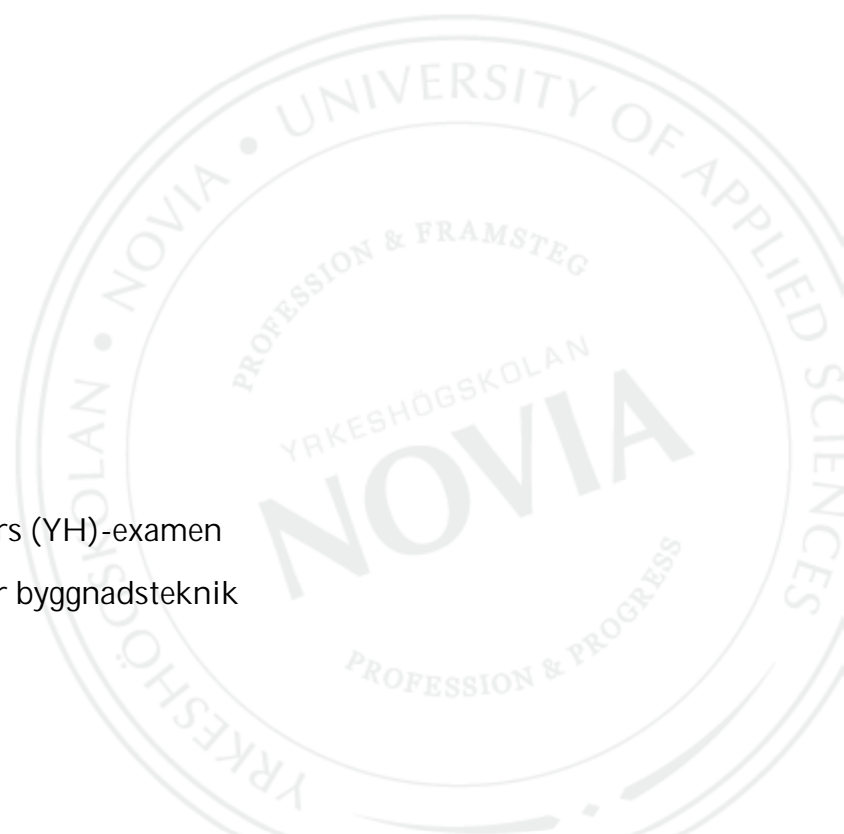


# Implementering av SerpoVent skivrapporteringssystem

Arbetsmanual för arbetsledningen

Jean Westman

Examensarbete för ingenjör (YH)-examen  
Utbildningsprogrammet för byggnadsteknik  
Vasa 2015



## EXAMENSARBETE

Författare: Jean Westman  
Utbildningsprogram och ort: Byggnadsteknik, Vasa  
Inriktningsalternativ: Konstruktionsteknik  
Handledare: Anders Borg

Titel: *Implementering av SerpoVent skivrapningssystem*

---

Datum: 14.12.2015

Sidantal: 42

Bilagor: 1

---

### Abstrakt

Målet med detta examensarbete är att implementera Webers skivrapningssystem, SerpoVent, på ett nybygge i Karleby för WasaCon Kokkola Oy. Examensarbetet består av projektspecifika detaljlösningar för anslutningar av olika byggnadsdelar till skivrapningssystemet. I examensarbetet ingår också en arbetsmanual för uppdragsgivaren.

Ventilerande rappningssystem är ett växande system för fasadbygge i Finland. Ventilerande rappningssystem lämpar sig för både nybyggen och renoveringsobjekt. Tack vare den ventilerande luftspalten hålls konstruktionen torr. Man behöver inte jämna grunden för fasadsystemet tack vare de justerbara reglarna. Med dessa ventilerande fasadsystem kan man också förbättra byggnaders energieffektivitet.

---

Språk: svenska

Nyckelord: SerpoVent, skivrapningssystem, ventilerande

---

# OPINNÄYTETYÖ

Tekijä: Jean Westman  
Koulutusohjelma ja paikkakunta: Rakennustekniikka, Vaasa  
Suuntautumisvaihtoehto: Rakennesuunnittelu  
Ohjaaja: Anders Borg

Nimike: *SerpoVent-levyrappausjärjestelmän toteutus*

---

Päivämäärä: 14.12.2015

Sivumäärä: 42

Liitteet: 1

---

## Tiivistelmä

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on toteuttaa Weberin levyrappausjärjestelmä, SerpoVent, uudisrakennuskohteella Kokkolassa. Opinnäytetyö koostuu projektikohtaisista julkisivujärjestelmän ja rakennusosien välisistä liitospiirroksista. Opinnäytetyöhön sisältyy myös työohjemanuaali, jonka tilaaja on WasaCon Kokkola Oy.

Suomessa tuulettuvat rappausjärjestelmät ovat yleistymässä julkisivuja rakennettaessa. Tuulettuvat rappausjärjestelmät sopivat sekä uudis- että korjausrakennuskohteille. Rakenne pysyy kuivana tuuletuksen ansiosta ja säädettävällä rankarakenteella saadaan rappausalustana toimiva levypinta tasaiseksi, eikä näin ollen tarvita etuoikaisua. Tuulettuvilla julkisivujärjestelmillä voidaan myös edistää rakennusten energiatehokkuutta.

---

Kieli: ruotsi

Avainsanat: SerpoVent, levyrappausjärjestelmä, tuulettuva

---

## **BACHELOR'S THESIS**

Author: Jean Westman  
Degree Programme: Construction Engineering  
Specialization: Structural Design  
Supervisors: Anders Borg

Title: *Implementation of SerpoVent board rendering system*

---

Date: 14.12.2015

Number of pages: 42

Appendices: 1

---

### **Summary**

The purpose of this thesis is to implement a board rendering system, SerpoVent, by Weber on a construction of a new building. The thesis consists of detailed drawings of, project specific connections between the façade system and different building parts. The thesis also includes an instruction manual in construction prepared for WasaCon Kokkola Oy.

Rendering systems with ventilation are a growing way of constructing facade systems in Finland. Rendering systems with ventilation is a suited method of constructing the facades in both new and reparation project. The structure remains dry thanks to the ventilation. The board, functioning as a base for the render, can be levelled with the adjustable studs. With these ventilating façade systems, buildings energy efficiency can also be enhanced.

---

Language: Swedish

Key words: SerpoVent, board rendering system, ventilating

---

# Innehållsförteckning

1	INLEDNING .....	1
1.1	Bakgrund.....	1
1.2	Målsättning.....	1
1.3	Avgränsning .....	2
1.4	Uppdragsgivaren .....	2
2	RAPPNING SOM YTBEHANDLING AV FASAD.....	3
2.1	Rappning i Finland .....	3
2.2	Rappningsunderlag .....	4
3	VENTILERANDE RAPPNINGSSYSTEM.....	5
3.1	Stomkonstruktion .....	5
3.2	Montering av rappningsskivorna.....	6
3.3	Anslutningar .....	9
4	SERPOVENT SKIVRAPPNINGSSYSTEM.....	11
4.1	SerpoVents konstruktion.....	11
4.1.1	Webers lösning .....	12
4.1.2	Skribentens lösning .....	16
4.2	Detaljösning för fasadsystemets undre kant .....	18
4.2.1	Webers lösning .....	18
4.2.2	Skribentens lösning .....	19
4.3	Detaljösning för fönstrets övre kant .....	21
4.3.1	Webers lösning .....	21
4.3.2	Skribentens lösning .....	22
4.4	Detaljösning för fönstrets undre kant .....	24
4.4.1	Webers lösning .....	24
4.4.2	Skribentens lösning .....	25
4.5	Detaljösning för fönstrets sidor.....	27
4.5.1	Webers lösning .....	27
4.5.2	Skribentens lösning .....	28
4.6	Detaljösning för fasadsystemets övre kant .....	29
4.6.1	Webers lösning .....	29
4.6.2	Skribentens lösning .....	30
4.7	Detaljösning för fasadsystemets rörelsefog .....	32
4.7.1	Webers lösning .....	32
4.7.2	Skribentens lösning .....	34
4.8	Detaljösning för fasadsystemets ytterhörn.....	35

4.8.1 Webers lösning .....	35
4.8.2 Skribentens lösning .....	36
5 UTFÖRANDET AV ARBETSMANUALEN.....	37
5.1 Detaljlösningarna.....	37
5.2 Arbetstidsåtgången .....	38
5.3 Arbetsmanualen.....	40
6 SLUTDISKUSSION .....	42
KÄLLFÖRTECKNING.....	43
BILAGA	

# 1 INLEDNING

Mitt examensarbete är ett beställningsarbete av WasaCon Kokkola Oy. De beställde en arbetsmanual för ventilerande skivrappningssystem. I detta kapitel förklaras bakgrunden, målsättningen samt avgränsningen för examensarbetet. Uppdragsgivaren presenteras också i detta kapitel.

## 1.1 Bakgrund

Det var under tiden jag sommarjobbade vid företaget WasaCon Kokkola Oy som bakgrunden till mitt examensarbete klarnade. Byggprojektet jag arbetade med under sommaren, senare också under företagsförelagd utbildning, var Storby allaktivitetshus i Karleby. Detta projekt var ett nybygge beställt av Karleby stad, entreprenadformen var delad entreprenad med WasaCon Kokkola Oy som huvudentreprenör. Karleby stad hade krävt att fasadsystemet skulle vara ett ventilerande skivrappningssystem.

Vi kom ganska snabbt överens, företaget och jag, om vad jag skulle framställa för företaget. Eftersom företaget inte hade någon tidigare erfarenhet av ventilerande rappningssystem ville de att jag skulle göra en arbetsmanual för ventilerande skivrappningssystem, närmare bestämt för SerpoVent skivrappning men som också skulle kunna tillämpas för liknande system. Utöver detta utredde jag också vad arbetstidsåtgången för denna konstruktion och dess arbetsmoment var.

## 1.2 Målsättning

Målsättningen var att göra en arbetsmanual med arbetstidsåtgång som skulle kunna användas vid kostnads kalkylering och tidsplanering i framtida projekt. Ventilerande rappningssystem är ganska nytt i Finland och ingen på företaget hade någon tidigare erfarenhet av denna typ av skivrappningssystem. Som grund för denna del examensarbetet fungerar mina egna erfarenheter av Webers skivrappningssystem SerpoVent samt Webers instruktioner för detta skivrappningssystem.

### 1.3 Avgränsning

Största delen av examensarbetet är baserat på ett specifikt projekt, Storby allaktivitetshus i Karleby. Rappning som ytbehandling av fasad behandlas kort medan största delen av arbetet fokuserar sig på ventilerande rappningssystem. SerpoVent skivrappningssystem förklaras och jämförs med lösningarna framtagna för Storby allaktivitetshus. Detaljlösningarna som presenteras i detta examensarbete har jag ritat för tidigare nämnda projekt. Arbetsmanualen består av allmänna instruktioner, arbetsinstruktioner, arbetsmaskiner samt väderskydd och arbetstidsåtgång.

### 1.4 Uppdragsgivaren

WasaCon Kokkola Oy grundades år 2013 av Håkan Nyman och Jarmo Uutela och företaget hör till WasaGroup koncernen i Vasa. Nyman fungerar som VD för företaget och Uutela fungerar som VD för WasaCon Oy som grundades 1996 i Vasa. Tanken bakom grundandet av WasaCon Kokkola Oy var att bredda koncernens närvaro i norra Österbotten.

Till koncernen WasaGroup hör de ovannämnda två byggföretagen, konstruktionsbyrån WasaPlan, stålbyggnadsföretaget WasaSteel och maskinuthyrningsföretaget WasaTrade. (WasaCon Oy, u.å.)



## 2 RAPPNING SOM YTBEHANDLING AV FASAD

Detta kapitels uppgift är att ta upp rappningens historia i Finland samt att förklara mera utförligt kraven för rappningsunderlagen. Detta eftersom rappningsunderlagen är mera väsentliga än själva rappningen i examensarbetet. Detta kapitel baserar sig i huvudsak på information ur boken BY 46 Rappauskirja 2005 som är utgiven av Suomen Betoniyhdistys r.y.

### 2.1 Rappning i Finland

På medeltiden kom rappning av byggnader till Finland tillsammans med stenbyggandet och kalkbrännandet (Kaila, 1997, s. 124). Rappning var den rådande metoden för ytbehandling av höghusens fasader fram till 1950-talet. Det var först på 1960- och 1970-talet som rappningen blev marginaliserad av betongelementen samt till en del också av skivkonstruktioner och murad fasadtegel. (Suomen Betoniyhdistys r.y. (BY46), 2005, s. 7–10.)

Rappningsbruk består av bindemedel, ballast och vätska. Rappningsbruken märks i Finland med en bokstav som representerar bindemedlet. K står för kalk, S för cement, M för murcement (cement blandat med mald kalksten) och Q för gips. Bindemedlens och ballastens mängdförhållanden informeras på ett sådant sätt att bindemedlens summa är 100. KS 60/40/500 betyder alltså att det är frågan om kalkcementbruk, var det finns 60 delar kalk, 40 delar cement och 500 delar ballast. Om man blandar bruket utan cement är det frågan om K 100/500. (Kaila, 1997, s.135–136)

Rappning som utförs på värmeisoleringen kallas allmänt för isoleringsrappning. Isoleringsrappning utförs i form av tre-skikts- eller tunnskiktsrappning direkt på värmeisoleringen. Isoleringsrappningssystemen är helheter utvecklade av materialtillverkarna där de olika materialen är valda så att de lämpar sig för användning tillsammans. Isoleringsrappning har utförts allt sedan 1970-talet. Men dess popularitet har stigit på 2000-talet speciellt vid fasadrenoveringar. Isoleringsrappning används nuförtiden allmänt också inom nybyggen. (BY 46, 2005, s. 7–10.)

## 2.2 Rappningsunderlag

Med rappningsunderlag menar man ytan som rappningen skall utföras på. Som rappningsunderlag kan man använda en murad konstruktion, leca, siporex, betong samt vissa värmeisoleringar. Följande allmänna egenskaper krävs av fasadrappningens underlag: (BY 46, 2005, s. 16–17.)

- Underlagets vidhäftningsegenskaper, vattenuppsugningsförmåga och –hastighet samt ytans strävhet bör vara lämpliga med beaktande av rappningstyp. Underlagets fukthalt, temperatur och väderförhållanden vid utförandet av rappningsarbetet bör tas i beaktan.
- Underlagets formförändringar bör vara tillräckligt små i jämförelse till rappningsytans formförändringar. Sprickning av underlaget bör förhindras med konstruktiva lösningar.
- Underlaget bör vara både fysikaliskt och kemikaliskt kompatibelt med de rappningsbruk som används. Detta förutsätter att:
  - a) rappningsbehandlingen inte skadligt ökar underlagets fukthalt eller fördröjer underlagets torkning och på så sätt orsakar en förhöjd risk för köldskador.
  - b) underlagets och rappningens formförändringar till följd av fukt- och temperaturförändringar inte märkvärdigt skiljer sig från varandra.
  - c) underlaget bör vara mera hållbart än rappningslagren och lagrens hållfasthet borde minska mot ytan.
  - d) underlagets och rappningsmaterialen samt ytbehandlingen bör vara alkaliebeständiga.
  - e) underlaget får inte innehålla skadliga mängder av salter som kan skada rappningen.
- Underlaget bör vara frostbeständigt med tanke på fuktbelastningen samt konstruktionens och rappningsbehandlings påverkan. Man kan vanligtvis inte på ett tillförlitligt sätt skydda underlaget från köldb belastningarna med rappningen. Ytterväggskonstruktionen bör som en helhet planeras för att fungera med tanke på fukt. (BY 46, 2005, s. 16–17.)

Till de vanligaste rappningsunderlagen hör bränt tegel, kalksandsten, lättbetong, betongväggar och murade lättgrusbetongväggar. Utöver dessa har också mineralull samt cellplastskivor blivit allt vanligare rappningsunderlag framförallt inom renoveringsbyggandet. (BY 46, 2005, s. 16–17.)

### 3 VENTILERANDE RAPPNINGSSYSTEM

I detta kapitel förklaras grundprinciperna för konstruktionen av ett ventilerande rappningssystem i huvudsak enligt instruktionerna i boken BY 57 Eriste- ja levyrappaus 2011 som är utgiven av Suomen Betoniyhdistys r.y. Stomkonstruktionen, monteringen av rappningsskivorna samt olika typer av anslutningar för ventilerande rappningssystem beskrivs i detta kapitel.

Skivrappningssystem håller på att, i snabb takt, bli allt vanligare i både sanerings- och nybyggen. Skivrappningssystem möjliggör förutom ett ventilerande fasadsystem också det att man får monterat in en tillräcklig mängd tätt applicerad isolering. Enligt arbetsledaren Heidi Byman har detta fattats på marknaden tidigare. Med ventilerande fasadsystem, utrustade med nutida mineralull, kan man också förbättra byggnadens energieffektivitet. (Fescon Oy, 2012)

Fescopanel skivrappningssystem är ett ventilerande rappningssystem som är testad enligt BY 57 Eriste- ja levyrappaus 2011. Rappningen utförs på en skiva som fungerar som underlag för rappningen. Skivan bör, på ett bra sätt, kunna tåla olika väderförhållanden samt fukt och bakom skivorna skapas en enhetlig luftspalt. Vanliga användningsområden för ventilerande rappningssystem är ytterväggar eller fasadrenoveringar för små- samt höghus och kontorsbyggnader. (Fescon Oy, u.å.)

