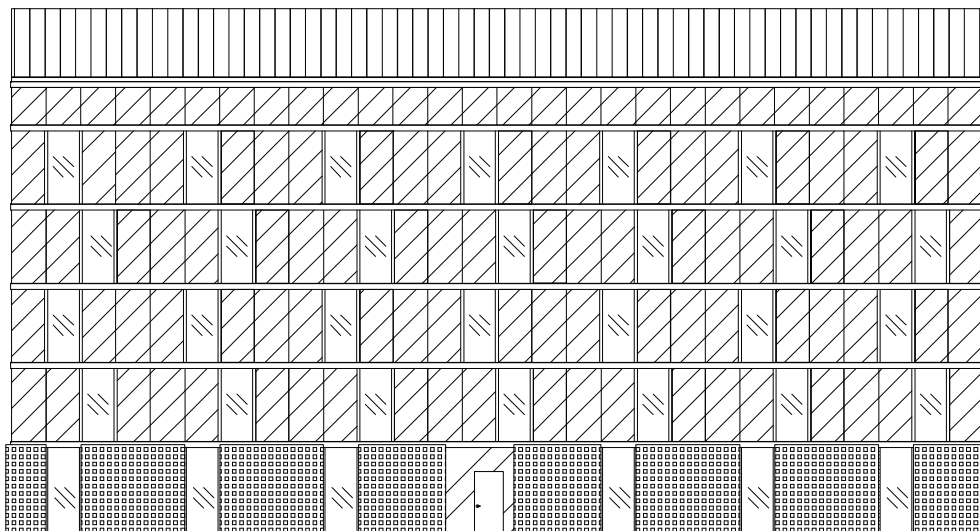




CHALMERS



Paroc-sandwichelement i bostadsproduktion.

Går de lätta sandwichelementens fördelar att tillämpa i flerbostadshus?

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet Byggingenjör

SIMON GUNNELID & SIMON LARSSON

Paroc-sandwichelement i bostadsproduktion

Går de lätta sandwichelementens fördelar att tillämpa i flerbostadshus?

SIMON T. GUNNELID
SIMON I. LARSSON

Avdelning Byggnad
Institutionen för arkitektur
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg 2016

Paroc-sandwich panels for apartment housing
Can the benefits of the lightweight sandwich panels be applied in apartment buildings?

SIMON T. GUNNELID, 881203

SIMON I. LARSSON, 910328

© SIMON T. GUNNELID

© SIMON I. LARSSON

Division Building design
Department of Architecture
Chalmers University of Technology
SE-412 96 Göteborg
Sweden
Telephone + 46 (0)31-772 1000

Omslag:

Den framtagna principiella fasaden, ritad av författarna i AutoCAD.

Chalmers

Göteborg, Sweden 2016

Sammandrag

I Sverige och speciellt i storstäderna råder en stor bostadsbrist. Speciellt svårt är det för studenter och låginkomsttagare att finna billigt boende. Den sittande regeringen vill fram till år 2020 få fram minst 250 000 nya bostäder. För att lyckas med detta krävs det bland annat att nya idéer och okonventionella byggmetoder undersöks och används.

De lätta sandwichelementens fördelar, ett kostnads- och tidseffektivt byggsystem för fasader, har länge utnyttjats för uppförande av större industri- och lagerfastigheter. Men dess användning för uppförande av flerbostadshus är i Sverige obeprövad. Däri ligger tanken och syftet med detta examensarbete, att se över och undersöka möjligheten att överföra dessa lätta sandwichelements fördelar, till byggnation av flerbostadshus med ett fokus mot billiga studentboenden. Kärnan i arbetet ligger i att ta fram konstruktionstekniska detaljer som klarar rådande krav och riktlinjer.

Tillsammans med en producent av dessa sandwichelement, Paroc AB, samt arkitektbyrån White Arkitekter AB utreds om elementen lever upp till kraven ställda av Boverket och Svensk Standard. Genom fallstudier, referensobjekt samt litteraturstudier jämfördes sandwichelementens egenskaper mot de rådande krav och riktlinjer som innefattar fasader. dessa utredningar gjordes i delområden som innefattade fukt-, ljud-, brand- samt skalskyddskrav. Vidare behandlades sandwichelementens specifika egenskaper så som deras förmåga att böja sig vid för stora belastningar av exempelvis temperatur och vind.

