asennetaan valmiiksi otsalauta, hyönteisverkko ja peitelaudat räystääsväleihin. Tuotannossa haasteita on ollut Seikatin mukaan, peitelaudan asennuksessa avoräystäsrakenteessa vasojen väliin. Työ tehdään vinonaulaamalla vasoihin, jolloin on iso halkeamisriski. Ulkonäöllisesti se ei ole haettu lopputulos varsinkaan, jos peitelaudat eivät ole ihan linjassaan.

Toisena ongelmakohtana Seikat nosti esiin tuotannossa kattoelementin rakenteena käytetyn OSB-levyn alapuolisen maalauksen. OSB-levy toimii alustana

vedeneristeelle. OSB-levyä joudutaan maalamaan useaan kertaan, jotta riittävä peitto saadaan tehtyä näkyviin jääville osille. Tämä on tuotannossa yksi hidastava tekijä, mutta kuitenkin yksi pakollinen työvaihe, jota ei varsinaisesti pystytä sivuuttamaan, vaan on hyväksyttävä se osana tuotantovaihetta. Tässä opinnäytetyössä ei etsitä ratkaisua maalauksen tuomiin haasteisiin, vaan keskitytään avoräystäsmallin kehittämiseen hyönteisverkon osalta. Seikat pyrkii itse jalostamaan työvaihetta tulevaisuudessa.

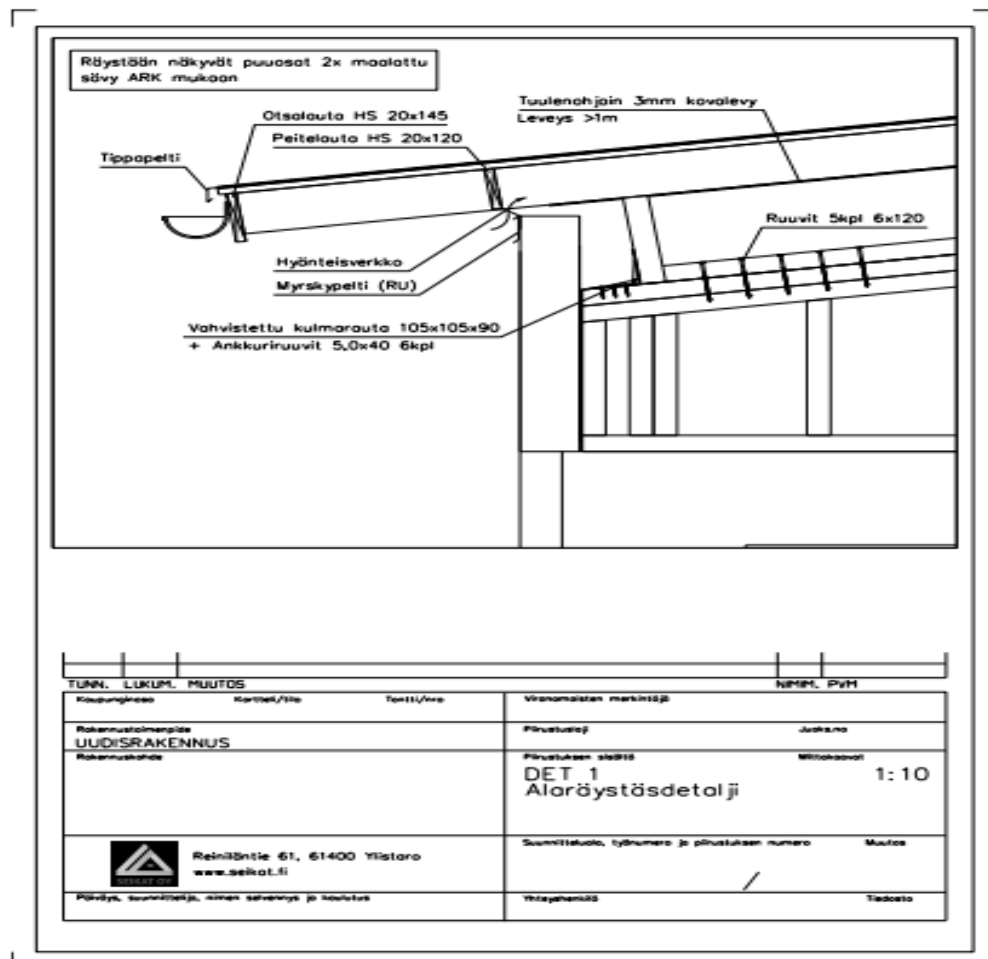
Hyvänä puolena avoräystäsrakenteessa voidaan pitää viimeistelytöiden kohtuu pientä osuutta itse elementin asennuksen jälkeen. Avoräystä sallii suojakaiteiden jouhevan asennuksen työmaalla, kun alapuolinen verhoustyö jää pois. Ainoa suurempi ongelma ilmenee hyönteisverkon työvaiheessa niin tuotannossa kuin työmaalla, johon tällä opinnäytetyöllä pyritään saamaan ratkaisua, sekä näkyviin jäävien puuosien maalaus.

Hyönteisverkko nidotaan tehtaalla räystääsvasojen väliin, usein hankalissakin työasunnoissa ja lopputulosta on hankala saada siistiksi työmaalla, kun verkon helma joudutaan erikseen kiinnittämään ulkoseinän pintaan myrskypellin yhteyteen. Lisäksi haasteita syntyy verkon jatkoksista, kun elementti koostuu n. 2,5 metrin levyisistä paloista räystäällä. Lisäksi jälkityöt joudutaan tekemään nostimilla, korkeissa ja välillä ahtaissa ympäristöissä. Nostimien käyttöön liittyy myös aina riski vakavaan työtapaturmaan.

Yleisesti ottaen Seikatilla lasketaan elementeistä tarjoukset asiakkaiden toimitamien tarjouspyyntökuvien/ aineistojen mukaan. Seikat Oy kokee ongelmaksi juuri erilaiset ja vaihtuvat detaljityypit räystääsrakenteiden osalta. Seikatin kanssa yhteisissä suunnittelukokouksissa tultiin siihen tulokseen, että olisi tavoiteltava voida tarjota asiakkaalle omaa valmista rakennetyyppiä ja detaljiratkaisua, jossa nämä nykyiset yllä mainitut haasteet ovat minimoitu. Seikatilla uskotaan asiakkaiden olevan vastaanottavaisempia muutoksiin, varsinkin kun kyetään esittämään, että tehtaan oma rakennetyyppi tulee kustannuksiltaan edullisemmaksi ja toimivammaksi kuin mitä alkuperäinen tarjouspyyntö pitää sisällään.

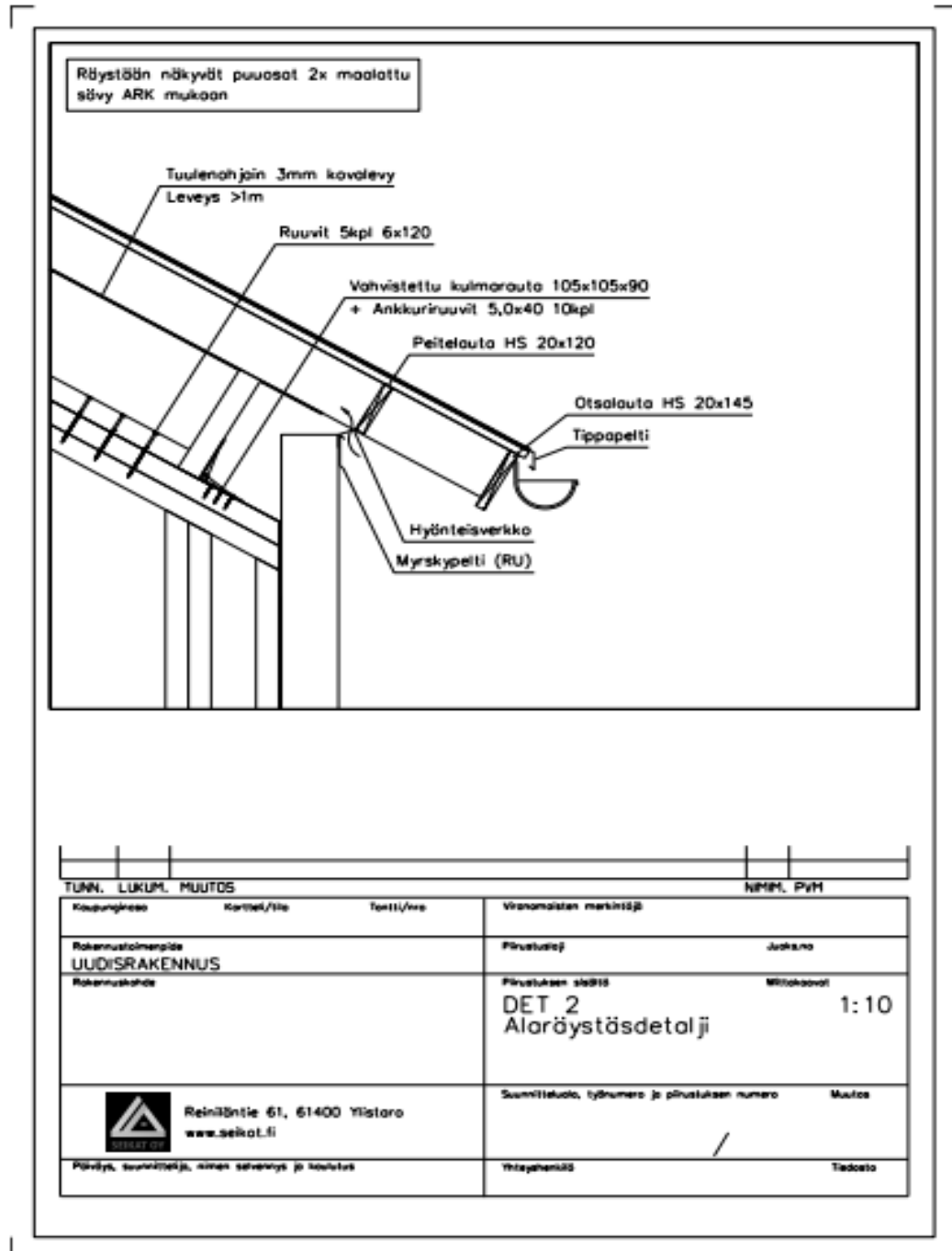
Raaka totuushan on räystäsrakenteiden osalta rakennuksen korkeus. Mitä korkeampi rakennus, sitä merkityksettömämpi on räystään ulkonäkö, kunhan se muuten on toimiva. Lisäksi rakennuksen käyttötarkoitus esim. varasto tai muuten arkkitehtonisesti yhdentekevämpi rakennus on kyseessä, on kaikkien kannalta parempi, mitä edullisemmaksi räystäsrakenne suunnitellaan. Arkkitehtien suunnittelemia rakennuksia, kuten koulut ja muut julkiset hankkeet, on Seikatin näkökulmasta hyvin hankalaa tai miltei mahdotonta saada tarjottua omaa detailjiikkaa räystäiden osalta.

Kuvassa (kuva 1) on tyypillinen räystäsrakenne loivilla katoilla. Kuvassa näkyy nykyratkaisulla toteutettu räystäs, jossa hyönteisverkko on työmaalla limitettävä erikseen myrskypellin tai muun seinärakenteen kanssa.