#### 3.1 Stomkonstruktion

Stomkonstruktionen, spirad eller skålad, under rappningsskivorna fungerar som fästunderlag för skivorna och formar på samma gång en funktionerande luftspalt mellan konstruktionerna. Materialen för stomkonstruktionen som finns på marknaden är trä-, stål- och aluminiumstomme. Av dessa är trästommen ett lämpligt alternativ för alla typer av ventilerande rappningssystem men dess användning begränsas av kraven för brandbestämmelser och fukthantering. Vid valet av stomkonstruktionen bör man följa systemleverantörens rekommendationer. I höghusbyggen bör man använda sig av metallstomme. (Suomen Betoniyhdistys r.y. (BY 57), 2011, s. 156–159.)

För planering av aluminiumstommen finns det inga allmänna instruktioner utan aluminiumspirorna är specialproducerade delar. Valet av profilformen görs i princip av

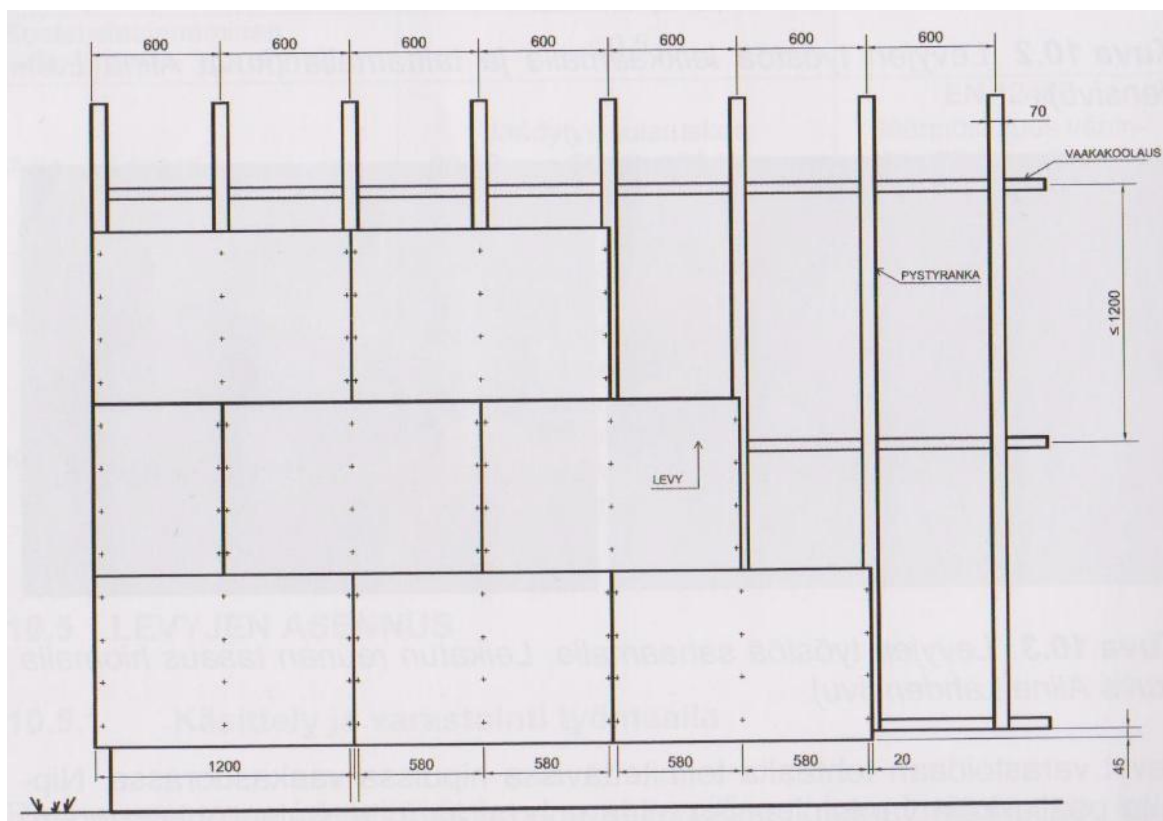
produkttillverkaren. Vid användning av aluminiumstomme bör man fästa särskild uppmärksamhet vid dess styvhet och längdutvidgningskoefficient, detta är viktigt eftersom aluminiums längdutvidgningskoefficient är betydligt större än för andra spir- eller skålningsmaterial. Aluminium har också en högre värmeledningsförmåga än andra spir- eller skålningsmaterial vilket man bör beakta vid bestämningen av väggkonstruktionens U-värde. (BY 57, 2011, s. 156–159.)

Stomkonstruktionen formar ett underlag för rappningsskivorna samt rappningen. Den skålade konstruktionen bör ha en mycket jämn yta, den största tillåtna variationen är +/- 2 mm på en två meters sträcka, den största enskilda ojämnheten får vara högst 2 mm. Om byggnadens stomme är en trästomme fästs stomkonstruktion av trä vanligtvis med spikar och stomkonstruktion av aluminium med skruvar. Då byggnadens stomme är av sten-baserat material eller en befintlig fasad, fästs stomkonstruktionerna med kil-, slag- eller kemiska bultar. (BY 57, 2011, s. 156–159.)

### 3.2 Montering av rappningsskivorna

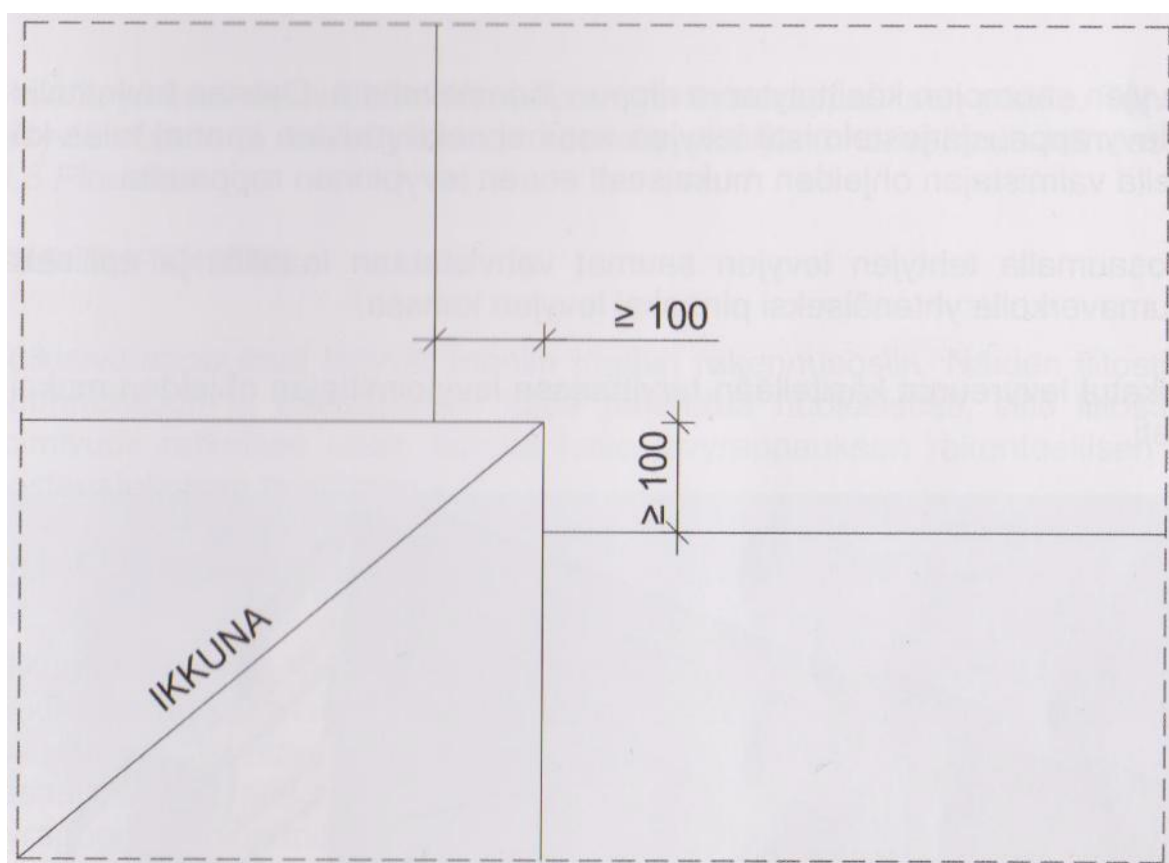
Skivorna som används i ventilerande rappningssystem bör vara ämnade för finska förhållanden utomhus. De bör kunna tåla återkommande vätning, förhållanden som lämpar sig för mögelväxt samt belastning orsakat av frysning och smältning. Rappningsskivorna är vanligtvis baserade på kalciumsilikat, glas eller fibercement. Vid hantering av skivorna bör man undvika att de blir nedsmutsade eller skadade p.g.a. exempelvis slag. Skivorna lyfts i stående position så att de inte böjs på mitten. Skivorna förvaras i knippen i vågrät position, underlaget bör vara jämnt för att förhindra skivorna från att böjas. På byggarbetsplatsen bör skivorna skyddas från damm, smuts och fukt med exempelvis lätta presenningar eller temporära skjul med tak. Skivorna bör förvaras i sådana förhållanden som motsvarar så nära som möjligt de förhållanden som skivorna skall monteras i. Skivorna får inte vara i direkt kontakt med marken eller snö. (BY 57, 2011, s. 159–161.)

I figur 1 ser man hur rappningsskivornas montering sker med en vågrät skarv så att de monterade skivorna inte skapar ett hörn där fyra skivor möts. Skivorna bör monteras så att de överlappar varandra med minst ett skålningsavstånd, i detta fall 600 mm. Beroende på vilket skivrapningssystem man använder monteras skivorna endera tätt ihop med varandra eller så lämnas en öppen fog med en bredd på 3-5 mm mellan skivorna. Denna fog bearbetas med en separat fogningsmassa före den egentliga rappningen. Skivornas fogar kan förstärkas med förstärkningsnät. (BY 57, 2011, s. 162.)



Figur 1. Montering av rappningsskivorna med en överlappning på minst 600 mm. (BY 57, 2011, s. 162.)

Vid användning av metallstomme används neopren- eller EPDM-band mellan rappningsskivorna och metallspirorna för att begränsa bildning av kondens bakom skivan. Enligt Weber är orsaken till användningen av gummiband mellan metallspirorna och rappningsskivorna att det underlättar monteringen av skivorna samt minskar resonansen. Vid öppningar i väggen, såsom dörr- och fönsteröppningar, bör man göra ett hack i hörnet enligt figur 2. Genom att göra ett hack förebygger man att skarvar finns där höga spänningar uppstår. Den minsta överlappningen i hörn bör vara 100 mm i både lod- och vågrät riktning. (BY 57, 2011, s. 162–164.)



Figur 2. Kraven för minsta överlappning vid öppningars hörn. (BY 57, 2011, s. 163.)

Fästningen av rappningsskivorna till spirorna sker med självsänkande rostfria skruvar, specificerade för systemet. Skruvarna bör fästas med tillräckligt långa avstånd till skivkant och i förhållande till varandra.. Avståndet till skivkant är vanligtvis 15-20 mm och skruvarnas avstånd i förhållande till varandra är 200-250 mm. Det är också möjligt att sköta fastsättningen av skivorna med niter. Då får man räkna med att det går åt dubbelt så mycket niter som det skulle gå åt skruvar. (BY 57, 2011, s. 162–164.)

### 3.3 Anslutningar

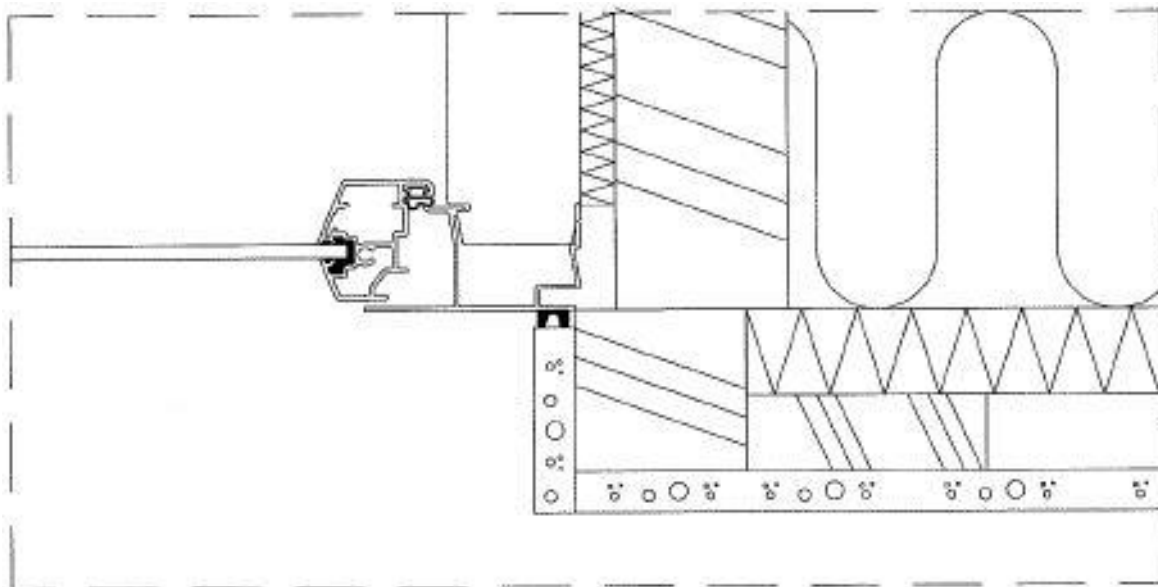
Den ventilerande skivrappningen kan anslutas till många olika byggnadsdelar såsom fönster, dörrar, sockel, undertak samt andra utrustningar som fästs i fasaden. Man bör fördjupa sig grundligt i både planeringen och utförandet av dessa anslutningar, för dessa påverkar konstruktionens fukt-tekniska och strukturella funktion. Största möjliga yta man kan utföra en enhetlig skivrappningssystem på, utan öppningar, är vanligtvis 15 m x 15 m. (BY 57, 2011, s. 165–171.)

Vid anslutning av ventilerande skivrappning till andra fasadmaterial bör anslutningen alltid göras på ett sådant sätt och med sådant material som möjliggör rörelseskillnader mellan de olika materialen. Det är viktigt att komma ihåg, vid användning av elastisk fogmassa, att anslutningen är tillräckligt bred för att förhindra fogmassan från att skada skivrappningen till följd av värme- eller fuktrörelser. I anslutningspunkterna bör man förstärka rappningsskivans kant med stomkonstruktionen så att spiran på samma gång fungerar som stödyta för fog ämnet som sätts i anslutningen. Skivrappningens kant får man rak och prydlig genom att använda en avslutningslist specificerad för den tunnskiktssystem man använder. (BY 57, 2011, s. 165–171.)

I ventilerande skivrappning bör anslutningen till sockeln utföras så att skivkonstruktionens inre yta är minst 20 mm längre ut än sockeln. Dessutom bör skivkonstruktionens nedre kant vara ungefär 40 mm lägre än sockeln. På detta sätt försäkras man sig om att man får en tillräcklig luftcirkulation i luftspalten. I luftspaltens nedre kant kan man montera en insektsskydd av plast för att hindra insekter från att tränga in i luftspalten. För att minska fuktbelastningen i skivrappningens nedre kant monteras en underkantslist i skivrappningens undre kant. Med denna list får man också en prydlig kant samt en dropplista. (BY 57, 2011, s. 165–171.)

Man bör fästa särskild uppmärksamhet vid försäkran av rappningens fäste vid anslutningen till utskiften eftersom vindsuget är som störst där. Vid måttsättningen av skiv- och stomkonstruktionerna bör man fästa uppmärksamhet vid de större belastningarna som uppstår på områden nära kanter. Med en så kallad stormplåt skyddas rappningens övre kant, denna monteras på utskiften. Man kan även montera en avslutningslist för rappningen som också formar ett skydd mot vatten. (BY 57, 2011, s. 165–171.)

För att hindra regnvatten från att tränga in i konstruktionen med hjälp av vindtrycket bör man försäkra sig om att fönstret och dess smygar är tillräckligt täta. Liksom alla andra delar av den ventilerande skivrapningen, skivas också alla fönsters smygar med rappningsskivan. Utöver detta bör man också applicera ett fog band mellan fönstret och skivan vilket tätar anslutningen mot regnvatten, detta visas i figur 3. (BY 57, 2011, s. 165–171.)



*Figur 3. Rappningsskivans anslutning till fönsterkarmen, mellan skivan och karmen kan man se fog bandet som tätar anslutningen. (BY 57, 2011, s. 171)*



## 4 SERPOVENT SKIVRAPPNINGSSYSTEM

I detta kapitel förklaras det ventilerande rappningssystemet SerpoVent med metallstomme vilket var fasadsystemet som användes vid Storby allaktivitetshus. I kapitlet presenteras Saint-Gobain Webers egna lösningar och detaljritningar för SerpoVent. För de anslutningar som Weber har flera än en lösning för, har lösningen som är mest lik skribentens valts att presenteras i examensarbetet.

