

# NAVETAN YLÄPOHJARA- KENTEIDEN VERTAILU

TEKIJÄ: Mikko Tiilikainen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala			
Koulutusohjelma/Tutkinto-ohjelma Rakennusmestarin tutkinto-ohjelma			
Työn tekijä Mikko Tiilikainen			
Työn nimi Navetan yläpohjarakenteiden vertailu			
Päiväys	09.12.2019	Sivumäärä/Liitteet	32/5
Ohjaaja(t) Lehtori Hannu Haaranen, Lehtori Antti Kolari			
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Ikkuna- ja ovipari Oy			
Tiivistelmä			
<p>Tässä opinnäytetyössä tavoitteena oli koota tietoa maatalousrakentamisessa käytetyistä yläpohjarakenteista ja vertailla kahta yläpohjan rakentamismenetelmää – yläpohjan paikallaan rakentamista ja elementtirakentamista. Yläpohjarakenteita vertailtiin rakenteiden, kustannusten, rakentamisaikataulun ja työmaavaikutusten suhteen.</p> <p>Opinnäytetyö koostui teoriaosuudesta ja todellisen rakennuskohteen aikataulu- ja kustannuslaskennasta. Opinnäytetyön kohteena oli 150 paikkainen vasikkala Äänekoskella, jonka suunnittelusta vastasi työn tilaaja Ikkuna- ja ovipari Oy. Teoriaosuudessa koottiin tietoa yläpohjarakenteista eri valmistajien sivuilta sekä Ratu-kortistosta. Lisäksi henkilökohtaisilla yhteydenotoilla maatalousrakennusyrityksiin saatiin detaljitason tietoa yläpohjarakenteista. Kustannuslaskentaosiossa käytettiin urakoitsijalta saatuja työmenekkejä ja materiaalitoimittajilta saatuja hinnastoja paikallaan rakennettavan katon kustannusten ja aikataulun määrittämiseksi. Elementtikaton kustannuslaskennassa käytettiin urakoitsijoilta saatuja neliöhintoja.</p> <p>Vertailussa mukana olleet yläpohjarakenteet eroavat materiaalien, kustannuksien ja aikataulujen suhteen. Paikalla rakennettavan katto siirtää kuormat kantavan poimulevyn avulla runkoon ja siitä perustuksille. Elementtikatossa kuormat vastaan ottavat kertopuut, jotka ovat jäykistetty yhdeksi paketiksi erilaisilla levy ja puumateriaaleilla. Paikalla rakennettavan katon rakentaminen kestää noin puolitoista viikkoa, elementtikaton asennuksen kesto on noin yksi päivä. Kohteessa yläpohjarakenteiden kustannuksissa ei ollut suurta eroa.</p>			
Avainsanat Yläpohja, paikallaan rakennettu, elementti, kustannukset, aikataulu			

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Construction Management			
Author(s) Mikko Tiilikainen			
Title of Thesis Comparison of the Roof Structures of a Cowshed			
Date	9 December 2019	Pages/Appendices	32/5
Supervisor(s) Mr Hannu Haaranen, Senior Lecturer and Mr Antti Kolari, Senior Lecturer			
Client Organisation /Partners Ikkuna- ja ovipari Oy			
<p>Abstract</p> <p>The aim of this final project was to gather information about the roof constructions used in agricultural construction and to compare the two methods of roof construction – in situ built roof construction and prefabricated construction. The roof constructions were compared in terms of structures, cost, construction schedule and their effect on the site.</p> <p>The thesis consisted of a theoretical part and the actual construction schedule and cost calculation. The subject of the project was a barn for 150 calves in Äänekoski, designed by the client company Ikkuna-ja ovipari Oy. In the theoretical section information about the roof structures were collected from the websites of various manufacturers and the Ratu catalog. In addition, personal contacts with companies operating in agricultural construction provided detailed information on the roof constructions. In costing, labour input as announced by the contractor, and price list provided by the material supplier were used to determine the cost and schedule of the roof to be built in situ. The cost per square meter as informed by contractors was used in the cost calculation of the prefabricated roof.</p> <p>The roof built in situ spreads the loads with a load-bearing corrugated board to the frame and to the base constructions. In a prefabricated roof there are glulam girders that are stiffened into a single package with a variety of board and wood materials. It takes about one and a half weeks to build the roof in situ, and one day to install the prefabricated roof in the same building. There was no big difference in the cost between the two roof structures.</p>			
Keywords Roof structure, in situ built, prefabricated, cost, schedule			

## SISÄLTÖ

1	JOHDANTO .....	6
2	TILAAJA JA KOHTEEN KUVAUS .....	7
2.1	Tilaaja .....	7
2.2	Kohde .....	7
3	YLÄPOHJARAKENNE .....	8
4	PAIKALLA RAKENNETTAVAN KATON JA ELEMENTTIKATON MATERIAALIT JA ASENNUS .....	9
4.1	Paikalla rakentaminen .....	9
4.1.1	Teräksinen kylmävalssattu kantava poimulevy .....	9
4.1.2	Kantavan poimulevynasennus .....	10
4.2	Kertopuukierron asennus .....	13
4.2.1	Höyrynsulku .....	14
4.2.2	Lämmöneriste .....	14
4.2.3	PVC-kate, Protan .....	15
4.2.4	Työvaiheiden limitys .....	17
4.3	Elementtikatto .....	18
4.3.1	Puumateriaalina .....	18
4.3.2	Sahatavara .....	19
4.3.3	Kertopuu .....	19
4.3.4	Tuulensuojakangas .....	19
4.3.5	Lämmöneriste .....	20
4.3.6	Sisäverhous .....	20
4.3.7	OSB-levy .....	21
4.3.8	Vesikate .....	21
4.3.9	Kattoelementin valmistusluokitus .....	21
4.3.10	Kattoelementtienasennus .....	22
5	YLÄPOHJARAKENTEIDEN VERTAILU .....	24
5.1	Kustannukset .....	24
5.2	Aikataulu .....	25
5.3	Vaikutukset työmaalla .....	26
5.3.1	Vaikutukset työmaalla paikalla rakennettava katto .....	26
5.3.2	Vaikutukset työmaalla elementtikatto .....	27

6	YHTEENVETO.....	28
7	POHDINTA.....	29
	LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT .....	30

#### LIITTEET

LIITE 1. Vasikkalan pohjapiirros

LIITE 2. Vasikkalan julkisivupiirros

LIITE 3. Vasikkalan poikkileikkauspiirros

LIITE 4. Paikalla rakennettavan katon kustannukset

LIITE 5. Elementtikaton kustannukset

## 1 JOHDANTO

Maatalous Suomessa muodostaa elintarviketalouden perustan. Kulutetuista elintarvikkeista suurin osa on kotimaisia. Maatalous työllistää suoraan ja välillisesti noin 300 000 työntekijää. Omatoimira-kentaminen maataloilla on vähentynyt 2000-luvulla, koska eri säädökset vaativat tänä päivänä suunnittelulta, sekä monissa työvaiheissa ammattitaitoista henkilöstöä. Nykypäivänä navetat ovat todella suuria ja hallimaisia rakennuksia, joka lisää vaativuutta niiden toteutuksessa.

Keväällä 2019 Ikkuna- ja ovipari Oy (IOPARI) tilasi tekemään kahden eri yläpohjarakenteen vertailun opinnäytetyönä. Opinnäytetyön tavoite oli kerätä tietoa ja vertailla kahta navettarakentamisessa käytettyä yläpohjarakennetta keskenään – paikallaan rakennettavaa kattoa ja elementtikattoa. Työntilaajan toimenkuvaan on kuulunut jo monien vuosien ajan vahvasti maatalousrakentaminen. Yrityksen toimenkuva on tarkoitus laajentua maatalouden ja teollisuuden kokonaisvaltaiseen rakentamiseen.

Tässä opinnäytetyössä selvitetään navetan yläpohjarakenteiden materiaaleja, rakentamisaikataulua ja työmenetelmiä, jotka vaikuttavat näissä kahdessa eri yläpohjarakenne vaihtoehdossa omiltaan työmaan etenemiseen ja kustannuksiin. Opinnäytetyön rakennuskohteena oli 150 paikkainen vasikkala Äänekoskella, jonka suunnittelusta vastasi Ikkuna- ja ovipari Oy. Vasikkalan rakentaminen on tarkoitus alkaa keväällä 2020.

## 2 TILAAJA JA KOHTEEN KUVAUS

### 2.1 Tilaaja

Ikkuna- ja ovipari Oy on vuonna 2007 perustettu maatalouden ja teollisuuden rakentamiseen erikoistunut yritys, jonka toimenkuvaan kuuluu uusien ja saneerattavien rakennusten suunnittelu ja rakentaminen, rakennustuotteiden valmistus ja maahantuonti sekä myynti, asennus- ja huoltopalvelut. Yrityksen toimipiste sijaitsee Kuopiossa ja sen toimialue on koko Suomi. Yrityksen liikevaihto vuonna 2019 oli 1,2 miljoonaa euroa. Työntekijöiden määrä vaihtelee 5-10 henkilöön (Puhelinkeskustelu Miettinen, 22.10.2019).

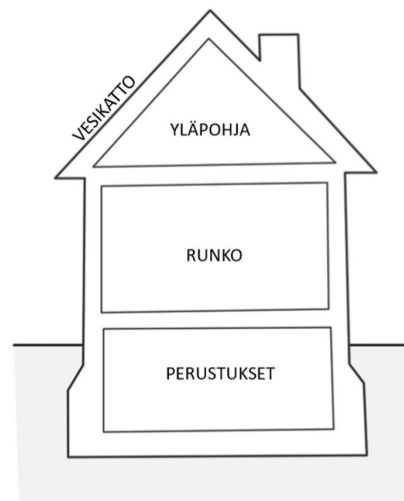
Ikkuna- ja ovipari Oy:n yhtenä päätehtävä on suunnitella, valmistaa ja asentaa vapaakiertoisia ilmanvaihto- ja savunpoistojärjestelmiä pihattoihin, navettoihin sekä muihin maatalousrakennuksiin. Tuotteet räätälöidään kohteen tarpeiden ja mittojen mukaan. Valoseinä, valohormi ja valoharja yhdistelmillä saadaan tehtyä maatalousrakennukseen tehokas painovoimainen ilmanvaihto, lisäksi tuotteiden valmistusmateriaalina käytetty kennolevy tuo rakennuksen sisälle paljon luonnonvaloa. Hyvällä ilmanvaihdolla sekä luonnonvalon avulla saadaan tehokkuutta maidon ja lihan tuotannossa, lisäksi tuotantoeläinten ja työntekijöiden hyvinvointi paranee. (Ikkuna- ja ovipari 2019)

### 2.2 Kohde

Keväällä 2020 Äänekoskella alkaa vasikkalan rakentaminen, joka on opinnäytetyön kustannusvertailun rakennuskohde. Kylmän rakennuksen pinta-ala on 717 m<sup>2</sup> ja se on mitoitettu 150 vasikalle. Navetan perustuksena ovat teräsbetoniset pilarianturat ja runko muodostuu liimapuupilareista, joiden päälle tulee liimapuusta tehdyt primääripalkit kannattelemaan vesikatolta tulevia kuormia. Ulkoseinillä on pressuovet, joilla saadaan säädettyä tuloilmaa sekä katolla valoharja, jolla poistetaan rakennuksen sisältä ylimääräinen kostea ja lämmin ilmassa. Valoharja toimii myös savunpoistona.

