

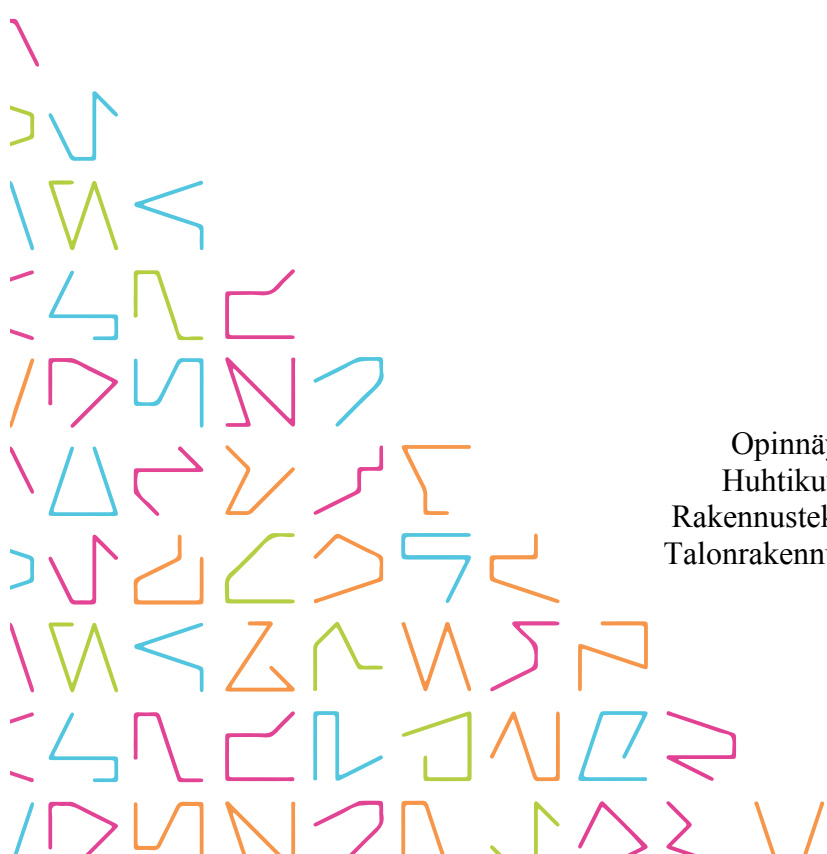


TAMPEREEN  
AMMATTIKORKEAKOULU

# KYLMÄN AUTOTALLIN KORJAUSSUUNNITELMA

Janne Taskinen

Opinnäytetyö  
Huhtikuu 2016  
Rakennustekniikan ko.  
Talonrakennustekniikka



## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Rakennustekniikka  
Talorakennustekniikka

TASKINEN JANNE  
Kylmän autotallin korjaussuunnitelma

Opinnäytetyö 58 sivua, joista liitteitä 3 sivua  
Huhtikuu 2016

---

Työssä selvitettiin noin 20 vuotta vanhan, kylmän autotallin kosteus- ja homevauriota, niiden korjaustapaa ja rakenteiden parantamisvaihtoehtoja. Työssä käytiin läpi erilaisia menetelmävaihtoehtoja kosteus- ja homevaurioiden tutkimuksiin. Tutkimuksien toteutus jätettiin myöhempään ajankohtaan. Tulokset ja niistä seuraavat korjaustoimenpiteet tarkentuvat myöhemmin. Rakenteisiin suunniteltiin toimivia muutosvaihtoehtoja ja selvitettiin niiden hyvät ja huonot puolet, sekä tarkasteltiin niistä aiheutuvia kustannuksia. Tavoitteina oli luoda työn tilaajalle käsitys hänen mahdollisuuksistaan korjata ja parantaa rakenteita, hänelle sopivalla tavalla.

Kosteus- ja homevauriot tarkasteltiin silmämääräisesti, minkä jälkeen selvitettiin, mitä tutkimuksia rakenteille on syytä tehdä. Mahdollisesti hyödyllisiä tutkimuksia betonilaa-talle ovat pintakosteusmittaus, porareikämenetelmä ja näytepalamenetelmä. Puurunko voidaan tutkia silmämääräisesti ja sen kosteus voidaan mitata puukosteusmittarilla. Maa-aines tulee tutkia betonilaatan ulkoreunalta ja alapuolelta. Hometutkimuksia voi tehdä lähettämällä materiaalinäyte sekä pintanäyte laboratorioon. Näytteistä voidaan tehdä sisäilman mikrobitutkimus qPCR-analyysillä. Työssä käsiteltiin myös ilmanvaihdon tärkeyttä kosteusongelmien ehkäisyssä.

Tutkimustulosten puuttuessa työssä edettiin korjausratkaisuihin tehden olettamuksia lähtötietojen ja silmämääräisen kuntoarvion perusteella. Rakennevaihtoehtoja vertailtiin puolilämpimien tilojen U-arvoihin ja rakenteisiin. Näin saatiin tilaajalle käsitys korjauksien kokonaisuudesta ja niiden kustannuksista.

## ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
Degree Programme in Construction engineering  
Building Construction

TASKINEN JANNE:  
Lightweight garages renovation plan

Bachelor's thesis 58 pages, appendices 3 pages  
April 2016

---

The purpose of this thesis was to enlighten the owner of the garage with possibilities of renovating the garage because of mold damage. Thesis starts with initial data and information. Then mold and humidity conditions were valued by ocular estimate. Some examples of optional investigations were explained in this thesis. Because these investigations were not carried out, the thesis continues to options for reparations. These options are based on the assumptions that were made from visual condition assessment.

Alternative reparations were examined physically with dof.lämpö - program and drawings in the thesis were made with AutoCAD 2015. Estimated summary of expenses were made to almost every procedure what the owner might do during future renovation. Further research is required to assure perfectly functional complex structures.

---

Key words: garage, mold damage, renovation, costs

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	LÄHTÖTIEDOT .....	7
	2.1 Tavoitteet .....	7
	2.2 Rakennuspaikka .....	7
	2.3 Pohjarakenteet.....	8
	2.4 Rakenteet.....	9
3	VAURIOT .....	11
	3.1 Kosteusvauriot .....	11
	3.2 Homevauriot .....	12
4	TUTKIMUKSET.....	13
	4.1 Pintakosteusmittaus.....	13
	4.1.1 Tarpeellisuus kohteessa.....	13
	4.2 Porareikämenetelmä.....	14
	4.2.1 Tarpeellisuus kohteessa.....	15
	4.3 Näytepalamenetelmä.....	16
	4.3.1 Tarpeellisuus kohteessa.....	17
	4.4 Puurungon tutkiminen.....	17
	4.4.1 Puukosteusmittari.....	18
	4.5 Maa-aineksen tutkiminen.....	18
	4.5.1 Rakennuksen reunusta.....	18
	4.5.2 Sora laatan alla .....	19
	4.6 Ilmanvaihtuvuus.....	19
	4.7 Homevauriotutkimus.....	19
	4.7.1 Sisäilman mikrobitutkimus qPCR-analyysillä.....	20
	4.7.2 Materiaalinäyte.....	20
	4.7.3 Pintanäyte.....	21
5	TUTKIMUSTULOKSIEN ARVIOINTI .....	22
	5.1 Kosteusvauriot .....	22
	5.1.1 Maa-aines .....	22
	5.1.2 Betonilaatan kosteus.....	22
	5.2 Homevauriot .....	23
6	VAURIOIDEN KORJAUKSET .....	24
	6.1 Kosteusvauriot .....	24
	6.1.1 Salaojitus .....	24
	6.1.2 Soran vaihto betonilaatan ulkopuolelle.....	27
	6.1.3 Purku ja massan vaihto.....	27

6.1.4	Kelluva laatta .....	28
6.2	Homevauriot .....	28
6.2.1	Desinfiointi.....	28
6.2.2	Otsonointi.....	29
6.2.3	Ilmanvaihto .....	29
7	PARANNUSVAIHTOEHDOT RAKENTEILLE .....	30
7.1	Ulkoseinät .....	30
7.1.1	Vaihtoehto 1, US1 .....	31
7.1.2	Vaihtoehto 2, US2.....	32
7.1.3	Vaihtoehto 3, US3 .....	33
7.2	Yläpohja.....	34
7.2.1	Vaihtoehto 1, YP1 .....	35
7.2.2	Vaihtoehto 2, YP2.....	36
7.2.3	Vaihtoehto 3, YP3.....	37
7.2.4	Vaihtoehto 4, YP4.....	38
7.3	Alapohja.....	39
7.3.1	Vaihtoehto 1, AP1 .....	40
7.3.2	Vaihtoehto 2, AP2.....	41
7.3.3	Vaihtoehto 3, AP3 .....	43
8	KOKONAISUUDEN MUODOSTUS .....	44
8.1	Esimerkki ratkaisu .....	44
9	MODERNISOINTI .....	47
9.1	Rakenteiden sisäpinnat.....	47
9.2	Nostot.....	47
9.3	Lämmitys .....	48
10	KUSTANNUSARVIOT .....	49
10.1	Kosteusvaurioiden korjaus.....	49
10.1.1	Soran vaihto rakennuksen ulkopuolelle .....	49
10.1.2	Salaojitus .....	49
10.1.3	Laatan purku ja massanvaihto .....	50
10.2	Homevaurioiden korjaus.....	50
10.3	Rakenteiden parannusvaihtoehdot .....	51
11	POHDINTA.....	53
	LÄHTEET .....	54
	LIITTEET .....	56
	Liite 1. Tasokuva .....	56
	Liite 2. Pystyleikkaus .....	57
	Liite 3. Materiaalien yksikköhinnat.....	58

## 1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä selvitetään puurakenteisen, kylmän autotallin vaurioita, pääpainon ollessa kosteus- ja homevaurioissa. Työssä suunnitellaan autotallin rakenteille erilaisia korjausvaihtoehtoja ja tutkitaan näiden uusien rakenteiden fysikaalisia ominaisuuksia. Lisäksi tarkastellaan esitettyjen korjausvaihtoehtojen alustavat kustannusarviot.

Työn tilaajana on yksityinen henkilö, jonka omistuksessa autotalli on. Rakennus sijaitsee Siilinjärvellä ja se on rakennettu 1999. Tilaaja epäili autotalliin sisäpinnoille alkaneen muodostua hometta, kun siihen asennettiin tiiviimmät ikkunat vuonna 2014. Tämän seurauksena tuli tarve remontoida rakennus. Samalla halutaan tutkia eri mahdollisuuksia parantaa rakenteita ja saada rakennus lämpimämmäksi ja ilmanvaihto toimivammaksi.

Opinnäytetyö etenee loogisesti lähtötietojen jälkeen kosteus- ja homevaurioiden laajuuden tutkimiseen ja näistä johtuviin korjausesityksiin. Näille esitetään kustannusarviot. Työssä esitetään eri muutosvaihtoehdot ulkoseinille, yläpohjalle ja alapohjalle. Jokaiselle muutosvaihtoehdolle selvitetään, miten rakenteet toimivat fysikaalisesti ja kuinka suuret kustannukset vaihtoehdosta muodostuu. Rakenteista muodostetaan myös esimerkki toimivasta kokonaisuudesta. Lopuksi liitteissä on Auto Cad 2015 -ohjelmalla tuotetut piirustukset. Rakennevaihtoehtojen tarkasteluun ja U-arvojen laskentaan käytetään dof.lämpö -ohjelmaa.

Tässä opinnäytteessä ei tehdä kuntotutkimuksia, joten työ toimii ohjeena tilaajalle ja antaa käsityksen kokonaisuudesta ja sen kustannuksista. Lopullisen korjausvaihtoehdon laajuuden ja ajankohdan ratkaisee tilaaja ja toimien onnistuminen on lähinnä jatkotutkimuksien aihe.

## 2 LÄHTÖTIEDOT



KUVA 1. Valokuva autotallista

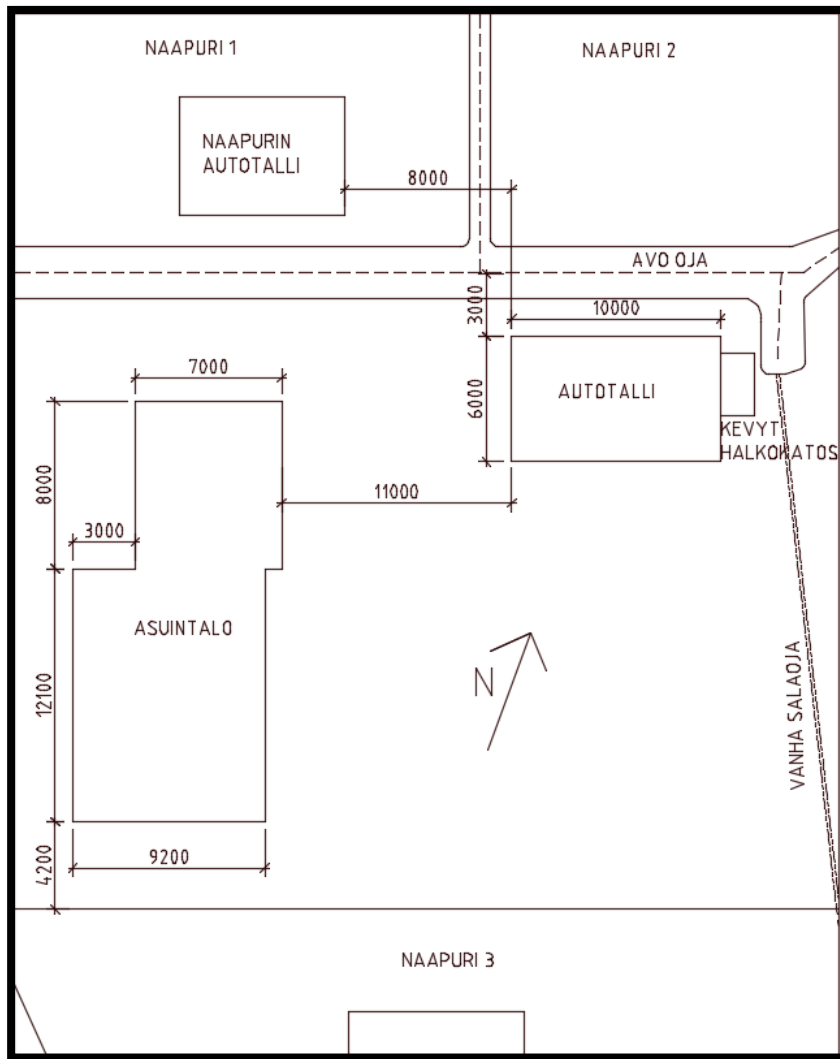
### 2.1 Tavoitteet

Työssä selvitetään kylmään autotalliin erilaisia korjausvaihtoehtoja, rakenteiden kosteuden ja siten muodostuneen homeen takia. Korjaukset ja muutokset rakenteisiin toteutetaan tilaajan päätöksien mukaisena tämän työn valmistumisen jälkeen.

Tarkoituksena on korjata autotalli mahdollisimman pienellä vaivalla, kuitenkin varmistuen, että rakennus on teknisesti toimiva. Tilaaja haluaa lisäksi selvyiden mahdollisuuksista lämpöeristää osa autotallirakennuksesta.

### 2.2 Rakennuspaikka

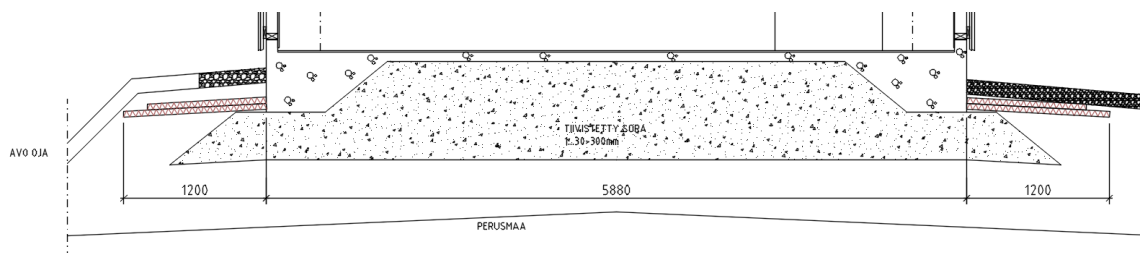
Autotalli on 3 metrin päässä tontin rajasta ja yli 8 metrin päässä muista rakennuksista. Rakennuksen koillis puolella on jyrkähkö rinne, josta valuu keväisin runsaasti sulamisvesiä. Kuvan 2 kohdassa ”vanha salaoja” oli aiemmin avo-oja, joka on korvattu rumpuputkella ja sen vieressä olevalla salaojaputkella. Putket mahdollistavat pihala kulun ja neliöiden hyödyntämisen.



KUVA 2. Hahmotelma autotallin sijainnista tontilla

### 2.3 Pohjarakenteet

Pohjaveden pinta on suhteellisen lähellä maanpintaa ja rakennuksen kahdella sivulla kulkee ojat, joista toinen on ”salaoja” (kuva 2). Rakennuksen ympärille ei ole laitettu lainkaan salaojia, koska vesiä ei haluttu johdattaa rakennuksen alle, vaan niiden on tarkoitus kulkea avo-ojaa pitkin viemäristöön.



KUVA 3. Pohjarakenteet



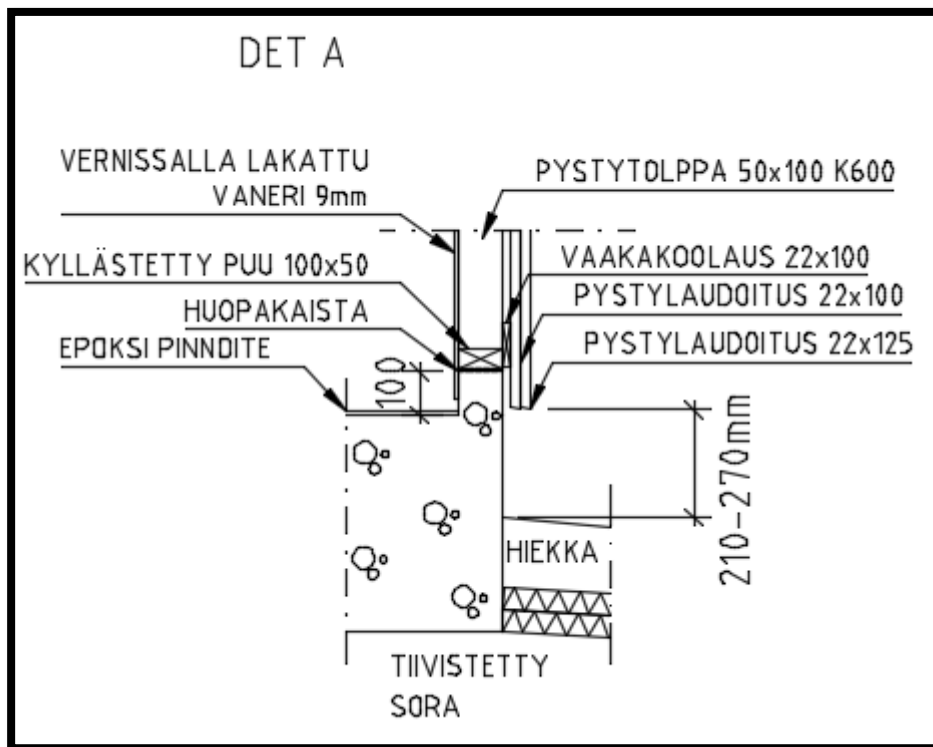
Maaperä on pääosin savea. Rakennuksen alla on paksu kerros (400-500mm) tiivistettyä soraa, jonka arvioitu raekoko on 1-30mm. Tilaajan mukaan sorakerros ylittää samaan syvyyteen avo-ojan kanssa, joten voidaan olettaa vesien valuvan soran läpi ojaan päin. Keväisin sulamisvesiä on jäänyt tulvimaan lähistölle, mutta rakennuksen välittömässä läheisyydessä ei ole ilmennyt tulvimista.