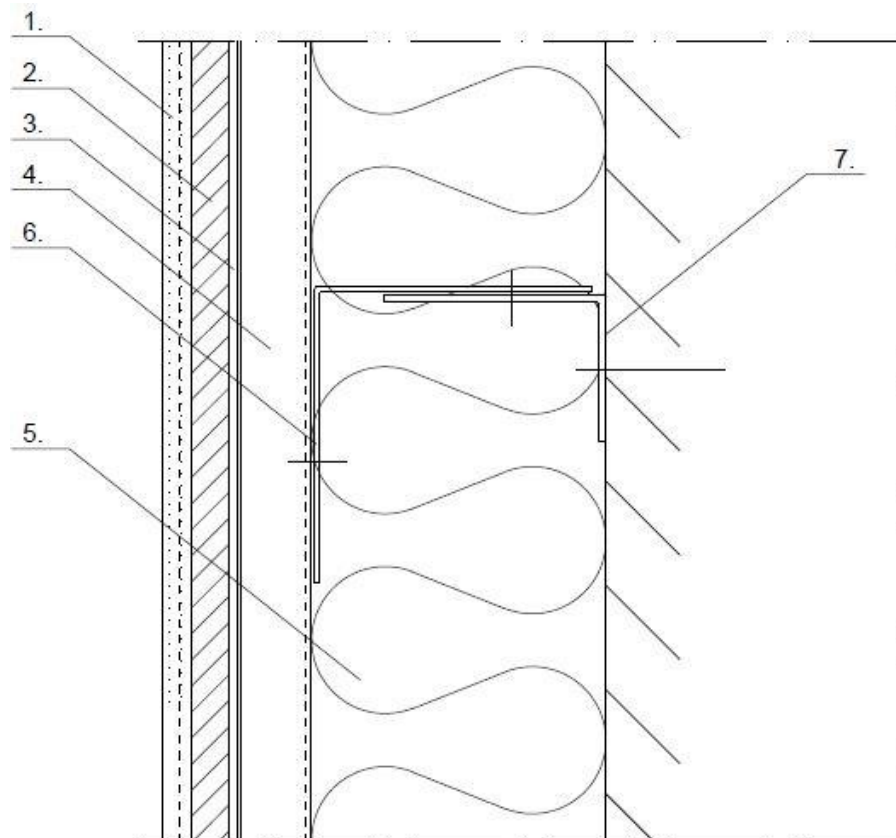
Webers lösningar jämförs med de lösningar och detaljritningar som skribenten har ritat för byggnadsprojektet Storby allaktivitetshus. Konstruktionen som tillämpades vid Storby blev framtagen och godkänd under ett möte mellan huvudentreprenören (WasaCon Kokkola Oy), beställaren av projektet (Karleby stad) samt deras konsult (IdeaStructura Oy) och granskare (Insinööritoimisto Martti Pihlajanmaa Oy), arkitektbyrån (Arkitehtitoimisto Perko Oy) och ingenjörbyrån (Arkins Suunnittelu Oy). Detaljlösningarna för anslutningarna är både planerade och ritade av skribenten med programmet AutoCAD med denna tidigare nämnda konstruktionslösning som grund. Orsakerna till varför Webers egna lösningar för SerpoVent inte fungerade vid Storby allaktivitetshus förklaras också i kapitlet.

### 4.1 SerpoVents konstruktion

SerpoVent är ett av Weber Saint-Gobains ventilerande fasadrappningssystem, systemet finns idag i tre olika typer. Utav SerpoVents tre olika system är två planerade med BluClad rappningsskivor, det ena systemet med metallstomme och det andra med trästomme. Det tredje systemet är planerat med Permabase rappningsskivor och metallstomme. (Weber Saint-Gobain Oy, 2015, a)

#### 4.1.1 Webers lösning

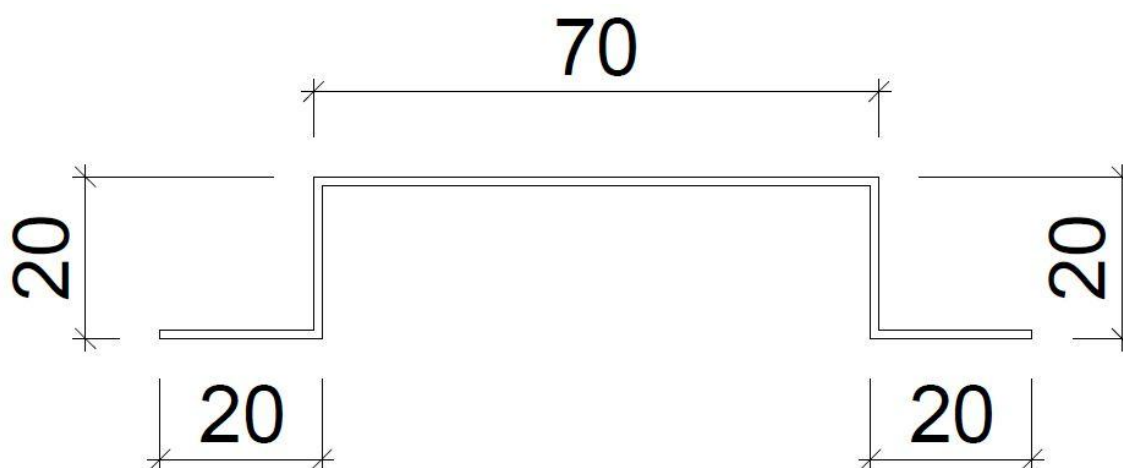
Figur 4 visar de olika konstruktionsdelarna som Weber har planerat att skall utgöra konstruktionen för SerpoVent med metallstomme. Vinkelbeslag med måtten 40x60 och en längd på 150 mm fästs med betongskruvar M6x50 i stommen på ett c/c avstånd mellan 600...1000 mm. Vågräta reglar fästs i vinkelbeslagen med själborrande skruvar 4,2x13. Reglarna är ställbara vilket möjliggör korrigering av möjliga ojämnheter på stommens yta samt ger en möjlighet till olika tjocklek på värmeisolering. I Webers exempel är isoleringen 80 mm tjockt och p.g.a. detta har de vågräta reglarna måtten 80x80 med en längd på 3000 mm. De vågräta reglarna monteras med ett c/c avstånd på 1200 mm. (SerpoVent-levyrappaus, 2013, s. 4–6.)



1. Kaksikerrosrappaus
2. BluClad-julkisivulevy 10 mm
3. weber Rankanauha
4. Tuuletusväli, pystyranka H2070/1.25 FeZn  
20x20x70x20x20 L = 3000 mm. Asennus k 600 mm
5. Kosteudenkestävä tuulensuojalevy GTS 9,  
GHU 13 tai tuulensuojaeriste 80 mm
6. L-profiili L80/1.25 FeZn  
80x80 L = 3000 mm. Asennus k 1200 mm
7. Kiinnityskulma K150/2 FeZn  
40x60 L = 150 mm. Asennus k 600...1000 mm

Figur 4. Lodrät skärning av Webers modellkonstruktion för SerpoVent med metallstomme. (SerpoVent-levyrappaus, 2013, s. 4.)

Fukttåliga vindsyddskivor, i exemplet nämns GTS 9 och GHU 13, eller vindsyddsisolering, exempelvis 80 mm, kan monteras mellan stommen och reglarna. I figuren visas 80 mm tjockt isolering som hålls på plats tack vare reglarnas L-formade kant. Nästa konstruktionsdel är luftspalten, den får man genom att fästa hattprofiler till vindsyddskivorna på stående. Hattprofilen är i detta exempel 3000 mm lång och har måtten 20x20x70x20x20 mm, monteringen sker med c/c avståndet 600 mm. Hattprofilens utformning redogörs i figur 5. Dessa profiler fästs också med självborrande skruvar 4,2x13. (SerpoVent-levyrappaus, 2013, s. 4–6.)

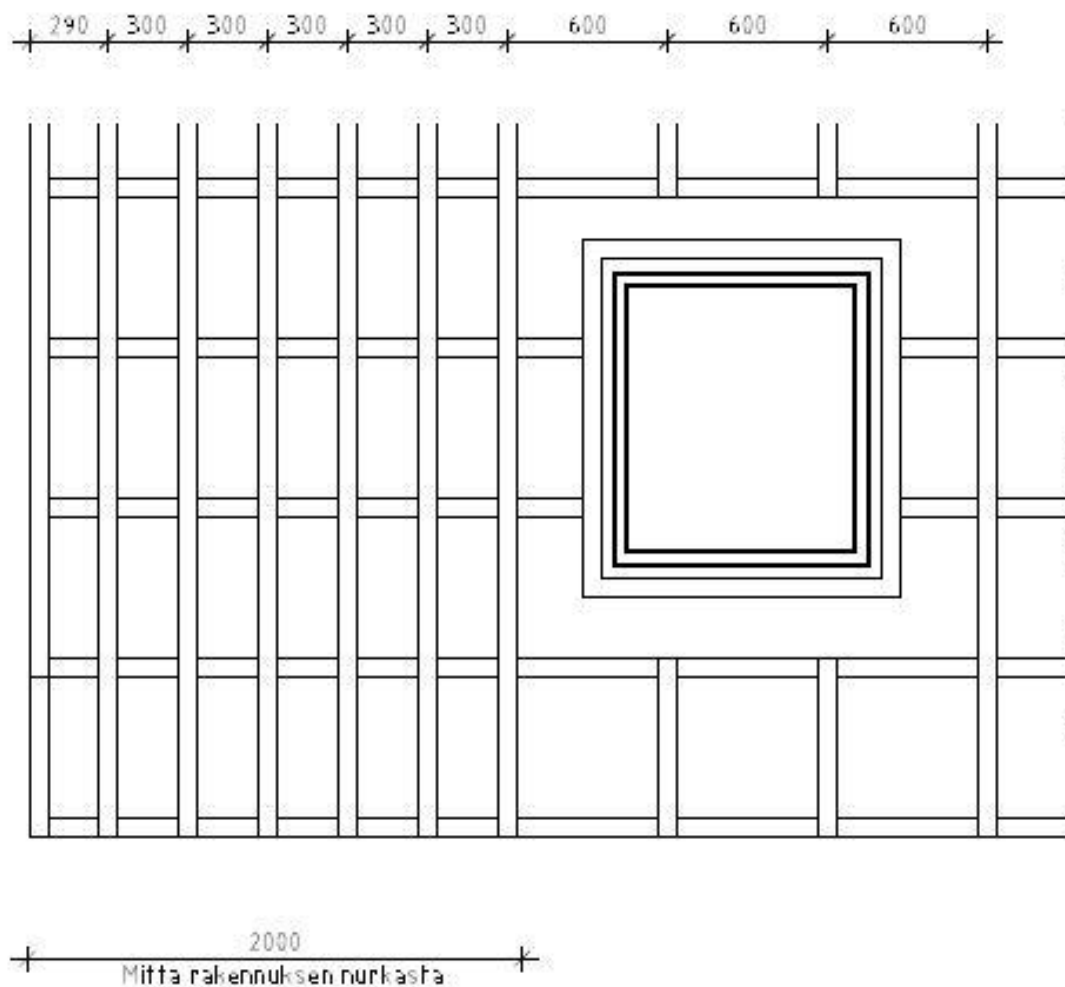


Figur 5. Förklaring av hattprofilens mått, denna profil har måtten 20x20x70x20x20 mm.

På hattprofilerna fästs en gummilist ur Webers sortiment, denna fästs för att underlätta monteringen av rappningsskivorna och minska på resonansen. BluClad är rappningsskivan som Weber rekommenderar för detta system, skivan är 10 mm tjockt. BluClad skivan består av portlandcement, mineraliska grundämnen, organiska fiber- och fyllnadsämnen. (Weber Saint-Gobain, 2015, b)

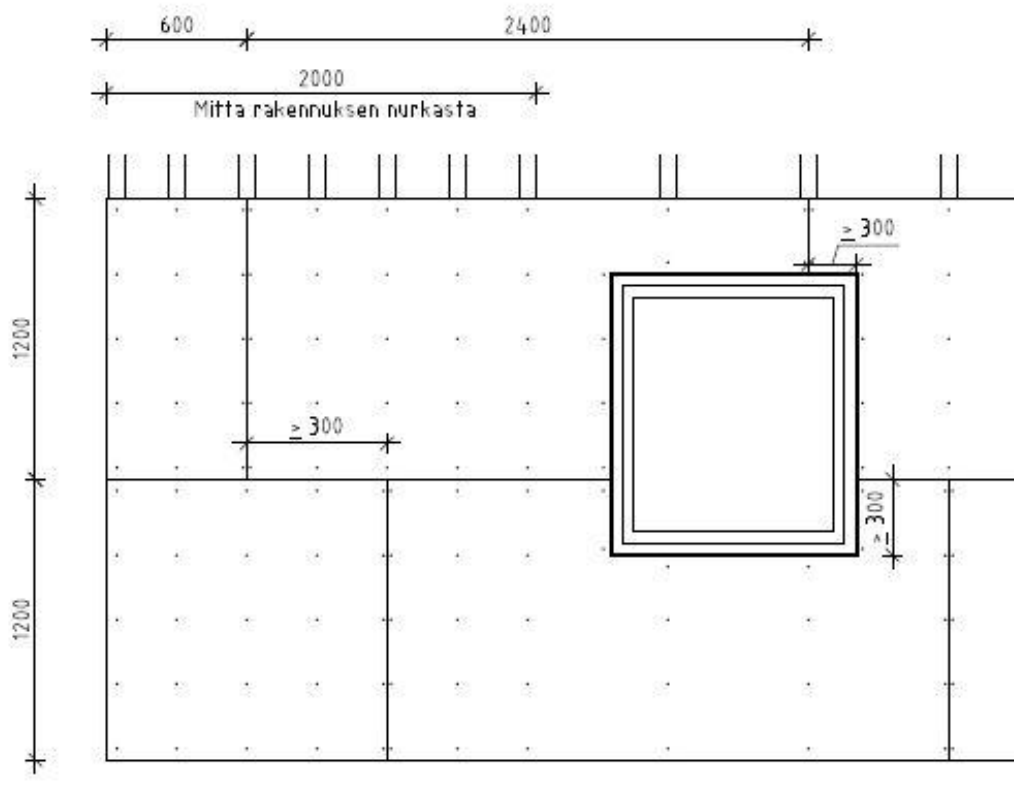
Som rappningsmetod rekommenderas tunnfgsrappling, först appliceras ett lager med weber.vetonit 410 tunnfgsbruk på rappningsskivan. Ovanpå detta fäster man Webers glasfibernet # 6 mm medan det första lagret tunnfgsbruk är fuktigt. Detta görs för att glasfibernet får ett bra fäste i det fuktiga tunnfgsbruket och så kommer glasfibernet att befinna sig i mitten av rappningens totala tjocklek. På detta sätt utfördes rappningen vid Storby allaktivitetshus. Efter infästningen av glasfibernet och då första lagret har torkat applicerar man ett andra lager med tunnfgsbruk. Rappningen målas sedan med weber.vetonit SilcoMaali och behandlas med weber.vetonit SilcoPinnoite. (SerpoVent-levyrappaus, 2013, s. 4–6.)

I figur 6 ser man hur Weber har planerat indelningen av hattprofilerna. Från byggandens hörn fäster man hattprofilerna med ett c/c avstånd på 300 mm under de första två metrarna, efter detta fortsätter man med c/c avståndet 600 mm. Detta görs för att förstärka fasadsystemet vid hörnen av byggnaden. (SerpoVent-levyrappaus, 2013, s. 7.)



Figur 6. Webers instruktion för hattprofilernas c/c avstånd, man kan se att Weber har planerat tätare montering av hattprofilerna de två första metrarna mätt från hörnet. (SerpoVent-levyrappaus, 2013, s. 7.)

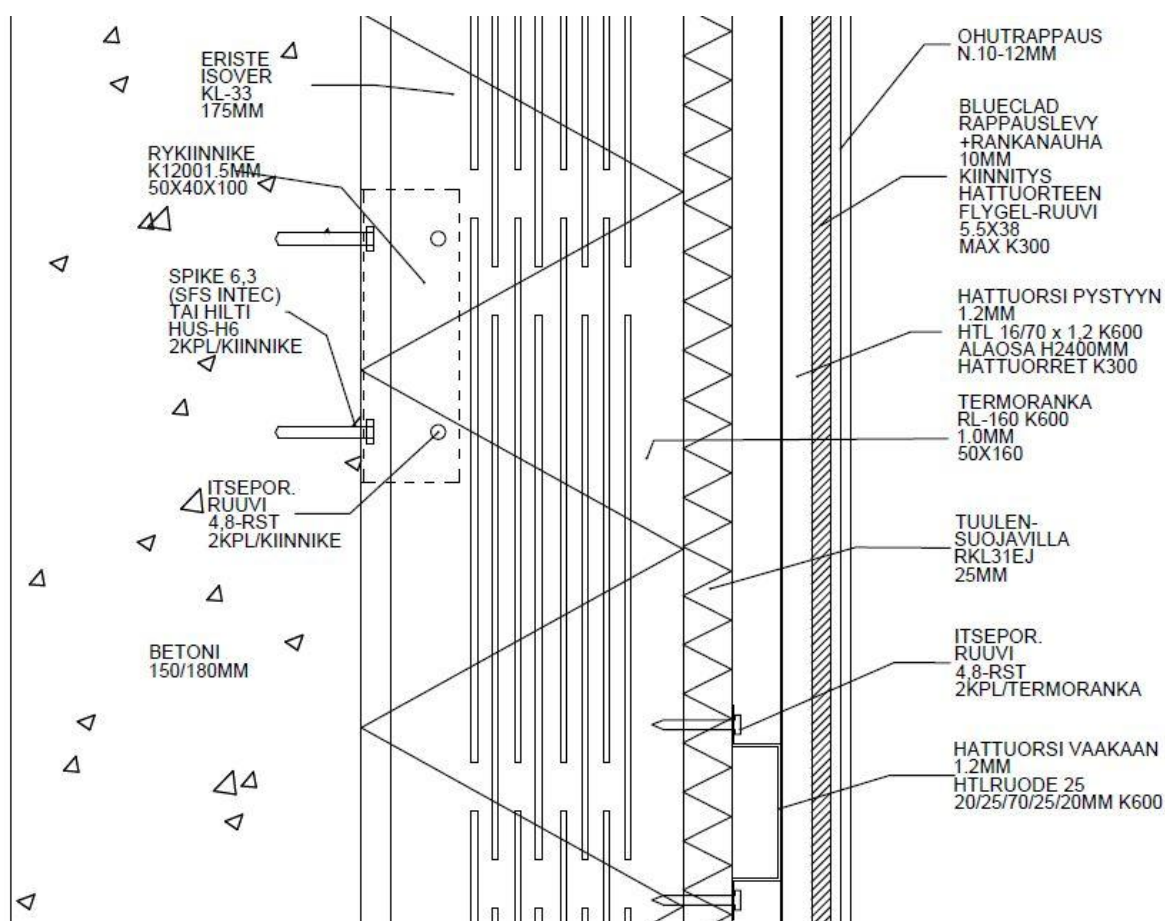
I figur 7 ser man hur Weber har planerat monteringen av rappningsskivorna. Skivorna bör monteras så att de överlappar varandra i vågrät riktning med minst 300 mm. Det får alltså inte bildas en lodrät skarv som är längre än skivans bredd eller längd. Kring fönstret bör man se till att skivskarven är minst 300 mm från fönstrets hörn. (SerpoVent-levyrappaus, 2013, s. 9.) Skivmonteringen utfördes på samma vis som dessa, Webers planerade, instruktioner vid Storby allaktivitetshus.