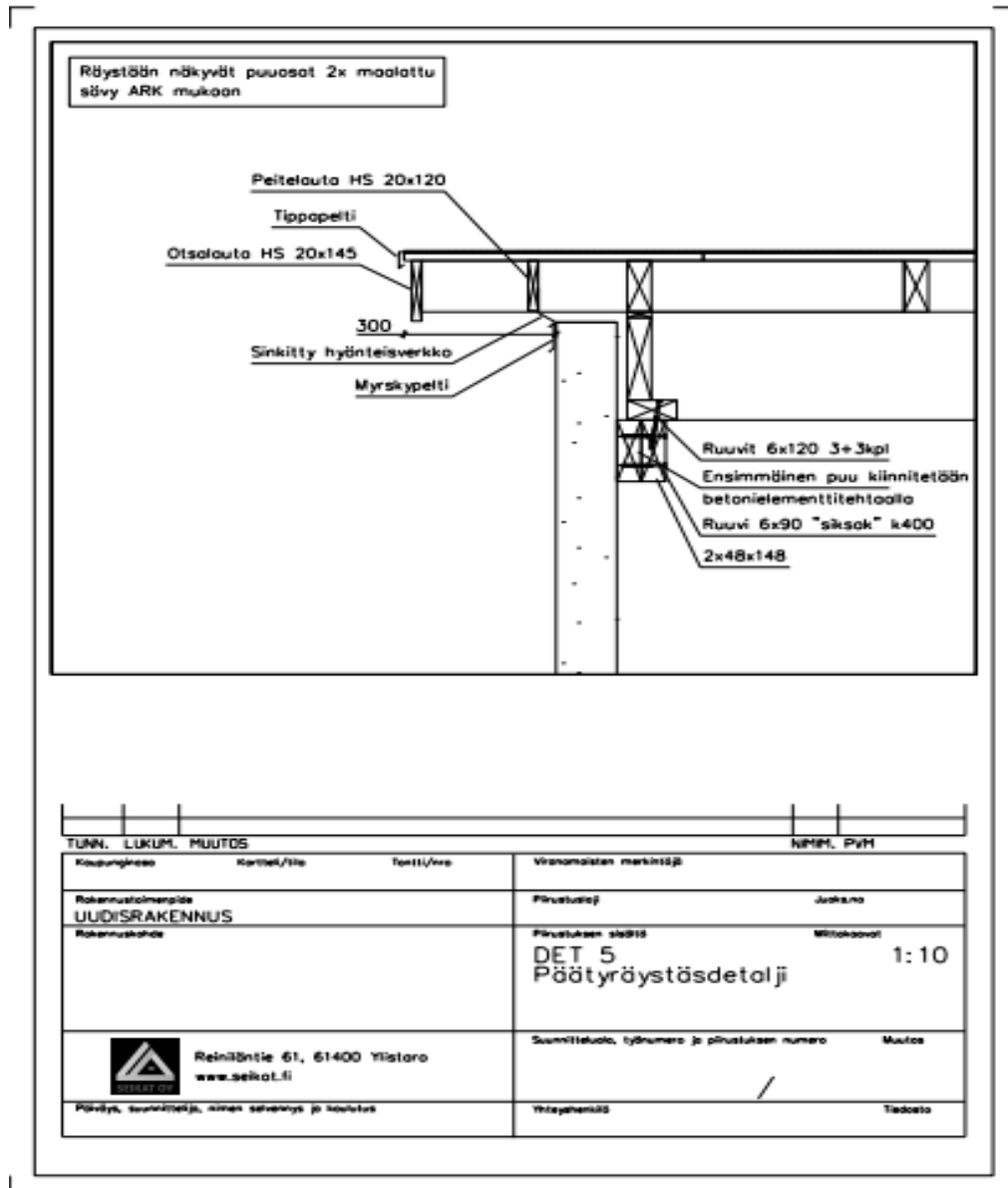
Kuva 1. Alaräystösdetalji, Juha Haapaniemi, Seikat Oy.

Alla olevassa leikkauskuvassa (kuva 2) on muuten sama ratkaisu kuin kuvassa yksi, mutta tässä lappeen kaltevuus on jyrkempi. Asennusvarat ja tilat ovat tässä melko ahtaat saada hyönteisverkkoa siististi asennettua.



Kuva 2. Alaräystäsdetalji, Juha Haapaniemi, Seikat Oy.

Kuvassa (kuva 3) on muutoin sama rakenne, mutta lähes tasainen kattopinta. Yhteistä näille kaikille räystäsdetaljeille on hyönteisverkon osalta hidas asennusnopeus tehtaan päässä ja työläät jälkityöt työmaalla.



Kuva 3. Alaräystäsdetalji, Juha Haapaniemi, Seikat Oy.

Alapuolisella verhouksella olevissa räystäsmalleissa ongelman muodostaa työmaalla räystäskaiteiden käytön, joka tarkoittaa kaiteiden asentamista vesikatton puolelle esim. vastapainokaiteilla, joka lisää työvaiheita itse vesikatolla ja nostaa kustannuksia. Tuotannossa alapuolinen verho on Seikatien mukaan

hankalampi toteuttaa, kuin avomallinen räystääs. Umpiräystääs on materiaalikustannuksiltaan kalliimpi kuin avoräystääs, mutta sulkee pois avoräystääiden tuotannolliset ja asennuksissa havaitut haitat pois, jolloin kokonaiskustannukset tasoituvat. Etuina ovat juuri hyönteisverkon pois jäänti, joka korvataan alapuolisella reikäpellillä. Myös alapuoliset maalaukset ja peitelautojen asennukset kattoväliin jäävät myös pois. Avoräystääsmalli on kuitenkin tällä hetkellä Seikatin mukaan suositumpi ja halutumpi ratkaisu.

2.3 Opinnäytetyön tavoitteet ja työn rajaus

Opinnäytetyön tavoitteena on tutkia menetelmiä, joilla kattoelementtien valmiusastetta voitaisiin kehittää eteenpäin räystäärakenteiden osalta. Räystääitä ja malleja on useita erilaisia. Työssä on tarkoitus yleispiirteittäin luoda näkemys ja hahmotelma tulevasta rakenteesta. Työssä tutkitaan perusräystäästyyppejä ja niiden tuomia haasteita. Opinnäytetyössä ei oteta kantaa mahdollisen tuotoksen tuleviin kustannuksiin, vaan tarkoitus on saada toimiva yleisluontoinen malli uudesta pieneläinverkosta avoräystääsmalliin. Aihe on haastava ja vaatii vielä jalostusta tulevaisuudessa, mutta tavoitteena on kehittää uutta ratkaisua työmaiden ja tuotannon näkökulmasta ja edesauttaa osapuolia nopeampaan ja parempaan ratkaisuun.

3 Tietoperusta

3.1 Vesikattoja koskevat määräykset ja ohjeet

Vesikatto on rakennuksen ehkä jopa tärkein osa, jonka tehtävänä on erottaa rakennuksen yläpohja ja ulkoilma toisistaan. Vesikatto koostuu seuraavanlaisista rakenteista, joiden tulee toimia yhdessä.

- Kantava rakenne

- Ilmansulku/höyrynsulku
- Lämmöneriste
- Riittävä tuuletus tarvittaessa
- Vedeneristeen alusrakenne
- Varsinainen katemateriaali
- Veden poisto ja ohjaus
- Läpiviennit
- Muut kattoon liittyvät rakenteet [1.]

Kaikkea rakentamiseen ja rakenteisiin liittyvää suunnittelua ja materiaalien käyttöä säätelevät vahvasti EU:n rakennustuotedirektiivit, standardit ja kansainväliset viranomaissäädökset. Määräyksiä ja ohjeita ylläpitää Suomen rakentamismääräyskokoelma, lisäksi vapaaehtoisia suosituksia on saatavilla Toimivat Katot ohjekirjasta, joka on tehty yhdessä Kattoliiton jäsenien kesken. Muita julkaisuja hyvästä rakentamistavasta löytyy RT-korteista, RIL-107-2012 ja RYL-painoksista. [1.]

3.2 CE-merkintä

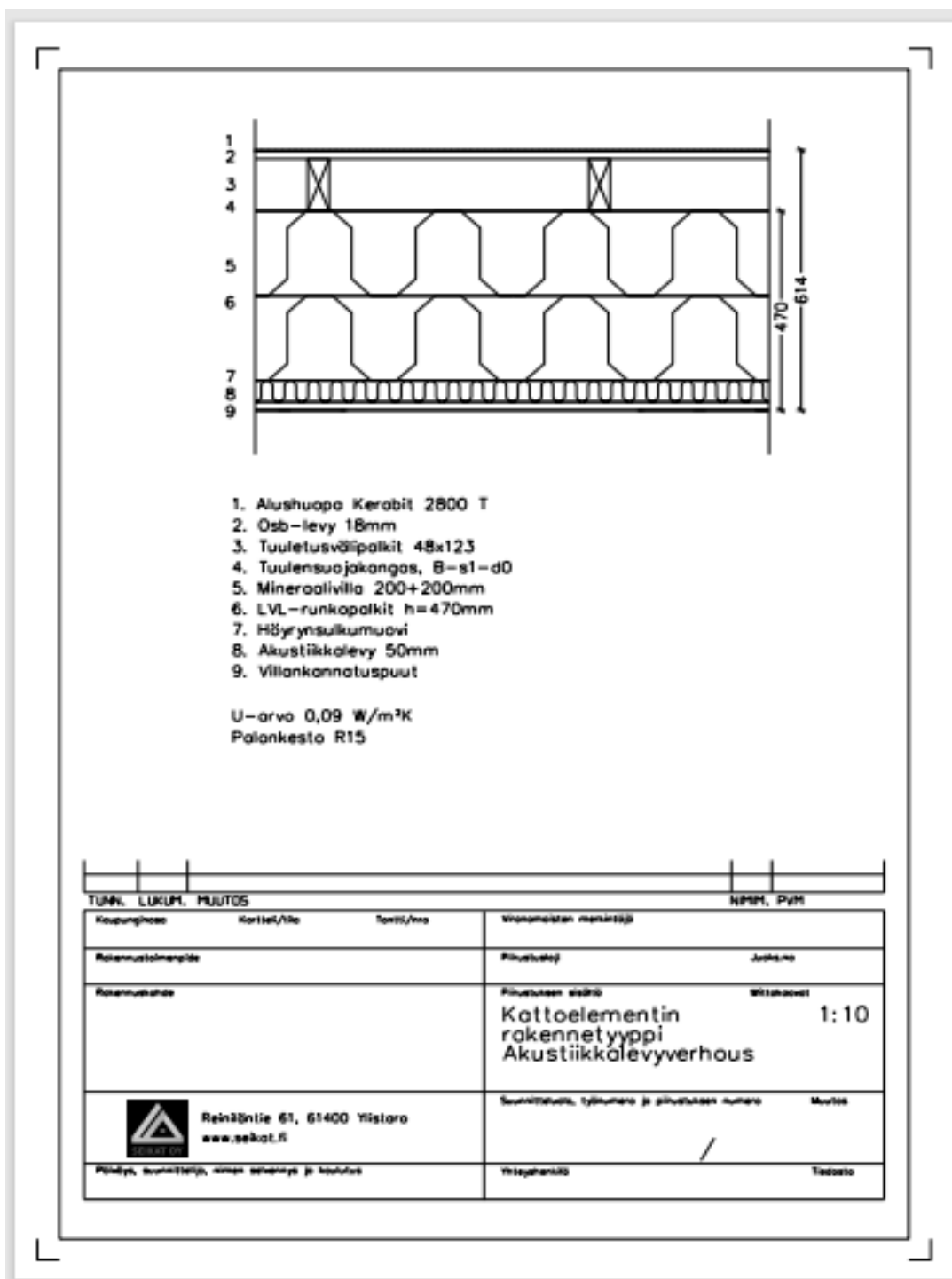
Rakennustuotteen CE-merkinnällä tuotteen valmistaja takaa rakennustuotteen olevan eurooppalaisen harmonisoidun tuotestandardin tai teknisen hyväksynnän piiriin kuuluva. Tuotteessa oleva merkintä kuvaa sitä, että tuote on tuotestandardien mukaan testattu ja on ilmoitettujen suoritustasojen mukainen. Pitää kuitenkin muistaa, että CE-merkintä ei ota kantaa tuotteen laatuun ja automaattisesti tue tuotteen käytettävyyttä rakennuskohteessa. [2.]