## 2.4 Rakenteet

Autotallirakennus on jaettu kahteen osaan, autotalliin ja varasto-osaan. Nämä tilat on erotettu EI30- palo-osastoivalla seinällä vesikattoon asti. Varasto on vielä jaettu kevyellä seinällä kahteen osaan, joista suurempi on tarkoitettu ainoastaan polttopuiden säilytykseen (liite 1.)

Alun perin autotalli rakennettiin katoksen kaltaiseksi rakennukseksi, joka oli kuitenkin ulkonäöltään vastaava kuin asuntorakennus. Missään rakenteessa ei ollut eristeitä ja ilma pääsi kiertämään katon sekä ulkovuorauksen ylä- ja alapuolelta seinien läpi esteettömästi. Autotallin oviaukkokin (5000x2300mm) oli täysin avoin.

Myöhemmin autotalliin asennettiin moottoroitu nosto-ovi, Crawford ( $U=1,1\text{W/m}^2\text{k}$ ). Tämän vuoksi autotallitilan kattoon tehtiin koolaus ja gyproc-levytytys. Asennuksen aikaan huomioitiin mahdollisesti myöhemmin tuleva eristys, joten kattoon asennettiin samalla höyrynsulkumuovi ja päätyseinään mineraalivillat. Kattoon tehtiin myös kulku-  
luukku autotallin puolelta ullakkotilaan tavaran varastointia varten. Autotallista haluttiin siistimpi sisältöpäin. Seiniin asennettiin 9mm vanerilevyt, jonka jälkeen seinät lakattiin valkoiseksi sävytetyllä vernissa-venelakalla. Lakkauksen tarkoituksena oli vaalentaa seiniä ja tehdä tilasta valoisampi. Tuuletuksen ajateltiin tapahtuvan kattoluukun, ikkunoiden ja nosto-oven rakojen kautta. Varastotila jätettiin kuitenkin alkuperäiseksi. 2014 asuinrakennukseen tehtiin ikkunaremontti. Asuinrakennuksen vanhat saunan ikkunat asennettiin tiiviiksi autotalliin, vanhojen tiivistämättömien ikkunoiden tilalle.



KUVA 4. Betonilaatan ja seinän liittymä

Alapohja on tiivistetyn soran päälle valettu reunavahvistettu 80mm betonilaatta, jonka alle ei ole laitettu ollenkaan eristettä. Routaeristeet on asennettu vain rakennuksen ympärille, 2xEPS120 Routa-levyjä (50mm) 1000-1200mm reunavahvistetusta laatasta ulospäin.(kuvat 3 ja 4). Betonilaatan pölyämisen estämiseksi lattia pinnoitettiin autotalin puolelta epoksilla ja varaston puolelta lattia käsiteltiin Baufix- kiveysten suoja-aineella.

### 3 VAURIOT

#### 3.1 Kosteusvauriot

Vaikka betonilaatan alla on vaadittu määrä tiivistettyä soraa kapillaarikatkona (>300mm), ei voida olla varmoja sen raekoosta. Betonilaatta on suoraan kosketuksissa maa-ainekseen, koska sen alle ei ole asennettu routaeristeitä. Kosteus pääsee nousemaan maaperästä kapillaarisesti laattaan, jos sorakerroksen raekoko on pienempi kuin 5-30mm. Sisältäpäin laatta näyttää täysin kuivalta, mutta autotallin puolella oleva epoksi-pinnoite on irronnut paikoitellen ja alkanut lohkeilemaan. Varaston puolella betonilaa-tassa ei ole epoksi-pinnoitetta, joten kosteus on päässyt haihtumaan sen läpi.



KUVA 5. Lohkeama epoksi-pinnoitteessa



KUVA 6. Lohkeama pinnoitteessa palo-oven edustalla

### 3.2 Homevauriot

Vauriot on havaittu vasta ikkunoiden vaihdon jälkeen. Ikkunoiden vaihto ja tiivistys teki ilmeisesti rakennuksesta liian tiiviin, jolloin ilmanvirtaus pieneni liikaa. Ilmanvirtauksista ja rakennekosteuksista olisi syytä tehdä mittauksia asian varmistamiseksi. Kun seinissä ei ole eristystä, kylmä ulkoilma pitää vanerilevytyksen viileänä. Tällöin lämmin ja kostea sisäilma voi tiivistyä vanerin sisäpintaan, johon homekasvusto pääsee muodostumaan. Silmämääräisesti tutkittuna levytyksen mikrobikasvusto on vian pinnassa. Tämä tulee varmistaa mahdollisimman aikaisin ennen varsinaisten korjaustöiden aloittamista.



KUVA 7. Mikrobikasvustoa katossa

## 4 TUTKIMUKSET

### 4.1 Pintakosteusmittaus

Pintakosteusmittaus on vain suuntaa antava mittausmenetelmä. Kosteudenosoittimien tuloksissa on suuret virhemahdollisuudet. Menetelmää suositetaan kuitenkin pintoja rikkomattomana menetelmänä. Pintakosteudenosoittimella voidaan melko luotettavasti määrittämään kostean alueen koko muuten kuivasta betonista. Mittauksella saatua kosteuden arvoa verrataan oletetun kuivan alueen referenssiarvoon. Jos arvojen ero on suuri, voidaan päätellä kostean alueen rajat. (Koivisto 2007,26.)



KUVA 8. Pintakosteudenosoitin (Koivisto, 2007,27)

#### 4.1.1 Tarpeellisuus kohteessa

Alustava betonilaatan kosteuden mittaus kannattaa tehdä pintakosteudenosoittimella, vaikkei sillä saada tarkkoja ja kovin luotettavia tuloksia. Tällä menetelmällä kuitenkin saadaan edullisesti suuntaa antavaa tietoa epoksin pinnan lohkeamisen syystä. Jos laatan pinnassa on suhteellinen kosteus (RH)  $> 90\%$ , voi epoksin pinnan lohkeilu aiheutua laatan kosteudesta. Muutoin lohkeilun voi aiheuttaa pinnan yläpuolelta tulevat kosteus- ja mekaaniset rasitteet.

Tuloksista voidaan päätellä myös, haihtuuko laatasta kosteutta autotallin sisäilmaan. Menetelmällä saadaan selville samalla, onko laatan eri kohdissa suuria kosteuseroja. Tämän arvion perusteella voidaan päätellä, mistä kosteus tulee laattaan. Myöhemmin voidaan kohdentaa tarkemmat tutkimukset oikeisiin paikkoihin.

## 4.2 Porareikämenetelmä

”Mittausreikä porataan kuivamenetelmällä haluttuun mittaussyvyyteen. Mittaussyvyys arvioidaan betonivalun vahvuuden, vahingon syntymistavan ja kuivumissuuntien perusteella. Mittausreiän halkaisija tulee olla mittaasanturia suurempi. Normaalisti käytetään 16mm kiviporanterää kun putkituksessa käytetään sähköputkea tai valmistajan mittausputkea. Mitattaessa 16mm mittausreiästä voidaan mittaukseen käyttää Vaisala HMP44, HMP46 tai HMP42 mittaasanturia.” (Koivisto 2007,28.)

Reiän poraamisen jälkeen se tulee puhdistaa imuroimalla tarkoitukseen sopivaa suulaketta käyttäen. Puhdistuksen jälkeen reikään laitetaan sopivan kokoinen putki (yleensä noin 10 -15 cm pitkä), joka tiivistetään betoniin esimerkiksi sinitarralla. Ilman vaihtuminen putkessa estetään putken päähän asennettavalla tulpalla. (Koivisto 2007,28.)

”Mittausreiän valmistamisen jälkeen mittausreiän tulee antaa tasaantua 3-7 vuorokautta tasapainokosteuden saavuttamiseksi. Liian aikainen mittaushetki antaa väärän tuloksen ja virhe voi olla jopa 15-20 %-yksikköä.” (Koivisto 2007,29.)

”Mittaasanturin tasaantumisaika riippuu anturin asennusajankohdasta. Mittausanturi voidaan asentaa mittausputkeen välittömästi mittarein poraamisen jälkeen, jolloin tasaantumisaika on 3vrk. Jos mittaus suoritetaan mukana kuljetettavilla mittausantureilla, tasaantumisaika tulee olla anturista riippumatta vähintään tunnin, kuitenkin vähintään valmistajan ilmoittaman ohjearvon verran (esim. Vaisala HMP46 anturilla 4h). Tasaantumisaika on riippuvainen betonin kosteudesta ja tiheydestä. Käytännön nyrkkisääntönä voidaan pitää että tasaantumisaika on silloin riittävä kun ohjearvo 1h on saavutettu ja jos mittalaitteen lukemat eivät muutu 5 minuutin seurannan aikana.” (Koivisto 2007,29.)

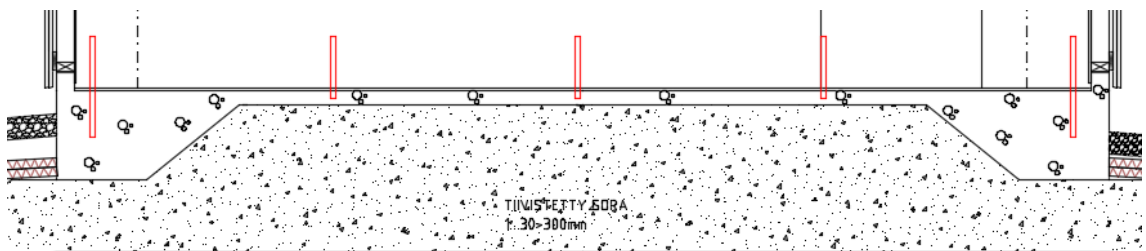
”Suhteellisen kosteuden mittauslaitteita käytetään pääosin betonin suhteellisen kosteuden, sisä- ja ulkoilman sekä eristilojen mittauksiin. Mittauslaitteisto ilmoittaa tulokset suhteellisena kosteutena [RH%], lämpötilana [°C] sekä vesimäärän grammoina kuutiometrissä ilmaa [g/m<sup>3</sup>]. Mittauslaitteiston antamaan tulokseen sisältyvät virheet johtuva pääosin mittauksen suorittamisessa tapahtuvista virheistä.” (Koivisto 2007,30.)



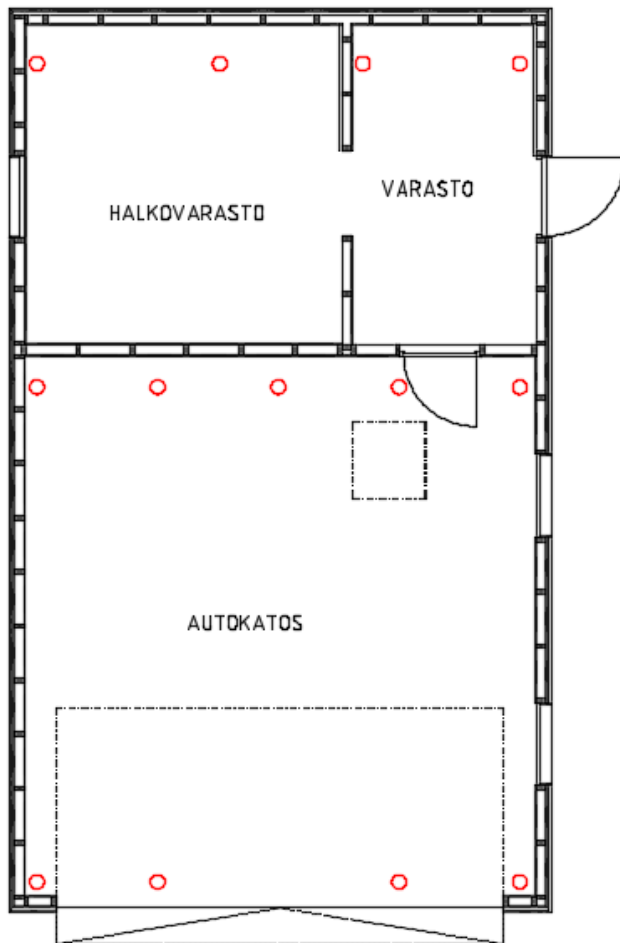
KUVA 9. Vaisala HMI41-Mittalaite, HMP42 ja HMP46-Mittapäät (Koivisto, 2007,30)

#### 4.2.1 Tarpeellisuus kohteessa

Laitteistolla (kuva 9) saadaan tarkkaa tietoa betonilaatan kosteudesta kokonaisuudessaan. Mittauksien jälkeen nähdään onko laatan eri kohdissa (kuva 10) kosteuseroja. Koska vesi pääsee nousemaan hyvin betonia pitkin kapillaarisesti, on menetelmällä helppo arvioida mistä kosteus kulkeutuu alapohjaan. Esimerkiksi reunimmaisissa po-rauskohdissa oleva kosteus on voinut siirtyä joko sisä- tai ulkopuolelta vahviketta (kuva 10).



KUVA 10. Mittauspaikat betonilaatassa



KUVA 11. Ideaaliset mittauspaikat autotallissa

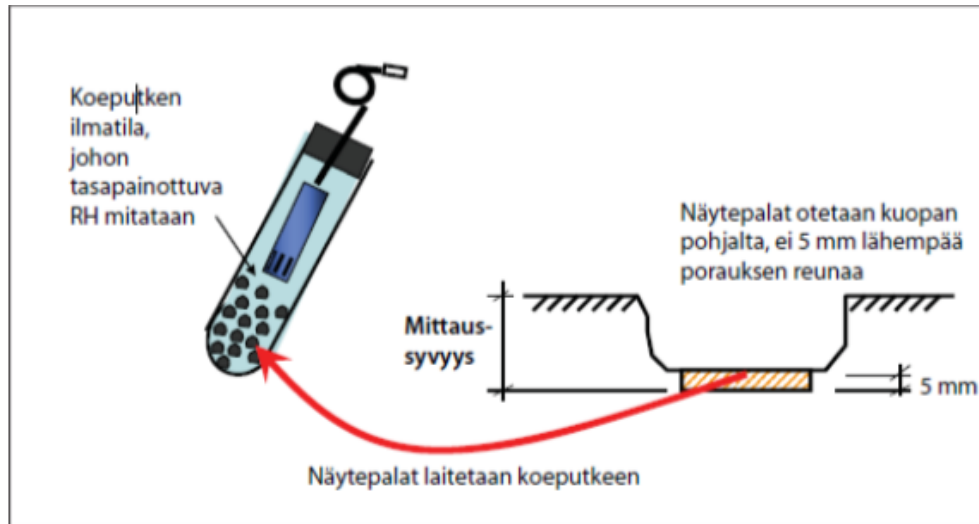
### 4.3 Näytepalamenetelmä

Näytepalamenetelmä on luotettavampi kuin porareikämenetelmä betonin suhteellista kosteutta mitattaessa. Menetelmä on nopea ja hyväksi havaittu tilanteissa, joissa on epävakaa olosuhteet tai lämpötila ei ole ideaalinen porareikämittaukselle. (Huohvanainen, 2012, 16.)

”Halutusta mittauspaikasta porataan 10 mm terällä piiri halkaisijaltaan noin 150 mm. Reiät porataan mittaussyvyyteen asti. Reikien sisään jäänyt alue piikataan irti, jolloin alta paljastuu näytteenotto pinta, minkä tulisi olla 5mm ylempänä kuin haluttu mittaussyvyys. Pinnasta irrotetaan murusia, jotka suljetaan koeputkeen mitta-anturin kanssa. Putki tulee tiivistää huolellisesti ja mittauksissa käytettävän mittapään kosteuskapasiteetin tulee olla alhainen.” (Huohvanainen 2012, 16.)



”Näytteenoton jälkeen koeputket, siirretään +20 °C asteen vakiolämpötilaan. Koeputkien kuljetuksen aikana lämpötilavaihtelut on minimoitava. Esimerkiksi talvella koeputket voidaan laittaa eristettyyn kuljetusastiaan. Näytepalojen annetaan tasaantua vakio-  
lämpötilassa (+20 C) halutusta mittauksen tarkkuudesta riippuen 2-12 tuntia.” (Huohvanainen 2012, 16.)



KUVA 12. Näytepalamenetelmä (Huohvanainen, 2012, 17)

#### 4.3.1 Tarpeellisuus kohteessa

Menetelmä on erinomainen tähän kohteeseen kosteusvauriota tarkastellessa. Kun näytteitä otetaan useammasta kohdasta ja syvyydestä, saadaan tarkempaa tietoa laatan kosteusrasituksista.

#### 4.4 Puurungon tutkiminen

Puurunko on hyvä tarkastaa ensin silmämääräisesti. Runko on eristetty betonista alajuoksun alle laitetulla bitumihuopakaistalla. Siitä huolimatta alajuoksu ja rungon alapää on hyvä tarkistaa kosteuden ja homeen varalta. Suuret vahingot on helppo huomata silmämääräisesti. Halpa ja helppo tapa kokeilla puun kosteutta on painaa siihen terävällä piikillä. Jos piikki uppoaa puuhun helposti, on se todennäköisesti märkä, terveen ja kuivan puun ollessa kovempi.