Figur 7. Skivmontering enligt Webers modell, skivorna överlappar varandra i vågrät riktning med minst 300 mm. (SerpoVent-levyrappaus, 2013, s. 9.)

#### 4.1.2 Skribentens lösning

I figur 8 visas fasadsystemets konstruktion vid Storby allaktivitetshus, stommen var platsgjuten betong och det fanns två olika tjocklekar på stommen, 150 mm och 180 mm. I stommen fästes L-formade vinklar med måtten 50x40x100 mm och en tjocklek på 1,5 mm. Vinklarna fästes med betongskruvar, två per vinkel, med ett c/c avstånd på 1200 mm. I vinklarna fästes stående termoreglar, dessa L-formade regler har fårade öppningar för att undvika köldbryggor. Reglarna har måtten 50x160 mm och en tjocklek på 1,0 mm. Reglarna monteras med ett c/c avstånd på 600 mm, reglarna är justerbara vilket ger en möjlighet att korrigera möjliga ojämnheter i stommen. Mellan reglarna placeras värmeisoleringen, Isover



Figur 8. Lodrät skärning av fasadsystemets konstruktion vid Storby allaktivitetshus.

Vindskyddsisolering, Isover RKL31 EJ 25 mm, monteras ovanpå reglarna. Vindskyddsisoleringen hålls på plats med hattprofilerna som monteras ovanpå isoleringen, dessa hattprofiler löper i vågrät riktning. Hattprofilens mått är 20x25x70x25x20 mm och har en tjocklek på 1,2 mm. Profilerna monteras med ett c/c avstånd på 600 mm med rostfria, självborrande skruvar. Ovanpå dessa vågräta hattprofiler fästs lodräta hattprofiler för att få en enhetlig luftspalt. De lodrätt löpande hattprofilernas mått är 20x16x70x16x20 mm och

har en tjocklek på 1,2 mm. Profilerna fästs med ett c/c avstånd på 300 mm de första 2,4 metrarna nerifrån och därefter med ett c/c avstånd på 600 mm med rostfria, självborrande skruvar.

Ovanpå alla lodräta hattprofiler fästs Webers självlimmande gummilist för att underlätta monteringen av rappningsskivorna och minska på resonansen. BluClad rappningsskivor monteras med Webers självborrande 5,5x38 mm flygel skruvar.

Vid Storby allaktivitetshus tillämpades förstyrningen av fasadsystemet på liknande vis som i Webers modell, detta kan man se i figur 9. Man fäste de lodräta hattprofilerna med ett c/c avstånd på 300 mm under de första 2,4 metrarna från fasadsystemets nedre kant och uppåt. Detta gjordes inte bara vid hörnen utan över hela väggen eftersom väggytorna var så stora. Största delen av väggarna hade en längd på ungefär 20 meter och en höjd mellan 9 och 13 meter. Detta var en lösning som hade både undersökts samt godkänts av Weber.

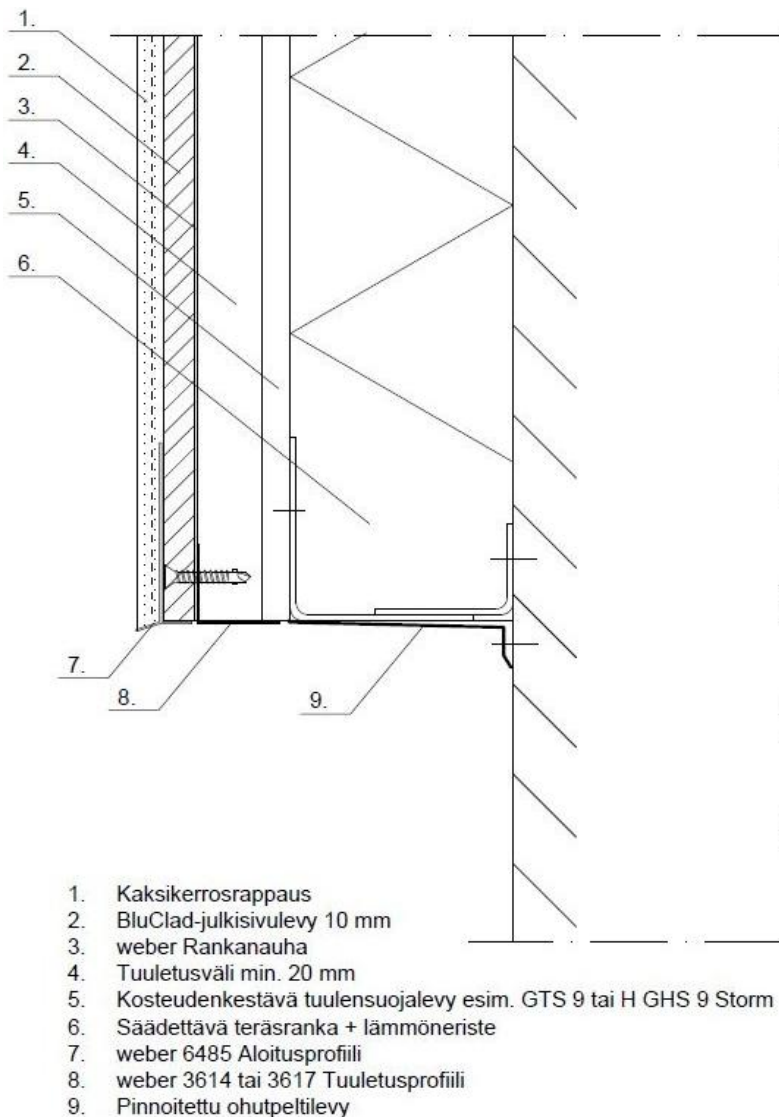


*Figur 9. Bild från Storby allaktivitetshus, på bilden kan man se de stående hattprofilernas c/c avstånd som är tätare de första 2,4 metrarna mätt från sockeln uppåt.*

## 4.2 Detaljlösning för fasadsystemets undre kant

### 4.2.1 Webers lösning

Som man kan se i figur 10, avslutas konstruktionen i en jämn linje och man fäster en startlist för rappningen, weber 6485 Aloitusprofili, på rappningsskivans undre kant. Denna profil ger ett stöd för rappningen samt ett snyggt avslut på fasaden. Vid luftspalten har Weber planerat en luftningsprofil, weber 3614 eller 3617 Tuuletusprofili, av materialet PVC med hål. Luftningsprofilens funktion är att släppa in luften i luftspalten men på samma gång hindra skräp och smådjur från att tränga in i luftspalten. En ytbehandlad plåt fästs i stommen och täcker isoleringen, denna plåt skyddar isoleringen och ger ett snyggt avslut på konstruktionen. (SerpoVent-levyrappaus, 2013, s. 12.)

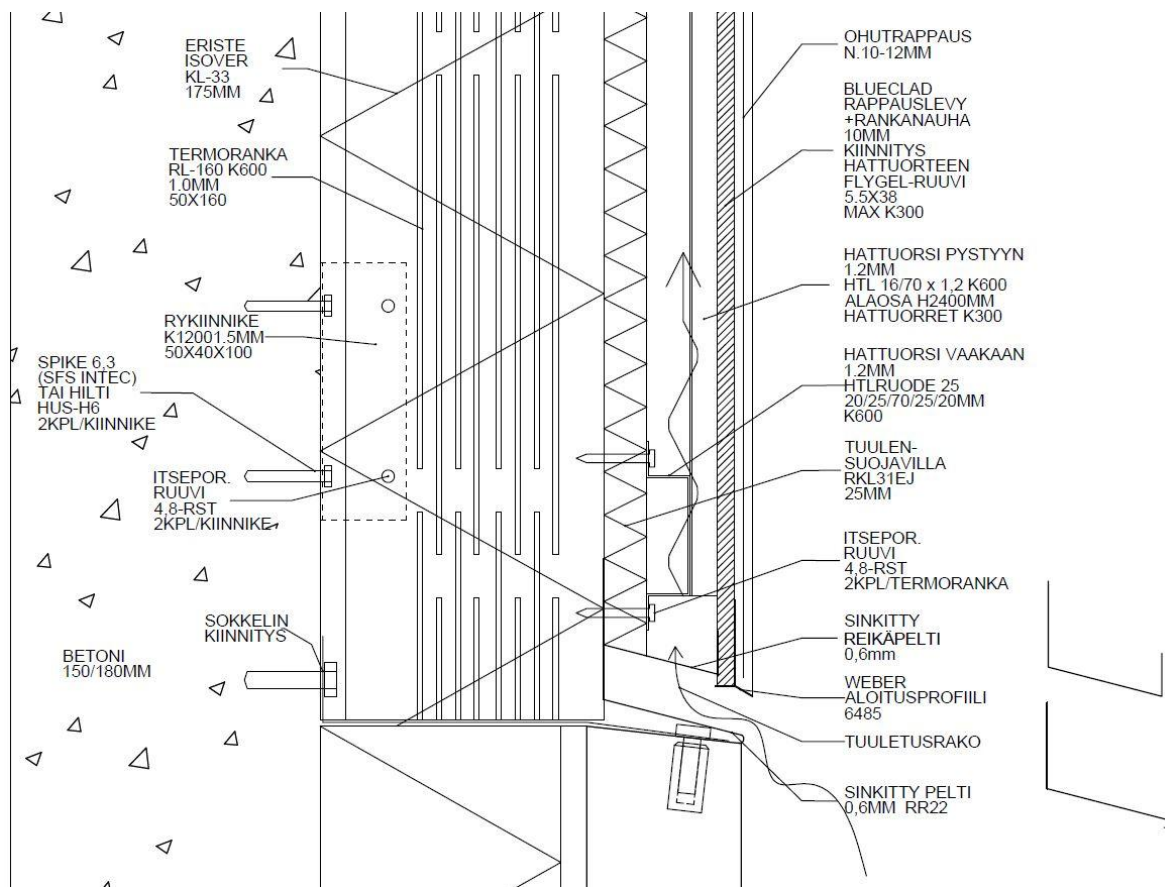


Figur 10. Lodrät skärning av Webers detaljlösning för fasadsystemets undre kant. (SerpoVent-levyrappaus, 2013, s. 12.)



#### 4.2.2 Skribentens lösning

I figur visas 11 visas hur anslutningen av fasadsystemet till sockeln utfördes vid Storby allaktivitetshus. Sockelelement var monterade i stommen och mellan dem fanns polyuretanskivor för isolerings syfte. Termoreglarna samt värmeisoleringen gick ända ner mot polyuretanskivorna för att få en enhetlig isolering. På termoreglarnas nedre kant fästes dropplister av plåt vars uppgift var att skydda isolering från vatten. En hålad plåtprofil monterades ca 30 mm ovanför dropplisten. Hålplåtens funktion är densamma som luftningsprofilernas i Webers modell, de släpper in luft men hindrar samtidigt skräp och smådjur från att tränga in i luftspalten.



Figur 11. Lodrät skärning av detaljlösningen för anslutning av fasadsystem till sockel. I figuren kan man se att luften slipper in i luftspalten mellan dropplisten, som är ovanpå sockeln, och rappingens nedre kant.

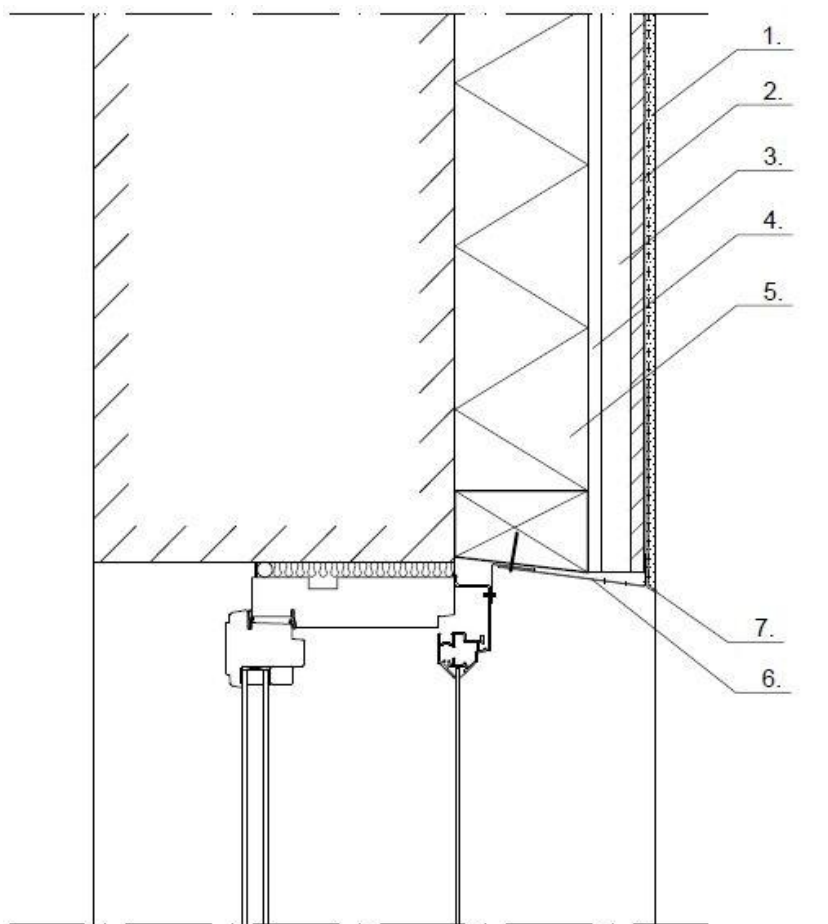
Vindskyddsskivorna, de vågräta hattprofilerna samt de stående hattprofilerna monterades som följande. Rappingsskivorna monterades så att skivornas nedre kant löpte ca 10 mm förbi om hålplåtprofilen. Detta gjordes för att dölja hålplåtprofilen samt för att möjliggöra en bra montering av start-profilen, weber 6485, i rappingsskivans undre kant.

Skribentens lösning skiljer sig en hel del från Webers lösning. Eftersom vi hade sockelement vars yttre yta skulle komma vara i samma nivå som fasadsystemets yttre yta, kunde vi inte använda oss av Webers lösning. Den största praktiska skillnaden mellan skribentens och Webers lösning är hur luften tar sig in i luftspalten. I Webers lösning slapp luften in i luftspalten rakt underifrån. I skribentens lösning slipper luften in i luftspalten genom att slingra sig mellan dropplisten och rappningen.

### 4.3 Detaljlösning för fönstrets övre kant

#### 4.3.1 Webers lösning

Figur 12 visar hur Weber har planerat anslutningen av fönstrets övre kant till fasadsystemet. En träregel fästs i samma linje som öppningens övre kant. Fasadsystemets konstruktion avslutas i en rak linje och i rappningsskivans undre kant fästs en startprofil som stöd för rappningen och för att ge ett snyggt avslut. En L-formad plåtprofil fästs i träramen och i fönsterkarmen. Ovanpå denna plåtprofil fästs en plåt, som löper ut till rappningen, som täcker träramen och luftspalten. Denna plåt ger ett snyggt avslut på konstruktionen ovanför fönstret, plåten har luftningshål för att släppa in luft i luftspalten. (SerpoVent-levyrappaus, 2013, s. 15.)