Resultatet visar att det går att använda sandwichelementen vid produktion av flerbostadshus. Dock krävs att vissa aspekter tas i hänsyn vid projektering och konstruktion av bostadsbyggnaden. Sandwichelementens orientering, tjocklek, spännvidd samt kulör påverkar risken för böjning. För att uppnå ljudkrav bör en regelvägg parallellt med fasaden uppföras med en luftspalt dem i mellan. De olika tekniska lösningarna lyfts sen samman i en och samma principbyggnad. För att ställa denna principbyggnad under rådande byggnadskrav tillgavs denna en tomt med tillhörande detaljplan.

Nyckelord: bostadskris, studentlägenheter, fasad, sandwichelement, detaljlösningar.

Abstract

In Sweden and especially in the big cities, there is a great shortage of housing. It is especially difficult for students and low-income groups to find cheap accommodation. By the year 2020, the current government wants to produce at least 250 000 new homes. In order to achieve this, it is required, that among other things, new ideas and unconventional constructions methods are examined and used.

The benefits of lightweight sandwich panels, a cost- and time-efficient building systems for facades, has long been used for the construction of large industrials- and warehouse. But its use for the construction of apartment buildings in Sweden is untested. Therein lies the idea and purpose of this thesis, to review and examine the possibility of transferring the advantages of the lightweight sandwich panel, to the building of apartment blocks, with a focus on cheap student accommodation. The core of the thesis is to develop design technical details that meet current requirements and guidelines.

Together with a producer of these sandwich panels, Paroc AB, and the architectural firm of White Architects AB, the sandwich panels are examined regarding whether or not they live up to the requirements of the Swedish National Board of Housing and to the Swedish Standard Institute. Through case studies, reference objects and literature studies, the properties of sandwich panels are compared against the prevailing requirements and guidelines concerning facades. These investigations were made in areas that included humidity-, sound-, fire- and physical security requirements. Furthermore, the sandwich panels specific characteristics were examined, such as their ability to bend at excessive loads, due to, temperature and wind.

The result shows that it is possible to use the sandwich elements in the production of apartment buildings. However, it is required that certain aspects are taken into account during the design and construction of the residential building. The sandwich panels orientation, thickness, span and color affect the risk of bending. To achieve sound requirements a stud wall should be constructed parallel to the facade, with an air gap in between. The different technical solutions were later combined into one principal building. To expose this principle building under the current building requirements, it was given a building plot with its corresponding local plan.

Keywords: housing shortage, student accommodation, facades, sandwich panels,

Förord

Det här examensarbetet som är en del av byggingenjörsprogrammet på Chalmers tekniska högskola omfattar 15 högskolepoäng. Arbetet är gjort under våren 2016 på avdelningen byggnader, på institutionen för arkitektur.

Syftet är att utreda om det är möjligt att i bakgrund till bostadskrisen i Sverige bygga billiga bostäder med lätta sandwichelement som fasadsystem. Att ta fram konstruktionstekniska detaljer som klarar de krav och riktlinjer som ställs på fasader.

Vi vill tacka Martin Holmberg på Paroc AB för stöd och engagemang under arbetets hela process. Även Niclas Borg på Paroc AB skall ha tack för den konstruktiva kritik som delgavs på författarnas detaljer och tekniska lösningar. Vidare vill vi även tacka Tomas Angly på Paroc Danmark för intervjun och mailkontakten.

Till sist vill vi tacka Jan Larsson, arkitekt på White Arkitekter AB, för all hjälp under de 8 veckor som spenderades på Whites kontor. Vi kunde inte ha bett om bättre stöd och vägledning av en handledare.

Utan nämnda personer hade inte detta examensarbete blivit av, författarna tackar åter igen ödmjukast!

Göteborg, 2016, Simon Gunnelid och Simon Larsson.