CE-merkinnällä tavoitellaan rakennustuotteiden keskinäistä vertailukelpoisuutta. Merkintä on apuna rakennushankkeeseen ryhtyvälle ja toimii hyvin myös suunnittelijoiden työkaluna. Merkinnästä on hyötyä myös Suomalaisille rakennustuotteita myyville yrityksille, jossa tarkoituksena myydä muualle Eurooppaan. CE-merkitty tuote on vaivattomampi saada markkinoille ympäri Eurooppaa ilman erillisiä lisäselvityksiä. [2.]

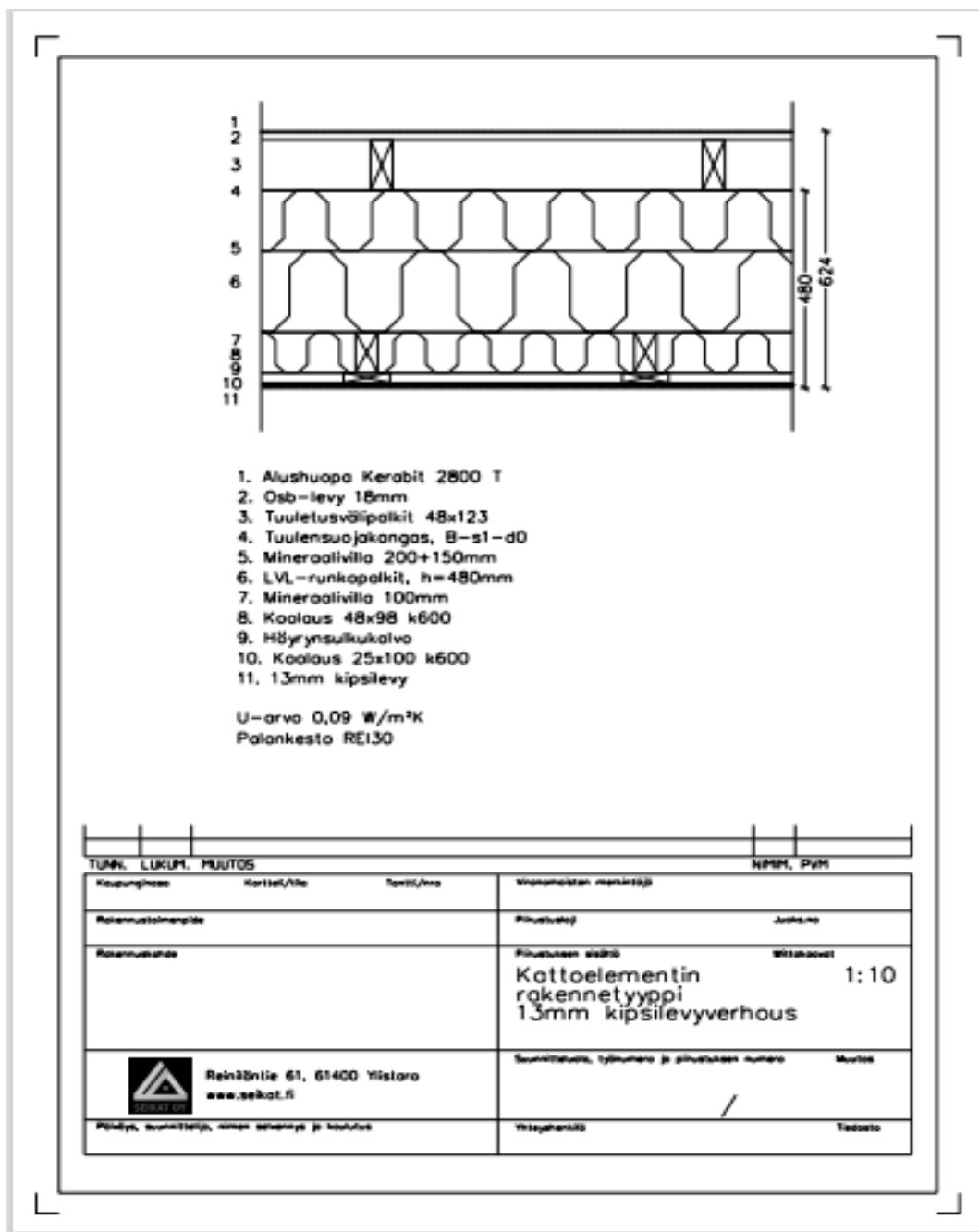
3.3 Kattoelementtien vakiorakennetyypit ja valmistus

Kattoelementit suunnitellaan asiakkaan tarpeen mukaan. Kattoelementeissä on toimivuuden kannalta hyvin perinteinen ratkaisu. Elementit (kuvat 4, 5 ,6) ovat hyvin tuulettuvia, mineraalivillaeristettyjä ja kauttaaltaan alapinnassa olevalla höyrynsululla varustettuja elementtejä. Kuivissa tiloissa elementteihin saadaan tarkasti asennettua eristeet ja höyrynsulun tiiveyteen voidaan varmasti luottaa. Tehdasolosuhteissa laadunvarmistus on helpompi todentaa ja puuttua epäkohtiin kuin työmaaolosuhteissa.

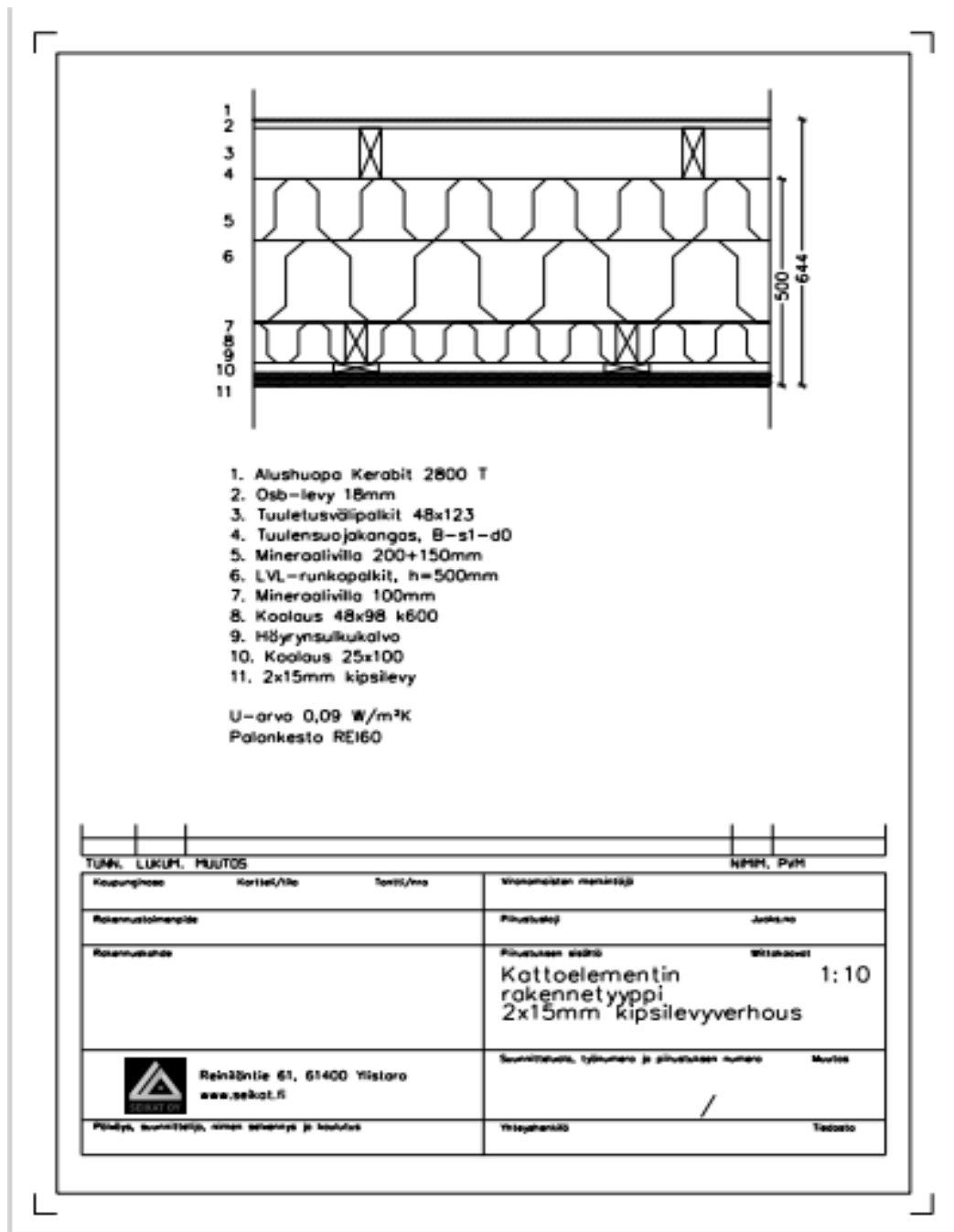
Kattoelementti valmistetaan mittatarkasti tehtaalla valvotussa prosessissa. Kaikki elementtityypit valmistuvat aluskermi hitsattuna elementin pintaan. Tällä tavalla elementti ei juurikaan pääse kastumaan sisältä. Työmaalla jää vesitiiviin pinnan saattamiseksi ainoastaan saumojen liittäminen toisiinsa. Aluskermi suojaa rakennetta lastauksen aikana ja myös asennuksen aikana. Alla tyypillisiä rakenneleikkauksia, (kuvat 4, 5 ,6) joita tehtaalla valmistetaan näkyvät kuvissa.



Kuva 4. Elementin rakennetyyppi, Timo Hakala, Seikat Oy.



Kuva 5. Elementin rakennetyyppi, Timo Hakala, Seikat Oy.



Kuva 6. Elementin rakennetyyppi, Timo Hakala, Seikat Oy.

Seikat Oy:n valmistamat kattoelementit tunnetaan nimeltä ONNI- elementti. Työmaalla elementtien asennus on varsin nopeaa. Päivän aikana voidaan asentaa isojaakin määriä elementtejä, noin 1000 neliötä kohteesta toki riippuen. Menetelmällä saadaan isotkin kohteet nopeasti säältä suojaan. Tehtaalla on

kyky valmistaa erityyppisiä puurakenteisia kattoelementtejä niin uudispuolen kohteisiin kuin saneerauskohteiden tarpeisiin. [4.]

Elementtien katemateriaalina voidaan käyttää oikeastaan mitä vaan. Mikäli varsinaisena vesikatteenä on kermikate, asennetaan tehtaalla elementtiin valmiiksi aluskermi. Varsinainen pintakermi asennetaan työmaalla. Katemateriaaliksi voidaan valita yhtä hyvin myös pelti tai jopa tiilikate. Silloin tuotannossa elementtiin asennetaan valmiiksi aluskatteet tuuletusrimat ja ruoteet. Katemateriaalin valinta ei tule vaikuttamaan rakennettavan kohteen säältä suojaan menetelmää, vaan kaikissa vaihtoehdoissa saadaan vedenpitävää kattoa aikaiseksi. Suunnitelmien mukaiset LVI-S-tekniikan vaatimat läpiviennit pystytään myös tekemään tehtaalla valmiiksi, tämä vaatii tarkat suunnitelmat ja piirustukset. [4.]

Elementtien pituudet ovat tavallisesti 8–21 metriä pitkiä, leveyden ollessa tyypillisesti noin 2,5 metriä. Pitkien elementtien (yli 20 metriä) haasteeksi osoittautuu väylät, joita pitkin elementit täytyy kuljettaa. Tehtaan oma suunnittelupalvelu auttaa rakennusprojekteissa. Kertopuurunkoisilla elementeillä on mahdollista saada tuntuvia kustannussäästöjä rungon rakenteeseen, kun jännevälit kasvavat. [4].