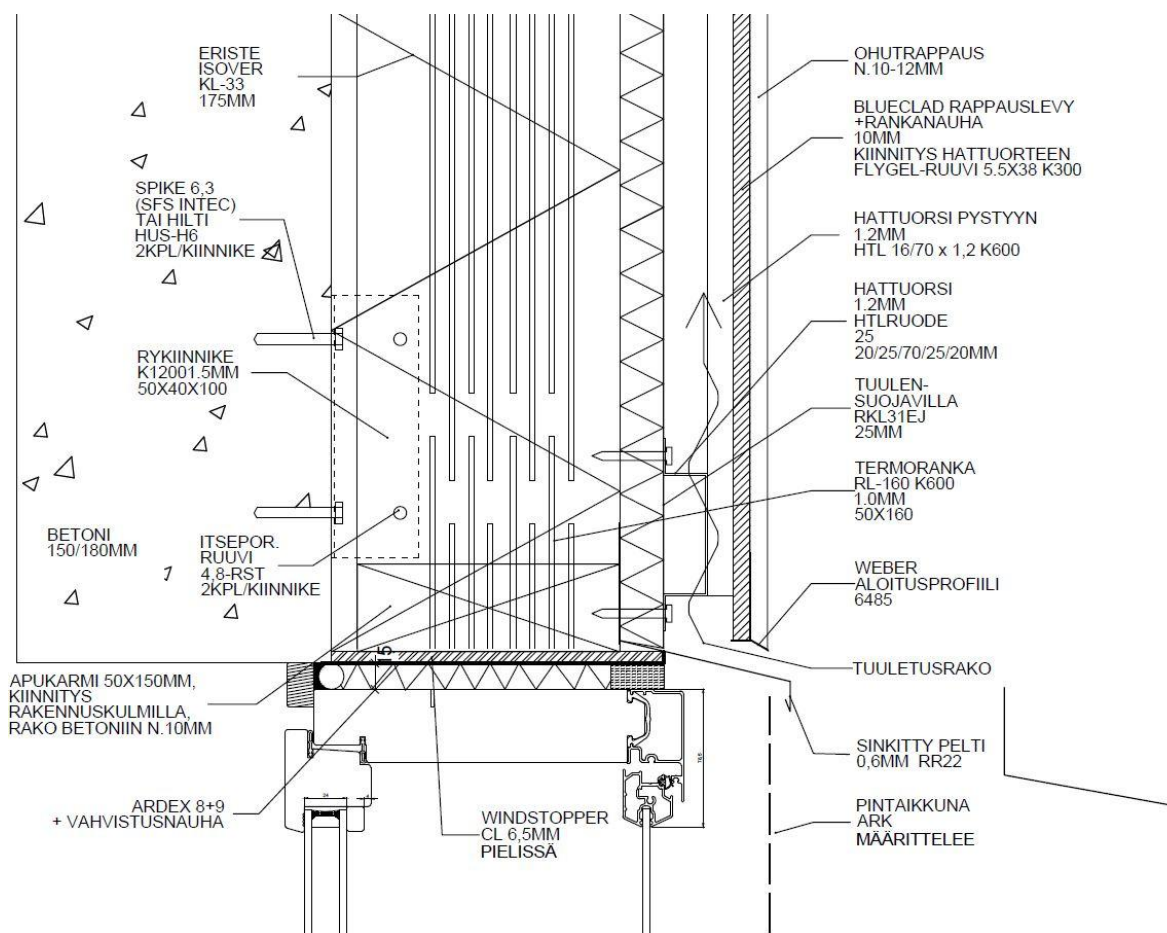


1. Kaksikerrosrappaus
2. BluClad-julkisivulevy 10 mm
3. Tuuletusväli min. 20 mm
4. Kosteudenkestävä tuulensuojalevy esim. GTS 9 tai H GHS 9 Storm
5. Vaakakoolaus
6. Pellitys, tuuletusreiät
7. weber 6485 Aloitusprofiili

Figur 12. Lodrät skärning av Webers lösning för fasadsystemets anslutning ovanför fönster. (SerpoVent-levyrappaus, 2013, s. 15.)

### 4.3.2 Skribentens lösning

Runt alla fönster- och dörr öppningar monterades en ram av tryckimpregnerat träverk, ramen fästes med byggvinklar i stommen. Träramen drogs in så att 10 mm lämnades mellan öppningarnas kant och träramen. Mellan betongstommen och träramen lämnades också 10 mm mellanrum, detta kan man se i figur 13. Denna träram monterades runt hela öppningen och således gäller ovan nämnda också för kommande detaljlösningar kring fönster.



Figur 13. Lodrät skärning av detaljlösningen för anslutningen av fasadsystem till fönstrets övre kant. Eftersom ett dekorativt fönsterglas monterades i samma linje som fasadsystemets yttre kant kom luftspaltens ingång mellan dropplisten och rappningen.

Termoreglarna och värmeisoleringen löpte ner emot träramen och i den fästes också dropplisten ovanför fönstret. Vindskyddsisoleringen, de liggande hattprofilerna samt de stående hattprofilerna monterades som följande. Rappningsskivan löpte en bit förbi de stående hattprofilernas nedre kant men 30 mm lämnades mellan dropplisten och rappningsskivans underkant för att försäkra en fungerande luftspalt. Webers start-profil för rappning monterades vid rappningsskivans undre kant för att få stöd för rappningen samt ett snyggt avslut.

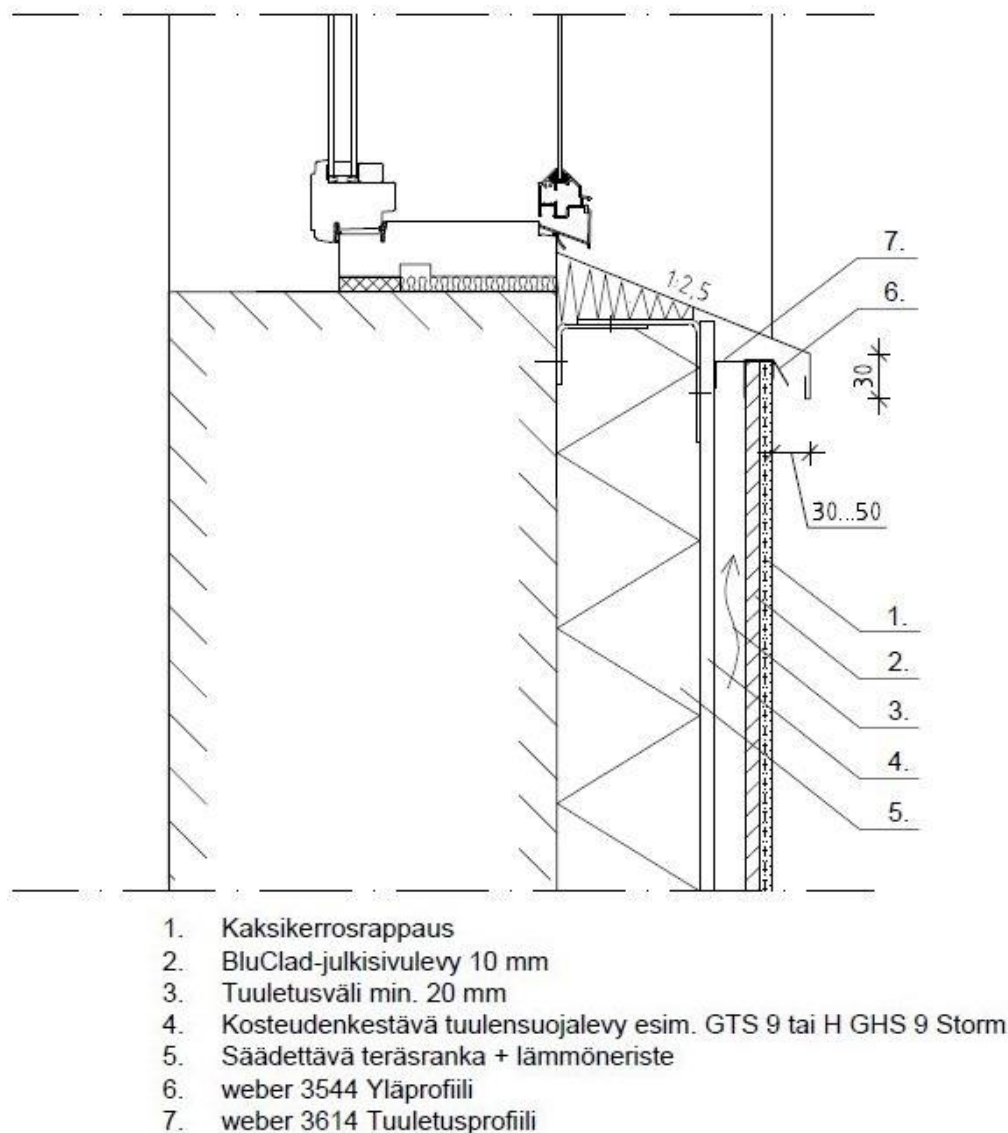
Mot träramen monterades en vindskyddskiva, Cembrit Windstopper CL 6,5 mm. På vindskyddskivan applicerades vattenisolering, Ardex 8+9, samt förstärkningsremsan Ardex SK12. Vattenisoleringen och förstärkningsremsan applicerades över hela vindskyddskivan samt 10 mm in på betongen i fönsteröppningen. Orsaken till denna lösning var att man ville förhindra all fukt från att kunna tränga in i fönsterkonstruktionen.

Lösningen av ingång till luftspalt var återigen en av de praktiska skillnaderna mellan Webers och skribentens lösningar. Eftersom det inte fanns fri luft under det ställe var fasadsystemet avslutades måste man lämna öppningen för luftströmmen mellan dropplisten och rappningen. Att stryka vattenisolering på vindskyddskiva i fönstrets smyggar var också något som Weber inte hade planerat. Orsaken till att applicera vattenisoleringen i smygarna var att hindra all möjlig fukt från att ta sig in i konstruktionen via fönsteranslutningarna. Detta gäller för de kommande fönsteranslutningarna också.

## 4.4 Detaljlösning för fönstrets undre kant

### 4.4.1 Webers lösning

I figur 14 visas Webers lösning för anslutningen av fasadsystemet till fönstrets undre kant. De vågräta reglarna samt isoleringen avslutas med monteringen av två vinkelplåtar ca 25 mm under fönsteröppningens undre kant. Vindskyddsskivan monteras upp till samma nivå som vinkelprofilerna, hattprofilens samt rappningsskivans övre kant lämnas en bit under vindskyddsskivans nivå. Detta betyder att konstruktion trappar ner två steg från stommen utåt. (SerpoVent-levyrappaus, 2013, s. 18.)



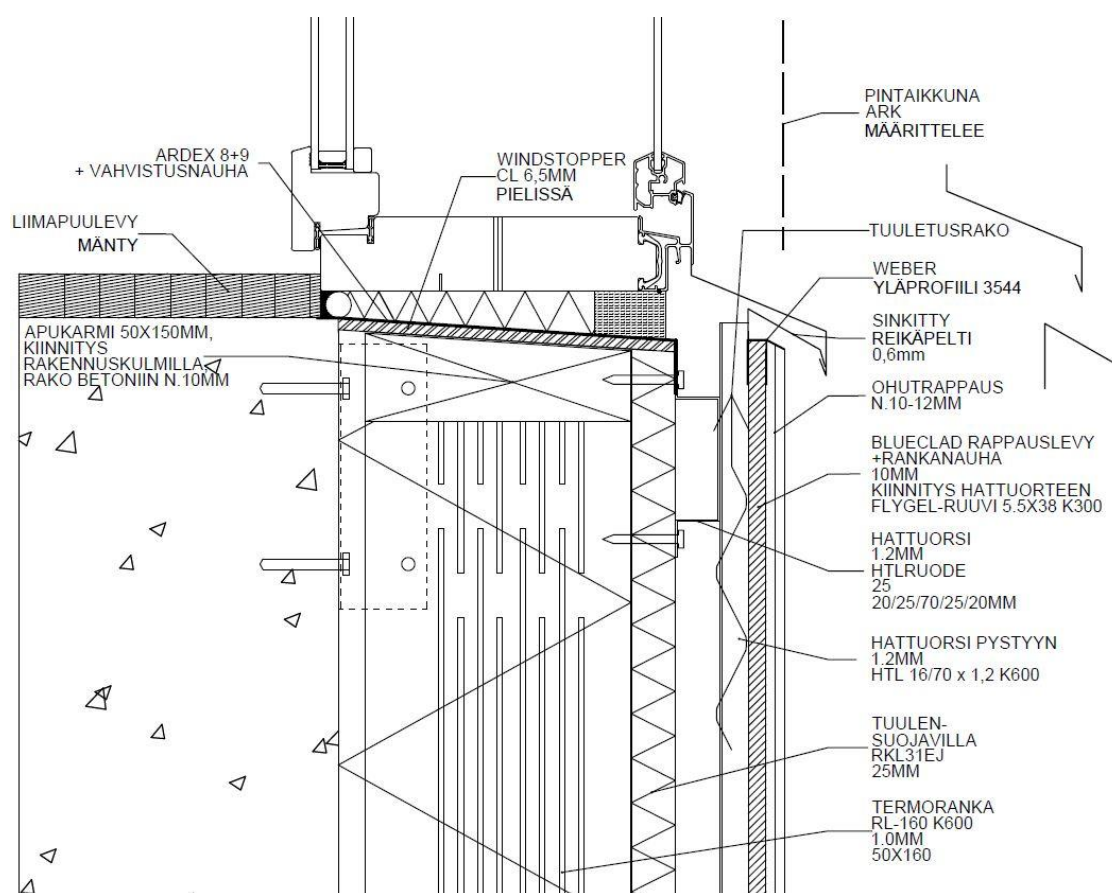
Figur 14. Lodrät skärning av Webers lösning för anslutning av fasadsystem till fönstrets undre kant. (SerpoVent-levyrappaus, 2013, s. 18.)

En luftningsprofil, weber 3614 Tuuletusprofiili, fästs mellan vindskyddsskivan och rappningsskivan. Profilen har hål som släpper luftströmmen igenom men ändå hindrar skräp

och smådjur från att tränga in i luftspalten. På rappningsskivans övre kant fästs en profil planerad för avslutning av rappningen, weber 3544 Yläprofili. Denna profil ger både stöd för rappningens avslut samt ger avslutningen ett snyggt resultat. En droplist fästs i fönsterkarmen som löper, i sluttande riktning 1:2.5, ut över rappningsytan med ett överhäng på 30-50 mm förbi rappningen. Droplistens utåtriktade kant bockas nedåt med ett häng på 30 mm. (SerpoVent-levyrappaus, 2013, s. 18.)

#### 4.4.2 Skribentens lösning

I figur 15 visas skribentens lösning för anslutningen av fasadsystemet till fönstrets undre kant. Termoreglarna och värmeisoleringen löpte upp emot träramen, vindskyddsisoleringen monterades upp till samma nivå som träramens kant. Ovanpå träramen skruvades vindskyddskivan fast i en slutande riktning utåt. Vattenisoleringen samt förstärkningsremsan applicerades på vindskyddskivan, 10 mm in på betongen och ca 30 mm ovanpå vindskyddsisoleringen. Orsaken till denna lösning var att man ville förhindra all fukt från att kunna tränga in i fasadsystemets konstruktion via fönsteranslutningen.



Figur 15. Lodrät skärning av detaljlösningen för anslutning av fasadsystem till fönstrets undre kant. Här är öppningen till luftspalten mycket lik Webers lösning.

De liggande samt de stående hattprofilerna monterades som följande och mellan de stående hattprofilerna och rappningsskivorna monterades en hålplåtsprofil. Hålplåtsprofilen tillät luftströmmen att komma ut ur luftspalten och hindrade till lika smådjur och skräp från att tränga in. På rappningsskivans övre kant fästs profilen som är planerad för avslutning av rappningen, weber 3544 Yläprofiili.

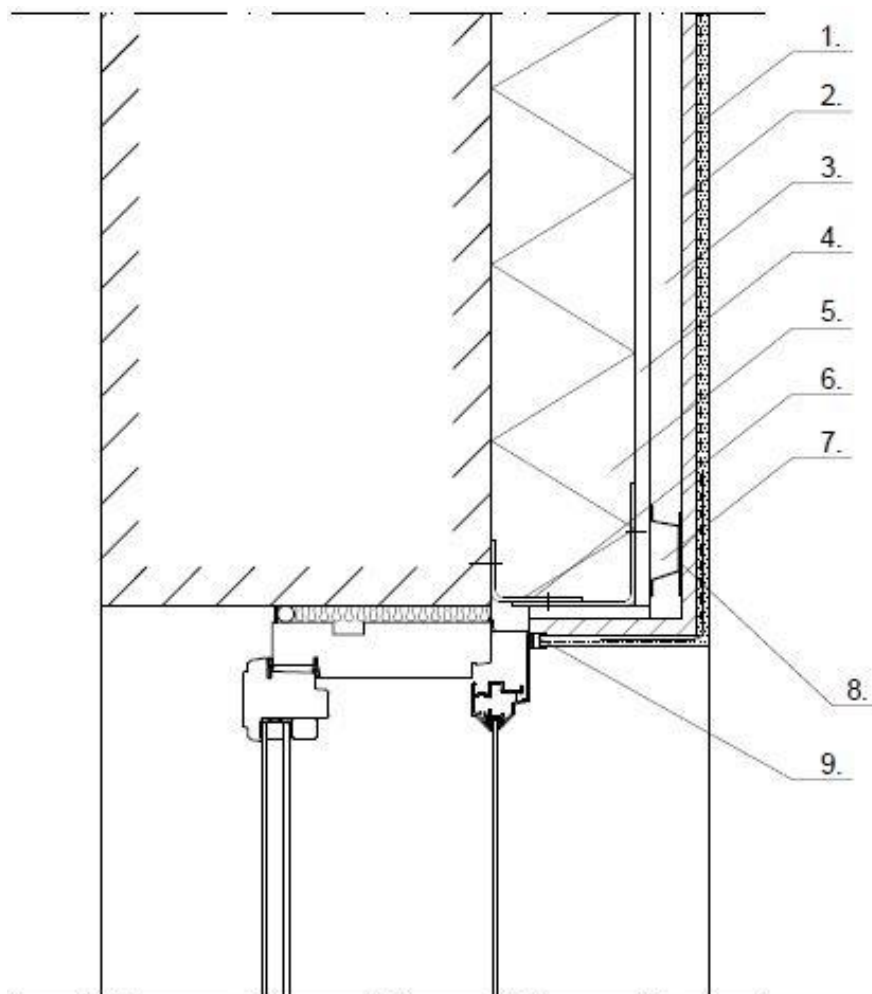
Skillnaden mellan Webers och skribentens lösning för anslutningen av fasadsystemet till fönstrets undre kant är den att i skribentens lösning är fönstret placerat mycket längre ut i konstruktionen. Detta är också fallet för alla andra detaljlösningar kring fönster men i denna lösning är det den största enskilda skillnaden. Förutom den är lösningarna praktiskt sett lika om man bortser från vattenisoleringen i skribentens lösning.



## 4.5 Detaljlösning för fönstrets sidor

### 4.5.1 Webers lösning

I figur ser man hur Weber har planerat anslutningen mellan fasadsystemet och fönstrets sidor. Två L-formade profiler fungerar som avslut för isoleringen och som fästunderlag för vindskyddsskivan. Vindskyddsskivan rundar hörnet och avslutas i linje med fönsterkarmen. Rappningsskivan fästs i hattprofilen och som vindskyddsskivan rundar den hörnet och avslutas i linje med fönsterkarmen. (SerpoVent-levyrappaus, 2013, s. 19.)