#### 4.4.1 Puukosteusmittari

Puurakenteiden kosteutta mitattaessa puukosteusmittari on todella helppo ja halpa menetelmä. Mittaustulokset perustuvat materiaalin sähkönjohtavuuteen. Tulokset ovat tarkkoja, toisin kuin pintakosteusmittareilla. Puukosteusmittarilla mitattaessa työnnetään kaksi piikkiä puurakenteeseen, jolloin mittarin näytöltä voidaan lukea puun kosteus painoprosentteina. Tarvittaessa piikkeinä voidaan käyttää esimerkiksi ruuveja, jotka ruuvataan haluttuun mittaussyvyyteen. (Koivisto, 2007,31.)



KUVA 13. Protimeter mini lisälaitteineen (Koivisto, 2007,32)

Menetelmän käyttö tässä kohteessa voi olla melko hyödytön. Puurakenteet vaikuttavat silmämääräisesti olevan hyvässä kunnossa, eikä tarkempaa tietoa tarvita. Menetelmä on helppo ja halpa, joten tilaaja voi kuitenkin halutessaan tehdä mittaukset tiedon varmistamiseksi.

#### 4.5 Maa-aineksen tutkiminen

##### 4.5.1 Rakennuksen reunusta

Autotallin reunustoille ei ole asennettu patolevyä. Koska kosteus etenee kapillaarisesti betonilaatassa, on hyvä varmistua, ettei maa-aines sen vierustalla ole märkää. Yksinkertaisesti tämän voi tutkia kaivamalla laattavahvikkeen ulkoreunasta maa-ainesta ja katsomalla kuinka hienojakoista aines on. Reunustalla olisi hyvä olla mahdollisimman hyvin vettä läpäisevää eli iso rakeista maa-ainesta. Raekoko n.10-30mm. Jos mahdollista, maa-aines kannattaa seuloa raekoon varmistamiseksi. Kokenut rakentaja kuitenkin osaa arvioida aineksen laadun silmämääräisestikin.

#### **4.5.2 Sora laatan alla**

Vastaavasti kuin rakennuksen ulkopuolella, kannattaa tutkia myös maa-aines laatan alla. Ensin sahataan betonilaattaan 300x300mm reikä. Kaivetaan maa-ainesta sellaisenaan muovipussiin ja viedään aines seulottavaksi. Jos seulonta tapahtuu laboratoriossa, jossa on mahdollisuus selvittää aineksen kosteus, kannattaa tämäkin tutkia. Näillä tutkimuksilla saadaan selville onko tiivistetty sora seulottua. Seulotussa aineksessa ei ole juurikaan hienorakeista ainesta mukana, jolloin kosteus ei pääse nousemaan kapillaarisesti kerroksen läpi betonilaattaan.

#### **4.6 Ilmanvaihtuvuus**

Jos rakennuksessa ilmanvaihto on toteutettu koneellisesti, voidaan ilmanvaihtomittaukset tehdä poistoilmaventtiileistä. Mittaukset voidaan tehdä esimerkiksi paineromittauksella tai siipipyöräänemometrillä (IV-HuoltoNiemi, ilmanvaihtomittaukset). Kohteessa ei ole koneellista ilmanvaihtoa eikä edes ilmanvaihtokanavia, joten mittauksia on lähes mahdoton tehdä. Autotallista voidaan kuitenkin savukokeella tutkia, mistä ilma kulkee tilojen välillä. Halutessa nämä raot voidaan remontin yhteydessä tiivistää. Ilmanvaihtuvuuden tarkastelu olisi hyvä tietää, mutta tässä kohteessa se ei ole välttämätöntä. Pääasia on, että remontoidussa ratkaisussa ilmanvaihtoon kiinnitetään huomiota ja sen toimivuus sekä riittävyys varmistetaan. Muutoin alkuperäinen ongelma voi uusiutua.

#### **4.7 Homevauriotutkimus**

”Homevaurioiden tutkiminen perustuu kosteusmittauksiin rakenteista ja ilmasta sekä rakenteista otettaviin mikrobinäytteisiin. Näiden avulla pyritään selvittämään onko talossa hometta ja millä alueella sitä esiintyy. Laajemmat kuntotutkimukset vaativat aina vähintään rakenteisiin poraamista ja usein purkuakin, mutta tämä on valitettavasti ainoa tapa saada selvyys homeongelman vakavuudesta ja laajuudesta.” (Rytmirakennus, homevauriokorjaukset.)

”Suomessa sisäilman mikrobien mittausten menetelmät ovat vakiintuneet ja niiden yleiskuvaukset on annettu Asumisterveysohjeessa. Mikrobianalyysija tekevän laboratorion tulee hyvän käytännön mukaisesti antaa näytteenottajalle tarkat näytteenotto- ja mittausohjeet, joilla varmistetaan näytteenoton onnistuminen kyseisen laboratorion analyysimenetelmään nähden. Suomessa ei juuri ole laboratoriokohtaisia eroja näytteenottomenetelmissä, vaan laboratorioiden menetelmät ovat yhtenäiset Asumisterveysohjeeseen kanssa ja näin ollen vertailukelpoisia keskenään.” (Väänänen 2012, 13.)

#### **4.7.1 Sisäilman mikrobitutkimus qPCR-analyysillä**

Vaikka tämä on sisäilman mikrobitutkimus, on qPCR-analyysissä kyse enemmänkin näytteiden tutkimisesta kuin kuntotutkimuksesta. Näytteenottomenetelmistä on kerrottu alempana ja kokonaisuutena nämä ovat osana kuntotutkimusta.

”Mikrobien qPCR (quantitative Polymerase Chain Reaction) -analyysissä homeet, bakteerit ja sädesienet tunnistetaan nille ominaisien DNA-jaksojen avulla. Niinpä menetelmää sanotaan toisinaan tutummin DNA-tekniikaksi. Mikrobien DNA-ilmanäytteestä nähdään sisäilmassa olevien homeiden, sädesienien ja bakteerien määrät. Sisäilmanäytteestä saadaan näkyviin elävien mikrobien lisäksi myös kuolleet ja vaurioituneet itiöt ja tulokseksi saadaan kokonaisitiö-/solumäärä. Kuolleet itiöt aiheuttavat oireita samalla tavalla kuin elävät itiöt. qPCR-tekniikan etuna viljelymenetelmään on lisäksi sen nopeus, tarkkuus ja luotettavuus. DNA-ilmanäytteenotto voidaan tehdä luotettavasti vuodenajasta riippumatta.” (baumedi, Sisäilman mikrobitutkimus qPCR-analyysillä.)

#### **4.7.2 Materiaalinäyte**

Koska mikrobikasvusto on purettavassa levytyksessä, on siitä helppo ottaa näytepala. Kyseinen materiaalinäyte laitetaan tiiviiseen pakkaukseen ja toimitetaan laboratorioon tutkittavaksi 24 tunnin sisällä näytteen otosta. (Talvitie 2015,4.)

### 4.7.3 Pintanäyte

Mikrobivaurio voidaan osoittaa ottamalla pintanäyte kovan materiaalin pinnalta. Kasvusto voi näkyä pinnoilla värimuutoksena, puuterimaisena, pölymäisenä tai pistemäisenä kasvustona. Vauriosta voidaan ottaa pintanäyte vain tilanteessa, jossa vaurion epäilään sijaitsevan ainoastaan rakenneosan pinnassa. Näytteenottomenettelmissä ei tarvitse purkaa tai rikkoa rakennetta. Näytteenottovaiheessa on muistettava ottaa huomioon tilattava analyysi. Esimerkiksi näytteet otetaan eri tavoin viljelyyn kuin qPCR-analyysiä varten. Yleensä näytteenottovälineet ja ohjeet saa laboratoriosta. (Talvitie 2015,6.)

## 5 TUTKIMUSTULOKSIEN ARVIOINTI

### 5.1 Kosteusvauriot

#### 5.1.1 Maa-aines

Lähtökohtana on, että kapillaarikatkon kerrospaksuus on riittävä eli yli 300 millimetriä. Yleisesti ottaen kapillaarikatkon soran raekoon on hyvä olla n.10-30mm, jos tämä ei täyty on hyvä vaihtaa maa-aines. Kapillaarikatkoa käsitellään lisää kohdassa ”5.1.2 Betonilaatan kosteus”.

#### 5.1.2 Betonilaatan kosteus

Jos lattian pinta todetaan pintakosteusmittauksella kosteaksi ( $> 90\%$  RH), voidaan todeta sen olevan syynä epoksi-pinnoitteen irtoamiseen. Kosteuden lähdettä tästä ei voida kuitenkaan päätellä.

Porareikä- ja koepalatulosten perusteella voidaan päätellä kosteuden tilaa tarkemmin eri kohdissa ja syvyyksillä. Laatan alapinta on oletettavasti  $90-100\%$  RH, koska se on täysin maata vasten oleva rakenne. Jos betonilaatta on märkä kaikkialta, voidaan olettaa kapillaarikatkon olevan huonolaatuista. Tällöin soran seassa on liikaa hienojakoista ainesta (0-5mm). Tämän takia kosteus pääsee nousemaan kapillaarisesti soran läpi betoniin. Varmin ratkaisu on purkaa lattia ja vaihtaa maa-ainekset sekä sisä- että ulkopuolelta rakennusta.

Jos Betonilaatta on märkä vain sen reunoilta, voidaan päätellä kosteuden tulevan joko seinälinjan ulkopuolelta tai reunavahvikkeen alapuolelta. Tähän saadaan tarkempaa tietoa maa-aineksen kosteus ja rakeisuus tutkimuksista. Maa-ainesten raekoon ollessa n.10-30mm reunavahvikkeen molemmin puolin, kosteusrasitteen voi päätellä kohdistuvan vahvikkeen alareunaan. Koska rakennuksen paino välittyy maaperälle vahvikkeiden kautta, ei sen alla olevaa maa-ainesta päästä vaihtamaan. Sen alle ei saa myöskään asennettua routaeristettä. Tilanteessa voidaan harkita rakennuksen ympärille asennettavaa salaojitusta. Salaojat voi kuivattaa reunavahvikkeiden alla olevaa soraa. Tämä ei

kuitenkaan takaa ongelman poistumista. Riski on vain hyväksyttävä ja korjausvaihtoehdot mietittävä sen mukaisesti.

## **5.2 Homevauriot**

Jos hometta päätetään tutkia ja selviää, että kyseinen hometyyppi on erittäin vaikeasti hävitettävissä lopullisesti, on tarpeen panostaa sen poistoon. Tällöin on perehdyttävä tarkemmin homeen luonteeseen ja sen poistomenetelmiin ja -aineisiin. Ohjeistusta tilanteeseen voi saada näytteet tutkineelta laboratoriolta, homeen poistoaineiden valmistajilta sekä myyjiltä tai homeenpoistoja ja -purkua tekeviltä urakoitsijoilta.

Homeen tutkimuksien tuloksilla ei ole välttämättä suurta merkitystä. Kohteessa voidaan olettaa, että vaurio saadaan hallintaan sisäverhouslevyjen vaihdolla ja ilmanvaihtoa tehostamalla. Sisäilman laadunkaan ei tarvitse olla täysin ideaalinen, kun kyse ei ole asuinrakennuksesta.

## 6 VAURIOIDEN KORJAUKSET

### 6.1 Kosteusvauriot

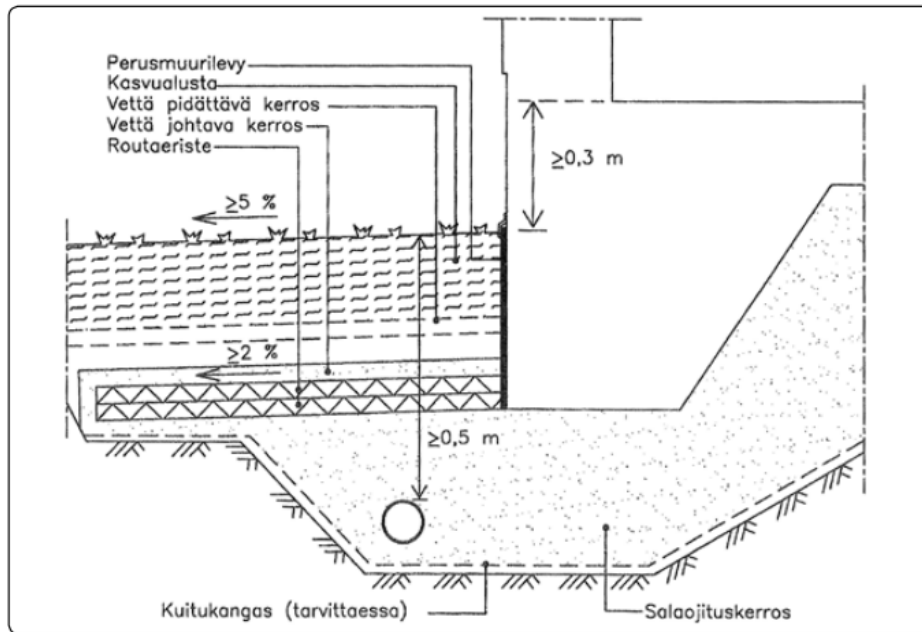
#### 6.1.1 Salaojitus

Salaojituksella suojataan talon perustukset ja rakenteet kosteus- ja homevaurioilta, sekä lievennetään maa-aineksen routivuutta. Salaojitus on syytä tehdä huolellisesti, jolloin toimintahäiriöt ja korjaaminen on helpompaa myöhemmin. Salaoja- ja sadevedet johdetaan yleensä rinnakkaisilla putkilla perusvesikaivoon ja sieltä kunnalliseen sadevesiviemäriin. Jokaiseen rakennuksen nurkkaan sijoitetaan salaojakaivot, jotka toimivat salaojaputkiston tarkastus- ja huoltokaivoina. Salaojaputkiin on asennettava pallopado- tusventtiilit, jotka tulvatilanteissa estää veden pääsyn takaisin salaojaputkistoon. (Uponor, Pientalon salaojitus.)

Tässä kohteessa salaojavedet olisi hyvä johtaa rakennuksen vieressä sijaitsevaan avo-ojaan, kuten sadevesille on jo tehty. On myös huomioitava, että avo-ojaan johtavien putkien päät peitetään isorakeisella kiviaineksella. Näin estetään roskien, kasviston ja eläinten pääsy putkiin, kuitenkin varmistaen veden ulospääsy. Samaan tarkoitukseen voi käyttää myös rautakaupoista saatavia salaojan laskuaukon läppiä.

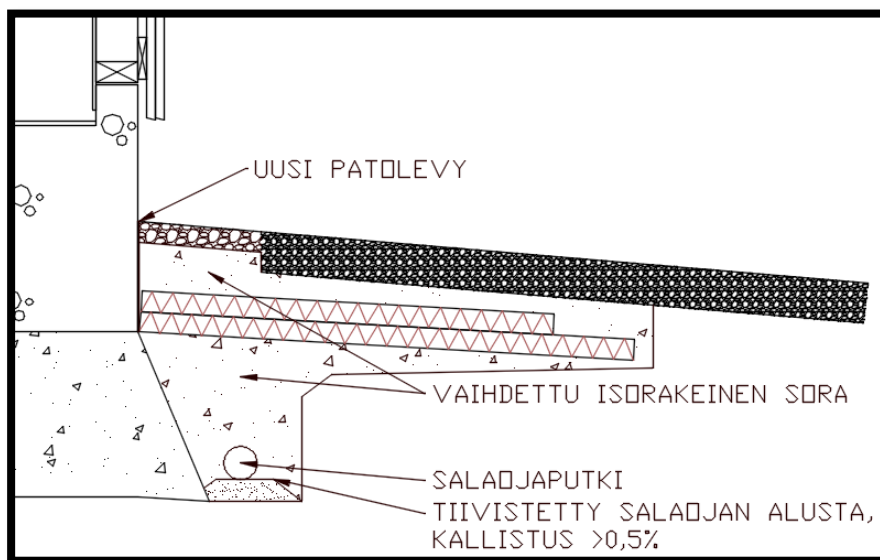
Esimerkiksi Uponor-salaojajärjestelmä -julkaisussa ([uponor.fi](http://uponor.fi)) on kerrottu rakennuksen ympärille tehtävän salaojituksen minimi rajat ja asetukset (kuva 14). Tässä kohteessa kaikki ehdot eivät toteudu, mutta korjauksien yhteydessä näitä ohjeita pyritään noudattamaan mahdollisimman tarkasti.





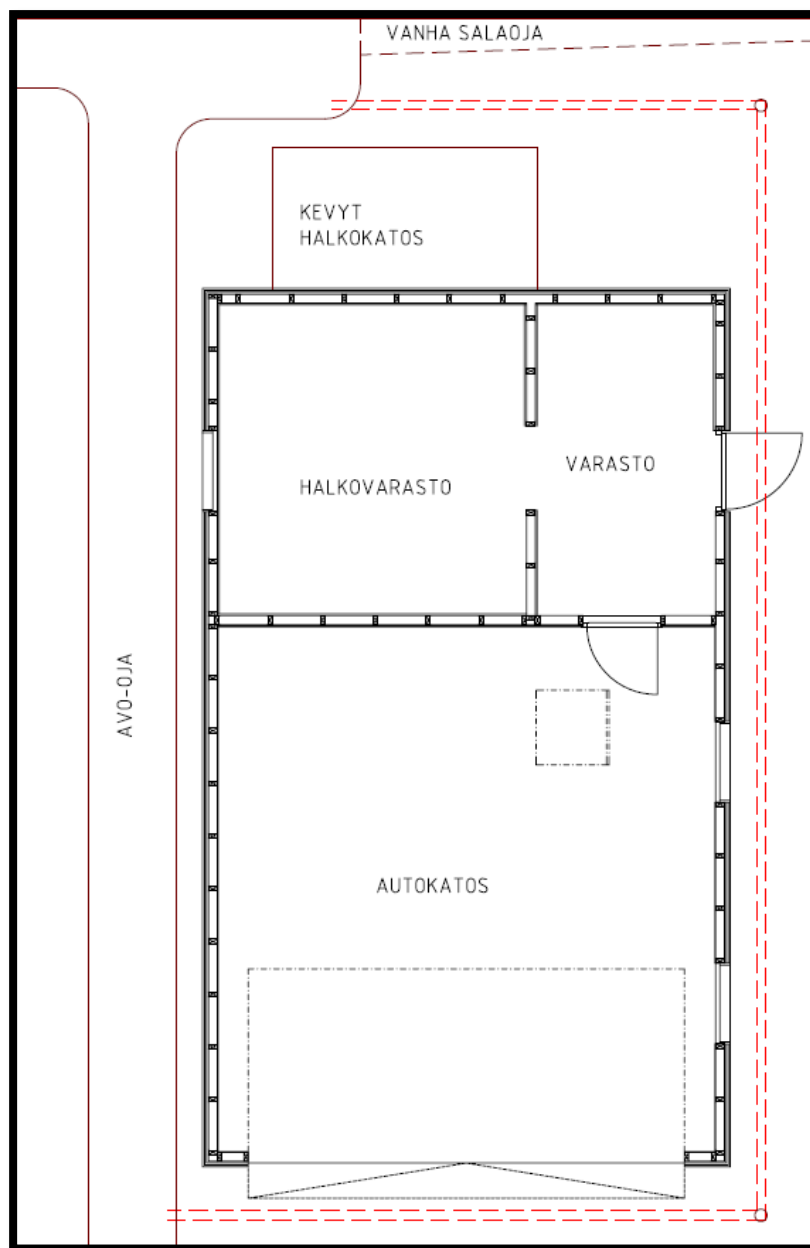
KUVA 14. Salaojitus matalaperustuksessa (Uponor, Uponor-salaojajärjestelmät, 149)

Jos betonilaatan reunat ovat kosteat ja rakennuksen ulkopuolisen maa-aineksen todetaan tutkimuksissa olevan märkää, kannattaa rakennuksen ympärys salaojittaa. Näin saadaan vedet ohjattua avo-ojaan pois rakennuksen alta. Jos salaojitus on tarpeen, on myös todennäköistä, että soran vaihto betonilaatan ulkopuolelle on tarpeellista (6.1.2). Salaojitus töiden aikaan soran vaihto on todella helppo toteuttaa. Samalla tulee vaihdettua routaeristeet, jolloin varmistetaan niiden oikein asennuksesta (kuva 15).