### 3 YLÄPOHJARAKENNE

Rakennuksen rakenteet ovat yleisesti ottaen perustukset, alapohja, runko ja yläpohja. Tässä opin-  
näytetyössä keskitytään navetan yläpohjan rakenteisiin. Periaatekuva rakennuksen osista on esitetty  
alla olevassa kuvassa (Kuva 1).



Kuva 1. Rakennuksen osat. (mukaillen PIXABAY 2019)

Yläpohjarakenne koostuu yleensä kantavasta rakenteesta, ilmansulusta, höyrynsulusta, lämmöneristyksestä, toimivasta tuuletuksesta ja siihen voi kuulua myös vesikate tai bitumikermi. Yläpohjan toteutusmuotoja on erilaisia riippuen valituista materiaaleista, jotka omalta osaltaan vaikuttavat rakenneratkaisuihin. Jos rakennuksen käytössä muodostuu suuria määriä kosteutta, korvataan ilmansulku höyrynsululla. (KATTOLIITTO 2013, 8) Navetoiden yläpohjissa käytetäänkin höyrynsulkumuovia, koska eläimet tuottavat suuria määriä kosteutta.

Tässä oppinäytetyössä yläpohjan rakenne eroaa normaalista asuintalorakentamisesta siltä osin, että eristevahvuudet ei tarvitse olla maatalouden eläinrakennuksissa niin suuret. Kaikkein tärkein tehtävä eristeellä ja höyrynsululla on estää kosteuden tiivistymistä vesikatteen alapintaan. Navetat eivät vaadi lämmitystä, pikemminkin jäähdytystä, koska eläimien lämmöntuotto on niin suuri. Nykyään navetoissa hyvinkin tärkeässä roolissa on tehokas ilmanvaihto, joka toteutetaan hyvin yleisesti painovoimaisesti. Tuloilma otetaan suurista ikkuna-aukoista ja poisto tapahtuu valoharjan tai hormiston avulla.

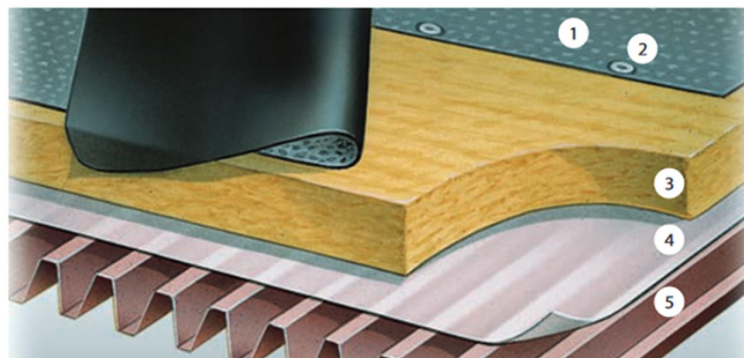


## 4 PAIKALLA RAKENNETTAVAN KATON JA ELEMENTTIKATON MATERIAALIT JA ASENNUS

Paikalla rakennettava katto sekä elementtikatto vaativat useita työvaiheita, mutta eroavaisuuksina niissä ovat työvaiheiden teko eri työolosuhteissa. Paikalla rakennettava katto toimitetaan työmaalle osina, jossa se kasataan paikoilleen. Elementtikatto puolestaan kasataan tehtaalla valmiiksi ja toimitetaan valmisosana työmaalle, jossa se asennetaan paikoilleen.

### 4.1 Paikalla rakentaminen

Paikalla rakentamisella tarkoitetaan materiaalien kuten tässä kohtaa kantavien poimulevyjen, höyrynsulun, eristeiden ja vesikatemateriaalien toimituksen työmaalle, jossa se leikataan ja muokataan määrämittaansa ja asennetaan kerroskerrokseltaan kohteeseen. Paikalla rakentaminen mahdollistaa helposti myös eri yksityiskohtien luomisen työmaalla. (Puuinfo 2019) Periaatekuva paikalla rakennettavasta katosta on alla olevassa kuvassa (Kuva 2).



**1. Protan SE 2. Kiinnike 3. Lämpöeriste 4. Höyrynsulku  
5. Kantava rakenne**

Kuva 2. Periaatekuva paikalla rakennettavasta katosta. (RT 38352, 3)

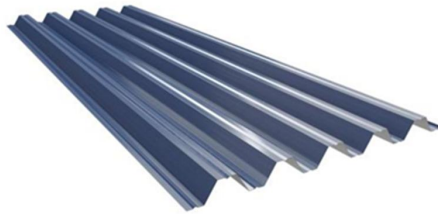
#### 4.1.1 Teräksinen kylmävalssattu kantava poimulevy

Kantavat poimulevyt soveltuvat monenlaisiin kattoratkaisuihin, niiden keveytensä ja hyvän kantavuutensa johdosta. Niitä pystytään käyttämään välipohjissa, valumuotteina ja vesikatteina. (Ruukki 2019)

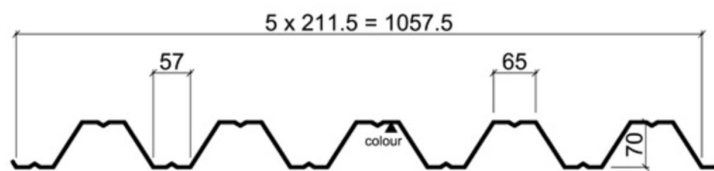
Kantavan poimulevyn tarkoituksena tässä kohteessa on kannatella ja siirtää vesikatolta rungolle tulevat kuormat, joita ovat pääosin eriste-, lumi- ja tuulikuorma. Kantava poimulevy mitoitetaan kohdekohtaisesti, sen vaativuuden mukaan, jota määrää suuresti primääripalkkien jännevälit, sekä sen seudun lumikuormat ja tuulikuormat (Puhelinkeskustelu Hernesniemi 21.11.2019).

Kantavalla poimulevyllä saadaan kantavuutta lisättyä päittäis- ja sivulimityksillä, ainevahvuutta suurentamalla tai asentamalla se tuplana. Usein rakennuksen päätyihin asennetaan paksummalla ainevahvuudella oleva kantava poimulevy, tässä kohteessa rakennuksen päätyihin tuli 1.0 mm ja keskiosiin 0,7mm vahvuiset kantavat poimulevyt (Puhelinkeskustelu Hernesniemi 21.11.2019).

Kohteeseen on valittu Ruukin poimumitoitusohjelmalla T70-57L-1058 kantava poimulevy. Ruukin T70-57L-1058 kantava poimulevy ja sen tekniset mitat on esitetty alla olevissa kuvissa (Kuva 3 ja Kuva 4).



Kuva 3. Kantava poimulevy T70-57L-1058 (Ruukki 2019a)

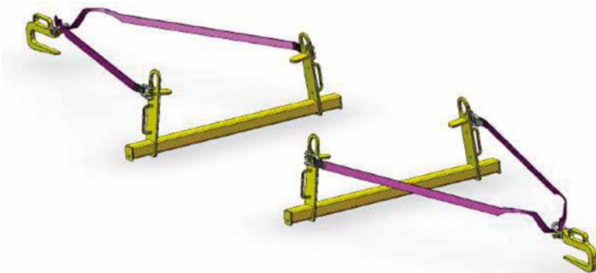


Kuva 4. Ruukin T70-57L-1058 profiili ja mitat. (Ruukki 2019b)

#### 4.1.2 Kantavan poimulevynasennus

Kattourakka alkaa poimulevy kuorman vastaanotolla kohteeseen, se nostetaan kuormasta nosturilla tasaiselle alustalle vähintään 10 cm maanpinnasta ja tuetaan 1 m välein. Nippuja saa olla korkeintaan kolme päällekkäin ja jokaisen nipun väliin jätetään 10 cm tuuletuksen ja nippujen nostojen varten. Pitempi aikaisessa säilytyksessä on poimulevyt suojattava sateelta.

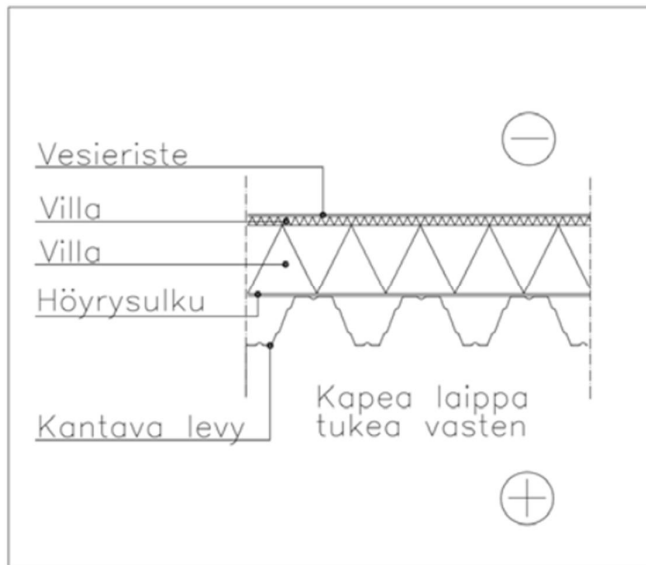
Ruukin kantavia poimulevyjä nostaessa suositellaan käyttää kantavien poimulevyjen nostoon suunniteltua nostoapuvälinettä, josta kuva alla. (Kuva 5.).



Kuva 5. Kantavien poimulevyjen nostoapuväline. (Ruukki 2019c, 2)

Ennen asennusta on katon alue rajattu, sen alla ei saa työskennellä muut työntekijät sen aikana, kun poimulevyjä asennetaan. Itse asennukseen on varattava nosturiauto, torniteline, henkilökohtaiset putoamissuojaimet, akkuporakoneet, leikkurit ja kiinnitysruuvit.

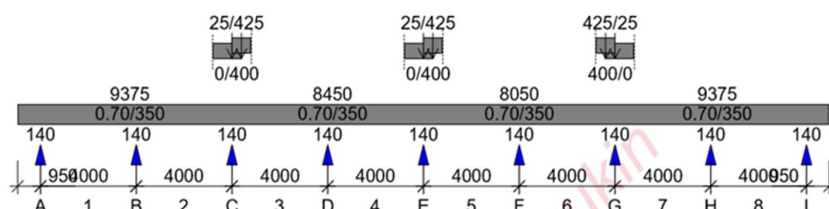
Lämmöneristetyssä katossa asennetaan poimulevyt niin, että leveämmät laipat ovat ylöspäin (Kuva 6), jotta ne tukevat paremmin sen päälle tulevia eristeitä ja reunalaipan jäädessä alaspäin ei limitysruuvien kannat riko myöskään höyrynsulkua. (Ruukki 2019d, 5)



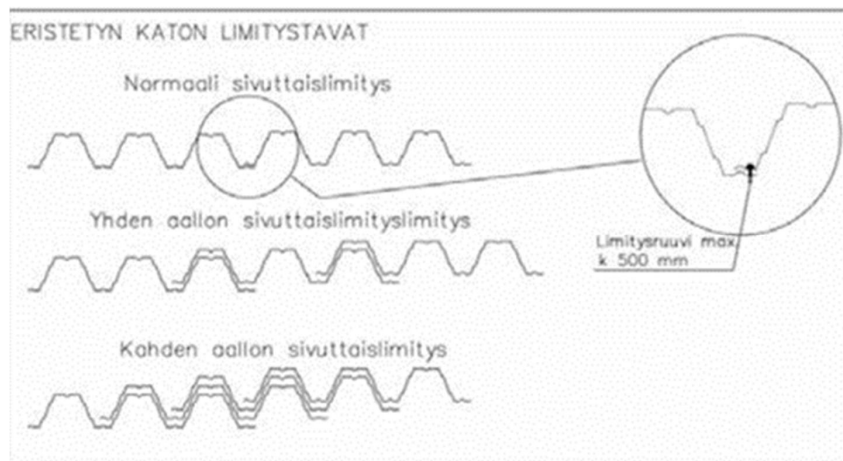
Kuva 6. Lämmöneristetty katto. (Ruukki 2019e ,5)

Asennus alkaa rakennuksen päädyistä ja asettamalla räystäälle asti ulottuvat 1,0 mm vahvuiset poimulevyt ensin, jonka jälkeen kohteen keskiosille tulee 0,7 mm vahvuiset poimulevyt. Poimulevyt kiinnitetään ruuveilla primäärikannatinpalkkeihin. Asennus jatkuu aukko kerrallaan eteenpäin.