3.3.1 Aluskermi

Kattoelementit varustetaan tehtaalta lähtiessään alushuovalla, joka asennetaan tuotantotiloissa kuivissa olosuhteissa. Kerminä käytetään saumahitsattavaa Kerabit 2800 T kermiä. Saumahitsaus tapahtuu erillisellä hitsauslaitteella, ei siis perinteisellä kaasutoholla. Laite on näppärä käyttää ja sopii juuri tehdaskäyttöön, jolloin jokainen työntekijä voidaan perehdyttää tarvittaessa laitteen käyttöön.

3.3.2 OSB-levy

Aluskermin alla jäykistävänä rakenteena käytetään OSB-levyä, (Oriented Strand Board). OSB-levy koostuu kolmesta kerroksesta, jotka liimataan ja

puristetaan tiukasti toisiinsa. Levy koostuu eri pituisista puulastuista, jotka kansainvälisesti tunnetaan Strandeina. Puulastut ovat pituudeltaan 10–15 sentin pituisia ja paksuudeltaan vain noin 0,7 millia. Levyn yläpinnan ja alapinnan lastut ovat syynsuunnaltaan samansuuntaiset ja keskikerroksen lastut poikittain pintakerrokseen nähden. Levy on vanerin kaltainen ristiin liimattu rakenne. Ristiin liimaus pienentää levyn kosteuselämistä ja muodostaa levyille hyvän taivutuslujuuden. [3.]

OSB-levy on rakennusalalla varsin käytetty tuote ja aiemmin käytetty havuvaneri on hiljalleen alkanut menettää markkinasijaansa. Puulastut levyssä liimataan säänkestävällä liimalla, jolloin rakennusvaiheessa oleva kosteus ei vaurioita levyä. Levy on verrattain varsin edullinen materiaali, koska raaka-aineena käytetään paljon puulajeja, jotka itsessään ovat edullisia. Raaka-ainepuun lujuus voi olla heikkoa, mutta prosessi tapahtuu puristamalla levy liimauksen aikana korkealla paineella ja lämmön avulla kasaan, jolloin saadaan aikaiseksi erittäin luja lopputulos. [3.]

Levyn ulkonäkö on käsittelemättömänä varsin karkea, mutta elementin valmistuksessa katon alustana sillä ei ole merkitystä. Näkyvät osat voidaan maalata tai pinnoittaa erilaisilla kalvoilla. Nykyään suositaan ajatusta, jossa levyn pinta saakin olla näkyvässä. OSB-levy on huomattavasti edullisempi ratkaisu kuin perinteiset havuvanerit ja levyt. [3.]

3.3.3 Runkopalkit elementissä

Elementeissä Seikat käyttää kantavana palkkina viilupuuta, (kuva 7) josta lyhenteenä käytetään LVL. Viilupuuta koostuu noin 3 mm paksuisista kuusiviiluista, jotka liimataan yhteen. Viilupuutuote luetaan kuuluvan insinööripuutuotteisiin. Viilupuuta on saatavana useina pintakäsittelynä ja myös AB- luokkaan painekyllästettynä. Viilupuuta määritellään standardin SFSEN 14374 mukaisesti.

LVL- palkin valmistustekniikka mahdollistaa pitkien palkkien valmistuksen. Seikat elementit ovat pisimmillään noin 21 metrisiä, joten palkkeja on vielä

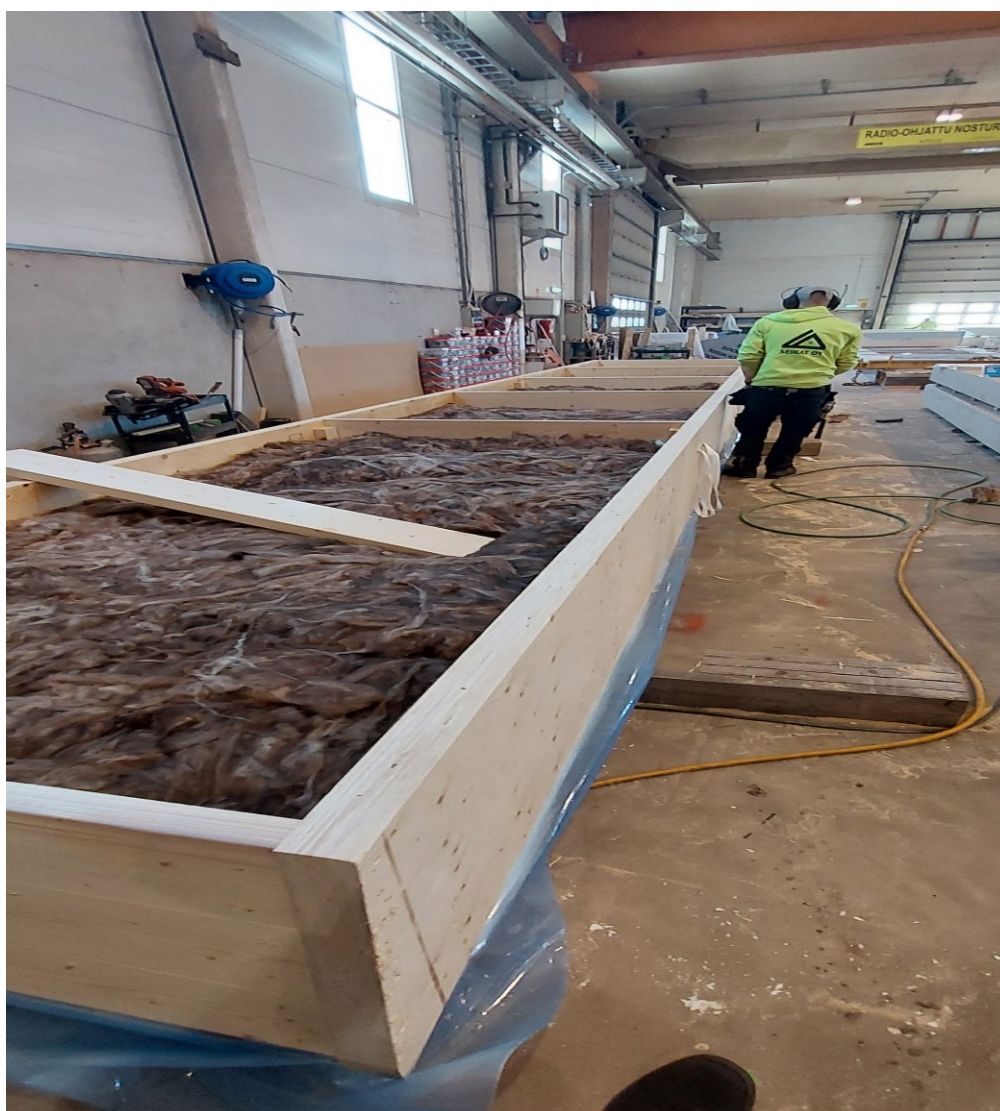
helposti saatavilla kyseiseen mittaan. Enimmäispituudet ovat luokkaa 25 metriä, johtuen kuljetuksen tuomista haasteista. Vaakarakenteissa jänneväli on tyypillisesti välillä 5–12 metriä. Alapohjien ja välipohjien rakenteiden lisäksi viilupuu sopii hyvin käytettäväksi tukipalkkeina sekä myös jäykistävänä rakenteena rakennukselle. Tulipalotilanteessa palkkien nimellinen hiiltymänopeus on 0,7 mm/min ja yksidimensionaalinen hiiltymänopeus on 0,65 mm/min. [10.]



Kuva 7. LVL-runkopalkki, Seikat Oy, Jari Mononen.

3.3.4 Lämmöneriste

Toimivassa yläpohjarakenteessa tulee olla lämmöneristys. Alla olevassa kuvassa, (kuva 8), näkyy valmis eristetty elementti. Lämmöneristeen määrään vaikuttavat kulloinkin voimassa olevat vaatimukset ja rakenteen käyttötarkoitus. Yläpohjarakenteen kaikki rakenneosat osaltaan vaikuttavat kokonaistoimivuuteen, eli jos jossain on toimimattomuutta, heikentää se kokonaistoimivuutta yläpohjan osalta. Lämmöneriste valitaan siten että se kykenee kestämään ulkoisten rasituksien lisäksi käytöstä aiheutuvia lämpö- ja kosteusrasituksia. [8.]



Kuva 8. Kattoelementin lämmöneriste, Seikat Oy, Jari Mononen 2022.

3.3.5 Höyrynsulku

Höyrynsulun tehtävänä yläpohjassa on estää rakenteiden läpi sisältä ulospäin tunkeutuva haitallinen vesihöyryn diffuusio. Yläpohjarakenteissa tulee kosteusteknisen toiminnan varmistamiseksi olla ilmatiivis kerros. Materiaaliltaan höyrynsulku voi olla mikä tahansa riittävän tiivis ainekerros, joka on asennettu rakenteen lämpimämmälle puolelle. Nykyratkaisuissa höyrynsulkuna käytetään muovikalvoa. [8.]

Höyrynsulkukalvo määräytyy rakennuksen kosteusrasituksen perusteella. Lisäksi kalvon valinnassa huomioidaan ulkovaipan rakenne ja tuulettuvuus. Mikäli kosteusrasitus on suurta ja tuuletus vähäinen on höyrynsulun oltava kestävämpi ja hyvin tiivistettävissä. Yläpohjarakenteissa voi rakennusaikana joutua liikkumaan hyvinkin paljon, jolloin höyrynsulku joutuu kovalle rasitukselle. Tällöin suositaan paremman mekaanisen kestävyuden ratkaisuja, kuten bitumikermejä. Bitumikermit sopivat hyvin myös karkeille alustoille, joissa perinteinen muovikalvo reikiintyisi hyvin helposti. Taulukossa yksi (taulukko 1), on kuvattuna yläpohjien höyrynsulkujen tuoteluokat eri rakenneratkaisuissa. [8.]

Taulukossa numero kaksi (taulukko 2), on esitetty kosteusluokat ja mitoitusarvot kosteusluokittain. Esimerkiksi kylpylät ja uimahallit luokitellaan kosteusluokkaan 1, kun taas vähemmän käytöllä olevat puolilämpimät tilat kuten vapaa-ajan asunnot luokitellaan luokkaan 3.

Taulukko 1. Yläpohjan höyrynsulkujen tuoteluokat. Lähteet: RIL 107-2012 Rakennusten veden- ja kosteudeneristysohjeet. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL r.y. ja Kattoliiton julkaisu Toimivat katot. [8.]

| Tuoteluokat | BHA2 | BH3 | MHA2 | MH3 | MH4 |
|----------------------|----------------------|----------------------|--------------------------|------------------------------|-----------------------------------|
| BH1 | | | | | |
| kumibitumikermi (KB) | alumiinilaminoitu-KB | kumibitumikermi (KB) | alumiini-muovilaminaatti | verkkovahvistettu LPDE-kalvo | perushöyrynsulkukalvo, LPDE-kalvo |

Taulukko 3. Höyrynsulkujen tuoteluokituksen soveltaminen erilaisiin rakenteisiin perustuen rakennuksen sisäilman kosteusliisään (sisä- ja ulkoilman vesihöyrypitoisuuden eroon talvella). Luokitus esitetään Kattoliiton julkaisussa Toimivat katot.