KUVA 15. Salaojaputken sijoitus kohteessa, vrt. kuva 14

Autotallin ovettomassa päädyssä on kevytrakenteiden halkokatos (kuva 16). Katos on nostettu irti maasta kevytsoraharkoilla, joten sen kohdalla ei ole kosteusongelmia. Katos vaikeuttaa hieman reunustan soranvaihdon ja salaojituksen yhteishyödyn toteutumista. Katoksen kohdalla uudet routaeristeet limitetään vanhoihin eristeisiin. Kokonaisuus on kuitenkin toimiva, vaikkei katoksen kohdalta soraa vaihdettaisi. Kevyen katoksen alle ei pitäisi missään tilanteessa päästä vettä. Sadevedet on johdettu ojaan, eivätkä hule- tai sulamisvedet pääse kulkeutumaan katoksen alle maan kallistuksen takia. Soran vaihto ei ole tarpeellista avo-ojan puoleisella sivulla, koska jyrkkä ojan ”seinämä” on niin lähellä seinälinjaa.



KUVA 16. Salaojaputkien mahdolliset sijainnit

### 6.1.2 Soran vaihto betonilaatan ulkopuolelle

Jos tutkimukset osoittavat betonilaatan olevan kuiva ja maa-aineksen laatan ulkopuolella liian hienojakoiseksi, kannattaa tehdä soran vaihto. Näin turvataan, että esimerkiksi sulavedet eivät kulkeudu kapillaarisesti laatan reunasta rakenteisiin. Betonilaatan kylkeen voi haluttaessa asentaa myös patolevyn kosteussulaksi. Yleisesti pelkkää soran vaihtoa ei kannata tehdä, vaan samalla kannattaa asentaa salaojitus. Kaivutöihin ryhdyttäessä on helppo laajentaa kaivanto siten, että salaojaputket saadaan asennettua (ks.6.1.1).

### 6.1.3 Purku ja massan vaihto

Tämä on haastava ja kallis vaihtoehto, jota ei todennäköisesti kannata tehdä kyseiselle rakennukselle. Vaihtoehdossa lattiarakenne purettaisiin sisältäpäin osissa, reunavahvikkeiden liikkumattomuuden ja kestävyuden takia. Osat pitäisi tehdä alustaloppuun yksitellen. Laatan purkamisen jälkeen maa-aines kaivettaisiin pois haluttuun syvyyteen saakka. Uusi suurirakeinen sora tiivistettäisiin laatan alle. Routaeristeet asennettaisiin soran päälle ja uusi laatta valettaisiin raudoituksineen. Jokainen osa täytyisi liittää toisiinsa ja reunavahvikkeeseen tartunnoilla. Jos rakennuksessa olisi esim. kevytsoraharkoilla toteutettu sokkeli ja erillinen maanvarainen betonilaatta, työ olisi yksinkertaisempi.

Reunavahvistettubetonilaatta voidaan purkaa ja tehdä uusiksi osissa, jotta vältetään pohjarakenteiden työnaikaiselta vaurioitumiselta. Työ on haastava eikä esimerkiksi laatan alustöiden tasalaatuisuutta voida taata eri aikaan korjattujen osien välillä. Näin ollen muun muassa laatan painumaerot voivat aiheuttaa uuden laatan lohkeamisen. Reunavahvikkeiden alle on lähes mahdotonta lisätä routaeristettä tai muitakaan rakenne- tai maakerroksia. Eli rakennetta ei saada täysin eristettyä kosteudelta vaikka näinkin suuri työ suoritettaisiin. Jos kuitenkin tutkimukset osoittavat kaikkien rakenteiden olevan märkiä, eikä muilla vaihtoehdoilla saada rajoitettua kosteusrasitteita, voidaan tätä vaihtoehtoa harkita.

Hyviä puolia vaihtoehdossa on, että alapohjasta saataisiin lämpöä eristävä. Lattiaan voitaisi asentaa samalla lattialämmitys ja tehdä kallistukset. Tässä tilanteessa lattiaan olisi myös helppo tehdä kaivo autoista valuvia vesiä varten.

### **6.1.4 Kelluva laatta**

Autotalli on toisarvoinen rakennus, jonka sisäilman laadulla ei ole suurta merkitystä käytön kannalta. Näin ollen voidaan vaihtoehtona pitää kelluvan laatan tekoa nykyisen laatan päälle. Nykyisestä laatasta poistettaisiin epoksi-pinnoite, jonka jälkeen laatan päälle asennettaisiin kovat Kingspan SPU -eristelevyt. Levyt kestävät autojen painon ja levyjen päälle tuleva pintavalu jakaa kuormaa tasaisesti levyille. Näin saataisiin eristetty rakenne ilman purku- ja kaivutöitä.

Huonoja puolia vaihtoehdossa on lattiakoron nousu ja riski ilmanlaadun huononemiseen. Nykyisen laatan päälle tulisi tiivis uusi kerros, jonka jälkeen laatasta oleva kosteus ei pääse enää haihtumaan ylöspäin. Kosteuden kannalta vanha laatta asettuisi uuteen tasapainotilaan ja uusilaatta pysyisi täysin kuivana. Ilmanlaatu voi hieman kärsiä eristeen ja vanhan laatan väliin mahdollisesti jäävästä orgaanisesta aineksesta, joka reagoi kosteassa tilassa pitkän ajan kuluessa. Hiukkasia voi päästä autotallin ilmaan, kun autojen paino liikuttaa hieman kelluvaa laattarakennetta. Lisäksi lattiatason noustessa ovet on asennettava uudestaan ja niiden liitosratkaisut voi joutua tekemään uusiksi. Jos rakennetta ja materiaaleja ei mietitä tarkasti, voi lattiassa ilmetä pintalaatan halkeilua. Rakennetta käsitellään tarkemmin kohdassa 7.3 Alapohja.

## **6.2 Homevauriot**

Homevaurio on kohdistunut vain sisäpinnan levytyksiin. Riippuen tilaajan tekemistä lopullisista ratkaisuista, voi olla että homeiset rakennusmateriaalit tullaan uusimaan joka tapauksessa. Alla kuitenkin joitain toimenpiteitä, jotka voivat tulla tarpeelliseksi remontin aikana.

### **6.2.1 Desinfiointi**

Desinfiointiaineita käytetään pintahomeen poistoon. Useimmat aineet soveltuvat homeen poistoon maalatuilta tai maalaamattomilta puupinnoilta. Periaatteena on, että desinfiointiaineet soveltuvat vain pintojen puhdistukseen. Jos home on edennyt syvemmälle rakenteeseen, on se vaihdettava tai pinnoitettava. Ainetta valittaessa on otettava hu-

mioon, että aine ei ole kasvunestäjä vaan nimenomaan sieni- ja bakteerikasvustoja vähentävä desinfiointiaine. Näillä aineilla ei kuitenkaan saavuteta täydellistä mikrobien hävitystä, mutta terveellisen hengitysilman kannalta taso on riittävä. Desinfiointiaineet ovat käyttäjälle yleensä vahingollisia ja niiden käyttöohjeita on noudatettava tarkoin. (Rytmirakennus, Homeen puhdistusmenetelmät.)

Autotallissa levytyksien desinfiointi ei todennäköisesti riitä, joten levytys vaihdetaan kokonaan ja puurungon kunto on arvioitava purkamisen jälkeen. Puurunko voidaan desinfioida tarpeen vaatiessa.

### 6.2.2 Otsonointi

Otsonointi on tehokas tapa homeen tuhoamiseen ja hajujen poistoon. Se soveltuu homevaurioituneen tilan yleispuhdistukseen. Menetelmällä yleensä viimeistellään homeen poistaminen kun homeen aiheuttajat ja homeiset rakenteet on poistettu. Uutta rakennetta ei kannata rakentaa ennen kaikkien homeitiöiden poistoa, muutoin puhdistamattomat rakenteet voivat saastuttaa uudet materiaalit. (Rytmirakennus, Homeen puhdistusmenetelmät.)

Tämä menetelmä sopii loistavasti kohteen luonteeseen. Sisäverhouslevyjen poiston jälkeen otsonointi hävittää mahdollisesti rungossa ja muualla rakenteissa olevat itiöt, eikä homevaurio ala uudestaan vanhan saastumisen takia.

### 6.2.3 Ilmanvaihto

”Koneellisen ilmanvaihdon poistoilmavirta on tiloissa, joissa tapahtuu keskimäärin yksi jo autopaikkaa kohden vuorokauden vilkkaimman 8 tunnin jakson aikana, vähintään  $0,9 \text{ (dm}^3/\text{s)}/\text{m}^2$ . Tällaisia ovat esimerkiksi asuintalojen paikoitustilat.” (RakMK-21503, D2)

Varsinaista koneellista ilmanvaihtoa autotalliin ei kannata asentaa, mutta rakennusmääräyskokoelman liitteen arvoa voidaan käyttää ohjeellisena. Autotallin poistoilmavirta täytyisi ohjeen mukaan olla  $\geq 0,9 \text{ (dm}^3/\text{s)}/\text{m}^2 * 6\text{m} * 6\text{m} = 32,4 \text{ dm}^3/\text{s}$ .

## 7 PARANNUSVAIHTOEHDOT RAKENTEILLE

Yläpohjien ja ulkoseinien rakennevaihtoehtojen fysikaaliset tarkastelut on tehty dof.lämpö -ohjelmalla. Koska kyseessä ei ole lämmin uudisrakenne, ei ohjelman asetukset ja siinä olevat oletus olosuhteet päde tähän kohteeseen. Fysikaalisia tarkasteluja tehdessä on dof.lämpö -ohjelmassa käytetty rakennusmääräyskokoelman C4 mukaisia lämmönjohtavuus ja pintavastus arvoja. Tarkasteluja tehdessä on pyritty totuuden mukaisuuteen, mutta tulokset (U-arvot) ovat kuitenkin vain suuntaa-antavia. Lopulliset ratkaisut on harkittava myöhempien tutkimustulosten perusteella. Lopullisten rakenteiden yhteensovituskin on vielä tarkistettava ennen korjaustöiden aloittamista.

Tilaa haluaa pitää varastotilan polttopuiden säilytystilana. Varastotilaa ei siis eristetä mitenkään, vaan se pidetään kylmänä ja hyvin tuulettavana rakenteena, jotta polttopuista haihtuva kosteus pääsee tuulettumaan ulkoilmaan. Jos autotallin alue halutaan eristää tai tehdä puolilämpimäksi, täytyy autotallin ja varastotilan välinen seinä eristää joko purkamalla panelointi varaston puolelta ja asentamalla eristys runkotolppien väleihin. Varaston puolelta eristettäessä täytyy ottaa huomioon höyrinsulkujen limitys. Jos limitystä ei saada toimimaan, joudutaan autotallin puolelta purkamaan kaksi gyproc-levy kerrosta ja asentamaan eristys siltä puolelta.

### 7.1 Ulkoseinät

Ulkovuoraus on pysynyt hyväkuntoisena, joten sitä ei kannata purkaa. Korjaukset ja mahdollinen lämmöneristys suunnitellaan siis tapahtuvan sisäpuolelta. Tällä tavoin saadaan työn määrä ja kustannukset pysymään minimissään.

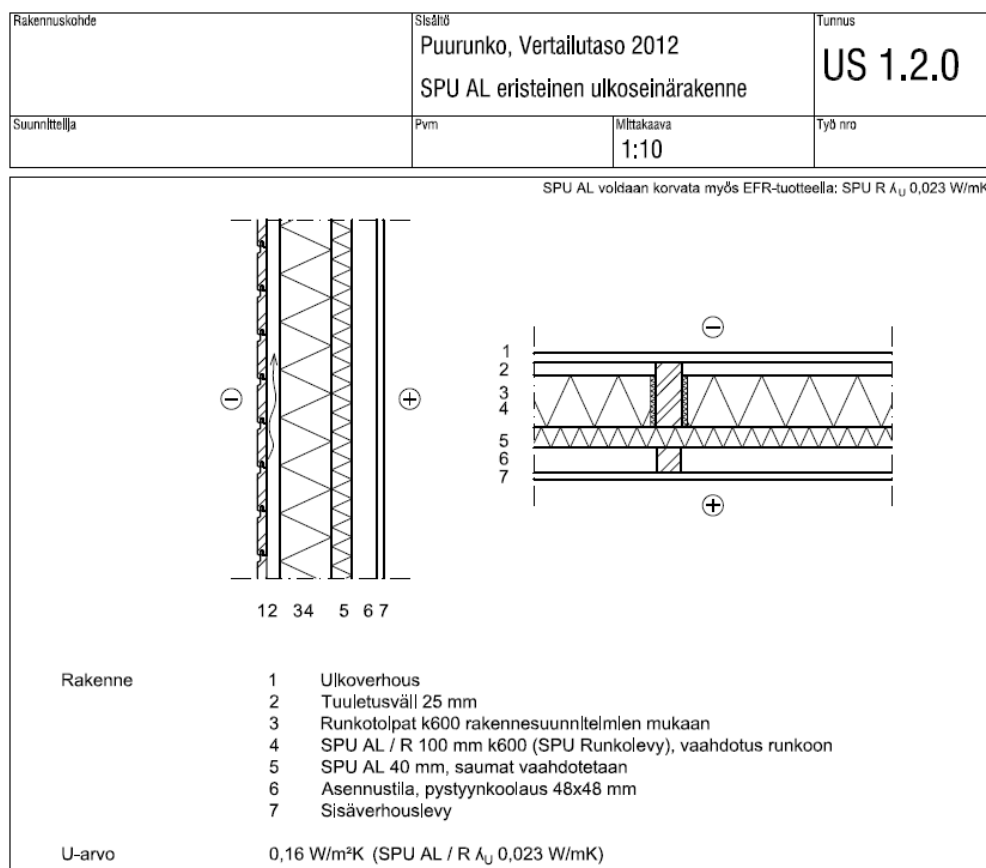
Tuulensuojalevyä ei voida asentaa runkotolppien väliin, eikä sitä saada runkotolppien ulkopuolelle purkamatta ulkovuorausta. Kova polyuretaanieriste on ainut vaihtoehto saada eristetty ja toimiva seinärakenne, sillä se toimii itsessään höyrinsulkuna. Puolilämpimän tilan ulkoseinän U-arvoraja on  $0,26 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  (RakMK C3).

Korjausta tehdessä on hyvä ottaa huomioon rakennuksen jäykistys. Seiniä ei ole jäykistetty vaakakuormien siirtämiseksi perustuksille. Autotallin jäykistys on huomioitu vain naulalevyristikoiden osalta. Tämä ei ole aiheuttanut ikinä ongelmia, mutta vanerien

asennuksen jälkeen voi olla, että ne ovat alkaneet ottaa vastaan vaakavoimia. Jos kaikki vanerit puretaan kerralla pois ja tuuli yltyy kovaksi yhtäaikaisesti, on riski rakennuksen kaatumiselle. Riski on pieni, mutta varmuuden vuoksi vanerit on hyvä vaihtaa mahdollisuuksien mukaan muutamassa erässä. Jos vanerit täytyy saada poistettua yhtäaikaisesti, voi runkotolppiin kiinnittää vinotuet työnaikaisesti.

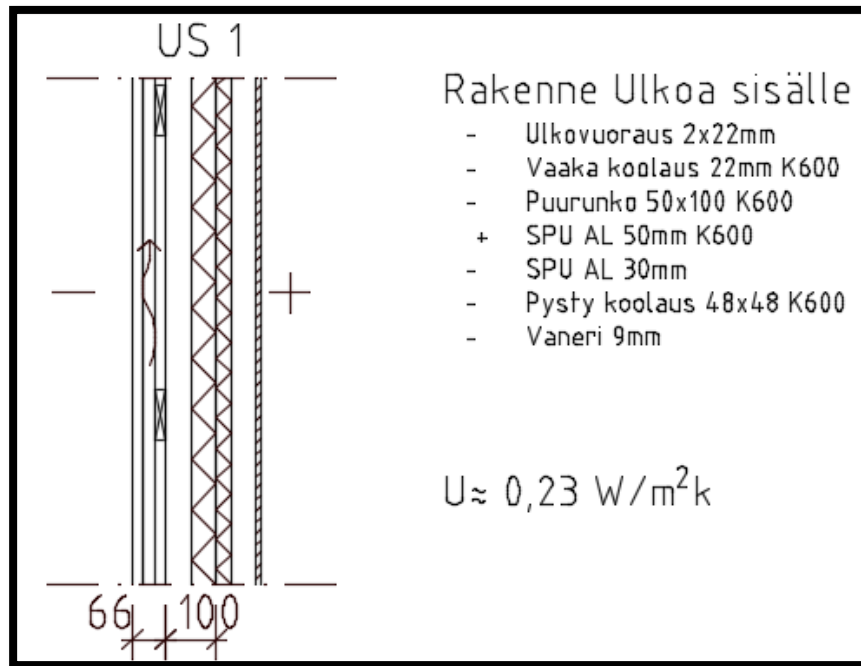
### 7.1.1 Vaihtoehto 1, US1

Kingspan SPU -eristeet tarjoavat ratkaisun (kuva17), joka toimii lämpimän tilan rakenteena. Rakennetta voidaan soveltaa myös tähän kohteeseen. Tällä rakenteella päästään 0,16 W/(m<sup>2</sup>K):n U-arvoon (spu.fi). Lämpimän tilan ulkoseinän U-arvoraja on 0,17 W/(m<sup>2</sup>K) (RakMK C3).