Tavallisesti sivuttaislimityksenä asennuksessa pidetään poimulevyillä ½-aallon sivuttaislimitystä. Rakennuksen lunta keräävissä kohdissa tai päädyissä voidaan poimulevyn kantavuutta lisätä, joko yhden tai kahden aallon limityksellä. Levyjen kiinnitys toisiinsa tapahtuu, jokaisen levyn saumakohdasta toisiinsa suunnitelmien mukaisilla kiinnikkeillä. Kiinnikkeiden väli on maksimissaan 500 mm (RUUKKI 2019f, 6). Kantavien poimulevyjen päätyosien limitystä eli päittäislimitys on esitetty kuvassa (Kuva 7). Sivuttaislimitys oli normaali, joka on esitetty kuvassa (Kuva 8).



Kuva 7. Kuvassa poimulevyjen päittäislimitys. Kohteesta poiketen kuvassa 0,7 mm levyt päätyosioilla. (Janne Hernesniemi, Ruukki Oy)



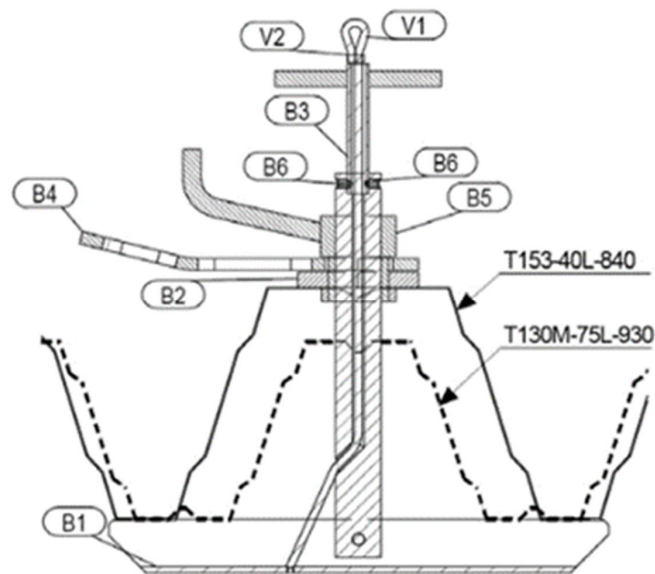
Kuva 8. Sivuttaislimitykset. (Ruukki 2019g, 6)

Kulmahiomakonetta ei saa käyttää poimulevyn leikkauksissa, koska se polttaa leikkauskohdan ja kiipinöi, jolloin poimulevyn pinta vaurioituu ja altistuu ruostumiselle.

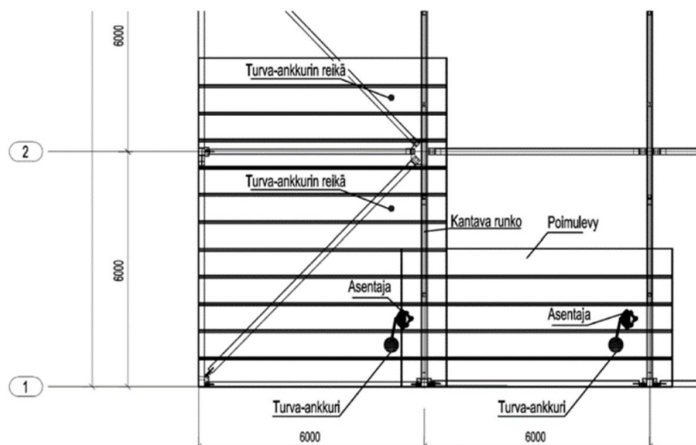
Poimulevyihin tarvittavien leikkausten tekoon soveltuvat:

- Nakertaja,
- metallin leikkaukseen sopiva käsisirkkeli,
- puukkosaha,
- kuviosaha,
- kaksoisteräleikkuri.

Työturvallisuuteen Ruukki Oy on ottanut kantaa kehittämällä kantavaan poimulevyyn asennettavan turva-ankkurin (Kuva 9), johon katolla työskentelevä työntekijä saa kiinnitettyä putoamisvaljaat. Turva-ankkurille tehdään 50 mm reikä poimulevyn keskimmäväliseen laippaan, vähintään 1 m poimulevyn vapaasta päästä, josta periaatepiirros on alla olevassa kuvassa (Kuva 10).



Kuva 9. Turva-ankkuri. (Ruukki 2019h, 2)



Kuva 10. Periaatepiirros turva-ankkurin sijainnista. (Ruukki 2019i, 4)

#### 4.2 Kertopuukierron asennus

Kertopuu asennetaan katon räystääiden ja päätyjen reunoille, kantavan poimulevyjen asennuksen jälkeen. Kertopuut kiinnitetään primääripalkkeihin kulmarauodoilla. Kertopuu kierron tarkoituksena rakennuksen katon päädyssä ja räystäällä on toimia kiinnityksenä ja tukipintana protanin PVC-katteelle ja eristeille. Kertopuun tarkoituksena on myös peittää eristeet ja kantava poimulevyn reuna, ettei ne erottuisi edestäpäin katsottuna (Puhelinkeskustelu Styrman 21.11.2019).

#### 4.2.1 Höyrinsulku

Höyrinsulkuna pystyy olemaan mikä tahansa yhtenäinen ja tiivis ainekerros, joka estää vesihöyryn tiivistymisen rakenteeseen sekä ilman virtauksen rakenteen läpi (diffuusio). Höyrinsulkuna voi toimia esimerkiksi betoni-, levy tai kalvorakenne. (RIL 2019.)

Maatalousteollisuuden rakennuksissa vallitsee yleisesti korkea kosteuspitoisuus johtuen eläimistä ja niiden eritteistä. Tähän rakenteeseen soveltuu parhaiten höyrinsulkumuovi sen höyrnpitävyyden ja pienen tilakapasiteetin viennin johdosta.

Paikalla rakennettavan höyrinsulku muovi (Kuva 11), on yleisimmin valmistettu polyeteenistä, sen vahvuus on 0,2 mm.



Kuva 11. Höyrinsulkumuovi. (Meltex 2019)

##### 4.2.1.1 Höyrinsulkumuovin asennus

Höyrinsulkumuovin levitys kantavan poimulevyn päälle aloitetaan rakennuksen päädystä, harjalta rullaa purkamalla kohti räystästä. Nämä vaiheet jatkuvat, kunnes katto on saatu höyrinsulun osalta valmiiksi. Huomioitavaa on jättää reunoille varat teippauksille ja höyrinsulkumuovien limitykset 400 mm sekä läpivientien ja saumojen huolellinen tiivistäminen höyrinsulkuteipillä (Puhelinkeskustelu Styrman 21.11.2019).

#### 4.2.2 Lämmöneriste

Yläpohjarakenteessa on käytetty lämmöneristeinä mineraalivillaa. Yleisimpinä mineraalivilloina on rakentamisessa lasi- ja kivivilla. Lasivillan valmistetaan kvartsihiekkasta, kalkkikivistä sekä soodasta lisäksi siihen lisätään sideaineeksi fenolihartsia. Kivivilla valmistetaan pääosin emäksisiä kivilajeista ja sen sideaineeksi lisätään muovi. Molempiin mineraalivilloihin lisätään valmistusvaiheessa öljyä, joka sitoo pölyä itseensä. (Siikanen 2009, 217.)

Lämmöneristeen tarkoitus on estää lämmönkarkaaminen rakennuksesta. Navetoiden puolilämpimissä yläpohjissa sillä on merkitystä suurien lämpötilaerojen tasaajana ja estäen näin kondenssion syntymisen katteen alapintaan.

Eristeenä tässä rakennevaihtoehdossa käytetään kovaa mineraalivillaa, koska niiden päälle tulee ra-situksia vesikatolta ja niiden lämpöarvo on hyvä suhteutettuna paksuuteensa.

#### 4.2.2.1 Lämmöneristeen asennus

Kantavan poimulevyn ja höyrynsulun asennuksien jälkeen yläpohja eristetään. Tässä kohteessa yläpohjaan tulee yhteensä 100 mm kovaa mineraalivillaa, pohjalle tulee 50 mm Rockwoolin URS 36-levyvillä ja päällimmäiseksi lasikuidulla vahvistettu 50 mm Rockwoolin Hardrock 37-levyvillä, koska elastinen vesikate tulee suoraan eristeen päälle. Tämä rakenne kestää lumikuorman sekä katolla liikkumisen asennusten ja huollon yhteydessä.

Ensimmäinen eristekerros asetetaan höyrynsulkumuovin päälle tiiviisti alustaa ja toisiaan vasten. Levyt kiinnitetään alustaan mekaanisilla kiinnikkeillä valmistajan ohjeiden mukaan. Kiinnityssyvyyden ja kiinnikkeiden määrä tulee tehdä ohjeiden mukaan. Kun kyseessä on alustana poimulevy, pitää kiinnikkeet sattuua poimujen harjoihin.

Päällimmäinen kerros asetellaan alemman levyvillan päälle siten, että saumojen kohdilla on vähintään 300 mm limitys. Eristyksessä on huomioitava tiiviit liitokset ja yleisesti huolellinen työskentely, jotta höyrynsulku pysyisi ehjänä (RATU 2005, 13).

#### 4.2.3 PVC-kate, Protan

Vesikatteen tehtävä on muodostaa vedenpitävä suoja sadevettä ja lunta vastaa (Hengitysliitto 2019). Protan-vesikatteen ovat läpäisseet niille annetut tekniset vaatimukset esimerkiksi venyvyyden, repäisy, säänkestävyyden- ja puhkaisulujuuden osalta. Niillä on hyvä vesihöyryn läpäisyarvo ja tulipalo tilanteessa ne eivät edistä paloa, sekä ne ovat UV-säteilyn kestäviä (RT38352a, 2).

Protan SE-katetta (Kuva 12), käytetään nykyään hyvin usein maatalouden rakennuksien vesikatoissa. Kate on valmistettu PVC:stä, joka on vahvistettu polyesterikankaalla. Työmaalle materiaali toimitetaan rullatavarana.

Protanin tekniset tiedot:

Paksuus: 1.2 mm 1.6 mm 1.8 mm 2.0 mm

Vakioleveydet: 0.67m 1.0 m 2.0 m

Vakiopituudet: 20 m 1.2 mm ja 1.6 mm paksuisena. 15 m 1.8 mm ja 2.0 mm paksuisena.