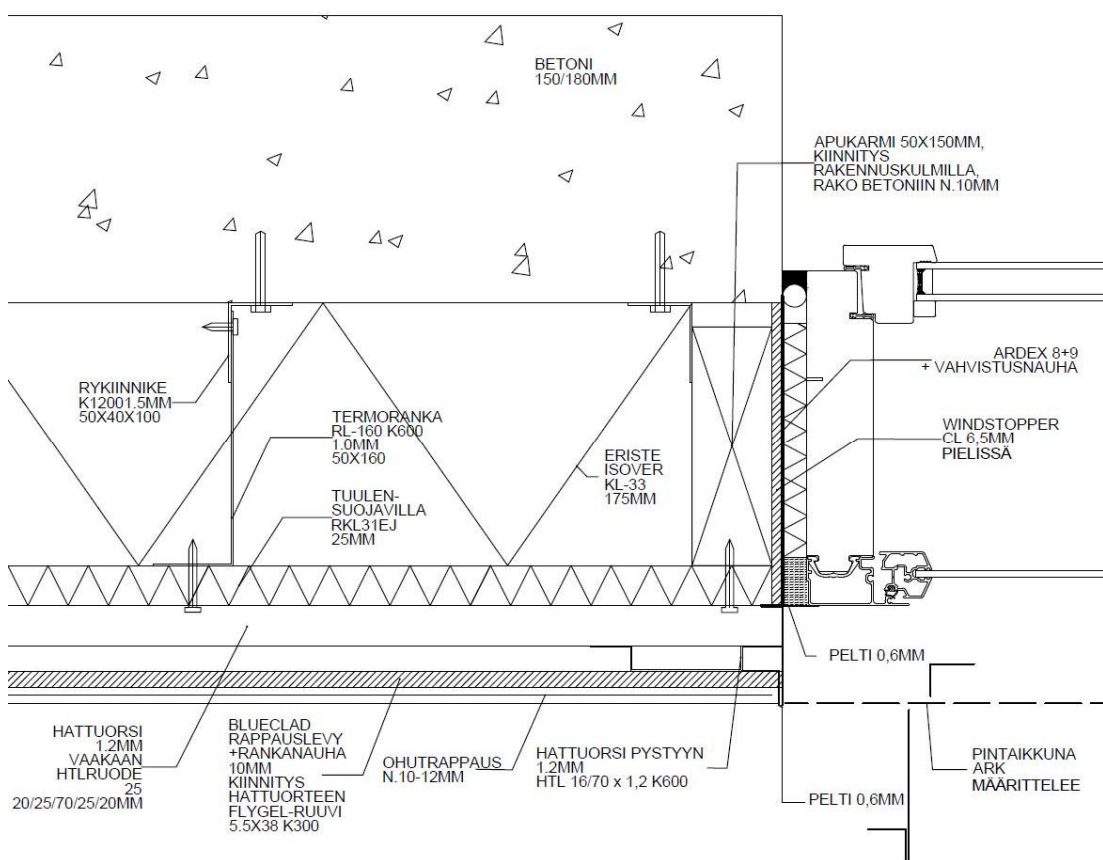
1. Kaksoiskerrosrappaus
2. BluClad-julkisivulevy 10 mm
3. Tuuletusväli 20 mm
4. Kosteudenkestävä tuulensuojalevy esim. GTS 9 tai H GHS 9 Storm
5. Säädettävä teräsranka + lämmöneriste
6. L-profiilit 80x80 sekä 40x60 L=150
7. Hattulista H2070
8. weber Rankanauha
9. weber 3721 Ikkunaprofiili V 9 mm

Figur 16. Vågrät skärning av Webers lösning för anslutning av fasadsystem till fönstrets sidor. Rappningen rundar hörnet och smygen rappas ända fram till fönsterkarmen. (SerpoVent-levyrappaus, 2013, s. 19.)

Mellan fönsterkarmen och rappningsskivan monteras en fönsterprofil ur Webers sortiment, profilen heter weber 3721 Ikkunaprofiili V 9 mm. Denna profil tätar fogen mellan fönsterkarmen och fasadsystemet samt ger ett snyggt avslut för rappningen. Rappningen appliceras ända fram till tätningsprofilen och fönsterkarmen. (SerpoVent-levyrappaus, 2013, s. 19.)

#### 4.5.2 Skribentens lösning

Värmeisoleringen monterades emot träramen och vindskyddsisoleringen monterades ovanpå träramen. Ovanpå träramen fästes vindskyddskiva och den täcktes med vattenisolering och förstärkningsremsan. Vattenisoleringen och förstärkningsremsan applicerades också 10 mm in på betongen i fönsteröppningen samt runt vindskyddskivans hörn och ca 30 mm in på vindskyddsisoleringen. De liggande och de stående hattprofilerna monterades som följande. På den stående hattprofilen närmast fönsteröppningen monterades en plåtprofil, plåtprofilen fungerade som ett avslut för både rappningsskivan och rappningen. Dessutom gav plåtprofilen, som visas i figur 17, ett stöd för avslutningen av rappningen.



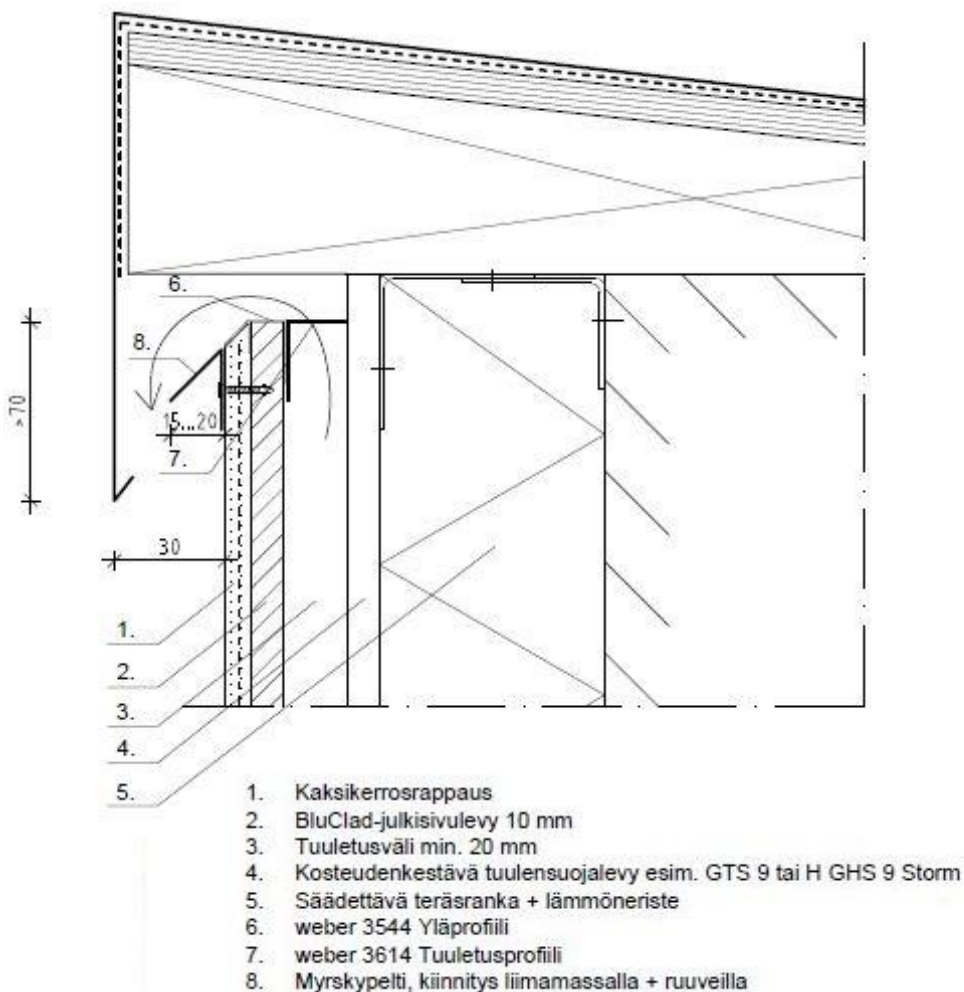
Figur 17. Vågrät skärning av detaljlösningen för anslutning av fasadsystemet till fönstrets sidor. Konstruktionen avslutas dels emot fönsterkarmen men också emot en plåtprofil.

Eftersom smygen vid fönstrets sida blev aningen dold av det dekorativa fönsterglasets, kunde vi använda oss av en plåtprofil i smygen. Denna profil fungerade som många olika saker på samma gång. Den gav smygen ett snyggt samt sansat utseende och samtidigt fungerade den som ett stöd för avslutningen av både rappningsskivan och rappningen. En mindre plåtprofil monterades ovanpå på tätningen mellan fönsterkarm och fasadsystem.

## 4.6 Detaljlösning för fasadsystemets övre kant

### 4.6.1 Webers lösning

Värmeisoleringen och de vågräta reglarna avslutas mot takfotens undertak, detta kan man se i figur 18. Vindskyddsskivan löper ännu upp mot takfoten men profilen med lufthål som monteras i den lämnas ca 20 mm nedanför takfoten. (SerpoVent-levyrappaus, 2013, s. 22.) Detta görs för att luften skall ha rum att strömma ut ur luftspalten.

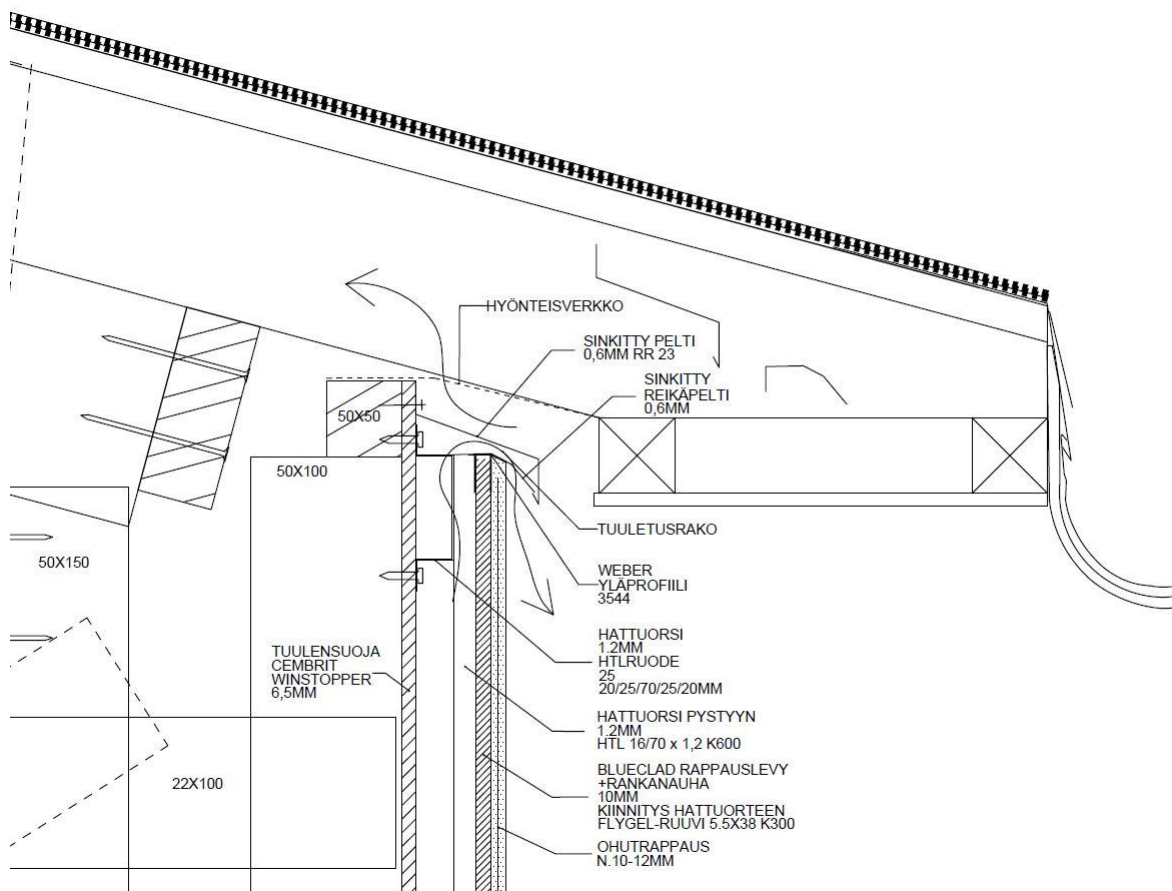


Figur 18. Lodrät skärning av Webers detaljlösning för anslutningen av fasadsystemets övre kant kant till undertak. (SerpoVent-levyrappaus, 2013, s. 22.)

På rappningsskivans övre kant fästs profilen som är planerad för avslutning av rappningen och efter att rappningen har utförts fästs en stormplåt med lim och skruvar i rappningens övre kant. Stormplåtens uppgift är att hindra vatten från att tränga in i konstruktionen. En plåtprofil fästs i takfotens yttre kant, denna plåt bör löpa, i nedåtgående riktning, minst 70 mm förbi rappningsskivans övre kant. Denna plåt monteras på 30 mm avstånd från rappningsytan. (SerpoVent-levyrappaus, 2013, s. 22.)

#### 4.6.2 Skribentens lösning

Man hade ett vindsutrymme, byggt av träverk, ovanpå betongstommen vid Storby allaktivitetshus. Detta betydde att man måste hitta på en annan typ av lösning än vad som tillämpats för fasadsystemet med betongstomme. Webers lösning kunde heller inte tillämpas här p.g.a. vindsutrymmet samt det faktum att takfotens är byggd på olika sätt. Som man kan se i figur 19, monterades en ny stomme för fasadsystemet med 50x100 mm plankor. Dessa monterades ovanpå betongstommen och stöddes med bräder till takstommen.



Figur 19. Lodrät skärning av detaljlösningen för anslutning av fasadsystemets övre kant till takfoten. Plåtprofilen ovanför fasadsystemets konstruktion fungerar som stormplåt och skyddar konstruktionen från regnvatten.

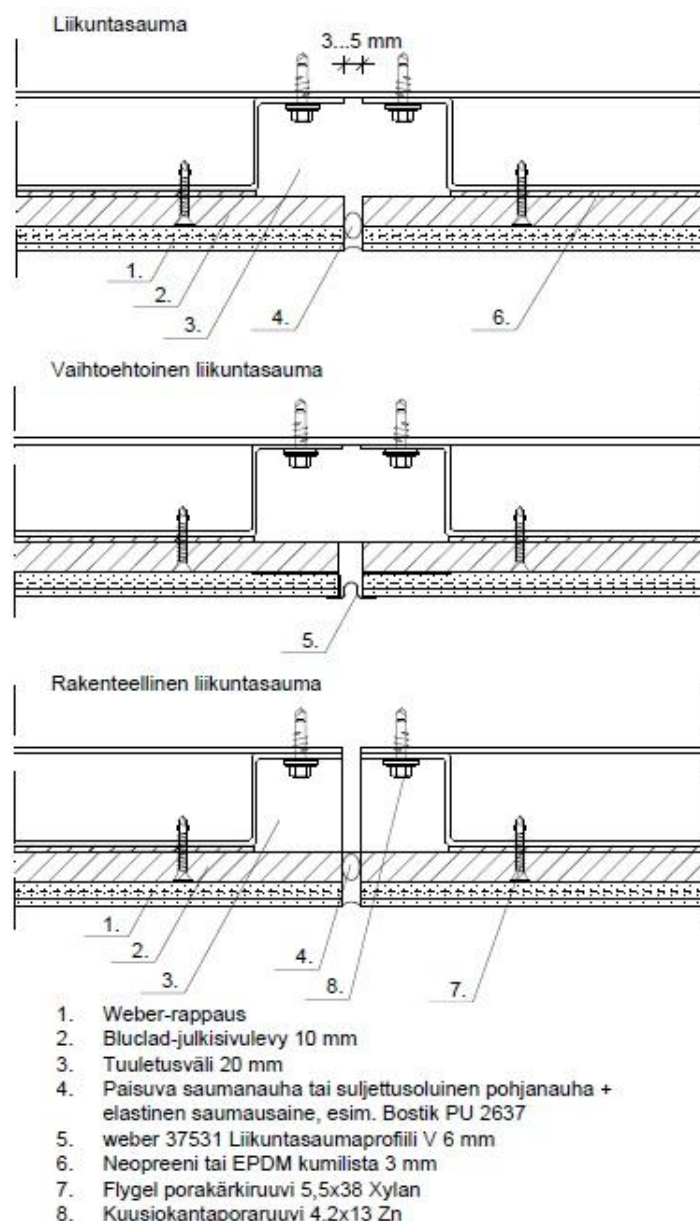
Ovanpå trästommen, under takbjälklagen, monterades en träregel med måtten 50x50 mm. Ovanpå regeln monterades ett insektsnät som löpte längs med takbjälklaget under undertakskonstruktionen. Nätets funktion var att hindra smådjur och -kryp från att tränga in i vindsutrymmet men samtidigt tillåta luften att cirkulera. Vindskyddskivan, Cembrit Windstopper CL 6.5mm monterades på trästommen och den löpte allt upp mot insektsnätet. Anslutningen till fasadsystemet som var byggt på betongstommen utfördes så att vindskyddskivans yttre yta kom i samma linje med vindskyddsisoleringens yttre yta.

De liggande samt de stående hattprofilerna monterades som följande. Vid montering av rappningsskivorna applicerades profilen för rappningens avslut, weber 3544, på rappningsskivans övre kant. Ovanpå denna profil monterades en hålplåtprofil vars funktion var att hindra smådjur och skräp från att tränga in i luftspalten men samtidigt tillåta luften att cirkulera. En plåtprofil monterades i den översta träregeln för att ge anslutningen ett snyggt avslut samt för att fungera som stormplåt.