| | suuri kosteusliisä (> 5 g/m ³) kosteusluokka 1 | normaali kosteusliisä (5 g/m ³) kosteusluokka 2 | pieni kosteusliisä (3 g/m ³) kosteusluokka 3 |
|--|---|--|---|
| Hyvin tuulettuvat vaipparakenteet | | | |
| Rankarakenteiset ristikko- ja muut yläpohjat, ulkoseinät ja ryömintätalaiset alapohjat | MHA2, MH3 | MHA2, MH3, MH4 | MHA2, MH3, MH4 |
| Betoniyläpohjat, joissa puurakenteinen katto yläpuolella | BH1, BHA2, BH3 MHA2, MH3 | BH1, BHA2, BH3 MHA2, MH3 | BH1, BHA2, BH3 MHA2, MH3 |
| Vähän tuulettuvat vaipparakenteet | | | |
| Betoniyläpohjat | | | |
| massiivilaatta | BH1, BHA2 | BH1, BHA2, BH3 | BH1, BHA2, BH3 |
| ontelolaatta | BH1, BHA2 | BH1, BHA2 | BH1, BHA2, BH3 |
| TT-laatta | BH1, BHA2 | BH1, BHA2 | BH1, BHA2, (BH3) |
| Profiilipeltiyläpohjat | | | |
| villa-alusta | BH1, BHA2 | BH1, BHA2 | BH1, BHA2, BH3 |
| levyalusta | BH1, BHA2 MHA2, MH3 | BH1, BHA2, BH3 MHA2, MH3, MH4 | BH1, BHA2, BH3 MHA2, MH3, MH4 |

VL/1/joulukuu 2020/Rakennustieto Oy © Rakennustietosäätiö RTS sr 2020

Taulukko 2. Sisäilman kosteusliisän mitoitusarvot rakennusten kosteusluokittain. [8.]

| Kosteusluokka | Kosteusliisän mitoitusarvo talvella (T ≤ 5 °C) | Rakennustyyppi ^{3), 4)} |
|---------------|--|---|
| 1 | > 5 g/m ³ | Kylpylät, uimahallit, laitoskeittiöt, pesulat, panimot, kirjapainot, kasvihuoneet, kostutetut tilat, ratsastusmaneesit, maatalouden tuotantorakennukset, eläinsuojat, teollisuuden kosteusrasitetut tilat |
| 2 | 5 g/m ³ | Asuinrakennukset, toimisto- ja liikerakennukset, majoitus- liikerakennukset, ravintolat, kokoontumis- ja juhlatilat, opetus- rakennukset ja päiväkodit, sairaalat ja hoitolaitokset, museot, liikuntahallit ja -tilat, jäähallit ja jäähdytetyt* liikuntatilat ³⁾ , kylmä- ja pakkahuoneet ³⁾ , talviasuttavat vapaa-ajan asunnot |
| 3 | 3 g/m ³ ²⁾ | vapaa-ajan asunnot, puoliämpimät tai kylmillään olevat rakennukset, varastot, säilytystilat, ajoneuvosuojat, tekniset tilat, väliaikaiset ja siirrettävät rakennukset |

1) Kosteusluokan 1 rakennuskohteissa sisäilman kosteusliisä ja lämpötila on aina arvioitava kohdekohtaisesti. Kosteusliisä voi olla rakennuksen käyttötarkoituksen mukaan 5...20 g/m³.

2) Kosteusluokan 3 rakennuskohteissa kosteustekninen mitoitus tehdään käyttäen talvella kosteusliisän arvoa 3 g/m³, ellei voida luotettavasti osoittaa, että pienempiin kosteusliisä riittää tarkasteltavassa kohteessa.

3) Rakennustyyppit jaotellen käyttötarkoitukseluokkiin on lueteltu Ympäristöministeriön asetuksessa uuden rakennuksen energiatehokkuudesta 10/10/2017

4) Rakennusta suunniteltaessa tulisi ottaa huomioon, että rakennuksen käyttötarkoitusta saatetaan joskus myöhemmin muuttaa, jolloin myös sen kosteusluokka voi muuttua.

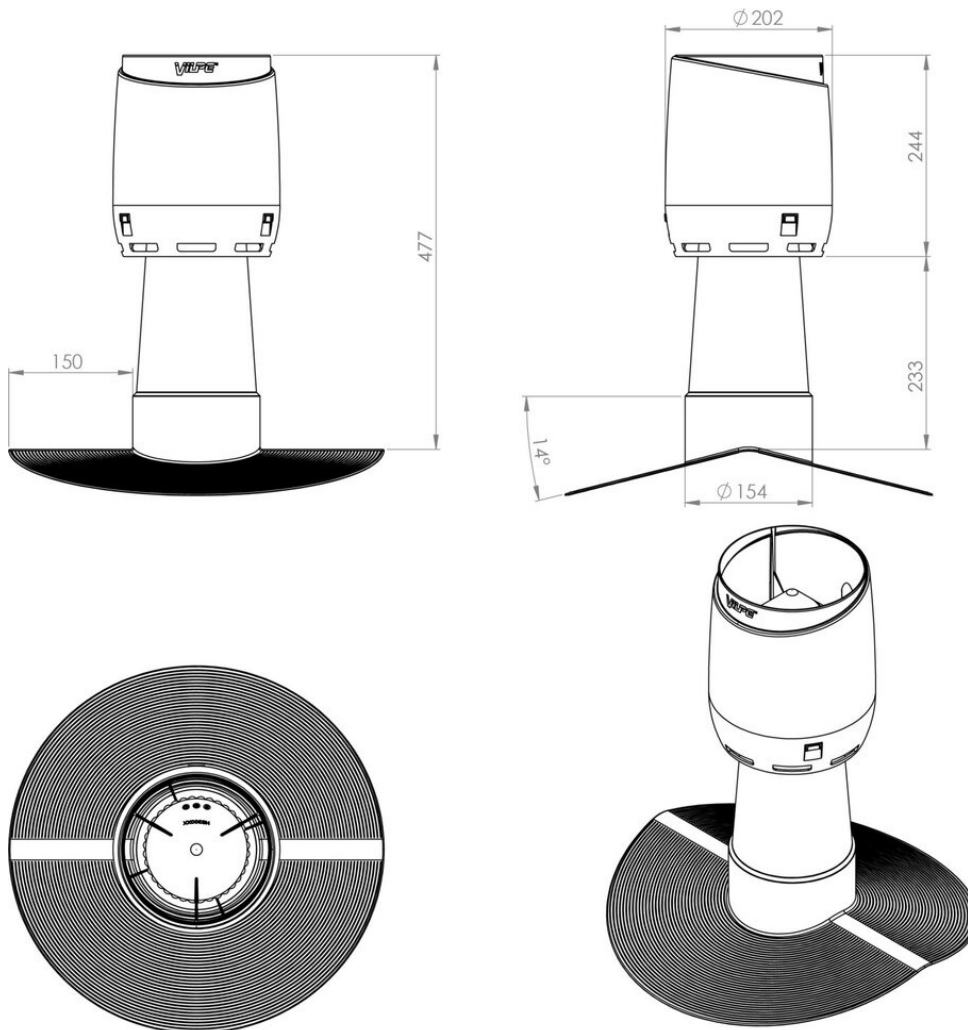
5) Jäähdytettävien* tilojen kosteusluokkaa valittaessa on otettava huomioon, että sisäilman kosteusliisä voi nousta suureksi sisätilan mahdollisten lämpötilamuutosten yhteydessä. Jäähallit ja muut jäähdytetyt liikuntatilat, joiden lämpötila nostetaan ajoittain korkeaksi ja joita käytetään ajoittain kosteusluokan 1 mukaisissa tarkoituksissa, kuuluvat kosteusluokkaan 1.

3.4 Toimiva räystäsrakenne kermikatoilla

Räystäiden tehtävänä on suojata seinien ja varsinaisen katon liitoksia, sekä ehkäisemään rakenteiden rasituksia viistosateelta. Räystäällä sijaitsevat tuuletusreitit ovat myös paremmin suojassa oikein mitoitetun räystään ansiosta. [6].

Räystäiden vedeneristystä ei koskaan voida jättää pelkästään pellitysten varaan. Pellin alla on oltava varsinainen vedeneristys. On kuitenkin huomioitava räystäspellityksen oikeanlainen asennus varsinkin kermikatoilla. Suojapellitykset räystäällä eivät saa tukeutua varsinaiseen vedeneristeeseen, varsinkin kermikatoilla. Kiinnitysruuveissa olevat tiivisteet tulee olla joustavia ja lisäksi säänkestävää materiaalia. Pellityksien kiinnitysruuvit tulee täyttää korroosiokestävyydeltään vähintään KLA-luokan vaatimukset, (DIN 50018/FM 4470). Räystäsrakenteiden läheisyyteen suunniteltavien yksityiskohtien, kuten läpivientien ja muiden nousevien rakenteiden katon pinnasta, tulee suunnitella vähintään 500 mm irti räystäsrakenteista. [6].

Räystäspellityksen kallistus sisäänpäin kaatavissa räystäissä on oltava suhteelltaan vähintään 1: 6.een. Räystäspellitysten tulisi olla varsinaista seinän yläpintaa alempana n. 70 mm. Yli 10 metriä korkeissa rakennuksissa seinäpintaan asennetaan niin sanottu vastapelti, eli kansankielellä myrskypelti. Tuulisilla alueilla kuten meren läheisyydessä suositellaan vastapellin käyttöä aina, kun tuuletus hoidetaan räystäiden kautta. Mikäli toimitaan hyvin tuulisilla paikoilla, on järkevää sulkea tuuletuksen johtava rako/aukot kokonaan ja hoitaa yläpohjan tuuletus alipaineventtiilein tai muilla korvaavilla venttiileillä. Kuvassa (kuva 9), on tyypillinen ja hyvin käytetty malli alipainetuulettimesta. [6].

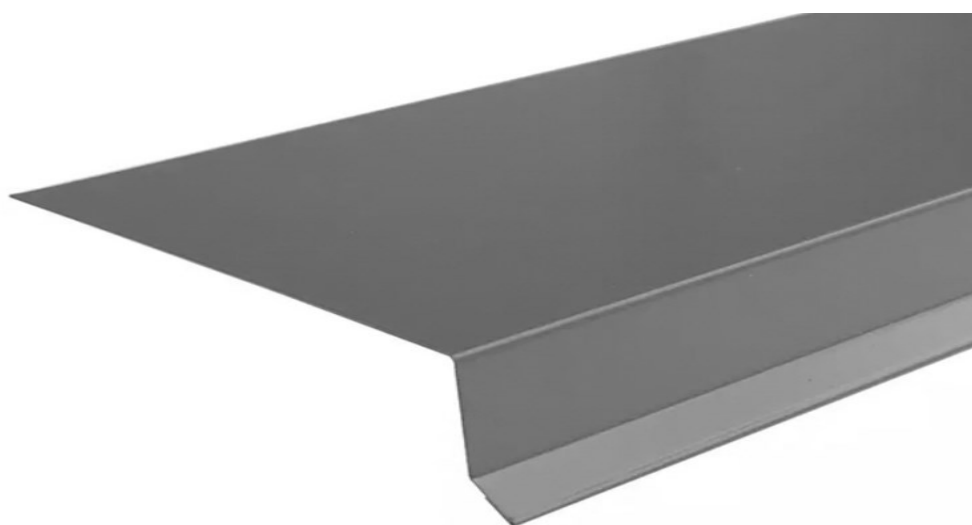


Copyright © 2019 VILPE Oy. All rights reserved.

Kuva 9. Alipainetuuletin, Vilpe Oy.

Kattopinnat, joilta hulevedet johtuvat alaräystään yli, erikseen olevaan, ulkopuolella sijaitsevaan räystäskouruun, on varustettava koko alaräystään matkalta tippapellein, (kuva 8). Tippapellin lappeelle tulevan osuuden on oltava luokkaa 100 mm – 150 mm, joka kiinnitetään mekaanisesti siihen soveltuvin kiinnikkein. Kiinnikkeinä voidaan käyttää nauloja tai ohutlevyruuveja. Kiinnitys on hyvä tehdä siksak kiinnityksellä noin 100 mm:n välein, jolla ehkäistään pellin elämistä räystäällä. Tyypillinen asennus toteutetaan kaksikermiratkaisulla, jossa tippapelti jää kahden kermin väliin. Hyvä tapa on asentaa tippapellin päälle lisäksi ylimääräinen vahvistuskaista, joka vähentää merkittävästi pellin elämistä ja näin ollen vähentää varsinaisen pintakermin rasitusta terävää pellin reunaa vasten. [6].