Värit:

Tummanharmaa F94

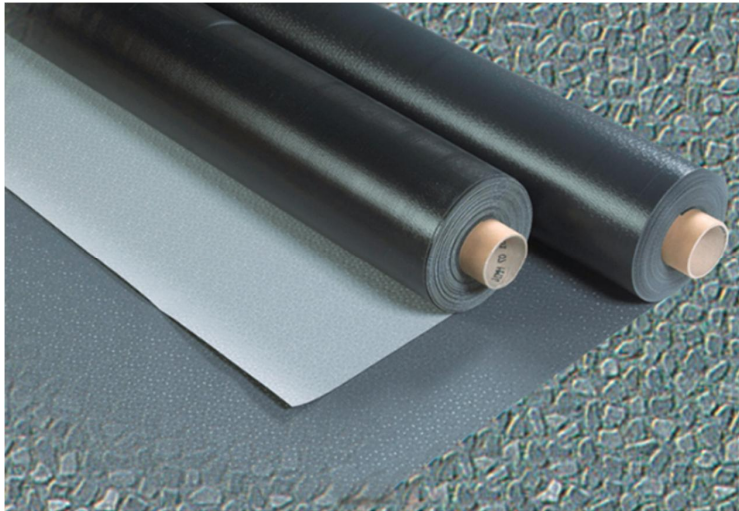
Vaaleanharmaa F 91

Patinanvihreä F41

Punainen F12

Valkoinen/Cool Roof F01

Musta FX9



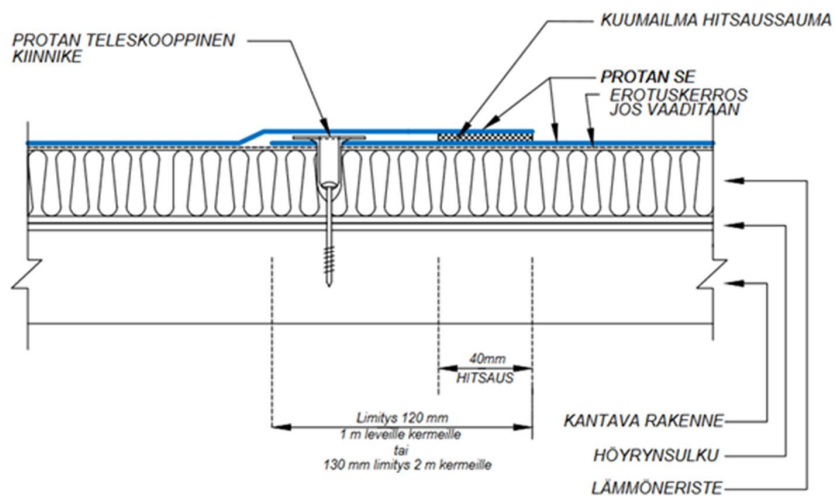
Kuva 12. Protan PVC-kate (RT 38352b, 4)

#### 4.2.3.1 Protanin asennus

PVC-Katteen asennus aloitetaan merkitsemällä lähtöpaikka merkintänarua apuna käyttäen. Tämän jälkeen yksi kermi levitetään katolle rullaa purkamalla. Sen jälkeen kermi kiinnitetään kantavaan alustaan mekaanisesti, ensin kermi kaistan päistä ja sen jälkeen sen pitkittäissivut. Seuraava kermi kiinnitetään ensin päistään mekaanisesti, jonka jälkeen sen toinen reuna hitsataan edelliseen kermiin. Tämän jälkeen kermeistä kiinnitetään mekaanisesti vain aina vapaana oleva pitkittäisreuna. Hitsaussauman leveys on 40 mm ja Protan-kermien limitykset ovat 1 m leveille kermeille 120 mm ja 130 mm 2 m leveille kermeille (Kuva 13.).

Kun kattoon on asennettu PVC-kate, alkaa viimeistely vaihe, jossa katon reunat pellitetään 0,7 mm vahvuisella pellillä. Pellin alle asennetaan kiinnitysvaiheessa irtonainen kapea kermi-kaistale, joka pyöräytetään pellin päälle ja hitsataan kiinni katon pinnalla olevaan vesikatteeseen (Protan asennuskäsikirja 2007, 35-62).





Kuva 13. Leikkauskuva limisaumasta eristetyssä katossa. (Protan 2019a)

Protanin sauma kohdat kuumennetaan kuumailmapuhaltimella, jolloin pinnat sulavat ja saumat painetaan yhteen painorullalla, näin syntyy homogeeninen sauma. Alla olevassa kuvassa on esitetty protan-katteen asennusta ja asennus kalustoa (Kuva 14).



Kuva 14. Protanin asennus. Alustana poiketen bitumikermi (Protan 2019b)

#### 4.2.4 Työvaiheiden limitys

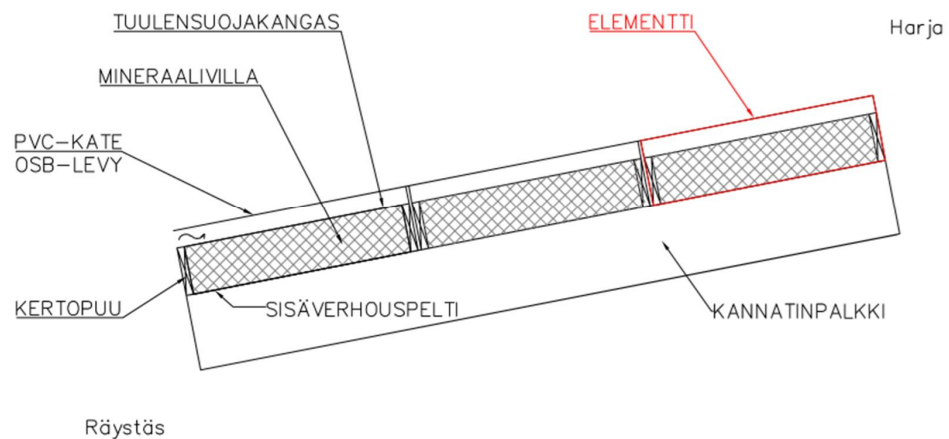
Paikalla rakennettavan katon työvaiheet limitetään lähes aina nopeuttaakseen valmiin kattopinnan muodostumista, varsinkin jos vallitsevassa säässä on tulossa muutoksia. Kantavien poimulevyjen asentamisen jälkeen, höyrynsulku levitetään osalle alueelle kattoa ja lämmöneristeen sekä PVC-katteen asennus tulee heti höyrynsulkumuovin peittämälle alueelle perästä eli kaikki työvaiheet tehdään osioittain kattourakassa. Tällä tavoin saadaan estettyä tuulen pääsy höyrynsulun alle ja eristeet säältä suojattua (Puhelinkeskustelu Styrman 15.11.2019).

### 4.3 Elementtikatto

Kattoelementti on rakenteellisesti kantava ja suoraan valmis asennukseen. Kattoelementin varustuksesta pintarakenteiltaan on sovittavissa elementtitehtaan kanssa.

Elementtikaton valmistajia löytyy Suomesta muutamia, Termater Oy valmistaa niistä myöskin maataloudenrakentamiseen suunniteltuja Farmari-kattoelementtejä. Niiden palonkestoluokka on R30, jolloin ne soveltuvat käytettäväksi P2- ja P3-luokan rakennuksissa.

Kattoelementin alapuolisena pintana on pinnoitettu pelti, runkona toimii kertopuu ja eristyksenä mineraalivilla. Mineraalivillan päällä on tuulensuojakangas. Koolaus on tehty ilmankierron varmistamiseksi, jonka päällä vesikatteen alusena on OSB-levy. Vesikatteenä on maataloudenrakennuksissa käytetty yleisimmin Protanin SE PVC-katetta, joka on yleensä kiinnitetty tehtaalla valmiiksi elementtiin. Protan-kate kuvattiin kohdassa (4.2.3). Periaatepiirros elementtikatosta on esitetty alla olevassa kuvassa (Kuva 15).



Kuva 15. Elementtikaton periaatekuva. (Tiilikainen 2019)

Esimerkiksi Termaterin valmistaman Farmari-kattoelementin tekniset tiedot ovat:

- Kattoelementin koko 2,4 m x 22 m,
- maksimi jänneväli 2-aukkoisena 8 m
- elementin lämmönläpäisykerroin eli U-arvo 0.27 W/m<sup>2</sup>K,
- kattoelementin massa 0,35 kN/m<sup>2</sup>,
- kantavuus mitoitetaan tapauskohtaisesti. (Termater 2019)

#### 4.3.1 Puumateriaalina

Puun suosio rakennusmateriaalina johtuu, sen hyvästä saatavuudesta, keveydestä, helposta työstettävyydestä, lukuisista liitos mahdollisuuksista, edullisuudesta, lujuusominaisuuksista, ekologisuudesta. Huonoina ominaisuuksina voidaan pitää, palon arkuutta, altistumista lahoamiselle kosteissa olosuhteissa. (Siikanen 2009a, 15)

#### 4.3.2 Sahatavara

Sahatavarat on jaettu laatuominaisuuksiensa perusteella seuraaviin pääluokkiin: US, V, VI, VII, joista US on korkein laatuluokka. Sahatavaran pituudet menevät yleisimmin 300 mm:n etenemällä jaolla 2,7 m – 6 m asti. Käytettyjä poikkileikkausmittoja on useita.

Mitallistettua sahatavaraa käytetään yleisesti rakentamisessa. Mitallistettu sahatavara on karkea-höylätty mittatarkaksi höyläämällä joka sivulta 1 mm. (Puuinfo 2019a)

#### 4.3.3 Kertopuu

Kertopuun (Kuva 16) valmistus tapahtuu puristamalla fenolihartsiliimalla liimatut 3 mm vahvuisia kuivattuja ja sorvattuja havupuuvuiliuja yhteen, joista muodostetaan levymäisiä laattoja tai pitkiä palkkeja. Kertopuu soveltuu paikkoihin, joilta vaaditaan suurta lujuusarvoa ja pientä omaa painoa. Käyttökohteita ovat esimerkiksi: Maatalous-, varasto-, julkiset-, asuintalo ja teollisuudenrakennukset. (Puuproffa 2019)



Kuva 16. Kertopuu. (MetsäWood 2019)

#### 4.3.4 Tuulensuojakangas

Tuulensuojakangas (Kuva 17) on vesihöyrynläpäisevä, mutta sadeveden- ja tuulenpitävä polypropyleenistä valmistettu kangas, joka asennetaan lämmöneristeen ulkopintaan. (Eltete 2019.)



Kuva 17. Tuulensuojakangas. (Eltete 2019a)

Kattoelementissä on käytetty tuulensuojakangasta estämään tuulen pääsyn tuuletustilasta eristeseen, joka puolestaan heikentäisi lämmöneristeen toimivuutta.

#### 4.3.5 Lämmöneriste

Kattoelementin eristeenä on käytetty pehmeää mineraalivillaa (Kuva 18). Mineraalivillasta kerrottu kohdassa 4.2.2 Lämmöneriste.