KUVA 17. SPU-ratkaisun periaate (spu.fi)

Ulkoseinän ensimmäisessä vaihtoehdossa käytetään Kingspan SPU -eristeisen seinän periaatetta. Eristepaksuus on kuitenkin pienennetty kohteeseen sopivammaksi (kuva18).



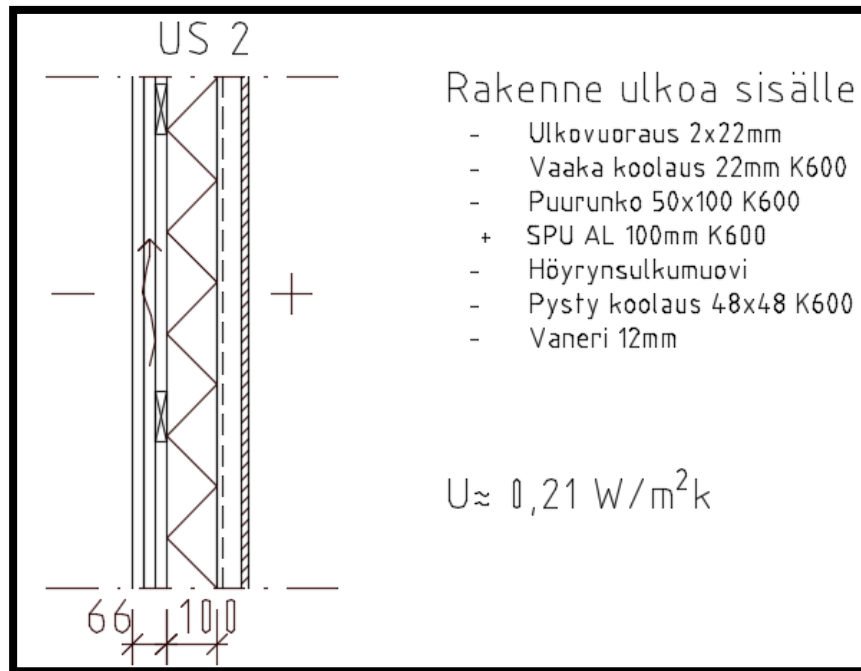
KUVA 18. US1 rakenne ja U-arvo

### 7.1.2 Vaihtoehto 2, US2

Erona ensimmäisen vaihtoehdon SPU-malliin tässä jätetään ulompi eriste (SPU AL 40) pois rakenteesta, jolloin U-arvoksi saadaan noin 0,21 W/(m<sup>2</sup>K). Runkotolppien kohdat heikentävät hieman U-arvoa. Tiiviyn varmistamiseksi rungon sisäpuolelle asennetaan höyrynsulkumuovi. Vaikka ympäri vaahdotettu SPU-levy toimii käytännössä höyrynsulkuna, on hyvä estää kosteuden pääsy puurunkoon. Runkotolppaan pääsevä kosteus (diffuusio) heikentää sitä muun muassa jäätyessään ja homeauriona. Vauriot tapahtuisi todennäköisesti runkotolppien sisällä täysin huomaamattomasti. Vaikka puurunko pääsee tuulettumaan yhdestä pinnasta ulkoilmaan, ei se riitä varmistamaan rungon kuivana pysymistä.

Vaihtoehdossa on käytetty 9mm vanerin siasta 12mm vaneria. Muutoksella ei ole suurta merkitystä, mutta raskaita kiinnityksiä tehdessä seinään 12mm vaneri voi olla hyödyllinen.





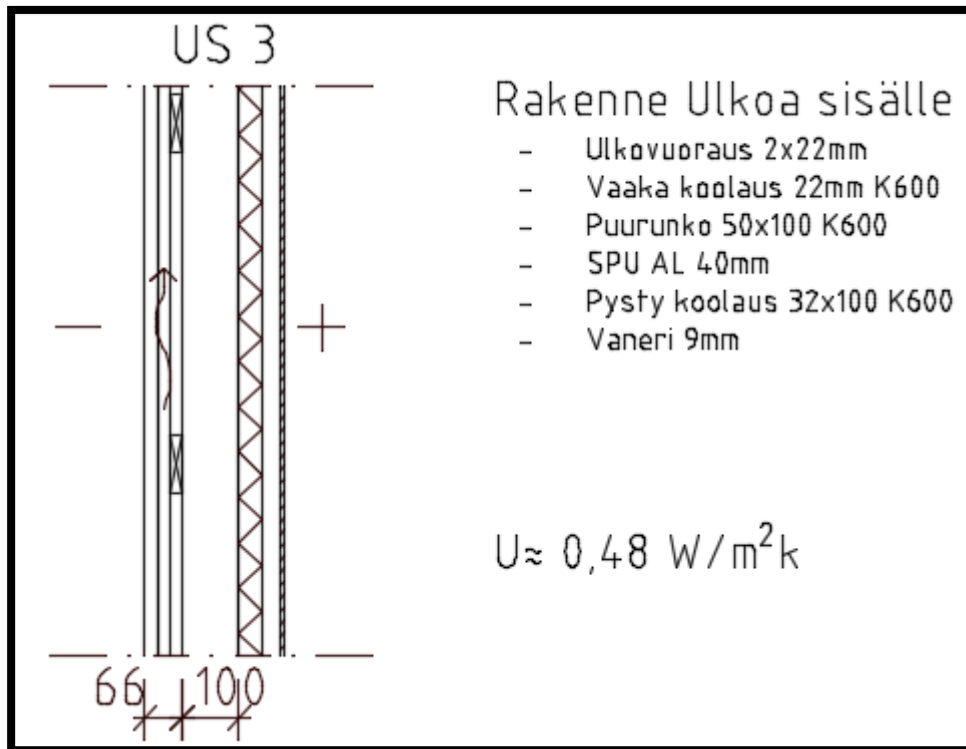
KUVA 19. US2 rakenne ja U-arvo

Haluttaessa lisälämmöneristystä, rakenteeseen voi lisätä pehmeää villaa sisäkoolauksen väliin. Tätä ennen on kuitenkin hyvä tarkastella autotallin olosuhteita tarkemmin. Jos sisäilma on liian kostea, saattaa kosteutta tiivistyä höyrinsulkumuovin sisäpintaan. Tällä rakenteella  $U \approx 0,18 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ .

### 7.1.3 Vaihtoehto 3, US3

Tarkoituksena on asentaa yhtenäinen kova eristekerros rungon sisäpuolelle. Seinään tulevia kiinnityksiä varten rakenteessa täytyy olla koolaus. Tämä estää eristeen vahingoittumista tarvikkeikiinnityksiä tehdessä. Seinän paksuus kasvaa ja huonekoko pienenee. Käytetyllä Kingspan SPU -eristelevyllä (SPU AL 40) U-arvoksi saadaan  $U \approx 0,48 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ . Haluttaessa voidaan käyttää eristepaksuutena myös 30 tai 50 mm.

Kun eristelevyt vaahdotetaan toisiinsa sekä ylä- ja alapohjan rakenteisiin, ne toimivat seinässä höyrinsulkuna. Tällöin erillistä höyrinsulkumuovia ei enää seinässä tarvita.



KUVA 20. US3 rakenne ja U-arvo

Rakenne on helppo ja nopea tehdä. Jos tulevaisuudessa on tarvetta uusien autotallin ulkokuoraus kokonaan, on tähän rakenteeseen mahdollista lisätä eristettä ulkopuolelta.

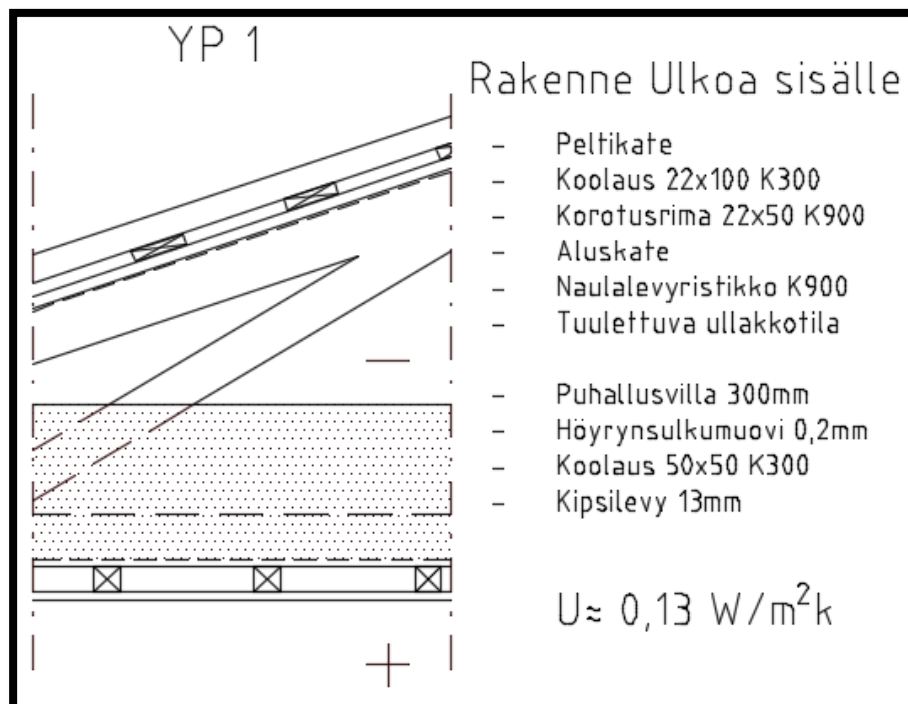
## 7.2 Yläpohja

Koska kattoon on jo aiemmin lisätty höyrynsulkumuovi tällaista remonttia helpottamaan, on selkeästi helpoin vaihtoehto asentaa puhallusvilla ullakkotilaan höyrynsulun päälle. Vastaavissa remonttikohteissa kovan polyuretaani-eristeen käyttö on usein kätevää, joten näitäkin vaihtoehtoja on tarkasteltu. Puolilämpimän yläpohjan U-arvoraja on 0,14 W/(m<sup>2</sup>K) (RakMK C3).

Huomioitavaa on yläpohjassa oleva 850x830mm kulkuaukko, joka on remontin yhteydessä poistettava tai siihen on tehtävä muutoksia riippuen tulevasta eristys ratkaisusta. Kulkuluukun poistaminen ei aiheuta suuria lisätoita. Höyrynsulun saa paikattua luukun kohdalta teippaamalla höyrynsulkumuovien limityssaumat. Kulku yläpohjan rakenteisiin tapahtuisi tämän jälkeen päädyssä sijaitsevasta luukusta (liite 2).

### 7.2.1 Vaihtoehto 1, YP1

Yläpohjassa päästään puolilämpimän tilan U-arvon alapuolelle, kun puhallusvillan kerospaksuus on 300 mm (kuva 21). Tällaisella rakenteella päästään U-arvoon 0,13 W/(m<sup>2</sup>K). Yläpohjassa on tilaa puhallusvillalle maksimissaan 300mm, joten tämä rakenne on lämpimin vaihtoehto, joka on toteutettavissa mahdollisimman yksinkertaisesti ja vähäisellä työllä. Yläpohjan reunoille on muistettava asentaa eristelevyt tuulenohjaimiksi, jottei puhallusvilla liiku tuulen takia.



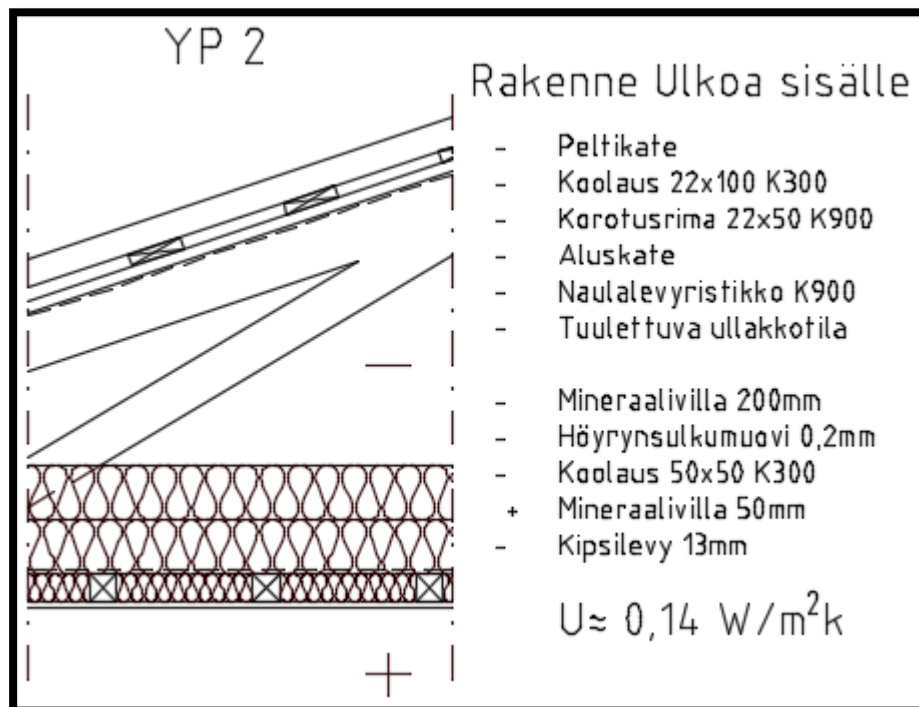
KUVA 21. YP1 rakenne ja U-arvo

Vastaavaa rakennetta, mutta pienempää eristyskerrosta voi tietenkin käyttää, jos tavoitellaan vain pientä lämmöneristyksen lisäystä. Tällöin voi tulla halvemmaksi käyttää levyeristettä (ks. YP2). Toteutus levyvillalla ei vaadi erikoiskalustoa eli se voidaan toteuttaa täysin omana työnä.

### 7.2.2 Vaihtoehto 2, YP2

Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää levyeristettä, mutta hyöty ei korvaa asennuksen vaikeutta.  $0,14 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  U-arvoon pääsee vasta 250mm mineraalivillalevyn materiaalipaksuudella. Levyvillaa käyttämällä on haasteellista saada eriste tiiviisti naulalevyristikoiden väleihin, joten menetelmästä voi seurata lämpövuotoja.

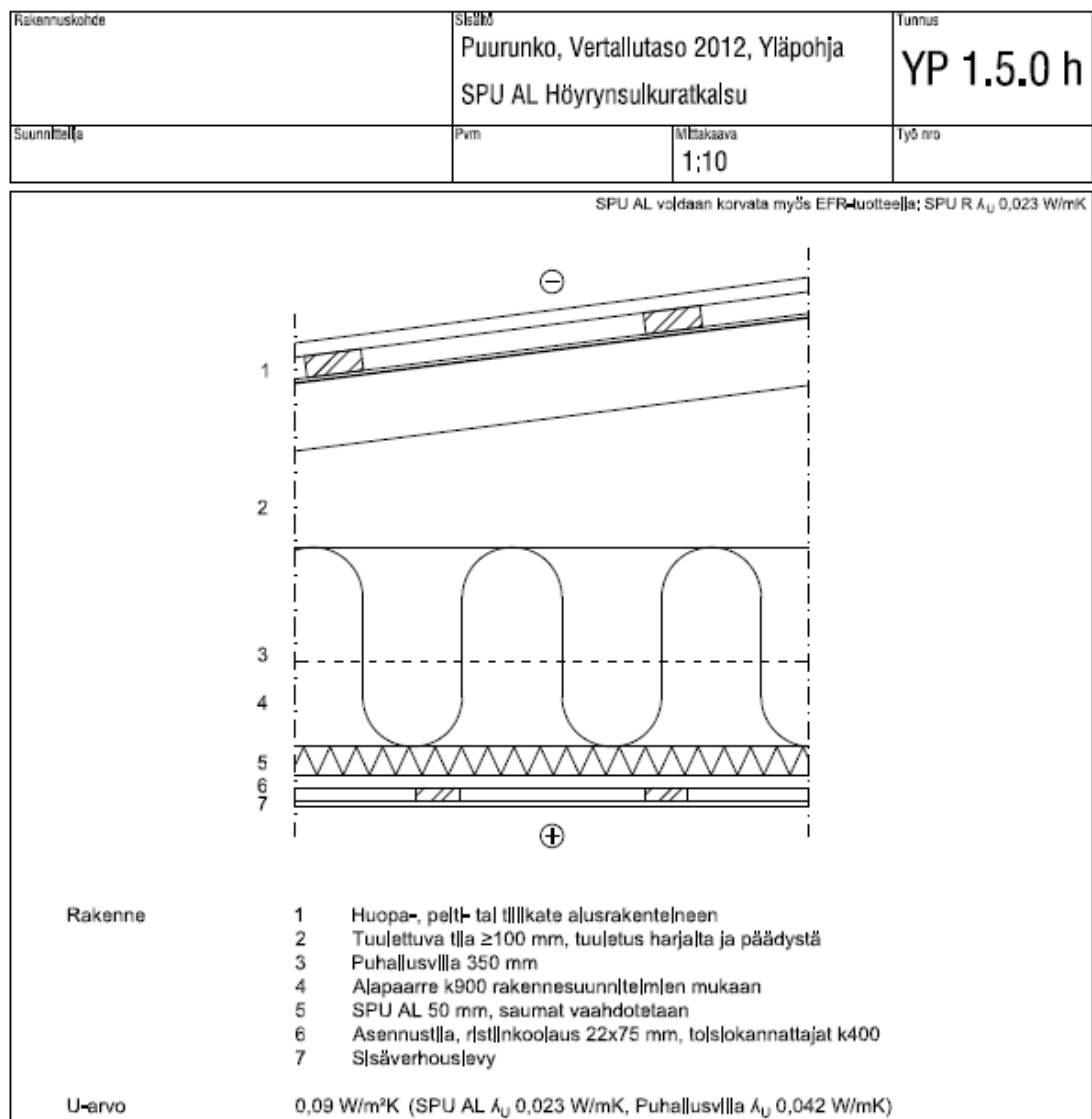
Kun rakenne tehdään kuvan 22 mukaisesti, 48x48mm koolaus heikentää U-arvoa hieman  $0,14 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  -arvosta. Rakenne voidaan toteuttaa myös ilman koolauksen välissä olevaa 50mm mineraalivillaa. Tällöin  $U \approx 0,16 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ .



KUVA 22. YP2 rakenne ja U-arvo

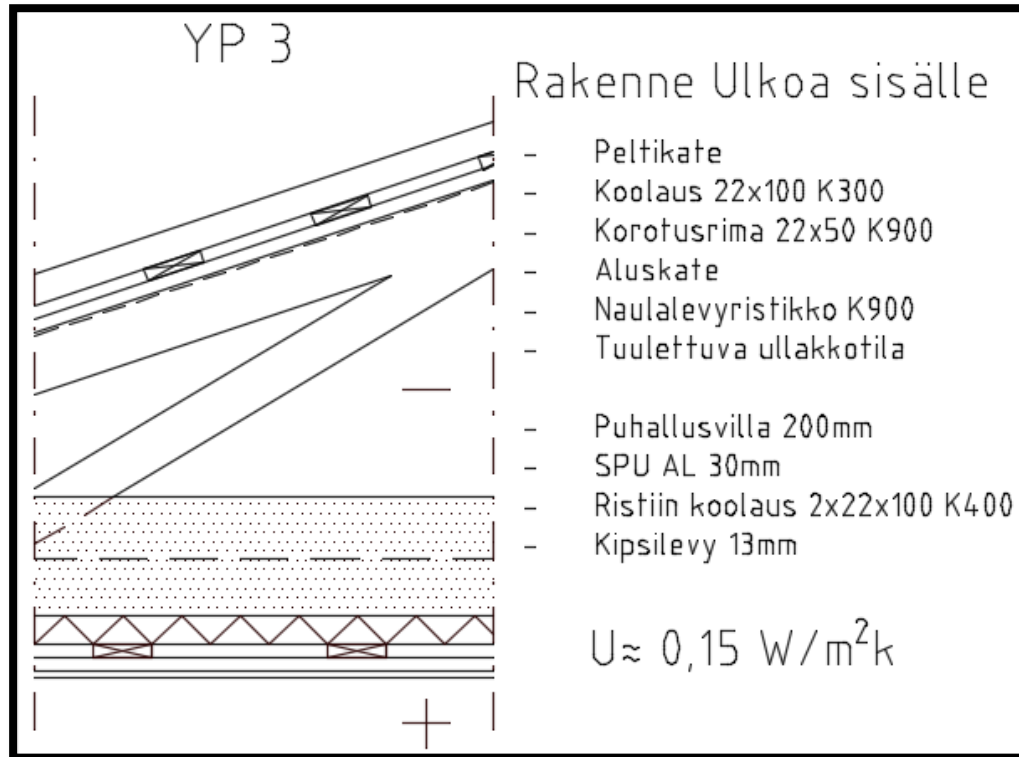
### 7.2.3 Vaihtoehto 3, YP3

Naulalevyristikoiden korkeuden ollessa pieni, ei puhallusvillalle jää paljoa tilaa. Näin ollen hyvä vaihtoehto voisi olla asentaa SPU-eristelevyt alapaarteiden alapuolelle. Kingspan SPU -eristeellä löytyy tällainen yläpohjaan sovellettava ratkaisu (kuva 23). Kun levyt tiivistetään vaahdottamalla niiden saumat, ei erillistä höyrynsulkumuovia enää tarvita (spu.fi). SPU-eristeen päälle riittäisi tämän jälkeen 200mm puhallusvillaa. Näin päästäisiin puolilämpimän tilan U-arvoon 1,4 W/(m<sup>2</sup>K). Puhallusvillan määrä tulisi tässä melko pieneksi, joten kustannuksia tarkastellessa kannattaa harkita pehmeän levyvillan käyttöä.



KUVA 23. SPU AL höyrynsulkuratkaisu (spu.fi)

Koska Huonetilaa ei haluta madaltaa, on parempi käyttää SPU AL 30mm levyä, jolloin madallus tulee mahdollisimman pieneksi. Tällöin puhallusvillaa tarvitaan 230mm, jos tavoitteeksi valitaan puolilämpimän tilan kriteerit. Tässä vaihtoehdossa käytetään 200mm puhallusvillakerrosta. Ristiin koolaus toteutetaan 22x100mm K400 jaolla, mahdollisesti tulevien kiinnitysten ja roikotusten kestävyuden varmistamiseksi.



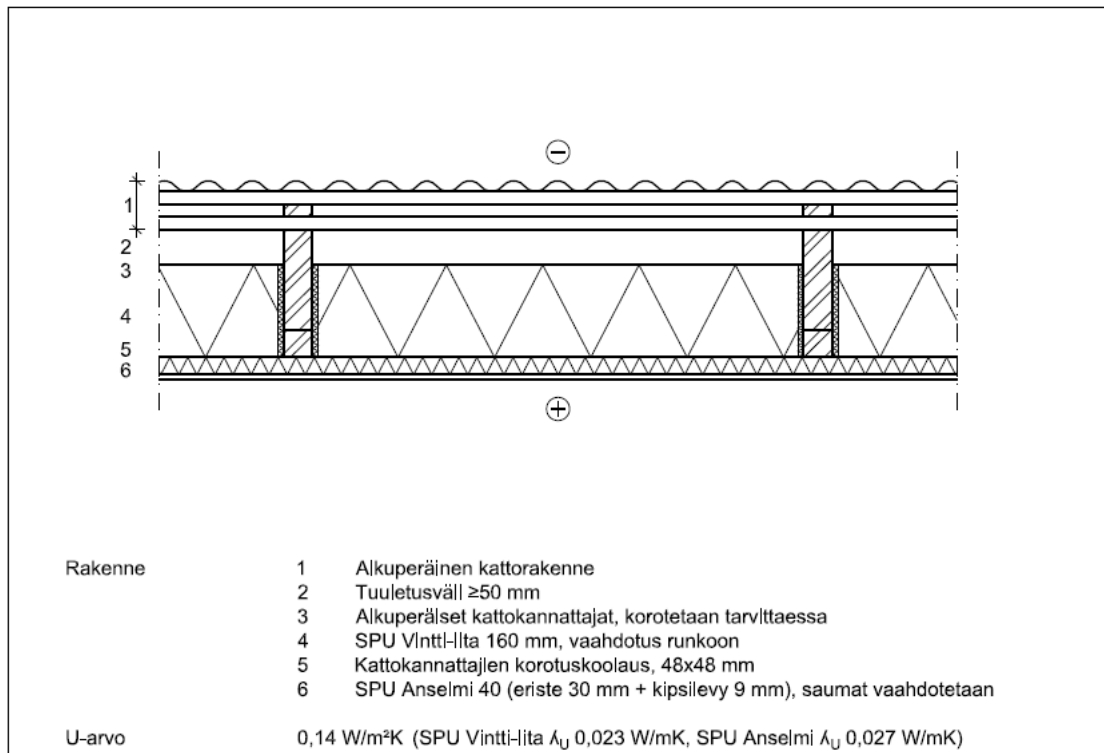
KUVA 24. YP3 rakenne ja U-arvo

Eristeen määrää voidaan jälleen pienentää oman halun mukaan. Puhallusvillan voi jättää kokonaan pois, tai kuten aiemmin mainittu, korvata levyvillalla.

#### 7.2.4 Vaihtoehto 4, YP4

Tässä rakenteessa asennettaisiin SPU-eristeet vesikaton suuntaisesti naulalevyristikoiden yläpaarteiden väliin, jolloin ullakotilastakin saataisiin puolilämmin varastointitila. Tällä eristysratkaisulla päästään puolilämpimän tilan vaadittuun U-arvoon (ks. Kuva 25). Erilistä höyrynsulkua ei tarvita, sillä tiivis SPU anselmi -eriste on yhtenäisenä kerroksena rungon lämpimällä puolella. (spu.fi.)

Rakennuskohde	Sisältö	Tunnus
	Puurunko, Korjaustaso, Vintti eristetty SPU Eristeillä (SPU Vintti-lita + SPU Anselmi)	YP 1.6.2 k
Suunnittelija	Pvm	Mittakaava
		1:10
		Työ nro



KUVA 25. Eristetyn vintin ratkaisu (spu.fi)

Muista vaihtoehtoista poiketen, tässä tilanteessa ulkoseinät täytyisi eristää vesikattoon asti. Päädyssä oleva kulkuluukku poistettaisiin tai sen tilalle tulisi tiivis ja eristävä luukku tai ovi. Sisätilassa oleva kulkuluukku sen sijaan voitaisiin jättää entiselleen kuten myös sisäkaton rakenne, lukuun ottamatta homehtuneiden sisäverhouslevyjen vaihtoa. Ullakotila on kuitenkin melko ahdas ja turha tila, joten sen tekeminen puolilämpimäksi ei ole kovin tarpeellista.

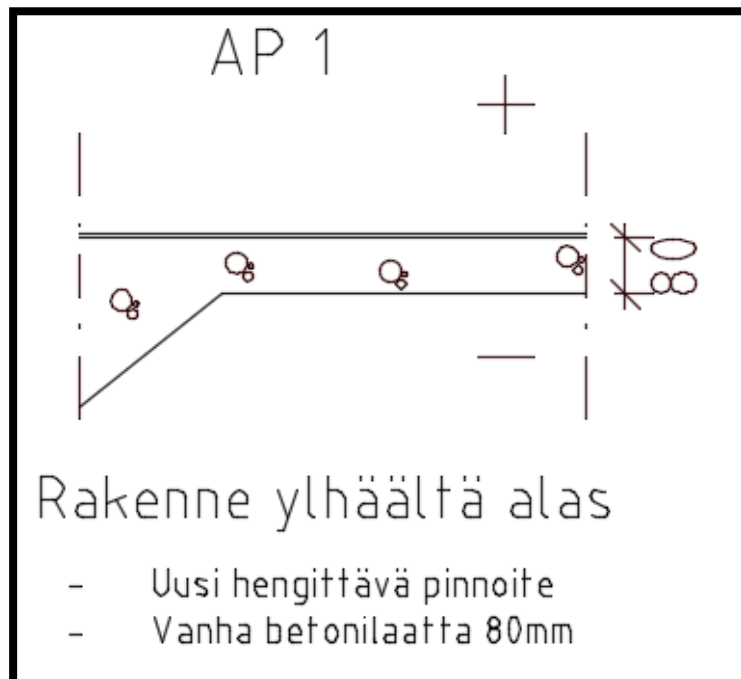
### 7.3 Alapohja

Alapohjan korjausvaihtoehtoja on käsitelty jo kohdassa ”kosteusvaurioiden korjaus”. Alla kuitenkin havainnollistavat kuvat ja selosteet rakennevaihtoehtoista. Puolilämpimän alapohjan (maata vasten oleva rakennusosa) U-arvoraja on 0,24 W/(m<sup>2</sup>K) (RakMK C3).

Vaihtoehdoissa esitetään, kuinka paksulla eriste- ja pintavalukerroksella rakenne voitaisi toteuttaa ja mitä riskejä rakenteisiin liittyy. Myöhemmin tehtävistä tutkimuksista selviää sopivatko ratkaisut tähän kohteeseen. Alapohjien U-arvot on laskettu Puuinfo excel-taulukko -laskentaohjelmalla (puuinfo.fi).

### 7.3.1 Vaihtoehto 1, AP1

Vaikka rakennuksen ympäryks salaojitettaisi, ei voida varmistua vanhan laatan pysymisestä kuivana. Betonilaatta voidaan pitää nykyisessä tilassaan, mutta jos epoksipinta halkeilee häiritsevän paljon, voidaan pinnoite poistaa kokonaan. Hionnan jälkeen betonipintaan voidaan tehdä uusi hengittävä pinnoite, jotta betonissa oleva kosteus pääsee haihtumaan ylöspäin. Tällöin täytyy ottaa huomioon, ettei autotallin ilmankosteus nouse liian korkeaksi. Liian kostea ilma voi aiheuttaa nykyiset ongelmat uudestaan. AP1 voi toimia ratkaisuna jos autotalliin ei tehdäkään lämmöneristystä, mutta lisätään tuuletusta. Vaihtoehto voi toimia myös eristettyjen rakenteiden kanssa, mutta ilmanvaihtoon täytyy tällöin panostaa. Pinnoitemateriaaleja on tarjolla useita. Sopivaa pinnoitetta etsiessä kannattaa varmistua sen soveltuvuudesta kohteeseen ja ottaa huomioon autojen aiheuttama rasite.

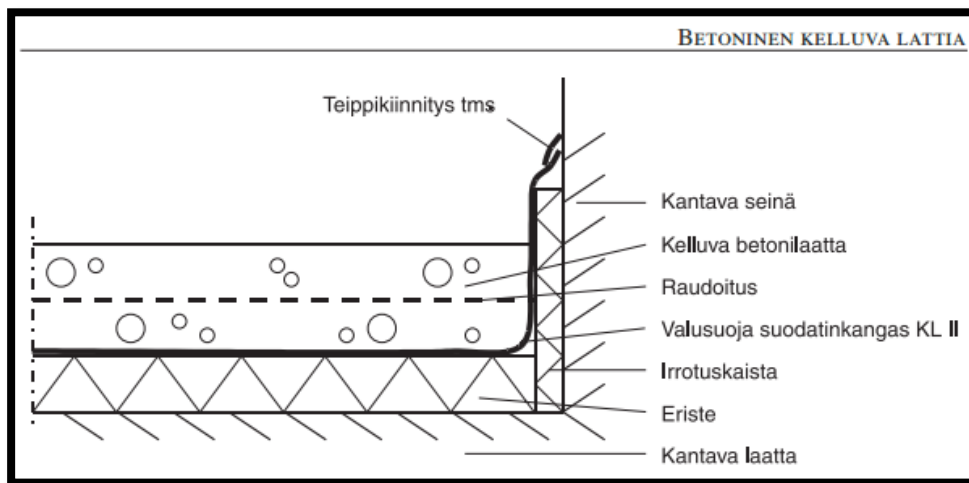


KUVA 28. AP1 rakenne

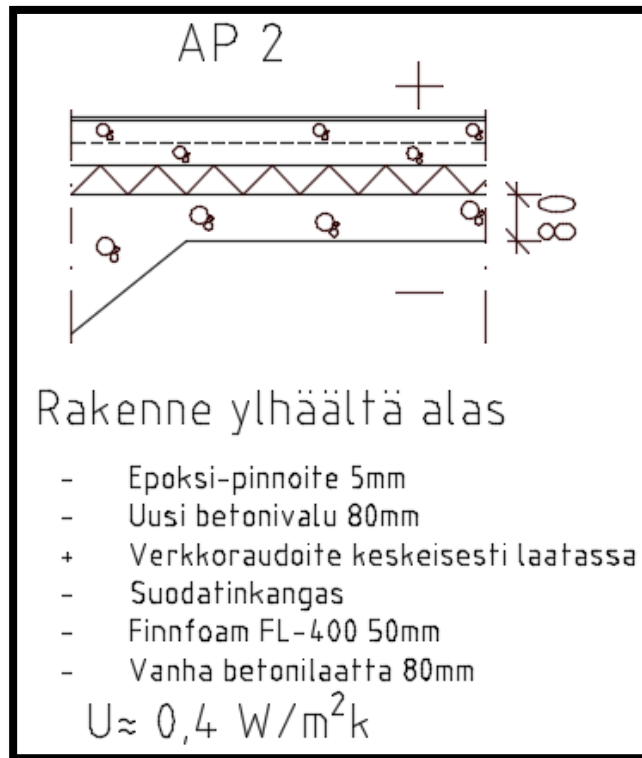


### 7.3.2 Vaihtoehto 2, AP2

Korjausvaihtoehto, jossa vanha betonilaatta jätetään täysin entiselleen. Autotallissa oleva epoksi-pinnoite poistettaisiin. Vanhan betonin päälle asennettaisiin kovat polyuretaani eristeet ja niiden päälle valettaisiin uusi lattiapinta. Huonekorkeus samalla pienenee ja mahdollisen kallistuksien teko vaikeutuu jos valua ohennetaan. Halutessa pintavaluun voisi asentaa lattialämmityskaapelin ja/tai lattiakaivon (RakMK D1). Jos tämän rakenteen yhdistää ulkoseinän ja yläpohjan SPU-eristykseen vaihtoehtoihin, saadaan autotalli tiivistettyä helposti ilmavuodoilta (ks. Kokonaisuuden muodostus, esimerkki ratkaisu 8.1).



KUVA 26. Kelluvan lattian periaatekuva (rakennustieto.fi, 501)



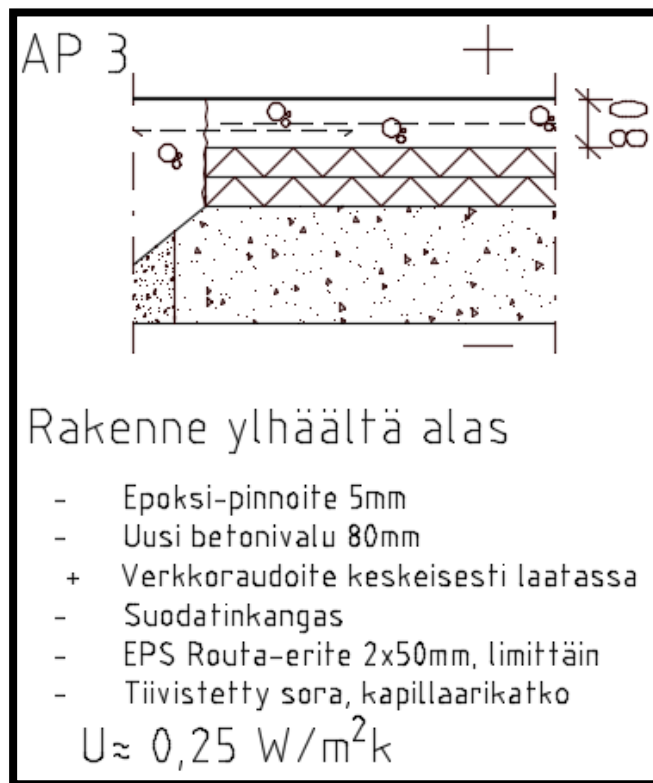
KUVA 27. AP2 rakenne ja U-arvo

Rakenne on selkeästi varmalla puolella sekä eristeen, että pintalaatan kestävyys osalta. FL 40 -eristelevyjä käytetään esimerkiksi raskaan liikenteen alueilla. Vaikka kelluvan laatan päällä liikkuu kaksi autoa, pitäisi rakenteen kestää hyvin siihen kohdistuvat kuormat. Finnfoam FL400 -eristeen lyhytaikainen puristuskestävyys on 300-400kPa ja pitkäaikainen 180 kPa. Käytännössä tämä tarkoittaa, että 45 vuorokauden kestävä  $30\,000 \text{ kg/m}^2$  ( $=3\text{kg/cm}^2$ ) rasitus ei aiheuta eristeeseen merkittäviä muodonmuutoksia. (Finnfoam.fi). Kun betonikerros raudoitetaan, on se yhtä kestävä kuin vanha lattiaraakenne.