Tippapellin näkyvä osa, eli otsapinta kantataan räystäään kaltevuuteen sopivaksi. Kuvassa (kuva 10) perinteinen ja yleisesti käytetty malli, joka sopii laajasti eri kaltevuuksien omaaville katoille. Tippapeltiin muotoillaan vielä erikseen pokkaus, niin sanottu tippanokka, jotka yhdessä johtavat kattopinnoilta valuvat vedet hallitusti sadevesikouruun. Tippapeltien limitykset tulee limittää 50 mm ja myös limitykset kiinnitetään mekaanisesti. Vedeneriste kiinnitetään huolellisesti tippapeltiin ja reunat viimeistellään siistiksi. [6].



Kuva 10. Tippapelti, Kajon Steel.

3.5 Yläpohjien tuuletus

Mikäli halutaan toimiva kokonaisratkaisu yläpohjaan, on huomioitava riittävä kosteustekninen toiminta yläpohjissa. Yläpohjaan on suunniteltava riittävät tuuletusvälit ja yläpohjat tulee toteuttaa riittävillä ilman- ja höyrynsuluilla. Yläpohjiin on varsinaisen katemateriaalin ja lämmöneristeen väliin jäätävä toimiva tila tuuletuksen varmistamiseksi. Rakenteisiin pääsevä kosteus, joko ulkoa tai sisä-kautta hoidetaan pois riittäväällä yläpohjan tuuletuksella. Tuuletuksen perustointi, tuuletustila ja ilman vaihtuminen esitetään kuvassa 8. [7].

Vesikaton lappeen suuntaisen yläpohjan vähimmäis- tuuletusväliarvona jyrkillä katoilla voidaan pitää 100 mm. Katon jyrkkyyden ollessa 1:10 ja jyrkemmissä. Pienemmissä kohteissa voidaan hyväksyä pienempi tuuletusrako kuin 100 mm, mikäli poisto- ja korvausilmaventtiilit pystytään asemoimaan niin, että korkeuseroksi muodostuu vähintään 500 mm ja ilman virtausmatka ei ylitä kolmea metriä. Tuuletusvälin on tällöinkin oltava vähintään 50 mm jyrkillä katoilla. Loivemmillä kattorakenteilla kuin 1:10 on tuuletusväli kasvatettava vähintään 200 mm Alla olevalla taulukolla esitetään ohjeet kattoelementin tuuletusväleistä RIL 107-2012 mukaan. [7].

Taulukko 3. Yläpohjan tuuletus RIL 107-2021 mukaan. [9.]

| LOIVAN YLÄPOHJAN TUULETUS | | | |
|---------------------------|--|--|--|
| Kattokaltevuus | Tuuletusvälin korkeuden minimiarvo ¹⁾ | Tuloaukot promillea / katto-m ² | Poistoaukot promillea / katto-m ² |
| 1 : 40 tai loivempi | 300 mm | 2,5 | 2,5 |
| 1 : 20 - 1 : 40 | 200 mm | | |

¹⁾ Minimituuletusvälin korkeus ottaen huomioon lämmöneristeen muodonmuutokset ja työtoleranssit. Pienillä katoilla ja katon osilla tuuletusväli voi olla pienempi kuin taulukon arvo, mikäli poisto- ja korvausilma-aukoilla on riittävä korkeusero (> 500 mm) ja ilman virtausmatka tuuletusväliässä on lyhyt (alle 3 m). Tällöinkin tuuletusvälin täytyy olla vähintään 100 mm.

Taulukossa 3 on esitetty ohjeet, jossa yläpohja tehdään työmaalla paikalla rakentaen. Taulukossa tuuletusvälin korkeus perustuu työmaaolosuhteissa rakennettuun yläpohjaan, jonka sisään saattaa päästä normaalia enemmän kosteutta. Tällöin on tärkeää varmistua kosteuden poispääsystä riittävällä tuuletusjärjestelmällä. [9.]

Tässä opinnäytetyössä yläpohjarakenteet ovat tehdasvalmisteisia. HalliPES 1.0 mukaan tehdasvalmisteisissa kattoelementeissä voidaan poiketa taulukon 3 ohjeista ja käyttää matalampaa tuuletusväliä, (taulukko 4). Syy tähän on, että valmiiksi vedeneristetyt elementit kyetään pitämään kuivina aina yläpohjan valmistamiseen saakka. Näin ollen kuivaketju saadaan pysymään ehjänä ja yläpohjaan ei pääse ylimääräistä kosteusrasitusta, jonka tulisi poistua tuuletuksen kautta. HalliPES 1.0 mukaan on 100 mm tuuletusväliarvo riittävän suuri toimiakseen ilman ongelmia. [9.]

Taulukko 4. Yläpohjan tuuletus tehdasvalmisteisille puurakenteisille kattoelementeille HalliPES 1.0 mukaan. [9.]

| TEHDASVALMISTEISEN KATTOELEMENTIN TUULETUS | | | |
|--|--|--|--|
| Kattokaltevuus | Tuuletusvälin korkeuden minimiarvo ¹⁾ | Tuloaukot ²⁾ promillea / katto-m ² | Poistoaukot ²⁾ promillea / katto-m ² |
| ≥ 1 : 40 | 100 mm | 2,5 | 2,5 |
| < 1 : 40 | 100 mm | 3,0 | 3,0 |

¹⁾ Minimituuletusvälin korkeus voi olla pienempi kuin taulukon arvo, mikäli kattoelementtivalmistajalla on tähän ohjeistus.

²⁾ Tulo- ja poistoaukot voidaan korvata alipainetuulettimilla kattoelementtivalmistajan ohjeiden mukaisesti.

Ilmanvaihtoaukkojen sijoitus on yksi tärkeä asia, jotta toimiva tuuletus on mahdollista toteuttaa. Nyrkkisääntönä voidaan pitää poistoilma-aukkojen suhteen niin, että aukot sijaitsevat mahdollisimman ylhäällä yläpohjarakenteessa. Ilman sisäänottoaukot sijaitsevat taas alhaalla räystäsrakenteissa, jolloin aukkojen korkeusero mahdollistaa yhdessä lämmön kanssa kiertoilmiön tuuletusvälissä ja ilmiön vaikutuksesta ilma liikkuu ja vaihtuu rakenteissa. [7].

Tuuletusaukkojen on oltava suunniteltu riittävän suuriksi vesikaton pinta-alaan nähden. Korvausilma-aukon poikkileikkausalan on oltava vähintään 2 promillea varsinaisesta katto pinta-alasta. Tuuletusrakojen leveyden on oltava minimissään 20 mm. Rakenteissa olevat tuuletusaukot ja raot on suunniteltava ja toteutettava niin, ettei niiden kautta pääse kulkeutumaan sadevettä ja lunta rakenteisiin. [7].

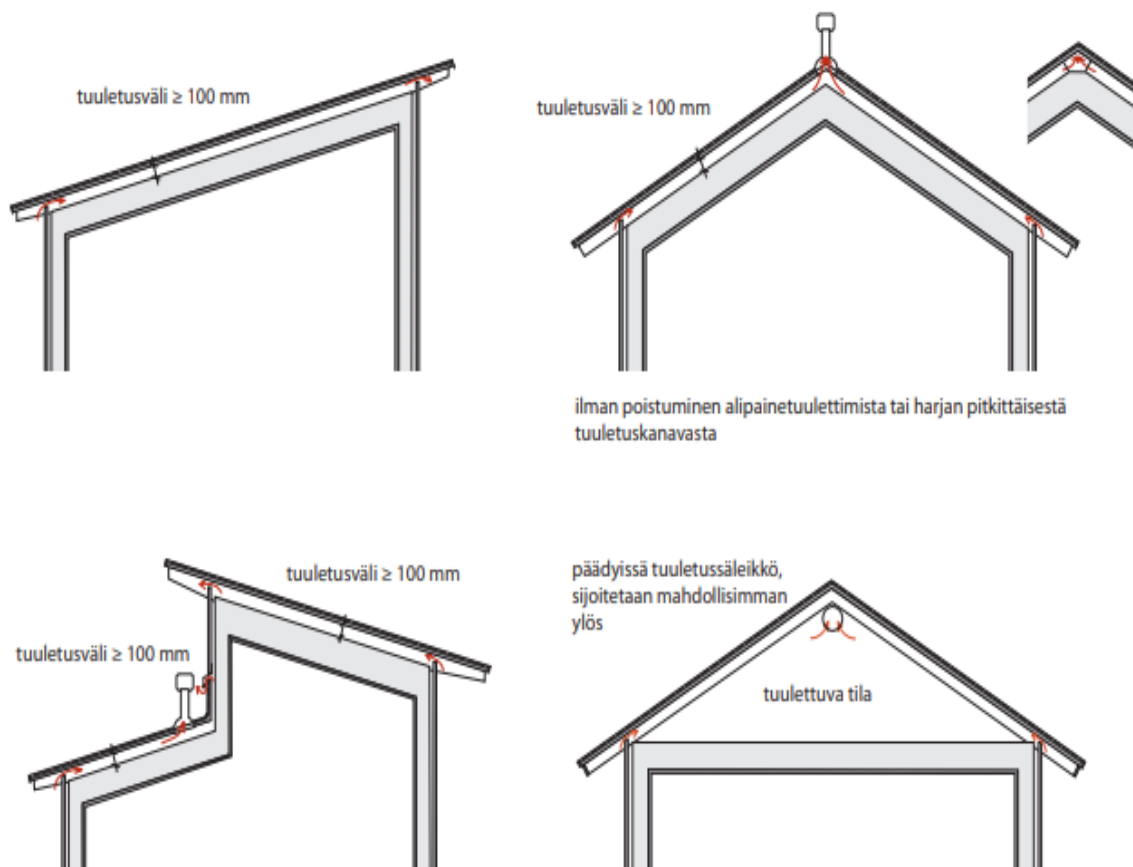
Tuuletusraot räystäillä (kuva 11) toteutetaan asentamalla raon eteen tai taakse pieneläinverkko/hyönteisverkko, jonka reiän silmäkoko on maksimissaan 3–6 mm. Tässä opinnäytetyössä kehitetään verkon korvaamista reikäpellillä, jossa yhdistyy samalla myrskypelti. Ilman poistuminen harjakatoilta, jotka ovat lämmöneristettyjä voidaan järjestää joko itse tuuletustilasta tai ohjata ilma poistumaan tuuletuskanavasta harjakolmiosta. Harjakolmioissa tuuletus tapahtuu säleikköjen kautta, jotka sijaitsevat rakennuksen molemmissa päissä tai vaihtoehtoisesti ilmanpoistuminen ohjataan tapahtuvaksi harjalle asennettavien alipainetuulettimien kautta. (kuva 11) Tuuletus on mahdollisista eri katemateriaalien

takia toteuttaa myös sopivin harjakappalein tai yhdistää näitä kaikkia tuuletustapoja. [7].

Aumakattopinnoilla riittävän tuulettumisen aikaansaamiseksi, tehostetaan räystäältä tapahtuvan tuuletuksen lisäksi tuuletusta harjan kautta. Käytettäessä harjakappaleita tulee muistaa säännölliset tarkastukset mahdollisen lumipeitteen vaikutuksista talviaikana. Lähtökohta on, että tuuletus mitoitetaan riittäväksi, jotta se voi toimia kaikkina vuodenaikoina.

Aumakatoilla huomioitava seikka on tuuletusmatkan pituudella. Mikäli matka on pitkä (yli 10 m) tai tuuletuksen tielle osuu virtausta oleellisesti haittaavia tekijöitä, on tuuletus varmistettava alipainetuulettimia lisäämällä tai suurennettava tuulettuvaa tilaa. Tuuletusta voidaan tehostaa myös harjatuuletuksella ja ristiin tuuletuksella. [7].