Kuva 18. Kivivilla. (Rockwool 2019)

#### 4.3.6 Sisäverhous

Kattoelementin sisäverhouksena käytetään käyttökohteesta riippuen erilaisia materiaaleja. Kattoelementtien valmistaja Termaterilla on kolme eri vaihtoehtoa: Pelti-, kipsi ja akustiikkalevy. (Termater 2019a) Tämä työkohde on maatalousrakennus, jonka ilmatilassa on suuret määrät kosteutta, jolloin sen pintamateriaaliksi valikoitui 0,45 mm vahva polyesteripintainen profiloitu teräsohutlevy sen hygieenisyyden ja tiiviyden takia. Lisäksi se toimii höyrinsulkuna ja kattoelementtien liitoskohdat on tiivistetty kumitiivisteellä höyrinsulun toiminnan takaamiseksi. Alla olevassa kuvassa esimerkki sisäverhouksesta (Kuva 19).



Kuva 19. Sisäverhouspelti. (Termater 2019b)

#### 4.3.7 OSB-levy

OSB-levyt (Kuva 20) valmistetaan ristiin puristamalla liimatut puulastus yhteen. Ristiin liimattuna OSB-levyistä tulee kuormituskestäviä sekä jäykkiä. OSB-levyä on saatavana ympäripontattuna vesikattolevynä tai homesuojattuna huopakatoille alustoiksi havuvanerin sekä raakapontin sijasta. Sitä pystytään myös käyttämään seinien tai kattojen levytyksinä, joka jäykistää rakenteen (Puutoimi 2019).



Kuva 20. Pontattu OSB-levy. (Egger 2019)

#### 4.3.8 Vesikate

Vesikatteeksi kattoelementtiin asennetaan, joko PVC-kate, bitumikermi tai kattopelti, usein maatalouskohteeseen valikoituu PVC-kate, josta kerrottu kohdassa (4.2.3).

#### 4.3.9 Kattoelementin valmistusluokitus

Kattoelementit valmistetaan tehtaalla suunnitelmien mukaan ja toimitetaan työmaalle asennuspäivänä. Kattoelementille on annettu mittatarkkuus vaatimukset RunkoPES 2.0 mukaan, joita tehtaata noudattavat. Valmistusluokka valikoituu rakennuksen kerrosten mukaan, tässä kohteessa on vain yksi kerros, jolloin se kuuluu valmistusluokkaan 1. Valmistusluokkien toleransseista kerrottu alla olevassa taulukossa (Taulukko 1).

Taulukko 1. Puuelementtien vaakarakenne-elementtien valmistusluokkien toleranssit (puun kosteuspitoisuus 15 %, mitataan tehtaalla) (Puuinfo 2019b)

Ulottuvuus	Valmistusluokka 3	Valmistusluokka 2	Valmistusluokka 1
Pituus ≤ 6 m > 6 m	± 5 mm	± 0,15 % ± 10 mm	± 0,25 % ± 20 mm
Leveys ≤ 3 m > 3 m	± 5 mm	± 0,15 % ± 10 mm	± 0,25 % ± 20 mm
Paksuus	min(± 5 mm/1,5 %)	± 5 mm	± 7 mm
Nurkkapisteiden välisten ristimittojen ero ≤ 6 m > 6 m	± 0,10 % ± 10 mm	± 0,15 % ± 15 mm	± 0,25 % ± 25 mm
Suoruus (koko elementin pituus) - pituus, leveys	± 0,1 %	± 0,15 %	± 0,25 %
Aukkojen sijainti	± 5 mm	± 10 mm	± 15 mm
Liittyvien rakenteiden loveus - loven pituus, syvyys, leveys	+ 2 mm	+ 4 mm	+ 6 mm

#### 4.3.10 Kattoelementtien asennus

Kattoelementtien asennus tulisi tapahtua suoraan kuljetusajoneuvosta. Mikäli ne joudutaan välivarastoimaan työmaalla, on ne suojattava vaurioitumiselta riittävän hyvällä sääsuojauksella sekä varmistaa, että kattoelementit ovat vähintään 0,3 m korkeudella maanpinnasta. Kattoelementteihin ei saisi kohdistua liian suuria lämpötilavaihteluita, koska siitä voi seurata puun halkeilua.

Ennen kattoelementtien asennusta on työmaalle toimitettu sopiva nosturi, selvitetty nostoalueet ja rajattu työalueet, lisäksi asennusalusta on tarkastettu, että se on suunnitelmien mukainen ja kaikki liitokset ovat kunnossa. Kattoelementtien nosto tapahtuu niissä olevista nostolenkeistä.

Kattoelementtien asennustyön alkaessa poistetaan elementtipusta suojamuovit sekä kuljetustuet ensimmäisestä kattoelementistä. Nostoketjut kiinnitetään kattoelementissä oleviin nostolenkkeihin.

Asennustyö alkaa yleisimmin rakennuksen päätyräästäältä kohti vesikaton harjaa. Ensimmäisen kattoelementin sijainti tarkistetaan, että se on oikeassa asemassa seinälinjan ja seinärakenteen mukaan. Kattoelementti asennetaan ja kiinnitetään suunnittelijan ohjeiden mukaan lopullisilla kiinnikkeillä

Asennustyön edetessä (Kuva 21) seurataan, että kattoelementit kulkevat keskenään suorassa sekä varmistetaan, että liitoskohtiin jää eristeelle tilkevara. Kattoelementtien kiinnityksen jälkeen, eristetään liitoskohdat villakaistalla tai polyuretaanilla. Eristystyön jälkeen liitoskohta tiivistetään hitsaamalla PVC-kate kaistan avulla tiiviiksi. (Puuinfo 2019c)



Kuva 21. Kattoelementin asennus liikerakennukseen. (Termater 2019b)

## 5 YLÄPOHJARAKENTEIDEN VERTAILU

Kahta eri yläpohjarakennetta vertailtiin kustannusten, aikataulun ja työmaavaikutusten suhteen.

Yläpohjan kustannuksiin vaikuttavat suurimmilta osin: Asennuskohteen koko ja muoto, primääripalkkien jänneväli ja materiaalit sekä niihin liittyvät työt. Kattourakoiden neliöhinnat vaihtelevat kohteen koon mukaan, koska suuremmassa urakassa synergiahyöty alkaa vaikuttamaan työsaavutuksen nopeutumiseen (Puhelinkeskustelu Styrman 26.11.2019).

Paikalla rakentamisessa kustannukset muodostuvat materiaaleista ja työstä työmaalla. Paikalla rakennettavalle katolle työmaalla muodostuu enemmän työtunteja kuin vastaavasti elementtikatolle. Paikalla rakentamisen kustannukset pystyttiin paremmin erittelemään tässä kustannuslaskennassa. Elementtikaton kustannukset näkyvät kokonaispakettina neliometri hinnoilla.

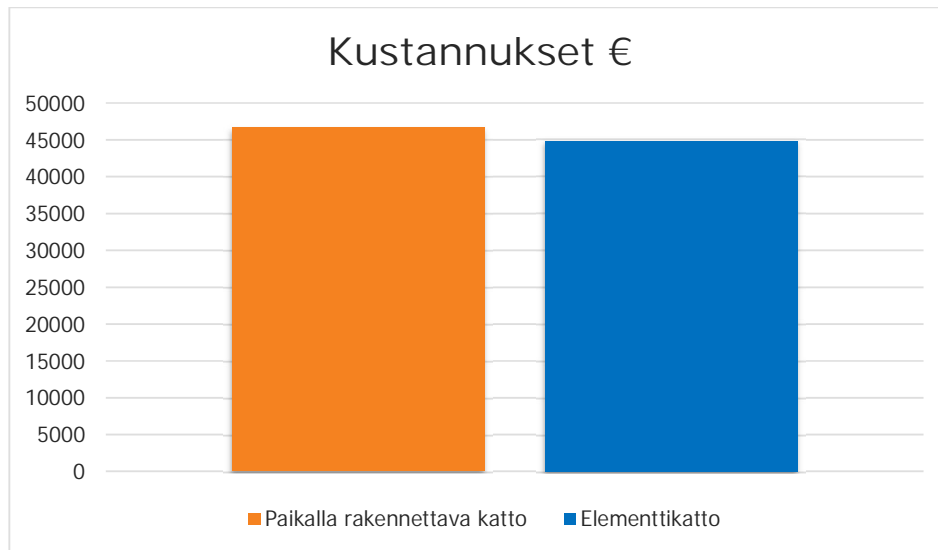
### 5.1 Kustannukset

Paikalla rakennettavan katon kustannukset muodostuvat materiaaleista ja työtunneista työmaalla. Paikalla rakennettavaan yläpohjan rakentamisessa muodostuu enemmän työtunteja työmaalla, kuin vastaavan kokoiselle elementtikatolle. Paikalla rakentamisen kustannukset voidaan paremmin eritellä kustannuslaskennassa.

Paikalla rakennettavan katon työtunnit sekä materiaalit on laskettu tässä kohteessa urakoitsijan Katto Consulting Oy:n antamien materiaali hintojen ja työmenekkien mukaan. Elementtikaton kustannukset puolestaan on laskettu Termater Oy:n ilmoittaman neliöhinnan mukaan. Kustannuseritteilyt ovat liitteessä 4.

Vasikkalan eri yläpohjarakenteiden kokonaiskustannukset koottiin Excel-taulukkoon, joiden pylväsdiagrammit on esitetty alla olevassa kuvassa (Kuva 22).





Kuva 22. Yläpohjarakenteiden kokonaiskustannukset.

Vertailun perusteella voidaan todeta, ettei vasikkalan yläpohjarakenteiden kokonaiskustannukset suuresti eroa toisistaan. Paikalla rakennettavan katon kustannukset olivat 64,50 €/m<sup>2</sup> ja kokonaiskustannukset 46 685,81 € (alv 0%), ja elementtikaton kustannukset olivat 62,00 €/m<sup>2</sup> ja kokonaiskustannukset 44 869,40 € (alv 0%).

## 5.2 Aikataulu

Vasikkalan yläpohjarakenteiden (723,7 m<sup>2</sup>) asennukseen laadittiin työvaiheikataulu janakaaviona. Paikalla rakennettavan ja elementtikaton työvaiheet ja niiden kesto on esitetty alla olevissa työvaiheikatauluissa (Taulukko 2, Taulukko 3). Aikataulussa olevat työvaiheet on esitetty koko kattourakan osalta. Usein paikalla rakennettavan katon työvaiheet limitetään siten, että katto rakennetaan osaluueina valmiiksi säältä suojaan.