Pintavaluun voi myös harkita muita materiaaleja. Niiden kestävyyttä on kuitenkin tarkasteltava tarkoin. Tuotetiedot ja soveltuvuus kohteeseen tulee varmistaa valmistajalta ja jälleen myyjältä. Sisäpintaan ei ole välttämätöntä laittaa epoksi-pinnoitetta, mutta se on todettu nykyisessä rakenteessa hyväksi ja kuivassa pinnassa se kestää oikein asennettuna varmasti autojen rasitukset. Pinnoitteen valintaan vaikuttaa suuresti valun materiaali.

### 7.3.3 Vaihtoehto 3, AP3

Tämä vaihtoehto valitaan, jos tutkimustulosten perusteella päädytään purkamaan koko lattiarakenne. Lattia ja sen alussora poistettaisiin osissa. Uusi isorakeinen sora tiivistettäisiin uusien routaeristeiden alle. Eristeiden päälle tulisi suodatin kangas ja sen päälle uusi betonilaatta, johon voisi nyt helposti asentaa esimerkiksi kaivon ja lattialämmityksen.



KUVA 28. AP3 rakenne ja U-arvo

Vaikka näinkin suuri työ tehtäisi, ei voida taata rakenteen toimivuutta aiemmin mainittujen kosteusteknisten seikkojen takia. Myös lämpötilan vaihtelut ja eristyksen epätasaisuus voi aiheuttaa routimis-, halkeilu- ja kosteusteknisiä ongelmia.

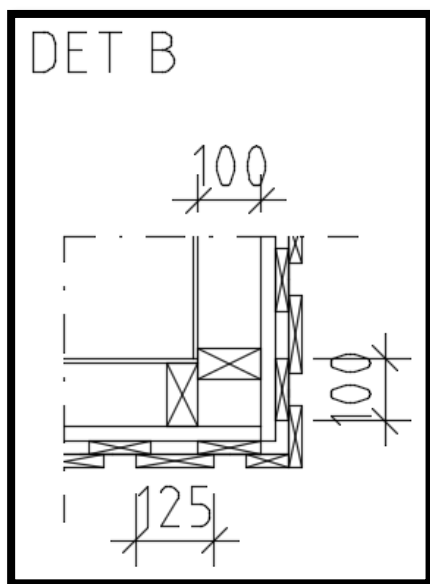
## 8 KOKONAISUUDEN MUODOSTUS

Vaikka tehtäisi suuriakin perustuksiin liittyviä korjauksia, ikinä ei voida varmasti taata onnistumista betonilaatan kosteuden kannalta, koska vahvikkeen alapinnasta pääsee kosteus nousemaan kapillaarisesti. Tämän takia voisi olla paras tehdä kelluvalaatta ja hyväksyä sen riskit. Tällöin saadaan halvemmalla eristävä rakenne, jonka sisäpinta pysyy kuivana.

### 8.1 Esimerkki ratkaisu

Tässä ratkaisussa pääperiaatteena on, että eristys lisätään rungon sisäpuolelle. Nämä kovat eristeet vaahdotetaan toisiinsa, jolloin höyrynsulkumuoveja ei tarvita. Eristekerrokset pidetään pieninä, jolloin autotallin sisätila ei pienene kovin paljoa. Samalla pidetään kustannukset pienempinä ja otetaan huomioon, ettei autotallista tarvita lämmintä kokonaisuutta.

Ratkaisu ottaa huomioon myös mahdolliset nurkkien eristämisongelmat. Kuvan 29 mukaisesti nurkissa saattaa olla kohtia, joita ei päästä eristämään ilman ulkovuorauksen purkamista. Kun eristys tulee rungon sisäpuolelle, ei tätä ongelmaa ilmene. Jos tulevaisuudessa ulkovuoraus on tarpeellista uusida, voidaan tähän seinän korjausvaihtoehtoon lisätä eristettä ulkopuolelta.

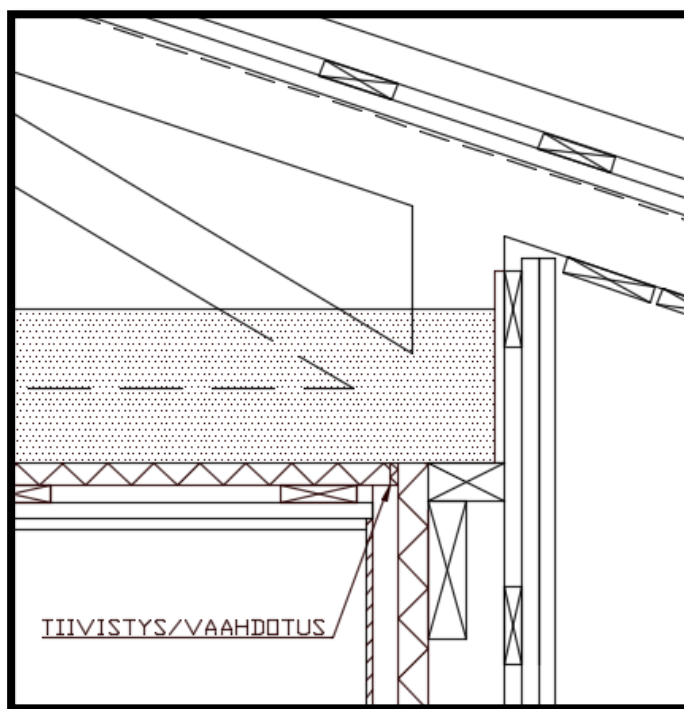


KUVA 29. Detalji B, Rungon nurkka ylhäältä päin

TAULUKKO 1. Kokonaisuusvaihtoehdon rakenteet ja U-arvot

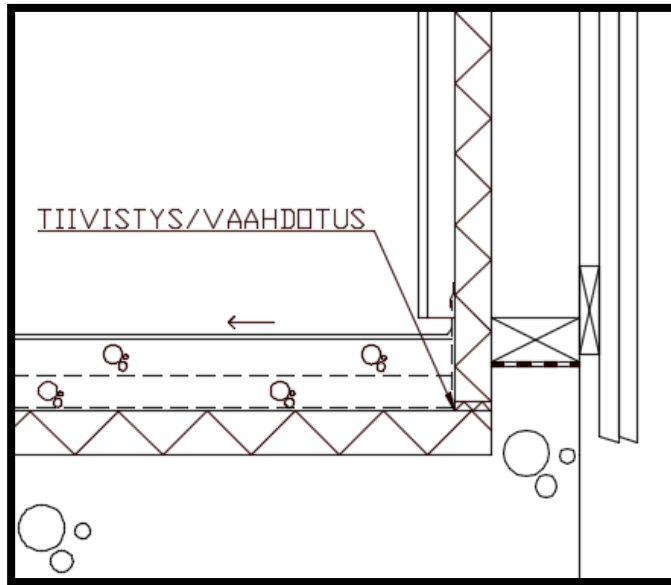
Rakenteet kokonaisuus esimerkissä	
Rakenne	U-arvo
US3	0,48 W/(m <sup>2</sup> K)
YP3	0,15 W/(m <sup>2</sup> K)
AP2	0,40 W/(m <sup>2</sup> K)

Yläpohjasta tulisi näin reilusti eristävämpi kuin muista rakenteista. YP3:n ratkaisua voi halutessa muokata. Puhallusvillan voi jättää pois, jos ullakotilan haluaa säilyttää varastointitilana. Sen voi myös korvata naulalevyristikoiden väleihin mahtuvalla levyvillalla.



KUVA 30. Yläpohjan ja seinän liitos

Alapohjana käytettävä vaihtoehto AP2 nostaa lattian korkoa. Tämän takia ovet on asennettava uudestaan. Autotallin ja varastotilan välisen seinän liittymä lattiarakenteeseen on mietittävä tarkoin. Samalla on tehtävä päätös, tehdäänkö kelluvalaatta myös varaston puolelle. Tässä työssä keskitytään autotallin osan eristykseen. Oletetaan, että tilojen välisen seinän alareuna korotetaan kevytsoraharkoilla. Tarkka korjaussuunnitelma on aiheellinen myöhemmässä ajankohdassa.



KUVA 31. Lattian ja seinän liitos

## 9 MODERNISOINTI

### 9.1 Rakenteiden sisäpinnat

Tilaaaja on ollut tähän mennessä tyytyväinen autotallin sisäpintoihin lattian halkeilua lukuun ottamatta. Seiniin siis asennetaan vanerit, jotta erinäisten telineiden, hyllyjen yms. kiinnitys helpottuu. Seinästä tulee näin myös kestävä kolhuja vastaan. Ennen levyttämistä, suunnitellaan hyllyköt, joille asennetaan koolaukseen vahvikkeet. Vanerin paksuus voidaan valita (9 tai 12mm) kun tiedetään tuleva seinätyyppi ja seinille asennettavat tarvikkeet ja kalusteet.

Kattopinnan materiaalina pidetään 13mm kipsilevy, sillä se on hyvä ja edullinen vaihtoehto. Nykyisessä rakenteessa kipsilevyjä ei ole saumattu tai kitattu, jotta kattoristikoiden paikat ovat selkeästi esillä kiinnityksiä varten. Uuden pinnan viimeistelytason voi päättää korjausten ja kiinnitysten jälkeen.

Lattian pinnoite riippuu kosteusvaurioiden korjaustoimenpiteistä. Jos maaperästä pääsee nousemaan kosteutta laattaan, on sen pintaan laitettava hengittävä pinnoite. Jos varmistetaan laatan kuivuudesta, voidaan siihen asentaa jokin vapaasti valittava pinnoite, joka kestää autojen rasituksen. Kuten vanhassa rakenteessa, epoksi-pinnoite on yleisesti ottaen hyvä ja kestävä vaihtoehto. Se on myös helppo pitää puhtaana.

### 9.2 Nostot

Nykyisessä autotallissa on tavaraa varastoitu roikotetusti katosta. Kyseessä on vain kevyitä välineitä kuten lasikuituinen kajakki. Tällaisia roikotuksia varten ei uuteen rakenteeseen tarvita erillisiä toimenpiteitä. Kiinnitykset on kuitenkin hyvä tehdä kattoristikoiden kohdille pysyvyyden varmistamiseksi. Jos tulevaan yläpohjarakenteeseen tulee ristikoolaus, kannattaa kattotuolien sijainnit merkitä esimerkiksi seinän yläreunaan. Painavia nostoja ja roikotuksia ei autotalliin tule. Jos myöhemmin tällaisille ilmaantuu tarvetta, on kattoristikoiden kestävyys tarkistettava. Lisäksi on otettava huomioon koolauksen ja kiinnityksen kestävyys. Toimenpiteet määräytyy tulevan yläpohjarakenteen myötä.

### 9.3 Lämmitys

Hyviä lämmitysvaihtoehtoja autotalliin on ilmalämpöpumppu ja lattialämmitys. Tilaa lämmittäessä ilma liikkuu, jolloin homehtumisvaarakin pienenee. Lattialämmitys pitää lattian kuivempana, mutta sen toteutettavuus riippuu tulevasta korjausratkaisusta. Se on myös halpa ja helppo toteuttaa, mikäli lattiaan tehdään uusi pintavalu tai alapohja uusitaan kokonaan. Ilmanlämpöpumppua on hieman kätevämpi käyttää tarpeen ilmetessä. Sillä voidaan vaikuttaa ilmankosteuteen sekä kierrättää ilmaa. Tämä ehkäisee tehokkaasti sisäilman suhteellisen kosteuden nousua ja näin myös homeen muodostumista.



## **10 KUSTANNUSARVIOT**

Kustannuksia laskettaessa tulevista toimenpiteistä ei ole tehty alustaviakaan päätöksiä. Kustannusarviot ovat tästä syystä erittäin epätarkat. Alla taulukoitu joitain hintoja, jotta tilaaja saa vähän käsitystä tulevista kustannuksista. Modernisoinnin hinnoittelua ei ole erikseen tehty. Ilmalämpöpumpun ja lattialämmityskaapelin hinnat löytyvät kuitenkin yksikköhintaluettelosta (liite 3).

Rakennustarvikkeiden hinnat on katsottu taloon.com -sivustolta. Taulukoissa näkyvät hinnat ovat arvonlisäverollisia. Hinnat ovat reilusti yläkanttiin, sillä niissä ei ole huomioitu mitään tarjouksia. Materiaalimenekit on laskettu itse arvioimalla hieman yläkanttiin eli hukkamateriaali huomioiden. Maatöistä on laskettu materiaalit ja konevuokrat. Laskelmissa ei ole huomioitu pihan maisemointia. Työlle ei ole laskettu hintaa, koska sen on ajateltu tehtävän omana työnä.

### **10.1 Kosteusvaurioiden korjaus**

#### **10.1.1 Soran vaihto rakennuksen ulkopuolelle**

Betonilaatan vierustan kiviaineksen vaihto on melko halpa toimenpide. Se voidaan toteuttaa itse käsin kaivamalla, jolloin uuden kiviaineksen hinta ja kuljetus on ainoat kustannukset. Taloon.com:n määrälaskurin mukaan kaksi tonnia sepeliä riittää rakennuksen vierustoille. Sepelien hinnoissa on kuitenkin suuria eroja, eikä halvinta kannata välttämättä ottaa. Huonolaatuisesta aineksesta voi olla vain haittaa rakenteelle. 6-16mm sepeli maksaa 17,05€/tonni eli kokotyöhön se olisi 34,1€. Kun taas 8-16mm sepeli voi maksaa 198€ ilman kuljetuksia.

#### **10.1.2 Salaojitus**

Salaojatyössä joudutaan vaihtamaan enemmän maa-ainesta ja routaeristeet. Lisäksi joudutaan vuokraamaan pieni kaivuri ja maatärytin, sekä ostamaan salaojaputket ja kaivot. Kaivurin kokoa valittaessa on hyvä miettiä, kuinka nopeasti aikoo työn suorittaa ja onko tuttavapiirissä kokenutta kaivurin käyttäjää avustamaan työssä. Pieniä kaivureita luulta-

vasti löytyy lähistöltä, joten erillistä kuljetusta sille ei välttämättä tarvita. Vaikka pienoiskaivurin hinta on pienempi, ei se välttämättä tule halvemmaksi. Pienoiskaivurilla työskenneltäessä maatoissa voi mennä kaksikin päivää. 5000 kg:n kaivurilla työ oletettavasti tehdään yhden päivän aikana.

TAULUKKO 2. Vuokrakoneiden hinnat (Vatupassi.fi)

Vuokrattava kone	Hinta	Yksikkö €/	Muuta
Maatärytin 80-140 kg	30	päivä	+kuljetus
Pienoiskaivuri 2000 kg	169,6	päivä	+kuljetus
Kaivinkone 5000 kg	265	päivä	+kuljetus

TAULUKKO 3. Salaojatyön tarvikkeet ja yhteishinta (taloon.com)

Salaojatyön tarvikkeet	Menekki	Yksikköhinta	Muuta	Kok.hinta (€)
Salaojaputki	24m	19,5€/kpl	1kpl=6m	78
Salaojakaivo	2 kpl	55,5 €/kpl		111
Pallopadotusventtiili	2kpl	99€/kpl	(talotuote.fi)	198
EPS 120- Routa 50mm	45m <sup>2</sup>	46,6€/pak	12m <sup>2</sup> /pak	186,4
			yht.	573,4
<b>Vuokrakoneet + tarvikkeet</b>			<b>yht.</b>	<b>868,4</b>
				+ kuljetukset
				+työt

### 10.1.3 Laatan purku ja massanvaihto

Tämä korjausvaihtoehto on niin laaja ja haastava, ettei sitä kannata tehdä omana työnä. Näin ollen hinnoittelukin saadaan urakoitsijoiden kilpailuttamisella. Urakoitsijat saavat myös rakennusmateriaalit usein halvemmalla kuin yksityiset henkilöt, joten materiaalien hintoja ei tässä työssä listata.

## 10.2 Homevaurioiden korjaus

Homevaurioiden korjausten laajuus riippuu tulevasta eristys ratkaisusta. Jos Seinät ja yläpohja päätetään eristää, sisäpuolen levytys on purettava joka tapauksessa. Tällöin lisäkustannuksia homeesta voi tulla vain mahdollisesta homeenesto-aineesta, jonka käytön tärkeys on arvioitava purkutöiden jälkeen. Jos taas lopullinen päätös on vain korjata homevauriot ja lisätä rakennuksen tuuletusta, koko korjausprosessin hinta määräytyy

homehtuneiden rakennusosien määrästä ja korvaavien materiaalien hinnoista (taulukko 4). Materiaalien ja rakenteiden käyttö muuttuu varmastikin tulevaisuudessa, joten työhön on lisätty taulukko eri materiaalien yksikköhintoja (liite 3).

TAULUKKO 4. Homevaurioituneiden materiaalien korjauskustannukset (taloon.com)

Materiaali	Menekki	Yksikköhinta	Kok.hinta(€)
Kipsilevy normaalikova 13x1200x2600	13 kpl	10,9 e/kpl	141,7
Havuvaneri 9x2440x1220mm 2.928m <sup>2</sup>	10kpl	9,9e/kpl	99
Sahatavara kuusi 22x100 A/B	20m	0,79e/m	15,8
Sahatavara kuusi 22x125 A/B	20m	0,99e/m	19,8
Talomaali Tikkurila Pika-Teho 2,7 l valkoinen	1 ast	37,9e/ast	37,9
		<b>yht.</b>	<b>314,2</b>
			+ työ

### 10.3 Rakenteiden parannusvaihtoehdot

Vanerien koot ovat 1220x2440mm. Yksi levy on siis koko huoneen korkuinen ja ne asennetaan ruonkotolppiin 1200 mm:n jaolla. Laskelmissa ei ole huomioitu uretaanivaahtoa eikä kiinnitysruuveja. Jos yläpohjarakenteeksi valitaan YP 4, tulee seinärakenteiden materiaalien menekit olemaan hieman suuremmat.