## 4.7 Detaljlösning för fasadsystemets rörelsefog

### 4.7.1 Webers lösning

I figur 20 visas tre alternativ för lösningen av fasadsystemets rörelsefog. Rörelsefogen högst upp i figuren är planerad på så sätt att de vågrätt löpande reglarna inte bryts vid rörelsefogen. På båda sidorna om rörelsefogen fästs hattprofilerna med ett mellanrum på 3...5 mm. Mellan rappningsskivorna lämnas ett lika stort mellanrum, 3...5 mm, och mellan skivorna placerar man in ett utvidgande fog-band eller ett bottenband med slutna celler. Rappningen appliceras på rappningsskivorna och mellan rappningen appliceras ett elastiskt fog-material, exempelvis Bostik PU 2637. (SerpoVent-levyrappaus, 2013, s. 24.)



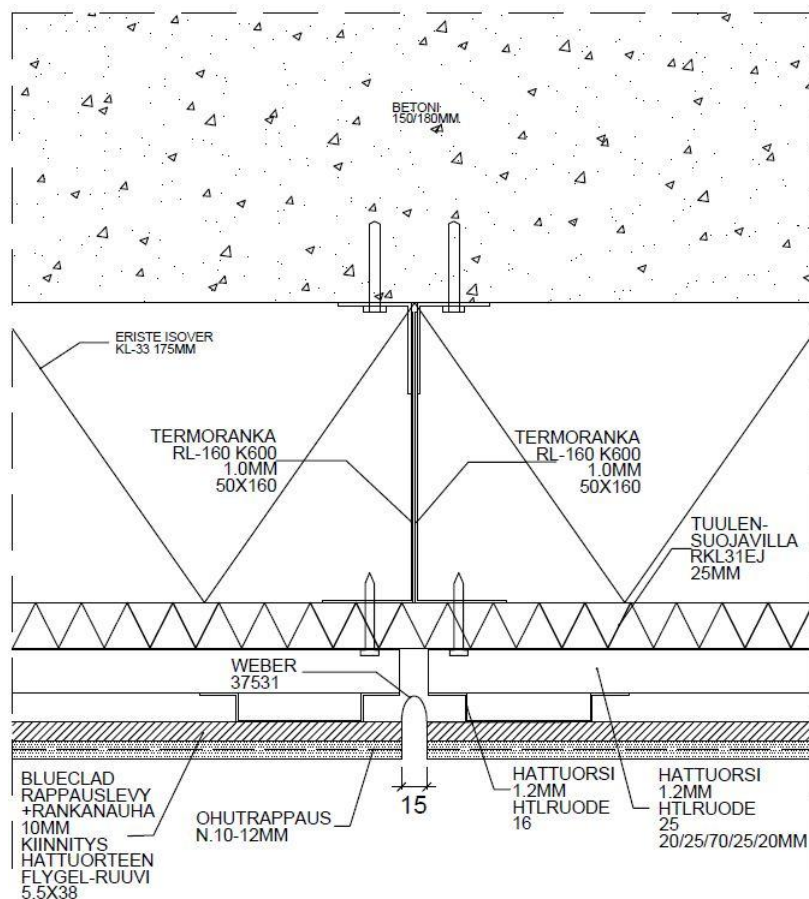
Figur 20. Vågräta skärningar av Webers olika alternativ för lösning av fasadsystemets rörelsefog. (SerpoVent-levyrappaus, 2013, s. 24.)

Det andra alternativet för rörelsefogen, den bild i mitten av figur 16, är delvist planerad på samma sätt som tidigare nämnda alternativ. De vågräta reglarna bryts inte vid rörelsefogen och hattprofilerna monteras på var sida av rörelsefogen med ett mellanrum på 3...5 mm. Mellan rappningsskivorna lämnas ett lika brett mellanrum, 3...5 mm, och en profil ämnad för rörelsefogar ur Webers sortiment, weber 37531 Liikuntasaumaprofiili V 6 mm, monteras på skivorna över fogen. Rappningen appliceras på skivorna och avslutas mot profilen för rörelsefogen. (SerpoVent-levyrappaus, 2013, s. 24.)

Det tredje alternativet, den bild som är lägst i figur 16, som Weber har planerat är bruten upp allt från stommen. Mellan de vågräta reglarna, hattprofilerna och rappningsskivorna har man lämnat ett mellanrum på 3...5 mm. Mellan rappningsskivorna placerar man in ett utvidgande fog-band eller ett bottenband med slutna celler. Rappningen appliceras på rappningsskivorna och mellan rappningen appliceras ett elastiskt fog-material. (SerpoVent-levyrappaus, 2013, s. 24.)

#### 4.7.2 Skribentens lösning

I stommen fästes två vinklar, på varsin sida om rörelsefogen, och i dessa fästes två termoreglar, detta kan man se i figur 21. Detta gjordes för att få stöd för de resterande delarna av konstruktionen åt bägge sidorna sett från rörelsefogen. Vindskyddsisoleringen fästes i termoreglarna och isolerings skivorna fick löpa över rörelsefogen.



Figur 21. Vågrät skärning av detaljlösningen för fasadsystemets rörelsefog. Konstruktionen bryts efter vindskyddsisoleringen och rörelsefogens bredd är 15 mm.

Konstruktionen bryts upp vid de liggande hattprofilerna, här lämnas ett mellanrum på 15 mm mellan hattprofilerna. De stående hattprofilerna monterades så att mellanrummet mellan flänsarna var 15 mm, detta gjordes för att få ett gott stöd för rappningsskivorna på båda sidorna om rörelsefogen. Mellan rappningsskivorna lämnades också samma mellanrum, 15 mm, och i samband med rappningen fästes profilen ämnad för rörelsefogar ur Webers sortiment, weber 37531 Liikuntasaumaprofiili V 6 mm.

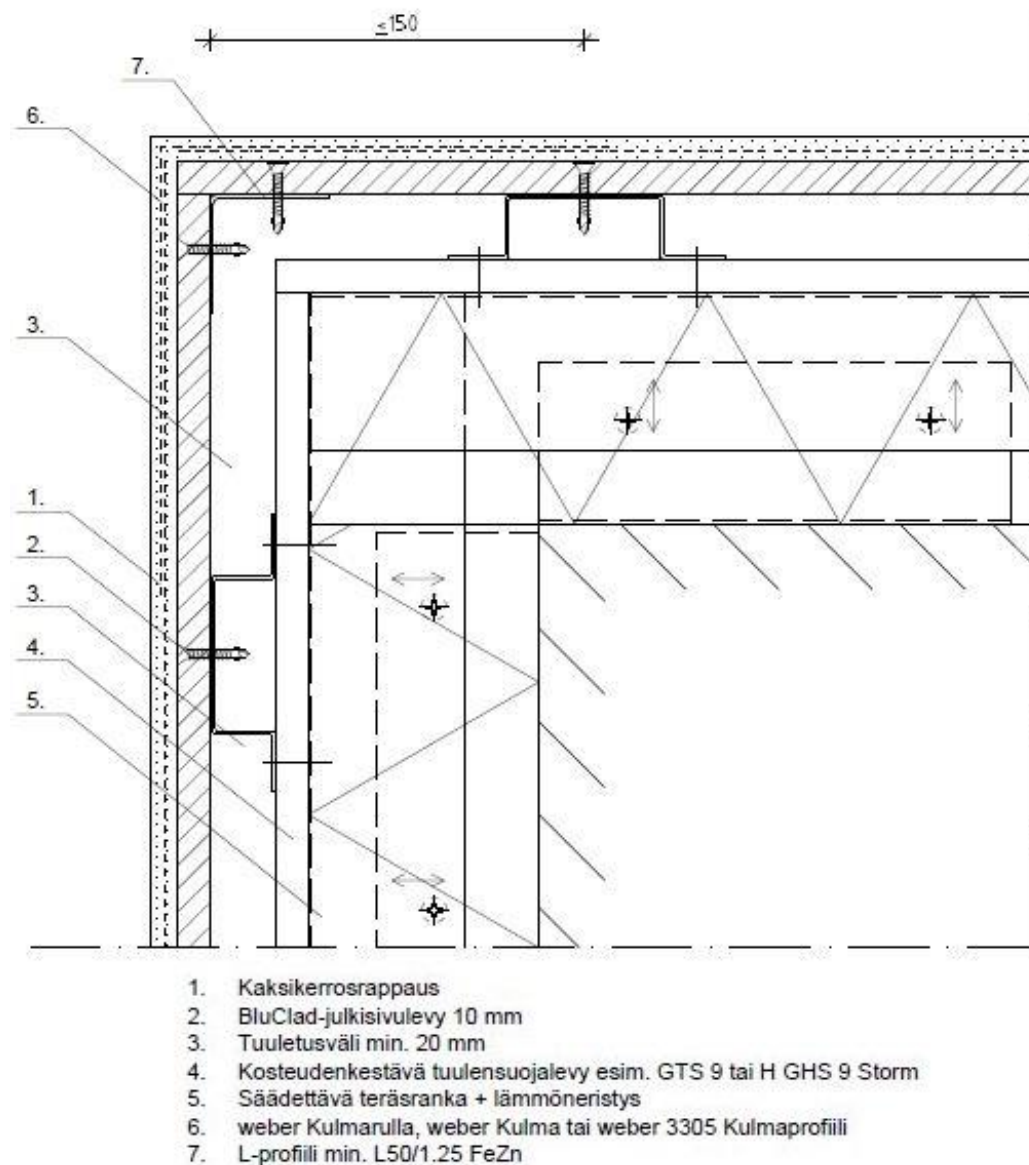
I Webers modell lämnades bara 3-5 mm rum mellan rappningsskivorna. Detta visade sig vara alldeles för litet, med ett mellanrum på 3-5 mm kunde profilen för rörelsefogar inte monterats mellan rappningsskivorna. Ett mellanrum på 15 mm mellan rappningsskivorna ansågs vara tillräcklig efter test med 5, 10 och 15 mm.



## 4.8 Detaljlösning för fasadsystemets ytterhörn

### 4.8.1 Webers lösning

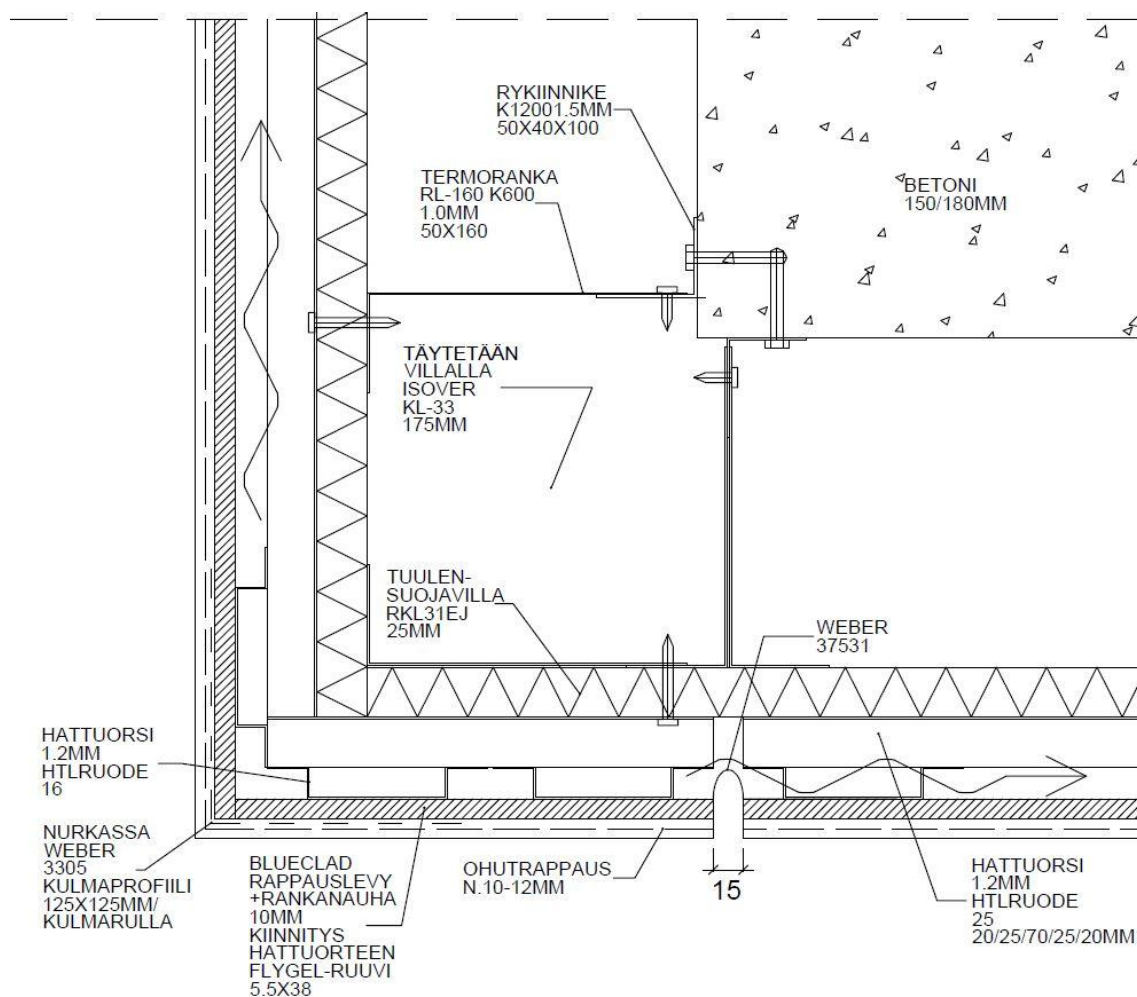
Figur 22 visar Webers lösning för hur man kan göra anslutningen av fasadsystemet i ytterhörn. De justerbara reglarna monteras på så sätt att de möts i ytterhörnet, likadant monterar man också vindskyddskivorna. Med justerbara regler menas att reglarnas avstånd till stommen kan justeras. Hattprofilerna monteras så att avståndet från rappningsskivornas fogs innerhörn är minst 150 mm. En L-profil fästs på insidan av rappningsskivornas hörn för att förstärka hörnet. I hörnet, ovanpå rappningsskivorna, fäster man i samband med rappningen ett förstärkningsnät eller -profil ur Webers sortiment. (SerpoVent-levyrappaus, 2013, s. 26.)



Figur 22. Vågrät skärning av Webers lösning för anslutningen av fasadsystemet i byggnadens ytterhörn. (SerpoVent-levyrappaus, 2013, s. 26.)

#### 4.8.2 Skribentens lösning

Vinklar och termoreglar monterades på båda sidorna kring stommens ytterhörn. Eftersom det var mycket vanligt att en rörelsefog byggdes i ytterhörnen monterades ytterligare en termoregel där rörelsefogen skulle placeras. Detta gjordes för att ge stöd för de kommande konstruktionsdelarna åt båda hållen från rörelsefogen. I figur 23 ser man hur ännu en termoregel monterats på insidan av vindskyddsisoleringen i ytterhörnet av konstruktionen för att förstyyva hörnet.



Figur 236. Vågrät skärning av detaljlösningen för anslutning av fasadsystemets ytterhörn. Det var mycket vanligt att rörelsefogar blev placerade i byggnaders ytterhörn, därför förstyyvades ytterhörnen med flera stående hattprofiler.

Vindskyddsisoleringen monterades kring ytterhörnet ovanpå termoreglarna. De liggande hattprofilerna fick mötas i ytterhörnet och vid rörelsefogen gällde samma principer som i 4.7.2 Skribentens lösning för fasadsystemets rörelsefogar. De stående hattprofilerna monterades så nära ytterhörnet som möjligt för att stöda ge förstärkning. Rappningsskivorna möttes i ytterhörnet och i samband med rappningen fästes en förstärkningsprofil, weber 3305 Kulmaprofiili, i ytterhörnet.

## 5 UTFÖRANDET AV ARBETSMANUALEN

I detta kapitel förklaras arbetsmetoderna för framtagandet av arbetsmanualen, arbetstidsåtgången samt detaljlösningarna. Bakgrund samt orsaker till framtagandet av dessa presenteras också i detta kapitel. Problem som uppstått under processen av dessa tidigare nämnda arbeten genomgås samt analyseras för att kunna undvika dem i framtiden. Uppdelningen av detta kapitel är sådan att de olika arbetsmomenten tas upp i kronologisk ordning, d.v.s. i den ordning arbeten utfördes.

### 5.1 Detaljlösningarna

Detaljlösningarna för fasadsystemet SerpoVent som skulle implementeras vid Storby allaktivitetshus var gjorda vid tidpunkten då detta examensarbets skribent anlände till byggplatsen. Det visade sig ändå att dessa detaljlösningar inte kunde användas eftersom ändringar i konstruktionen måste ske p.g.a. ytterligare krav av byggprojektets beställare, Karleby stad, samt dennes konsult, IdeaStructura. Detta ledde till långa diskussioner och möten samt mycket bollande med idéer och alternativa lösningar. Slutligen fann man en lösning för konstruktionen som godkändes av samtliga parter.

De två största orsakerna till problemen som behövde lösas var luftspaltens funktionsduglighet samt att nivån för ytterväggens yta skulle vara i linje med sockelns yta. De första upplagorna av konstruktionens uppbyggnad samt detaljlösningarna var planerade så att ytterväggens rappningsyta kom i samma linje som sockelns yta. Detta var enligt arkitektbyråns, Arkitehtitoimisto Perko Oy, planering och krav. Fasadsystemets konstruktion var planerad med värmeisoleringen Isover KL33 175 mm, vindskyddsisoleringen Isover RKL31 EJ 25 mm, liggande hattprofiler 25 mm, rappningsskivan BluClad 10 mm samt tunnfogsrappning 10 mm. Detta gav konstruktionen en total tjocklek på 245 mm, i samma linje som sockelns yttre yta.