Taulukko 2. Paikalla rakennettavan yläpohjan kokonaistyövaiheikataulu. (Styrman 2019-11-15)

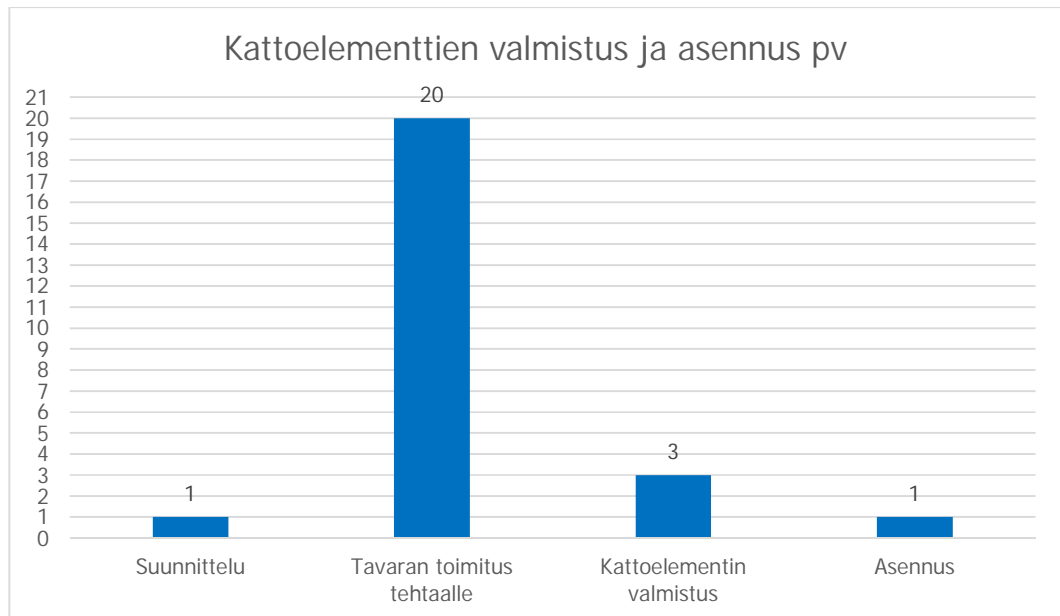
Asennuspäivät	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7
Kantavan poimulevyn asennus	■	■	■											
Kertopuun asennus				■										
Höyrösulun asennus					■									
Lämmöneristeen asennus (mekaaninen kiinnitys)						■								
Lämmöneristeen asennus (ladonta)							■							
PVC-katteen asennus ja viimeistely								■	■	■	■	■	■	■

Taulukko 3. Elementtikaton työvaiheikataulu. (Mäkelä 2019-11-12)

Asennuspäivät	0,5	1
Elementtien nosto ja asennus	■	
Elementtien tiivistys		■

Elementtivalmistajan mukaan vasikkalan 723,7 m<sup>2</sup> elementtikaton suunnittelusta-asennukseen kuluu noin viisi viikkoa, joka koostuu seuraavista työvaiheista (Kuva 23):

- Suunnittelu 1 päivä,
- tavarantoimitus tehtaalle 20 päivää,
- kattoelementtien valmistus 3 päivää,
- kattoelementtien nosto ja asennus puoli päivää,
- kattoelementtien tiivistykset puoli päivää. (Mäkelä 2019-11-12)



Kuva 23. Pylväsdiagrammi kohteen kattoelementtien kokonaisvalmistusaika suunnittelusta asennukseen.

### 5.3 Vaikutukset työmaalla

#### 5.3.1 Vaikutukset työmaalla paikalla rakennettava katto

Logistiikka on merkittävässä roolissa rakennustyön etenemisessä. Ennen kattourakan alkua on työmaalle toimitettu siihen tarvittavat materiaalit, ja ne on sijoitettu rakennuksen reunoille niin, että tarpeetonta nosturin siirtelyä ei tarvitsisi tehdä, eikä ne olisi työmaan muun toiminnan tiellä. Paras tilanne olisi, jos tavarantoimitus saataisiin toimitettua aikataulullisesti mahdollisimman lähelle asennuspäivää, jolloin materiaalien sääsuojaukseen ei tarvittaisi puuttumaan niin tarkasti, eikä ne olisi työmaan muun toiminnan tiellä. Hyvin usein kaikki katon rakennusmateriaalit tulevat työmaalle ennen asennusta ja ne vaativat varastointitilaa työmaalla.

Työturvallisuuden varmistamiseksi työmaan työnjohtoon/urakoitsijan pitää huolehtia, että alueet kattourakan aikana ovat turvalliset eli nostoalueet on eristetty muulta toiminnalta, nostokalustolle on järjestetty tilat, tarvittavat kaiteet ja telineet on työmaalla, työntekijät perehdytetty työmaahan ja henkilökohtaiset putoamissuojaukset ovat kunnossa.

Paikalla rakennettava katto vaikuttaa työmaahan kokonaisuudessaan noin 1,5vk, mutta katon alapuolella saa työskennellä muut työntekijät sen jälkeen, kun kantavat poimulevyt on asennettu. Eri-laisia rajauksia työmaalla kulkuun voi tulla räystäs linjojen reunoille sekä valoharjan alapuolisiin osi-oihin.

Paikalla rakennettavan katon aikatauluakin voi määrittää vallitseva sää, koska katto on auki useam-man päivän. Jos on luvassa esimerkiksi kaatosateita niin se voi viivyttaa kattourakan alkamista.

### 5.3.2 Vaikutukset työmaalla elementtikatto

Työmaan logistiikassa on huomioitava riittävät tilat elementtien nosto- ja kuljetuskalustoille. Rakennuksen sisätiloissa ei saa työskennellä kattoelementtien noston ja asennuksen aikana, joten alue on rajattava. Työmaan työjohto/urakoitsija tekee perehdytyksen työntekijöille, varmistaa henkilökohtai-sen putoamissuojauksen, kaiteet ja telineet työmaalla. Kattoelementtien toimitus aikataulutetaan työmaalle asennuspäivänä.

Kattoelementtien työsaavutus on parhaimmillaan 1400 m<sup>2</sup> valmista kattopintaa päivässä. Joten va-sikkalan (723,7 m<sup>2</sup>) katon kokoisessa urakassa asennukseen kuluu noin yksi työpäivä.

## 6 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli tehdä Ikkuna- ja ovipari Oy:lle kustannus, aikataulu ja rakenne vertailu, koskien navettarakennuksen elementtikattoa ja paikalla rakennettavaa kattoa. Työn tuloksena saatiin tietoa maatalousrakentamisessa käytetyistä yläpohjarakenteiden materiaaleista, kattourakoiden aikatauluista ja kustannuksista.

Molempien yläpohjarakenteen tehtävänä on estää sadevesien ja sisäpuolisen kosteuden pääsyn rakenteisiin, sekä siirtää vesikatolle tulevia kuormia rakennuksen runkoon, jotka ohjaavat kuormat perustuksille. Yläpohjarakenteet eroavat toisistaan materiaaleissa ja työtehtävien osalta. Paikalla rakennettavaan kattoon sisältyy useampi eri työvaihe työmaalla, kantavan poimulevyn, höyrynsulun, lämmöneristeen ja protanin asennus. Elementtikaton asennuksessa työvaiheita on vähemmän.

Kattoelementin pääasiallisimmat materiaalit ovat: kertopuu, joka kannattelee elementille kohdistuvia kuormia, lämmöneriste, sisäverhouspelti, OSB-levy ja PVC-kate. Elementtitehtaalla valmistetut kattoelementit kuljetetaan työmaalle valmisosana, jotka nostetaan nosturilla katolle suoraan kuljetuskaluston päältä ja kiinnitetään paikoilleen. Kattoelementtien nostojen ja asennuksen jälkeen elementtien liitokset tiivistetään vesikatolta käsin.

Vasikkalan yläpohjarakenteiden asennuksen kesto paikalla rakennettavassa katossa on noin 1,5 viikkoa, elementtikatto valmistuu yhdessä päivässä. Kokonaisuudessaan elementtikaton suunnittelusta asennukseen kuluu noin viisi viikkoa. Kustannusten osalta eri yläpohjarakenteilla on noin 1800 €. Elementtikaton kustannukset ovat 62 €/m<sup>2</sup> ja paikalla rakennettavalla katolla 64,50 €/m<sup>2</sup>.

Työmaahan yläpohjarakenteiden asennukset vaikuttavat vähän eri tavoin. Paikalla rakennettavan katon asennus vaatii työmaalla enemmän varastointi tiloja kuin elementtikaton asennus. Katon alapuolisen osioiden työtehtävien rajaukseen se vaikuttaa puolitoista päivää. Elementtikaton asennuksessa katon alapuolella ei saa työskennellä puoleen päivään.

## 7 POHDINTA

Opinnäytetyössä tutustuttiin kahteen yläpohjarakenteeseen. Aineistoina olivat pääasiassa eri valmistajien tietolähteet, jolloin tietolähteiden puolueettomuus ei ole täysin varmaa. Puolueettomia tutkimuksia yläpohjarakenteista, materiaalikustannuksista ja niiden toimivuudesta oli vaikea löytää.

Paikalla rakennettava katto on niin sanotusti umpirakenne. Siinä ei ole tuuletus tilaa vesikatteen alapuolella, mutta rakenteeseen sitä ei tarvita, koska huolellinen höyrynsulun asennus katkaisee vesihöyryn pääsyn rakenteeseen. Lisäksi protanin PVC-katteella on hyvä vesihöyryn läpäisevyys. Elementtikatto sisältää paljon orgaanisia rakenteita, jolloin kosteuden pääsy elementin sisälle on estetävä höyrynsululla ja toimivalla tuuletustilalla. Kosteuden poistoon on kiinnitettävä erityistä huomiota, koska elementti on kantava rakenne. Kattorakenteita tarkastellessa heräsi kysymyksiä elementtikaton höyrynsulun tiiveydestä liitoskohdissa. Molempien yläpohjarakenteiden asennustyössä ja laadunvalvonnassa vaaditaan huolellisuutta. Yläpohjarakenteiden toimivuutta ja kestävyyttä tulisi tutkia lisää, jotta saataisiin tietoa rakenteiden kokonaiskustannustehokkuudesta.

Kustannuslaskenta osoitti vertailtujen yläpohjarakenteiden kustannusten olevan samaa tasoa, elementtikatto oli hieman edullisempi. Mikäli kohde olisi ollut suurempi, olisi todennäköistä, että paikalla rakennettava katto olisi neliöhinnaltaan edullisempi. Kustannuslaskennan haasteita olivat materiaalien todellisten hintojen löytäminen sekä kirjallisuudessa esitettyjen työmenekkien poikkeavuus todellisista menekeistä.

Elementtikaton hyviä puolia ovat nopea asennus, siisti sisäpuolen verhous ja pienemmissä kohteissa se tulee edullisemmaksi. Paikalla rakennettavasta katosta on pitempi kokemus katon toimivuudesta ja muutosten teko työmaalla helpompaa.

## LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT

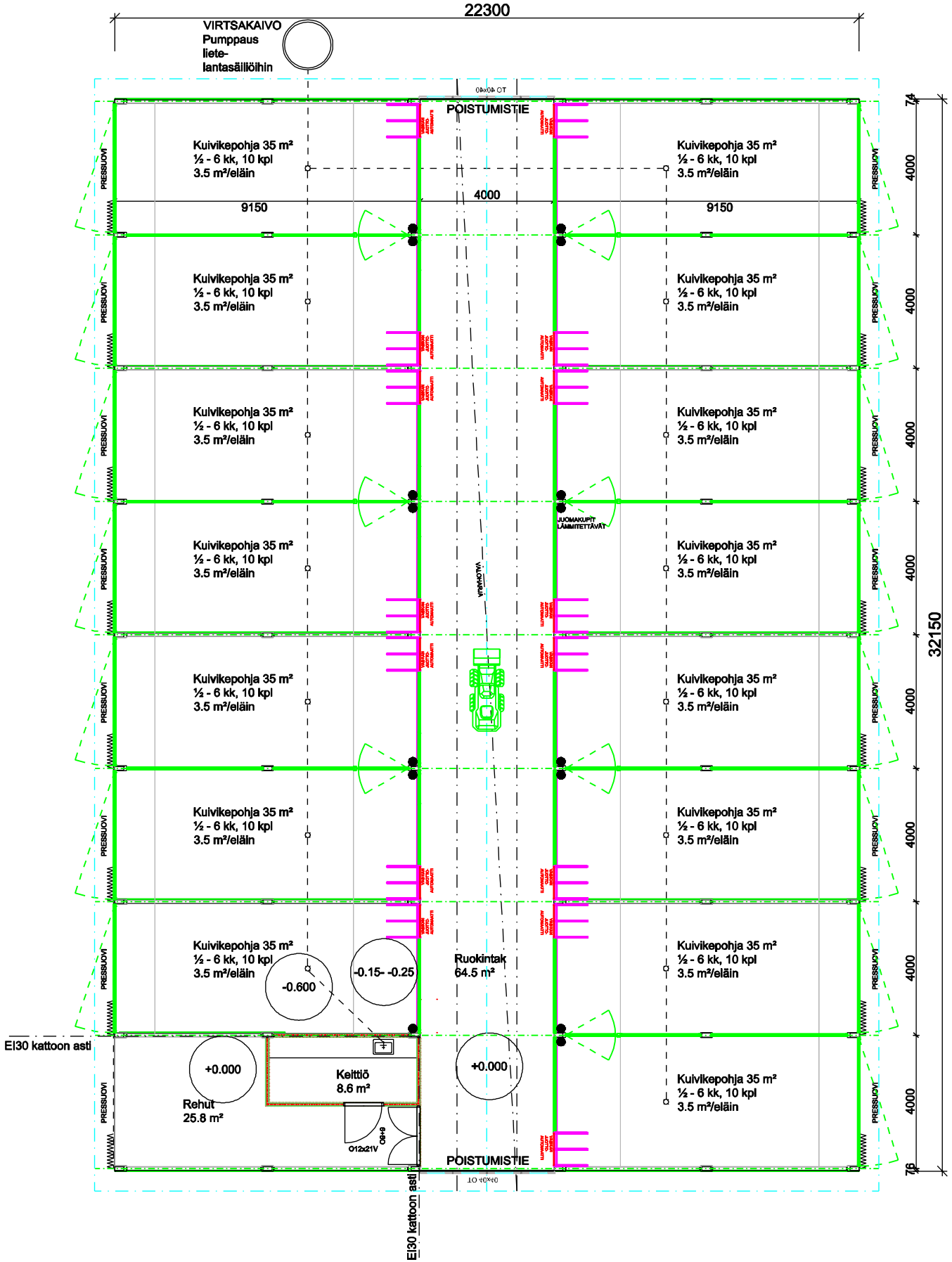
- EGGER 2019. OSB-levy Egger Top. [Viitattu 2019-11-07.] Saatavissa: [https://www.egger.com/shop/en\\_FI/building/product-detail/OSB4TOPTG](https://www.egger.com/shop/en_FI/building/product-detail/OSB4TOPTG)
- ELTETE 2019. Tuulensuojakangas Klöber Permo Frame 75m<sup>2</sup>. [Viitattu 2019-11-07.] Saatavissa: <https://eltete.com/rakmat/portfolio/tuulensuojakangas-klober-permo-frame-2/>
- ELTETE 2019a. Tuulensuojakangas Klöber Permo Frame 75m<sup>2</sup>. [Viitattu 2019-11-07.] Saatavissa: <https://eltete.com/rakmat/portfolio/tuulensuojakangas-klober-permo-frame-2/>
- HENGITYSLIIITTO 2019. Vaihe 6. Vesikattotyöt. [Viitattu 2019-11-20.] Saatavissa: <https://www.hengityслиitto.fi/en/node/197>
- HERNESNIEMI, Janne 2019-10-08. Poimumitoitusohjelma. Ruukki Oy
- HERNESNIEMI, Janne 2019-11-21. Aluemyyntipäällikkö [Puhelinkeskustelu.] Ruukki Oy.  
<https://termater.fi/wp-content/uploads/2019/05/p%C3%A4%C3%A4kuva-katto.jpg>
- IKKUNA JA OVIPARI OY 2019. [Viitattu 2019-10-22.] Saatavissa: <https://www.iopari.fi/tuote-osasto/ilmanvaihto>
- KATTOLIITTO 2013. Toimivat katot. [Viitattu 2019-10-14.] Saatavissa: [http://www.kattoliitto.fi/files/504/Toimivat\\_Katot\\_2013\\_reduced\\_size\\_.pdf](http://www.kattoliitto.fi/files/504/Toimivat_Katot_2013_reduced_size_.pdf)
- MELTEX 2019. Höyrynsulkumuovi SFS. [Viitattu 2019-11-05.] Saatavissa: <https://www.meltext.fi/fi/tuote/rakennustarvikkeet/rakennusmuovit-paperit-ja-teipit/muovikalvot/hsm-sfs/hoyrynsulkumuovi-sfs#/productinfo>
- METSÄWOOD 2019. Kerto® LVL S-beam. [Viitattu 2019-11-08.] Saatavissa: <https://www.metsa-wood.com/fi/tuotteet/kerto/Pages/Kerto-S.aspx>
- MIETTINEN, Markku 2019-10-22. Projektivastaava. [Puhelinkeskustelu.] Ikkuna- ja ovipari Oy
- MÄKELÄ, Jarmo 2019-11-12. Myyntipäällikkö. [Puhelinkeskustelu.] Termater Oy.
- PIXABAY 2019. [Viitattu 2019-10-14.] Saatavissa: <https://pixabay.com/fi/>
- PROTAN 2009. Protan asennuskäsikirja.
- PROTAN 2019a. Limisauma eristetty katto. [Viitattu 2019-11-04.] Saatavissa: <https://www.protan.fi/globalassets/protan-documents-and-films/fi/40-10-01-limisauma-eristetty-katto.pdf>
- PROTAN 2019b. Protanin vakiolimitysjärjestelmä. [Viitattu 2019-11-04.] Saatavissa: <https://www.protan.fi/katoista-ja-katteista/ratkaisut/protanin-standardi-limitysjarjestelma/>
- PUUINFO 2019. Avoin puurakennusjärjestelmä suunnitteluperusteet. [Viitattu 2019-10-07.] Saatavissa: <https://www.puuinfo.fi/sites/default/files/content/rakentaminen/suunnitteluohjeet/avoin-puurakennusjarjestelma-paikalla-rakentaminen/paikalla-rakentaminen.pdf>
- PUUINFO 2019a. Laatuokat nimitykset ja mitat. [Viitattu 2019-11-04.] Saatavissa: <https://www.puuinfo.fi/puutieto/sahatavara/laatuokat-nimitykset-ja-mitat>
- PUUINFO 2019b. RunkoPES 2.0. [Viitattu 2019-11-04.] Saatavissa: [https://www.puuinfo.fi/sites/default/files/runkopes\\_2.0\\_osa\\_9\\_suurelementtien\\_valmistustarkkuudet.pdf](https://www.puuinfo.fi/sites/default/files/runkopes_2.0_osa_9_suurelementtien_valmistustarkkuudet.pdf)
- PUUINFO 2019c. Hallin puuelementtien asennus. [Viitattu 2019-11-20.] Saatavissa: <https://www.puuinfo.fi/sites/default/files/content/rakentaminen/suunnitteluohjeet/hallin-puuelementtien-asennusohje/elementtienasennusohjepuuinfo091027.pdf>
- PUUPROFFA 2019. Kertopuu. [Viitattu 2019-11-04.] Saatavissa: [http://www.puuproffa.fi/Puu-Proffa\\_2012/7/puujalosteet/kertopuu](http://www.puuproffa.fi/Puu-Proffa_2012/7/puujalosteet/kertopuu)
- PUUTOIMI 2019. OSB-levyt. [Viitattu 2019-11-05.] Saatavissa: <http://www.puutoimi.fi/tuotteet/rakennuslevyt/osb-levyt>

- RATU 2005. Ratu 0437 Lämmöneristys. [Viitattu 2019-11-08.] Saatavissa: <https://kortistot-rakennustieto-fi.ezproxy.savonia.fi/resource/juha/content/17611#page=1>
- RIL 2019. Kattorakenteiden höyrynsulkuohje ja -luokitus. [Viitattu 2019-11-05.] Saatavissa: <https://www.ril.fi/media/files/vaikuttaminen/kattorakenteiden-hoyrynsulut-lausuntoversio.pdf>
- ROCKWOOL 2019. Rakennuseristeet. [Viitattu 2019-11-08.] Saatavissa: <https://www.rockwool.fi/tuotteet/rakennuseristeet/flexibatts/?selectedCat=dokumentit>
- RT 38352. Protan-vesikatteet. Helmikuu 2013. Voimassa 31.3.2015 asti. Käytetty Protanin luvalla. [Viitattu 2019-11-05.] Saatavissa: <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/Tarvike-tieto/pdf/38352.pdf>
- RT 38352. Protan-vesikatteet. Helmikuu 2013. Voimassa 31.3.2015 asti. Käytetty Protanin luvalla. [Viitattu 2019-11-05.] Saatavissa: <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/Tarvike-tieto/pdf/38352.pdf>
- RT 38352b. Protan-vesikatteet. Helmikuu 2013. Voimassa 31.3.2015 asti. Käytetty Protanin luvalla. [Viitattu 2019-11-05.] Saatavissa: <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/Tarvike-tieto/pdf/38352.pdf>
- RUUKKI 2019. Kantava poimulevy T70-57L-1058. [Viitattu 2019-11-05.] Saatavissa: <https://www.ruukki.com/fin/b2b/tuotteet/kantavat-ja-muut-profiilit/kantavat-poimulevyt/load-bearing-sheet-t70-57l-1058>
- RUUKKI 2019a. Kantava poimulevy T70-57L-1058. [Viitattu 2019-11-05.] Saatavissa: <https://www.ruukki.com/fin/b2b/tuotteet/kantavat-ja-muut-profiilit/kantavat-poimulevyt/load-bearing-sheet-t70-57l-1058>
- RUUKKI 2019b. Kantava poimulevy profiili ja mitat. [Viitattu 2019-11-05.] Saatavissa: <https://www.ruukki.com/fin/b2b/tuotteet/kantavat-ja-muut-profiilit/kantavat-poimulevyt/load-bearing-sheets-details/load-bearing-sheet-t70-57l-1058>
- RUUKKI 2019c. Kantavien poimulevyjen nostoapuväline. [Viitattu 2019-11-05.] Saatavissa: [https://cdn.ruukki.com/docs/default-source/b2b-documents/load-bearing-sheets/load-bearing-sheets/ruukki-nostolaitteen-kayttoohje.pdf?sfvrsn=83478184\\_4](https://cdn.ruukki.com/docs/default-source/b2b-documents/load-bearing-sheets/load-bearing-sheets/ruukki-nostolaitteen-kayttoohje.pdf?sfvrsn=83478184_4)
- RUUKKI 2019d. Kantavien poimulevyjen asennusohje. [Viitattu 2019-11-05.] Saatavissa: [https://cdn.ruukki.com/docs/default-source/b2b-documents/load-bearing-sheets/load-bearing-sheets/ruukki\\_kantavat\\_poimulevyt\\_asennusohje.pdf?sfvrsn=57408184\\_12](https://cdn.ruukki.com/docs/default-source/b2b-documents/load-bearing-sheets/load-bearing-sheets/ruukki_kantavat_poimulevyt_asennusohje.pdf?sfvrsn=57408184_12)
- RUUKKI 2019e. Kantavien poimulevyjen asennusohje. [Viitattu 2019-11-05.] Saatavissa: [https://cdn.ruukki.com/docs/default-source/b2b-documents/load-bearing-sheets/load-bearing-sheets/ruukki\\_kantavat\\_poimulevyt\\_asennusohje.pdf?sfvrsn=57408184\\_12](https://cdn.ruukki.com/docs/default-source/b2b-documents/load-bearing-sheets/load-bearing-sheets/ruukki_kantavat_poimulevyt_asennusohje.pdf?sfvrsn=57408184_12)
- RUUKKI 2019f. Kantavien poimulevyjen asennusohje. [Viitattu 2019-11-05.] Saatavissa: [https://cdn.ruukki.com/docs/default-source/b2b-documents/load-bearing-sheets/load-bearing-sheets/ruukki\\_kantavat\\_poimulevyt\\_asennusohje.pdf?sfvrsn=57408184\\_12](https://cdn.ruukki.com/docs/default-source/b2b-documents/load-bearing-sheets/load-bearing-sheets/ruukki_kantavat_poimulevyt_asennusohje.pdf?sfvrsn=57408184_12)
- RUUKKI 2019g. Kantavien poimulevyjen asennusohje. [Viitattu 2019-11-05.] Saatavissa: [https://cdn.ruukki.com/docs/default-source/b2b-documents/load-bearing-sheets/load-bearing-sheets/ruukki\\_kantavat\\_poimulevyt\\_asennusohje.pdf?sfvrsn=57408184\\_12](https://cdn.ruukki.com/docs/default-source/b2b-documents/load-bearing-sheets/load-bearing-sheets/ruukki_kantavat_poimulevyt_asennusohje.pdf?sfvrsn=57408184_12)
- RUUKKI 2019h. Kantavat poimulevyt turva-ankkuri SA 113-153. [Viitattu 2019-11-05.] Saatavissa: [https://www.ruukki.com/docs/default-source/b2b-documents/load-bearing-sheets/load-bearing-sheets/turva-ankkurin-k%C3%A4ytt%C3%B6ohje.pdf?sfvrsn=5c408184\\_6](https://www.ruukki.com/docs/default-source/b2b-documents/load-bearing-sheets/load-bearing-sheets/turva-ankkurin-k%C3%A4ytt%C3%B6ohje.pdf?sfvrsn=5c408184_6)