Haittaavia tekijöitä toimivalle tuuletukselle on yleensä kattokannattajat, kattoikkunat, sekä monimuotoisuus katon korkeudessa, (kuva 11). Tällöin tuuletus varmistetaan alipainetuulettimilla. Alipainetuulettimet sopivat hyvin myös pyöreisiin kupolimaisiin ja lieriöpintaisiin kattoratkaisuihin. [7].



Kuva 11. Katon tuulettuminen, periaate, Rakennustieto Oy, 2020.

4 Opinnäytetyön toteutus

4.1 Kehittämistyön lähtökohdat ja prosessi

Opinnäytetyön lähtökohdat ja erilaiset kehittämistarpeet lähtivät liikkeelle jo innovaatioprojektin aikana syksyllä 2021. Innovaatioprojektissa tarkasteltiin laajamittaisemmin kattoelementoinnissa olevia haasteita ja kehitystarpeita. Siellä sivuttiin ongelmaa räystäiden osalta, mutta työn laajuuden vuoksi sitä ei silloin käsitelty innovaatioprojektissa.

Opinnäytetyöntekijä on työsuhhteessa Kerabit Pro Oy:ssä, joten opinnäytetyön tekeminen ja aiheen löytyminen omalta alalta auttoi opinnäytetyössä ja yrityksenkin kannalta aika juuri tämänkaltaiselle projektille oli osuva. Tutussa ympäristössä ja tuttujen ihmisten kanssa on helpompi toimia kuin täysin vieraalla kentällä.

Opinnäytetyön aihealue oli opinnäytetyön tekijälle alusta asti selvä. Kattoelementointi on kovassa kasvussa ympäri Suomea, joten aihe oli sinänsä helppoa rajata koskemaan tässä työssä räystäitä ja niissä havaittuja kehitystarpeita. Seikatin edustajan Juha Haapaniemen kanssa keskusteltiin ja Haapaniemen mielestä akuutein ongelma avoräystäissä oli sillä hetkellä hyönteisverkosta aiheutuvat ongelmat tuotannossa ja työmaatoiminnassa. Kehitystarvetta lähdettiin yhdessä pohtimaan ja miettimään, millä keinoin saavutettaisiin kokonaispätevä ratkaisu kyseiseen pulmaan.

4.2 Aineistonkeruu- ja kehittämismenetelmät

Opinnäytetyön ensimmäisessä vaiheessa ryhdyttiin tutkimaan tällä hetkellä käynnissä olevien työmaiden piirustuksia räystäsdetaljeja vertailemalla ja yleistä alan kirjallisuutta yläpohjarakenteista. Tietopohjaa löytyi valtavasti yläpohjarakenteista ja räystäsrakenteista, mutta varsinaiseen ongelmaan eli hyönteisverkkoon ei oikein pätevää yleisohjetta/määräystä mistään löytynyt. Hyönteisverkko/pieneläinverkko on kuitenkin osoittautunut rakennuksiin tarpeelliseksi ja

sitä kautta tukee hyvää rakentamistapaa ja yleisiä ohjeita. Verkon kautta alaräystäältä tapahtuu yläpohjan ilmanvaihto, eli tuuletus, joka verkon osalta määrittää kulloisenkin ilmanläpäisyvyyden. Liian tiheä verkko estää vaaditun ilmamäärän kulun yläpohjassa ja liian isosilmäinen ei taas estä hyönteisten pääsyä ullakkotilaan. Tässä työssä päädyttiin käyttämään hyväksi havaittua ja paljon käytettyä verkon silmäkokoa, joka on n.4 mm. Tällä reikäkoolla olemassa olevat vaatimukset ilmavirtojen suhteen täyttyvät ja hyönteisverkko toimii sille vaaditulla tasolla.

Prosessin aikana oltiin aktiivisesti yhteydessä Seikatin suunnittelijoihin, joiden kanssa vaihdettiin ajatuksia toteutuksen eri näkökulmista. Varsinaista työmaavierailua ei koronan vuoksi tehty, koska tiedossa oli käynti Seikatin tehtaalle, jossa päästiin näkemään läheltä, kuinka elementti valmistuu ja missä räystäsrakenteet olivat selkeämmin esillä, kuin työmaalla korkealla katon rajassa.

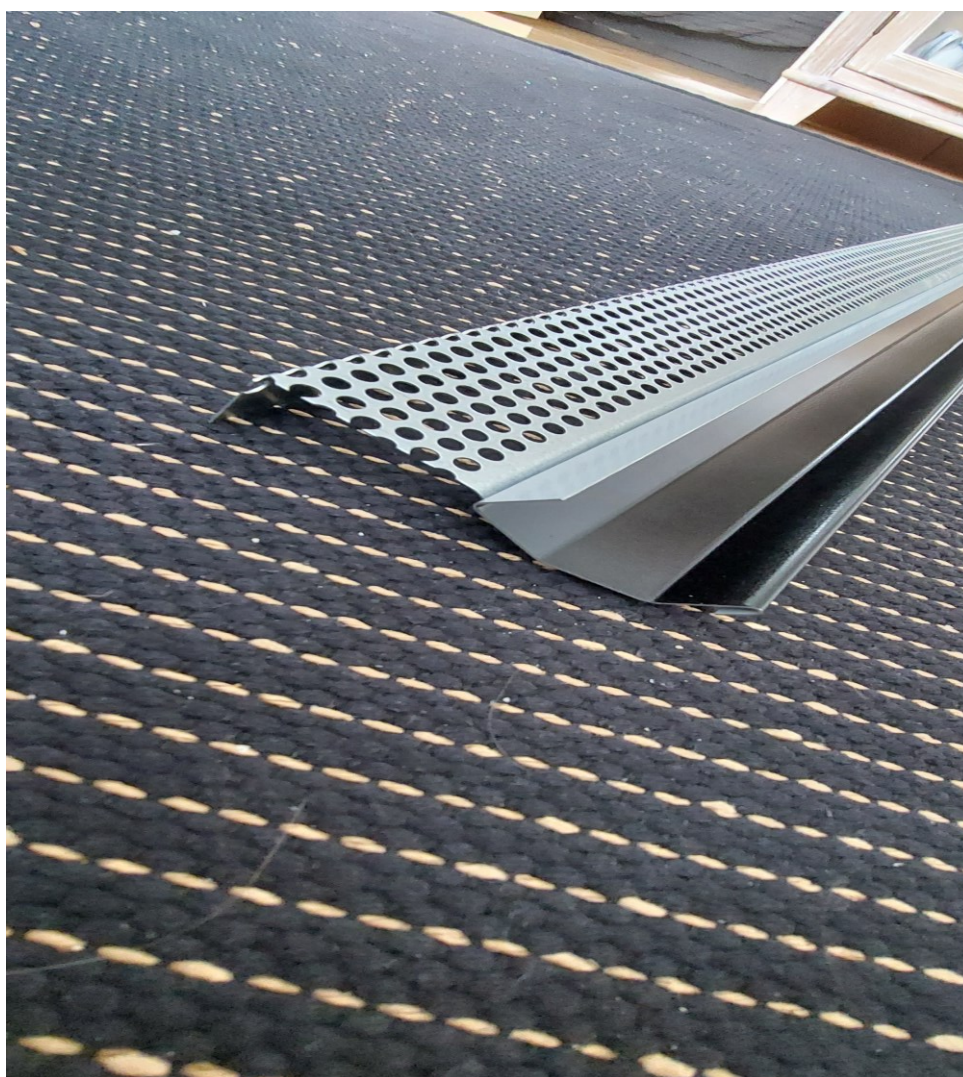
4.2.1 Tehdasvierailu

Tehdasvierailu toteutettiin Seinäjoella, Ylistarossa sijaitsevalla Seikatin tehtaalla 1.4.2022. Tehdasvierailun tarkoituksena oli nähdä fyysisesti elementtien valmistusta ja päästä läheltä näkemään avoinna olevia rakenteita ja niiden tekoa yksityiskohtia myöten. Tehtaalla valmistuu aina useampi elementti samaan aikaan. Keskimääräisesti elementin valmistukseen kuluu aikaa kappaleelta noin 2–3 tuntia. Räystäselementeissä, jotka ovat avoräystäällä toteutettuja, joudutaan näkyvät osat maalaamaan erikseen, joten niiden vaatimat kuivumisajat eivät ole mukana varsinaisen elementin valmistusajassa. Aikataulullisista syistä ja tilausten määrästä johtuen on välillä järkevämpää tilata tietyt puutavarat valmiiksi maalattuina, jolloin tehtaan varsinainen tuotanto ei häiriinny.

Vierailun aikana käytiin läpi eri työvaiheita itse rungon kasaamisesta valmiiseen elementtiin. Samalla keskusteltiin eri vaihtoehtoista räystään hyönteisverkon toteutuksen vaihtoehtoista ja mahdollisuuksista.

5 Opinnäytetyön tulokset

Tämän opinnäytetyön tuloksena on useiden suunnittelupalaverien ja mietintöjen tuloksena kehitetty monitoimipelti (kuva 12), joka yhdistää rakennuksissa käytettävän myrskypellin ja hyönteisverkon yhdellä asennuskerralla. Suurimpana hyötynä tästä on tuotannon näkökulmasta hyönteisverkon asennuksen poisjäänti, joka ei elementtien osalta tehtaalla vastaa siitä saatavia hyötyjä. Näin olen on järkevämpää ja edullisempää tarjota tilaajalle kokonaisratkaisua, joka osoittautuu toimivuuden ja laadun suhteen paremmaksi vaihtoehdoksi. Alla olevassa kuvassa (kuva 12) on esitetty malliversio tulevasta monitoimipelistä avoräystäsmalliin.



Kuva 12. Malliesimerkki monitoimipelistä, Jari Mononen, 2022

Kyseinen malliratkaisu tehtiin Kerabit Pro:n peltiverstaalla yhdessä peltitoiminnan työnjohtajan kanssa. Kyseessä on prototyyppi, joka vielä tulee ajan kanssa jalostumaan tarkemmin. Peltiverstaalla voidaan valmistaa kyseinen tuote aina tilaajan mittojen mukaan. Pääosin räystäsrakenteet avoräystäissä ovat tuuletuksen suhteen melko vakioita, joten ohjelmoimalla kanttikoneeseen mitat, on kyseistä peltiä vaivaton valmistaa. Työnjohtajan mukaan valmistuskulut ja raaka-aine kulut ovat melko samat kuin missä tahansa muussakin peltilistatuotteessa, joten kustannusten valossa kyseinen monitoimipelti saa kannatusta.

Tehdasvierailu Seikatin tehtaalle Ylistaroon oli onnistunut matka. Tehtaalla pääsi näkemään paremmin kuin työmaalla varsinaisen ongelman detajiiikkaa. Työmaalla ei olisi päässyt niin lähelle räystäään alle kuin tehtaalla, jossa alla olevassa kuvassa (kuva 13) on esitetty itse varsinaista ongelmaa. Kuvassa on tarkoitus osoittaa paremmin ongelman ydintä, eli hyönteisverkon asentamisessa tuomaa haastetta.