TAULUKKO 5. Ulkoseinärakenteiden hinnat (taloon.com)

Rakenteiden hinnat ja U-arvot					
Rakenne	U-arvo	Materiaali	Menekki	Yksikköhinta	Kok.hinta(€)
<b>US1</b>	0,23 W/(m <sup>2</sup> K)	vaneri 9mm	17 kpl	19,9 €/kpl	338,3
		koolaus 48x48	55m	0,89 €/m	49,0
		SPU AL 30	17 kpl	36,8 €/kpl	625,6
		SPU AL 50	17 kpl	49,9 €/kpl	848,3
				<b>yht.</b>	<b>1861,2</b>
<b>US2</b>	0,21 W/(m <sup>2</sup> K)	vaneri 12mm	17 kpl	23,9 €/kpl	406,3
		koolaus 48x48	55m	0,89 €/m	49,0
		SPU AL 100 k600	34 kpl	43,8 €/kpl	1489,2
				<b>yht.</b>	<b>1944,5</b>
<b>US3</b>	0,48 W/(m <sup>2</sup> K)	vaneri 9mm	17 kpl	19,9 €/kpl	338,3
		koolaus 32x100	55m	0,89 €/m	49,0
		SPU AL 40	17 kpl	43,8 €/kpl	744,6
				<b>yht.</b>	<b>1131,9</b>

TAULUKKO 6. Yläpohjarakenteiden hinnat (taloon.com)

<b>Rakenteiden hinnat ja U-arvot</b>					
<b>Rakenne</b>	<b>U-arvo</b>	<b>Materiaali</b>	<b>Menekki</b>	<b>Yksikköhinta</b>	<b>Kok.hinta(€)</b>
<b>YP1</b>	0,13 W/(m <sup>2</sup> K)	** kipsilevy	10 kpl	10,9 €/kpl	109
		*koolaus 50x50 k400	-		
		*höyrynsulkumuovi	-		
		puhallusvilla asennettuna	10,8 m <sup>3</sup>	40,5 €/m <sup>3</sup>	437,4
				<b>yht.</b>	<b>546,4</b>
<b>YP2</b>	0,14 W/(m <sup>2</sup> K)	kipsilevy	13 kpl	10,9 e/kpl	141,7
		**koolaus/villa 50mm	4pkt	35 e/pkt	140
		*höyrynsulkumuovi	-		
		Pehmeävilla 100mm	8pkt	29 e/pkt	232
				<b>yht.</b>	<b>513,7</b>
<b>YP3</b>	0,15 W/(m <sup>2</sup> K)	kipsilevy	13 kpl	10,9 e/kpl	141,7
		ristikoolaus 2x22x100	192 m	0,79e/m	151,7
		SPU AL 30	13 kpl	36,8 €/kpl	478,4
				<b>yht.</b>	<b>1063,4</b>
<b>YP4</b>	0,14 W/(m <sup>2</sup> K)	SPU anselmi(eriste+kipsi)	25 kpl	36,9 €/kpl	922,5
		Korotuskoolaus 48x48	55m	0,89 €/m	49,0
		SPU vintti lita 160mm	13 kpl	132,9 €/kpl	1727,7
				<b>yht.</b>	<b>2699,2</b>
** materiaali osittain valmiina rakenteessa					
* materiaali valmiina rakenteessa					

Alapohjaratkaisujen hinnat vaihtelevat erittäin suuresti ja ne on myös melko vaikea arvioida ilman tarkempia selvityksiä ja tarjouspyyntöjä. Vaihtoehto 1 (AP1) on kuitenkin yksinkertainen tehdä. Betonilattianhiomakoneen vuokra on 31,6 €/päivä (vatupassi.fi). AP1:n ei tuota hiomakoneen, jätteen hävityksen ja uuden pinnoitteen lisäksi muita kuluja. Uusi hengittävä pinnoite voi olla erittäinkin edullinen, jos kyseessä on vain pölyä sitova aine. AP 2 ja 3 ovat niin haastavia toteuttaa, että niistä kannattaa pyytää urakahinnat urakoitsijoilta.

## 11 POHDINTA

Työni tarkoituksena oli selvittää tilaajalle hänen mahdollisuudet korjata autotallin home- ja kosteusvauriot. Tämän lisäksi selvitin toimivia ratkaisuja rakenteiden lämmöneristykselle sekä alustavat kustannusarviot. Mielestäni työn kokonaisuus vastaa tilaajan toiveita ja olen lopputulokseen melko tyytyväinen. Tilaajalla ei ollut työlle varsinaisia vaatimuksia. Yhteistyö ja kommunikaatio tilaajan kanssa onnistuivat ja palaute oli myönteistä.

Työ oli itselleni haastava, koska minulla ei ole paljoa kokemusta puurakenteisten kohteiden korjaustöistä. Tämän lisäksi autotallin pohjatöiden laadusta ei ollut tietoa. Kyseisen alapohjarakenteen korjaaminen on yleisestikin hankalaa. Minkäänlaisia tutkimuksia tai mittauksia ei ollut tehty, joten työn aloituksen lähtökohdatkin olivat haastavat.

Monet asiat jäivät harmillisesti selvitettäväksi myöhemmässä ajankohdassa. Tähän tilanteeseen johti kuntotutkimuksien tekemättömyys ja ajan riittämättömyys. Jouduin tarkastelemaan useat kohdat olettamuksien perusteella. Tämän takia asioita ei selvitetty perinpohjaisesti, vaan työstä tuli yleinen ohjeistus tuleviin toimenpiteisiin. Tässä työssä tekemieni ratkaisujen toimivuus on vielä selvitettävä tutkimustuloksien perusteella.

## LÄHTEET

Baumed. Sisäilman mikrobitutkimus qPCR-analyysillä. Luettu 13.4.2016.  
<http://www.baumed.fi/sisailmatutkimukset/dna-mikrobitutkimukset>.

Eps-eriste.fi. EPS-eristeiden tekniset ominaisuudet. 2010. <http://www.eps-eriste.fi/>.

Finnfoam.fi. Finnfoam-lämmöneristyslevyjen tekniset tiedot.  
[http://www.finnfoam.fi/files/3814/0981/4420/Finnfoam\\_tekniset\\_tiedot\\_1.9.2014.png](http://www.finnfoam.fi/files/3814/0981/4420/Finnfoam_tekniset_tiedot_1.9.2014.png).

Huohvanainen, H. 2012. Kahden eri suhteellisen kosteuden mittauslaitteiston tutkiminen betonin kosteusmittausten yhteydessä. Rakennustekniikan koulutusohjelma. Pohjois-karjalan Ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.

IV-HuoltoNiemi. Luettu 13.4.2016. <http://www.ivhuoltoniemi.fi/12>.

Koivisto, M. 2007. Kosteuskartoittajan käsikirja. Rakennustekniikan koulutusohjelma. Tampereen Ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.

Lämmöneristys, RakMK C4 opas. Ympäristöministeriö. Helsinki 2002.

Puuinfo.fi. Alapohjan U-arvon määrittäminen. Päivitetty 3.11.2011.  
<http://www.puuinfo.fi/mitoitusohjelmat/alapohjan-u-arvon-m%C3%A4%C3%A4ritt%C3%A4minen>.

Rakennusten lämmöneristys, RakMK C3 opas. Ympäristöministeriö. Helsinki 2008.

Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto. RakMK D2 opas. Ympäristöministeriö. Helsinki 2011.

Rakennustieto.fi. Betoninen kelluva lattia.  
<https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK020401.pdf>.

Rytmirakennus. Homeen puhdistusmenetelmät. Luettu 13.4.2016.  
<http://www.rytmirakennus.fi/rakennevauriokorjaukset/homevauriokorjaukset/homehtun-eiden-rakenteiden-puhdistus>.

Rytmirakennus. Homevauriokorjaukset. Luettu 13.4.2016.  
<http://www.rytmirakennus.fi/rakennevauriokorjaukset/homevauriokorjaukset>.

Spu.fi. Yläpohjarakenteet. <http://www.spu.fi/suunnittelu/detaljikirjasto/katot-ylapohjat>.

Taloon.com. Luettu 30.3.2016. <http://www.taloon.com/rakentaminen/4093/dg>.

Talotuote.fi. Pallopadotusventtiilin hinta.  
<http://www.talotuote.fi/PALLOPADOTUSVENTTIILI-110>.

Talvitie, O. 2015. Näytteenotto-ohjeet rakennusten mikrobitutkimuksissa. Aerobiologian yksikkö. Turun yliopiston ympäristöntutkimuskeskus.

Uponor. Pientalon salaojitus. Luettu 13.4.2016.  
<https://www.uponor.fi/pientalot/rakennusten-kuivatus/salaojajarjestelma.aspx>.

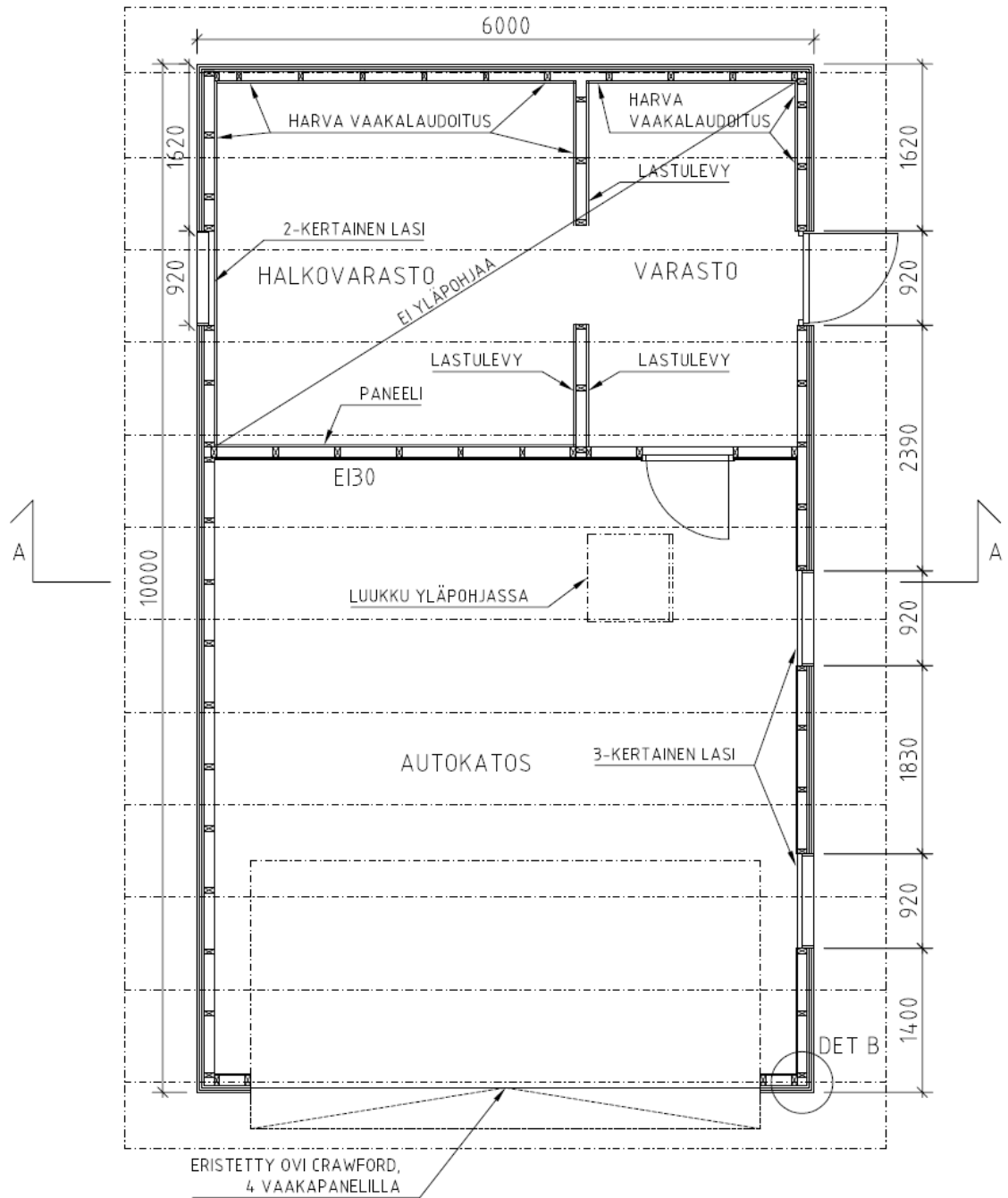
Uponor yhdyskunta- ja ympäristötekniikka. 2009. Salaojajärjestelmä rakennusten ja maa-alueiden kuivattamiseen.

Vatupassi.fi. Vuokrakoneiden hinnat. <http://www.vatupassi.fi/index.php>.

Väänänen, E. 2012. Sisäilmaston mikrobit toimistoissa ja asunnoissa. Rakentaminen. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Insinööriyö.

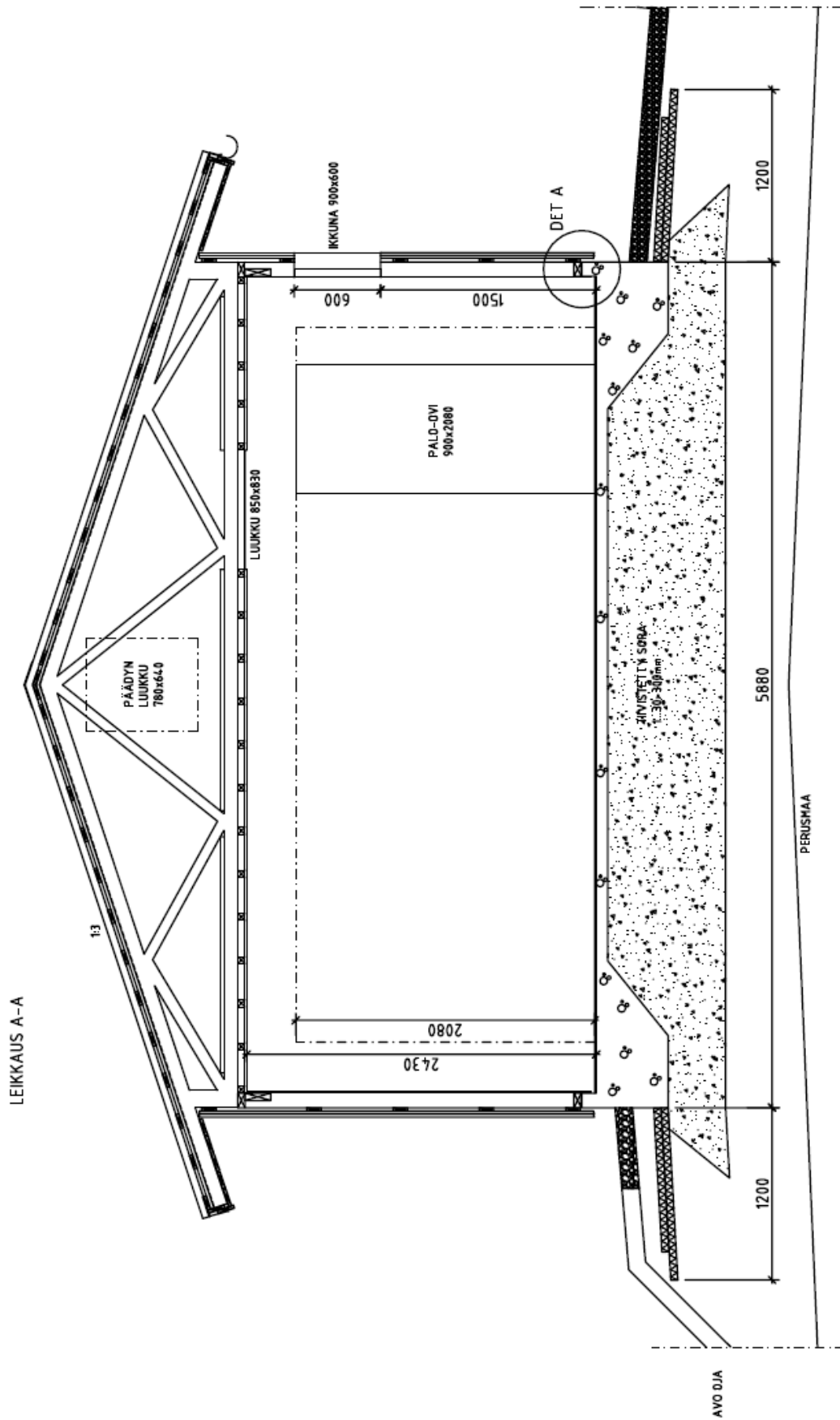
## LIITTEET

## Liite 1. Tasokuva





## Liite 2. Pystyleikkaus



## Liite 3. Materiaalien yksikköhinnat

## Yksikköhinnat

Lähde: [www.taloon.com](http://www.taloon.com)

Materiaali	Hinta (€)	Yksikkö	Muuta
ISOVER KL-37 565x870x50	35	pkt 9,83m <sup>2</sup>	
ISOVER KL-37 565x870x100	29	pkt 4,92m <sup>2</sup>	
ISOVER KL-37 565x870x150	30	pkt 3,44m <sup>2</sup>	
ISOVER InsulSafe puhallusvilla 10-35m <sup>3</sup>	40,5	m <sup>3</sup>	Asennettuna
Kipsilevy normaalikova 13x1200x2600	10,9	kpl	Reunaohennettu
Kuusi mitallistettu 48x48	0,89	m	
Sahatavara kuusi 22x50 A/B	0,49	m	
Sahatavara kuusi 22x100 A/B	0,79	m	
Sahatavara kuusi 22x125 A/B	0,99	m	
Sahatavara kuusi 32x100 PL/VL	0,89	m	Vajaasärmä
Havuvaneri 9x2440x1220mm 2.928m <sup>2</sup>	19,9	kpl	
Havuvaneri 12x2440x1200mm 2.928m <sup>2</sup>	23,9	kpl	
SPU AL 30x1200x2400	36,8	kpl	Täyspontti
SPU AL 40x1200x2400	43,8	kpl	Täyspontti
SPU AL 50x1200x2400	49,9	kpl	Täyspontti
SPU VINTTI-IITA 160x1200x2600	132,9	kpl	Täyspontti
SPU-ANSELM I 40x600x2600	36,9	kpl	Puolipontattu
SPU Runkolevy AL k900 100x820x2600	68,9	kpl	Ristikoiden väliin
SPU Runkolevy AL k600 100x520x2600	43,8	kpl	Runkotolppien väliin
XPS-eristelevy Finnfoam FL-400, 50mm	89	pkt 7,27m <sup>2</sup>	Puolipontattu
XPS-eristelevy Finnfoam FL-300, 50mm	79	pkt 7,27m <sup>2</sup>	Puolipontattu
Tikkurila Pika-Teho 2,7 I A valkoinen	37,9	ast	Nosto-oven puitteisiin
Sepeli 6-16mm	17,05	tn	600 litran suursäkki
Sepeli 8-16mm	99	tn	600 litran suursäkki
Ilmalämpöpumppu	1500-2000	kpl	Asennettuna
Kaapeli S 1300 W 117 m lattialämmitys	325	kpl	11.5-20 m <sup>2</sup>