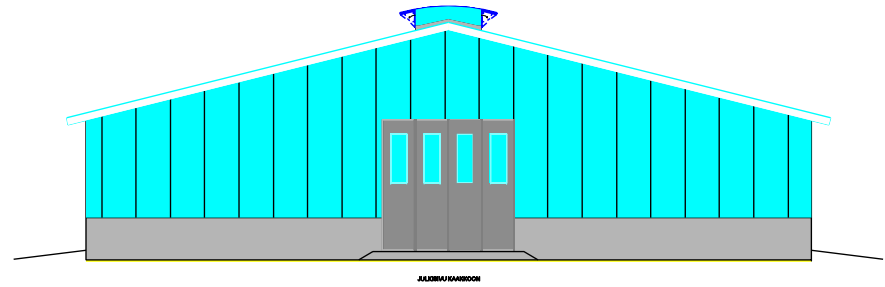
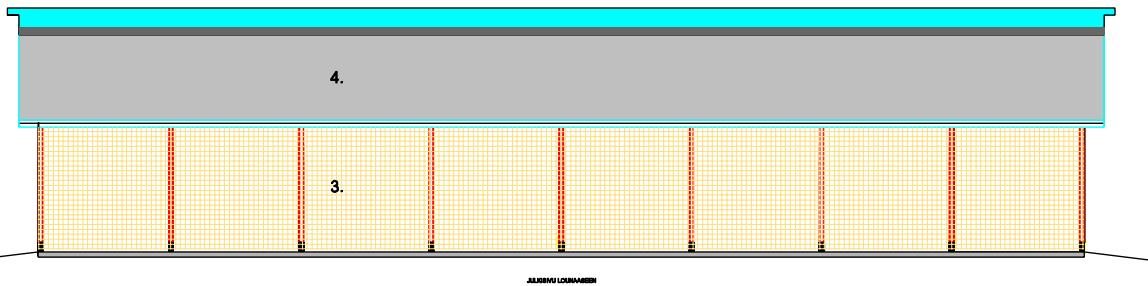
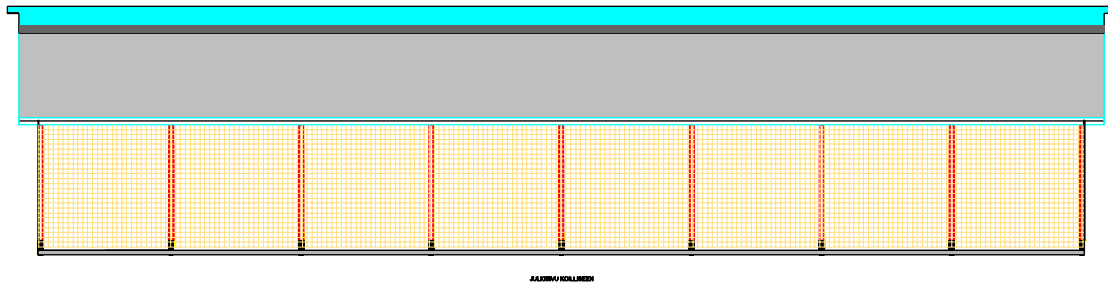
- RUUKKI 2019i. Kantavat poimulevyt turva-ankkuri SA 113-153. [Viitattu 2019-11-05.] Saatavissa: [https://www.ruukki.com/docs/default-source/b2b-documents/load-bearing-sheets/load-bearing-sheets/turva-ankkurin-k%C3%A4ytt%C3%B6ohje.pdf?sfvrsn=5c408184\\_6](https://www.ruukki.com/docs/default-source/b2b-documents/load-bearing-sheets/load-bearing-sheets/turva-ankkurin-k%C3%A4ytt%C3%B6ohje.pdf?sfvrsn=5c408184_6)
- SIIKANEN, U. 2009. Rakennusaineoppi. 7. painos. Helsinki: Rakennustieto Oy
- SIIKANEN, U. 2009a. Rakennusaineoppi. 7. painos. Helsinki: Rakennustieto Oy
- STYRMAN, Sami 2019-11-15. Kattovastaava. [Puhelinkeskustelu.] Katto Consulting Oy.
- STYRMAN, Sami 2019-11-21. Kattovastaava. [Puhelinkeskustelu.] Katto Consulting Oy.
- STYRMAN, Sami 2019-11-26. Kattovastaava. [Puhelinkeskustelu.] Katto Consulting Oy.
- TERMATER 2019. Tuotteet. [Viitattu 2019-11-04.] Saatavissa: <https://termater.fi/tuotteet/>
- TERMATER 2019a. Farmari-kattoelementti. [Viitattu 2019-11-04.] Saatavissa: <https://termater.fi/tuotteet/farmari-kattoelementti/>
- TERMATER 2019b. Sisäverhouspelti. [Viitattu 2019-11-08.] Saatavissa: <https://termater.fi/wp-content/uploads/2019/09/Korpi-muokattu.jpg>
- TERMATER 2019c. Kattoelementin asennus. [Viitattu 2019-11-05.] Saatavissa: <https://termater.fi/wp-content/uploads/2019/05/p%C3%A4%C3%A4kuva-katto.jpg>



Vasikkalan pohjapiirros

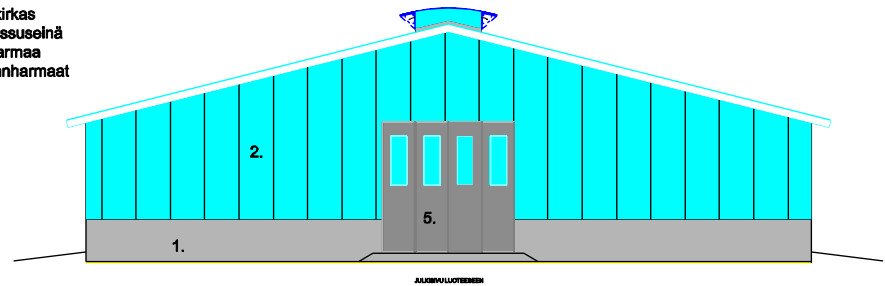


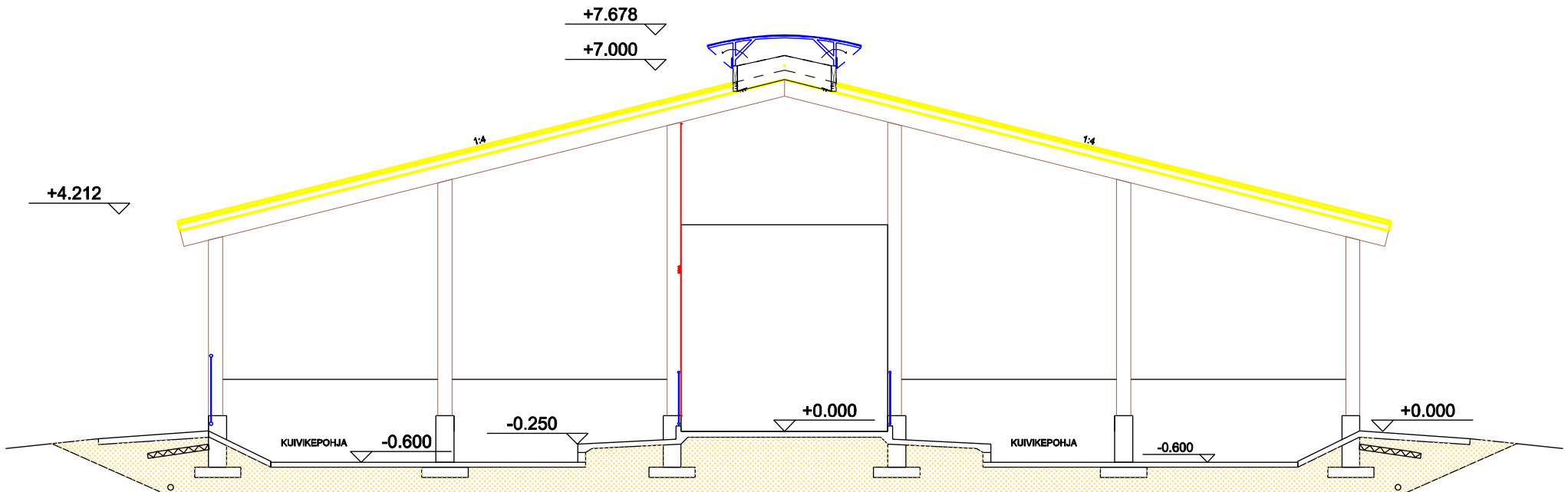
Vasikkalan julkisivupiirros



JULKISIVUT:

1. Betoni
2. Kennolevy, kirkas
3. Avattava pressuselnä
4. PVC kate, harmaa
5. Ovet, tummanharmaat





US:

- Liimapuurunko
- Sivuseinällä avattava pressuseinä
- Päätyseinällä puurunko+kennolevy

AP:

- Betoni 100- 120 mm
- Tiivistetty sora

YP:

- Liimapuukannattajat rakennesuunnitelman mukaan
- Kattoelem. tai itsekantava peltiprofiili+villaa
- PVC kate