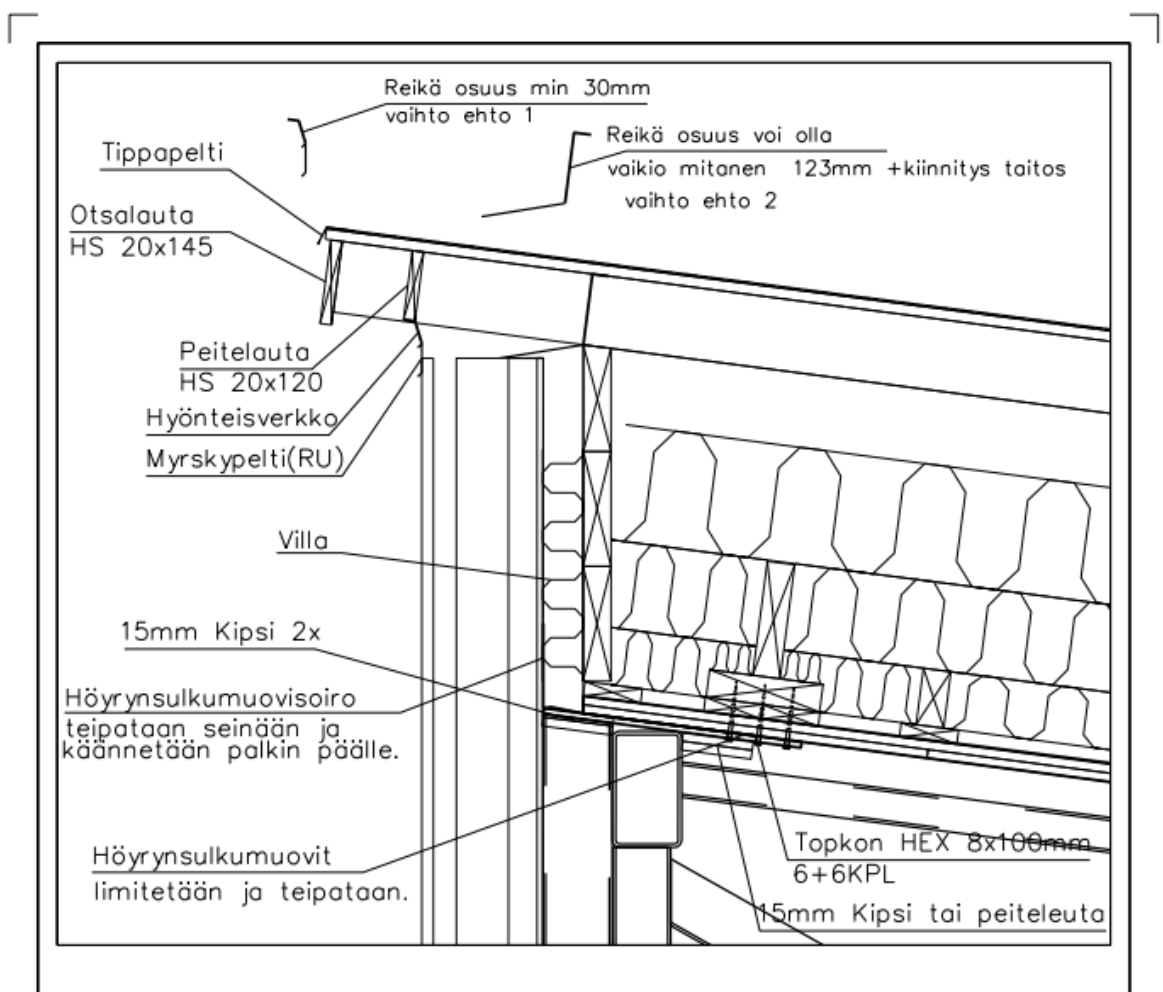
Kuvassa (kuva 13) hyönteisverkkoa ei saada riittävän tiiviiksi, johon sen tuoma hyöty perustuu. Lisäksi verkon limitys järkevästi seinärakenteeseen on työmaalla aikaa vievää ja asentaminen kömpelöä. Kuvassa 13 pääsee näkemään ja kuvittelemaan tulevan monitoimipellin tuoman hyödyn, kun yläpäästään kantattu monitoimipelti voidaan kätevästi kiinnittää peitelaudan alapintaan.

Lisävarmuutta kiinnitykseen tuo vielä varsinaiset kattovasat, joihin saadaan todella tukeva ja varma kiinnitys. Monitoimipellin ansiosta hyönteisverkosta saadaan tiivis ja tavallisen verkon limityksestä aiheutuvat lisähaasteet häviävät kokonaan pois.



Kuva 13. Räystään alapinta, jossa hyönteisverkko, Jari Mononen, Seikatin tehdas, 2022.

Monitoimipelistä suunniteltiin Seikatin kanssa leikkauskuva (kuva 14), jonka puhtaaksi piirsi Seikatilla suunnittelijana toimiva Severi Heiskanen. Kuvassa 14 on piirretty kyseinen monitoimipelti, jossa yläreunankanttaus on kuvassa vasemmalle kohti otsalautaa. Tällöin monitoimipellin kiinnitys on vaivattomampaa suorittaa. Ratkaisu osoittaa kuvan perusteella kehitystyön olevan käyttökelpoinen malli, jolla nyt yhdellä asennuksella saadaan sekä myrskypelti, että hyönteisverkko asennettua siististi ja tiiviiksi peitelaudan alapintaa mukaillen. Kiinnitystä voidaan tarpeen mukaan lisätä ruuvaamalla monitoimipelti kattovasojen kohdalta, jolloin saavutetaan luja kiinnitys ja pelti ei pääse missään olosuhteissa repsottamaan. Kuvassa 14 esitetään myös suunnittelun tuotoksena vaihtoehto 2, mutta sen suunnittelussa ei päästy vielä valmiiseen tuotokseen. Niinpä päätettiin pysyä vaihtoehdossa 1.



Kuva 14. Valmis leikkauskuva, jossa pelti piirretty, Severi Heiskanen, Seikat Oy.

6 Johtopäätökset

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia mahdollisuuksia avoräystään tuomiin haasteisiin ja kehittää ratkaisu, joka auttaa yrityksen toimia tuotannossa ja työmaalla asennuksissa. Opinnäytetyön teossa päästiin yhdessä projektin osapuolien kanssa yhteisymmärrykseen monitoimipellin tuomista hyödyistä. Tämän opinnäytetyön tuloksena syntyi monitoimipelti, joka yhdistää myrskypellin ja hyönteisverkon vaatii vielä tulevaisuudessa muokkausta, mutta hyvä pohja on nyt olemassa, josta pienillä muokkauksilla uskotaan saavutettavan todella paljon hyötyjä tulevaisuudessa. Varsinkin asiakaskunnat ottavat yleensä hyvin vastaan erilaiset kehitystöiden tuomat hyödyt niin taloudellisesta näkökulmasta ja työn nopeutuvuuden muodossa. On yrityksen etu tarjota markkinoille kokonaisvaltaista ratkaisua, kuin tarjota osa, mikä ei vielä riitä valmiiseen lopputuotokseen.

Ensimmäinen vaihe työn tekemiseen oli aiheeseen tutustuminen ja tarpeellisen kirjallisuuden hankkiminen kirjastoiden valikoimista ja nettilähteistä. Varsinaisen ongelman pohdinta aloitettiin tutkimalla jo suunniteltujen kohteiden rakennuspiirustuksia ja niihin liittyviä detaljikuvia. Työn edetessä oltiin tiiviisti yhteydessä suunnittelijoiden kanssa puhelimen ja sähköpostin välityksellä. Työn kannalta suuressa osassa oli vierailu Seikatin tehtaalle Seinäjoelle Ylistaroon. Siellä yhdessä suunnittelijoiden ja projektissa mukana olleiden kanssa päästiin näkemään elementtien valmistusta ja näin ollen saatiin parempi käsitys itse ongelmasta. Tehdasvierailun aikana pohdittiin erilaisia ratkaisuja avoräystään hyönteisverkon toteutukseen. Päivän aikana saatiin hyviä ideoita ja lopuksi vedettiin päivän anti yhteen yhteisessä palaverissa.

Opinnäytetyön tekeminen onnistui kohtalaisen hyvin, ottaen huomioon melko haastavan aihealueen. Suunnitelmallisesti ratkaisu on toteutettavissa, mutta kuitenkin yleensä, voi uuden asian jalkauttaminen vaatia aikaa ja lisäselvityksiä.

Tämä työ tulee auttamaan yritystä, mikäli yritys haluaa ottaa kyseisen ratkaisun tosissaan käyttöön ja markkinoimaan sitä jatkossa eteenpäin.

Opinnäytetyöntekijä kokee tämän työn tuloksen merkittäväksi uudistukseksi yhä kasvavaan puukattoelementtien suosioon. Arvoitukseksi jää, saavuttaako kyseinen monitoimipelti markkinoilla jalansijaa.

7 Yhteenveto

Tämä opinnäytetyö oli luonnollisesti jatkoa syksyllä 2021 tehtyyn innovaatioprojektiin, jossa tutkittiin ja kehitettiin paljon laajemmin hyötyjä puurakenteisten kattoelementtien valmistukseen ja asennukseen työmaalla. Opinnäytetyön valinta kyseiseen yritykseen oli alusta asti selvää. Yrityksen laajamittainen osaaminen eri osa-alueilla ja toiminta mahdollisti tulevan opinnäytetyön teon ja aiheen valinnan. Seikat Oy:llä oli akuutti ongelma kattoelementtien avoräystäsrakenteen osalta, johon kaivattiin kipeästi kehitysratkaisua. Näin aiheen rajaaminen räystäsrakenteisiin oli sinetöity.

Tässä opinnäytetyössä saatiin ratkaisuksi monitoimipelti, jonka tarkoituksena on yhdistää hyönteisverkko ja myrskylista. Etuina tässä ratkaisussa on asennuksen hoituminen yhdellä kerralla ja lopputuloksena saadaan siistimpi ja tiiviimpi toteutus. Tilaajan näkökulmasta ratkaisu voi olla erittäin hyödyllinen. Myrskypellin asentaja on yleensä aina peltiseppä, joka hoitaa myös muut rakennuksen peltityöt. Myrskypellin asentajalle jää yleensä myös hyönteisverkon liittäminen myrskylistaan kiinni, mikä vanhassa ratkaisussa voi olla aikaa vievää ja tiiveyttä ei voida kunnolla varmistaa. Tällä uudella ratkaisulla työn toteutus on nopeampaa ja helpompaa, sekä lopputulos on siisti ja tiivis. Tilaajan kustannuksia keventää näin ollen ainakin nostokalustosta koituvat kulut, kun kaksi työvaihetta voidaan yhdistää yhdeksi kokonaisuudeksi.

Elementin valmistuksessa tehtaalla putoaa pois yksi työvaihe, jolloin hyötynä saadaan tehokkuutta tuotantoon. Hyönteisverkon asennus tehtaalla riittävän tiiviiksi ja kustannustehokkaasti on ollut yksi iso haaste tuotannossa. Verkon nitominen ja leikkaaminen kattovasojen väliin ei ole osoittautunut riittävän hyödylliseksi tehtaan näkökulmasta. Uudella ratkaisulla saadaan työvaihe yhdistettyä työmaalle yhdeksi kokonaisuudeksi.

Lähteet

- 1 Kattoliitto ry, Toimivat katot 2019. Luettu 10.3.2022
- 2 Rakentaminen ja maankäyttö. Ympäristöministeriö. www.ym.fi/rakennustuotteet. Luettu 15.3.2022.
- 3 OSB Levyt. <https://www.osb.fi/>, Luettu 7.4.2022
- 4 Onni Kattoelementti. Seikat Oy. <https://www.seikat.fi/onni-kattoelementti/>, Luettu 16.3.2022
- 5 Viljakainen, Mikko. 2004. Avoin puurakennusjärjestelmä – paikalla rakentaminen. <https://puuinfo.fi/wp-content/uploads/2020/07/suunnitteluperusteetkokoo-hje-1.pdf>, Luettu 8.4.2022
6. RIL 107-2012, Rakennusten veden- ja kosteudeneristysohjeet, Luettu 13.4.2022
7. Rakennustieto Oy, Jyrkät bitumikermikatot, RT 103301, Luettu 26.4.2022
8. Rakennustieto Oy, Yläpohjat, perustietoja, RT 103274, Luettu 28.4.2022
9. Kattoelementtityypit. Finnish Wood Research. https://puuinfo.fi/wp-content/uploads/2020/07/HalliPES_1.0_Osa_4_Kattoelementtityypit.pdf, Luettu 28.4.2022
10. Puutieto. Insinööripuutuotteet. Puuinfo. <https://puuinfo.fi/puutieto/insinoori-tuotteet/viilupuu-lvl/>, Luettu 8.5.2022