I de första upplagorna av konstruktionens lösning hade man alltså en luftspalt på 25 mm som inte var enhetlig. Hattprofilerna var producerade med luftningshål och det var tänkt att detta skulle räcka till för luftspalten. Beställarens konsult godkände ändå inte detta och påpekade att detta inte är en tillräcklig luftspalt och att korsskålning måste utföras. För korsskålningen valdes 16 mm höga hattprofiler. Detta ledde till att fasadsystemets yta skulle sträcka sig 16 mm förbi sockelns yta vilket arkitektbyrån inte godkände. Slutliga lösningen blev att pressa

ihop värmeisoleringen från 175 mm till 165 mm med hjälp av de justerbara termoreglarna så att luftspaltens tillräcklighet godkändes av konsulten samt att fasadsystemets estetik godkändes av arkitektbyrån.

Då den slutliga konstruktionen för fasadsystemet hade godkänts fick detta examensarbets skribent i uppgift att planera och rita om detaljlösningarna för konstruktionen samt för alla anslutningar till olika byggnadsdelar. Alla ritningar och lösningar planerades och ritades med programmet AutoCAD. Förutom de detaljlösningar som har presenterats tidigare i detta examensarbete planerades lösningar för fasadsystemets anslutningar till glasväggars aluminiumprofiler och till friskluftskammarnas spjälgaller. Alla lösningar lämnades in för godkännande till byggets granskare, Insinööriöimisto Martti Pihlajanmaa Oy, som var anlitate av byggprojektets beställare.

Problemen gällande konstruktionen samt dess detaljlösningar berodde till största del på att det inte fanns erfarenhet gällande detta fasadsystem samt p.g.a. att beslutstagandet dröjde så länge. För att kunna undvika dessa problem i framtiden bör planeringen samt valet av den slutliga konstruktionslösningen göras i ett tidigare skede.

## 5.2 Arbetstidsåtgången

Fasadsystemet, SerpoVent med metallstomme, som skulle implementeras vid byggprojektet Storby allaktivitetshus var ett nytt system för alla involverade vilket ledde till besvär när det gällde kostnadsberäkningen samt tidsplaneringen. Det var skribentens uppgift att koordinera arbetet, köpa in material samt göra tidsplanering för utförandet av fasadsystemet.

Eftersom detta byggprojekt innefattade sammanlagt ca 5500 m<sup>2</sup> ytterväggsytor betydde det att en stor mängd arbetskraft behövdes för detta arbetsmoment. Arbetsgrupperna bestod av två byggarbetare och en grupp skötte fasadsystemet för en väggyta i gången från början till slut (tills rappningsskivorna var monterade, en skild underleverantör skötte rappningen). Sammanlagt arbetade fem olika grupper med monteringen av fasadsystemet.

Insamlingen av data för framtagandet av arbetstidsåtgången utfördes av detta examensarbets skribent i samarbete med byggarbetarna. Tiden för konstruktionens varje arbetsmoment registrerades och delades med väggytan. I tabell 1 kan man se ett exempel på hur framtagandet av arbetstidsåtgången skedde. Arbetstimmarna är totala mängden arbetstid

som har blivit lagt på det gällande arbetsmomentet, d.v.s. om två byggarbetare jobbar med montering av vinklar i två fulla arbetsdagar är totala mängden arbetstimmar  $2 \times 2 \times 8h = 32$  timmar (2 byggarbetare  $\times$  2 arbetsdagar  $\times$  8 timmar). Mängden arbetstimmar delades med väggytan som arbetet hade utförts på och då fick man ut arbetstidsåtgången. Arbetstidsåtgången för hela konstruktionen fick man genom att addera arbetstidsåtgången för alla arbetsmomenten eller genom att dela totala mängden arbetstimmar med väggytan.

Totalt samlades data in från utförandet av 14 hela väggytor samt vissa arbetsmoment från ytterligare två väggytor. De hela väggytornas storlekar varierade mellan  $112 \text{ m}^2$  och  $380 \text{ m}^2$ , medeltalet för de hela väggytorna var  $220 \text{ m}^2$ . Eftersom monteringen av vinklarna, termoreglarna, värmeisoleringen och vindskyddsisoleringen inte utfördes på den del av väggytan där vindsutrymmet fanns bakom fasadsystemet, är ytorna för dessa arbeten mindre. Dessa ytors, d.v.s. betongstommens andel av väggytan, storlekar varierade mellan  $83 \text{ m}^2$  och  $238 \text{ m}^2$ , medeltalet för dessa väggytor var  $161 \text{ m}^2$ .

*Tabell 1. Framtagande av arbetsåtgången för utförandet av fasadsystemet på en väggyta. (Värden som presenteras i tabellen är påhittade, denna tabell är endast principiell)*

<b>Grupp 1</b>		
Betongstommens andel av väggytan	152 m <sup>2</sup>	
Totala väggytan	210 m <sup>2</sup>	
<b>Arbetsmoment</b>	<b>Arbetstimmar [tth]</b>	<b>Arbetstidsåtgång [tth/m<sup>2</sup>]</b>
Montering av vinklar i stomme	30	0,197
Montering av termoreglar	42	0,276
Applicering av värmeisolering	16	0,105
Montering av vindskyddsisolering	20	0,132
Montering av liggande hattprofiler	26	0,124
Montering av stående hattprofiler	32	0,152
Montering av rappningsskivor	46	0,219
<b>Totala arbetstidsåtgången</b>	<b>1,205 tth/m<sup>2</sup></b>	

Till arbetstimmarna inkluderades bara den tid som gick åt till dessa specifika arbetsmoment. Flyttandet av lyfthissar, städning, skyddande av vägg och material samt extra arbete kring exempelvis fönster och dörrar är inte beaktade i utredningen av arbetstidsåtgången och de bör man ytterligare ta i beaktande vid tidsplaneringen. Den slutliga arbetstidsåtgången samt beräkningarna har överlåtits åt beställaren av detta examensarbete.

### 5.3 Arbetsmanualen

Eftersom SerpoVent var ett nytt system för alla på byggsplatsen, uppkom många olika typer av både mindre och större problem. Ett av de större problemen var tidsplaneringen eftersom det inte fanns kännedom om hur länge en del av arbetsmomenten skulle räcka. Samtidigt gällde det för arbetsgrupperna att bli vana med detta nya fasadsystem och hur dess lösningar skulle implementeras. Tidsplaneringen led också av strikta regler gällande skyddandet av väggkonstruktionen. Väggen skulle skyddas från all direkt kontakt med regnvatten. Detta utfördes enligt figur 24, man byggde ett tillfälligt längre utskift över väggen och i den fäste man presenningar av modell Monarflex Multicover som skulle täcka hela väggen på både bredd och höjd.



*Figur 24. Skivrapningssystemets väderskydd under byggtiden. De förlängda utskiften syns på bilden liksom Monarflex Multicover presenningarna.*

Applicerandet av vattenisolering, Ardex 8+9, i varje fönster- och dörröppning var också tidskrävande. Orsaken till detta var att det fanns så lite arbetskraft att tillgå till denna arbetsuppgift. Dessutom var det en tvåkomponents vattenisolering, vilket betydde att det var

små mängder som kunde blandas ihop åt gången och i varje öppning skulle vattenisoleringen appliceras i två lager med förstärkningsremsan, Ardex SK12, emellan.

Rörelsefogen blev också en problemrik historia och orsaken till detta var återigen brist på erfarenhet samt på arbetsinstruktioner. Till en början lämnades 5 mm rum mellan rappningsskivorna eftersom detta var enligt Webers instruktioner. (SerpoVent-levyrappaus, 2013, s. 24.) Underentreprenören, en erfaren ytbehandlings- och rappningsföretag, såg genast i början av deras jobb att 5 mm mellanrum för rörelsefogen inte kommer att räcka till. Rörelsefogen utvidgades till 10 mm, på begäran av underentreprenören, men detta visade sig också vara för lite. Slutligen blev måttet mellan rappningsskivorna, som användes och som ansågs vara den mest lämpliga för att få en snygg och funktionell rörelsefog, 15 mm.

Arbetsmanualen för SerpoVent skivrappling med metallstomme, bilaga 1, togs fram för att kunna undvika tidigare nämnda typer av problem. Arbetsmanualen är baserad på hur fasadsystemets konstruktion samt problem löstes vid byggprojektet Storby allaktivitetshus. Resultatet för den tidigare nämnda arbetsidsåtgången är inkluderad i denna arbetsmanual som är ämnad för arbetsledningen på Wasacon Kokkola Oy.

## 6 SLUTDISKUSSION

Syftet med detta examensarbete var att skapa en täckande helhet över ventilerande rappningssystem. I arbetet fördjupar man sig i två olika skivrappningssystem. Den ena lösningen är Webers modellösning för skivrappningssystemet SerpoVent och den andra är skribentens implementering av det systemet vid Storby allaktivitetshus. Detaljlösningarna i examensarbetet ger en bild av hur fasadsystemen ser ut samt hur man utför dem. Detaljlösningarna visar också på vilka sätt Weber samt skribenten har löst anslutningars byggtkniska egenskaper, såsom luftspaltens funktionalitet.

Konstruktionen av SerpoVent skivrappningssystem, vid Storby allaktivitetshus, startade i maj 2014. Fram till oktober 2014 samlade skribenten information för att kunna göra en arbetsmanual samt för att räkna ut arbetstidsåtgången. Eftersom fasadsystemen vid Storby allaktivitetshus blev klara i december 2014 och arbetsmanualen blev klar år 2015 har man ännu inte kunnat använda den vid något projekt. Eftersom uppdragsgivaren är ett tvåspråkigt företag, gjordes arbetsmanualen på finska så att alla på företaget skulle kunna använda sig av den.

Som huvudkällor användes böcker utgivna av Suomen Betoniyhdistys r.y., men jag försökte också ta in andra källor till stöd. Den del av examensarbetet som tog mest tid var framtagandet av detaljlösningarna men det var också denna del som gav mig mest lärdom. Efter att ha planerat och ritat flera anslutningsritningar om och om igen, p.g.a. ändringarna i konstruktionen, blev jag mycket bättre på att använda programmet AutoCAD av Autodesk.



## KÄLLFÖRTECKNING

BY 46 Rappauskirja 2005. Suomen Betoniyhdistys r.y.

BY 57 eriste- ja levyrappaus 2011. Suomen Betoniyhdistys r.y.

Fescon Oy:s hemsida. 2012. [Online] [www.fescon.fi/Download/22195/Permabase-4s-nettijulkaisu-20131.pdf](http://www.fescon.fi/Download/22195/Permabase-4s-nettijulkaisu-20131.pdf) [Hämtat: 1.12.2015]

Fescon Oy:s hemsida. (u.å.) [Online] <http://www.fescon.fi/ratkaisut/julkisivut-ja-parvekkeet/eristerappaukset/levyrappaus> [Hämtat: 1.12.2015]

Kaila, P. 1997. Talotohtori. WSOY – Kirjapainoyksikkö. Porvoo.

SerpoVent-levyrappaus. 2013. Saint-Gobain Weber Oy Ab., [Online] <http://www.e-weber.fi/index.php?id=4206> [Hämtat: 17.11.2015]

WasaCon Oy:s hemsida. (u.å.). [Online] [www.wasacon.fi](http://www.wasacon.fi) [Hämtat: 7.9.2015]

Weber Saint Gobains hemsida. 2015. a. [Online]

<http://www.e-weber.fi/julkisivut/tuotteet/tuulettuvat-rappausratkaisut.html> [Hämtat: 17.11.2015]

Weber Saint Gobains hemsida. 2015. b. [Online]

<http://www.e-weber.fi/julkisivut/tuotteet/serpovent-tuotteet/weber-bluclad-julkisivulevy.html> [Hämtat: 19.11.2015]



**Weber SerpoVent levyrappaus, metalliranka,  
betonialustalle**

Ohjekirja työnjohdolle



## 1. Yleiset selitykset

Tässä ohjeessa käsitellään Serpovent levyrappaus menetelmää betonialustalle, ohjetta voidaan myös soveltaa muille levyrappaus menetelmille. Tämä ohje perustuu kokemuksiin SerpoVent-levyrappausten töistä kohteessa Isokylän monitoimitalo vuonna 2014.

### 1.1. Käyttökohteet ja alusta

SerpoVent levyrappaus metallirangalla sopii niin uudis- kuin korjausrakentamisessa sekä pien- että kerrostaloissa. SerpoVent levyrappausten alustana voidaan käyttää mikä tahansa normaalia ulkoseinän materiaali. Alustan lujuus on oltava riittävä kestämään SerpoVent levyrappauksesta aiheutuvaa kuormitusta.

### 1.2. Työohjeet

#### 1.2.1. Tukirakenteen teko

Tukirakenteen ensimmäinen osa on L-kulma joka kiinnitetään kahdella betoniruuilla betonialustaan. Kulmien jaot ovat sivusuuntaan k 600 ja pystysuuntaan k 1200. Kulmiin kiinnitetään seuraavaksi lämpöranka jonka jako on k 600. Lämpörangan jatkon kohdalla jätetään liikkumisvaraa n. 5-10 mm eikä kahta lämpörankaa kiinnitetä samaan kulmaan. Lämpörangat kiinnitetään poraruuveilla ja rangan etäisyys betonialustasta määräytyy lämpöeristeen mukaan.

Ikkuna- ja oviaukkojen ympärille tehdään kehikko puusta, jonka ulkotaso tulee samaan pintaan lämpörankojen kanssa. Puukehikko kiinnitetään betonialustaan rakennuskulmilla ja kehikon ja betonin väliin jätetään 10 mm väliä estääkseen kosteuden kulkemisen betonista puuhun.

#### 1.2.2. Lämmöneristys ja tuulensuojavilla

Lämmöneristysvilla laitetaan lämpörankojen väliin tiukasti kiinni betoniin, varmistetaan että villa on kokonaan kiinni betonialustassa. Tuulensuojavilla asennetaan lämpörankojen päälle, tuulensuojalevyt kiinnitetään lämpörankoihin porakärkiruuveilla ja muovisilla naulauslevyillä. Tuulensuojalevyjen kaikki saumat eristetään Isover Vario/Facade KB 3 – saumausteipillä.



### 1.2.3. Hattulistat

Tuulensuojavillan päälle asennetaan hattulistoja vakaan jaolla k 600. Näiden päälle asennetaan toinen sarja hattulistoja pystyyn jaolla k 300 2,4 metrin korkeuteen asti ja sen jälkeen jaolla k 600. Tämä jäykistää seinää tarpeeksi kun kyseessä on isokokoinen seinä, 20 - 25 m pitkä ja 8 - 12 m korkea. Jos kyseessä on pienempi seinä, jäykistys voidaan suorittaa seinän nurkissa Weberin ohjeiden mukaan.

### 1.2.4. Rappauslevy ja rankanauha

Pystyyn asennetuille hattulistoille kiinnitetään itseliimautuvaa rankanauhaa. Sen jälkeen asennetaan Bluclad-rappauslevyt jotka kiinnitetään Weberin Flugel ruuveilla. Rappauslevyn tekstiilinen puoli asennetaan ulospäin, levyjen pystysaumamat tulee olla > 600 mm sivuun rakennuksen nurkista. Levyt limitetään jotta jatkuvaa pystysaumaa ei tulisi, eli joka "levyrivin" pystysaumaa limitetään > 300 mm. Ikkuna- ja oviaukkojen nurkkien kohdalla levysaumamat tulee olla nurkasta mitattuna > 300 mm.

Liikuntasaumaväli saa olla enintään 16 metriä, liikuntasauaman kohdalla jätetään 15 mm:n rako rappauslevyjen väliin. On varmistettava että liikuntasauama on suora ja ettei siinä ole porrastuksia jotka vaikeuttavat liikuntasaumaprofiilin asennusta rappauksen yhtedessä.

### 1.2.5. Aloitus- pääty ja ikkunaprofiilit

Tarvittavat muoviprofiilit asennetaan rappauslevyn asennuksen yhteydessä tai sen jälkeen.

weber 3512 Päätyprofiili

weber 3544 Yläprofiili

weber 6485 Aloitusprofiili

weber 37531 Liikuntasaumaprofiili

## 1.3. Työkoneet ja suojaus

Työhön tarvitaan mastolava, iskuporakone, ruuvinväännin sekä kulmahiomakone tai pyörösaha. BluClad rappauslevyn leikkaus sujuu helpoiten timanttiterällä varustetulla pyörösahalla. Vaihtoehtoisesti leikkausta voidaan suorittaa timanttiterällä varustetulla kulmahiomakoneella.

Jos koko seinää on suojattava vedeltä ja kosteudelta voidaan käyttää Monarflex Multicover peitteitä. Nämä ovat sekä kevyitä että kestäviä ja ne voidaan kiinnittää räystääseen josta ne saa roikkua, alareunaan on hyvä laittaa paino.



## 2. Työmenekit

Viisi työparia, koostuen kahdesta RAM:sta, suorittivat edellä mainitun työn 16 eri seinälle kohteessa Isokylän monitoimitalo. Tämän ohjeen laatinut kirjasi ylös työajat työvaiheittain. Jokaisen työvaiheen pienin sekä suurin saavutettu työmenekki ,tth/m<sup>2</sup>, poistettiin laskuista minimoidakseen virhelaskelmat. Lopulliset aikamenekit löytyvät alla olevasta taulukosta.

TYÖVAIHE	MENEKKI [TTH/M <sup>2</sup> ]
TUKIRAKENTEEN KULMALEVYT	
TUKIRAKENTEEN TERMORANGAT	
LÄMMÖNERISTYSVILLA (PEHMEÄ)	
TUULENSUOJAVILLA	
HATTULISTAT VAKAAN	
HATTULISTAT PYSTYYN	
BLUCLAD RAPPAUSLEVY	
YHTEENSÄ	