Innehållsförteckning

Sammandrag	I
Abstract.....	II
Förord	III
Innehållsförteckning	IV
Figurförteckning	VI
Tabellförteckning.....	VIII
1. Inledning.....	1
1.1. Bakgrund	1
1.1.1. Syfte.....	2
1.1.2. Avgränsningar	2
1.1.3. Metod.....	2
2. Kort bakgrund om Paroc Group AB.....	4
2.1. Materialbeskrivning av sandwichelementen	4
2.2. Paroc-elementens ytskikt, dess utformning och egenskaper.	5
2.3. Elementvariationer mellan de olika sandwichtyperna.....	6
2.4. Miljö, livscykel, drift och underhåll	7
2.5. Årliga kontroller av fasader	8
3. Fallstudier och referensobjekt på olika problemområden.	9
3.1. Fuktkrav	9
3.1.1. Kort beskrivning av referensobjektet i Hillerød Danmark.	9
3.1.2. Vattenmättnad skalmur i Hillerød.	10
3.1.3. Skador uppkomna på muren av anledning till felaktig vattenavrinning.....	11
3.1.4. Utformningen på detalj, möte skalmur och Paroc-element	13
3.1.5. Förslag på fasadkomplettering till Hillerød.....	13
3.1.6. Lösning i ett tidigare projekteringsskede för Hillerød.....	14
3.2. Ljudkrav.	15
3.2.1. Kort beskrivning om fallstudieobjektet på Friggagatan i Göteborg.	16
3.2.2. Byte av befintlig fasad mot Paroc-element ur ljudkravsynpunkt.....	18
3.3. Brandkrav	19
3.3.1. Utdrag av brandkrav enligt Boverket berörande flerbostadshus.	19
Verksamhetsklasser	20
Byggnadsklasser	20
Klassificering på byggnadsdelar.....	21
Byggnadsmaterial	21
3.3.2. Elementdata från Paroc berörande brandkrav.	22
3.4. Böjning av sandwichelementen	24
3.4.1. Böjning till följd av temperaturskillnader.	24
3.4.2. Utböjning till följd av vindlast.	25
3.4.3. Sammanfattning av böjningsproblematiken.	26
3.5. Övriga problemområden.....	26
3.5.1. Täthet i fasaden.....	26
3.5.2. Regntäthet	27
3.5.3. Skalskydd	27
3.5.4. Skador på fasadelementen	28
Byte av skadade Paroc-element	28
4. Fasadutformning med Paroc sandwichelement	29
4.1. Orientering av elementen.....	29
4.1.1. Vertikalt montage	29
4.1.2. Horisontellt montage	29
4.2. Täckplåt	29

4.3.	Innerväggen innanför sandwichelementet	30
4.4.	Installationer, VVS, EL	31
4.5.	Infästningen av elementen	31
5.	Beskrivning av principdetaljer.....	33
5.1.	Vertikalt montage, U-profil i bjälklag, generellt fönster	33
5.1.1.	V1	33
5.1.2.	V2	35
5.1.3.	V3	35
5.1.4.	H1	36
5.1.5.	H2	37
5.2.	Vertikalt montage, U-profil, IF-79-HI.....	37
5.2.1.	V1	37
5.2.2.	V2	37
5.2.3.	H1	38
5.2.4.	H2	38
5.3.	Vertikalt montage, L-profil, generellt fönster	39
5.3.1.	V1	39
5.3.2.	V2	40
5.3.3.	H1	41
5.3.4.	H2	41
5.4.	Horisontellt montage, fönster enligt Aluman IFS-79-HI.....	42
5.4.1.	V1	42
5.4.2.	V2	42
5.4.3.	H1	42
5.4.4.	H2	43
5.5.	Förslag på möte fasad och tak	44
5.6.	Mötet mellan fasad och grundplatta	46
6.	Introduktion till Plejadgatan	47
6.1.	Bakgrund Plejadgatan.....	47
6.1.1.	Mark och vegetation	47
6.1.2.	Krav och villkor nämnda i detaljplanen	47
6.2.	White Arkitekters vinnande bidrag på Plejadgatan	47
7.	Plejadgatan med Parocement som fasadutformning.....	50
7.1.	Fasadritning	50
7.2.	Detaljrutningar.....	50
7.2.1.	V1	51
7.2.2.	H1	51
7.2.3.	V2	52
7.2.4.	H2	52
7.2.5.	V4, Takfot enligt detaljplan.....	53
7.2.6.	V5, Gavel.....	54
7.3.	Översiktsdetaljer.....	55
7.3.1.	Planlösning Plejadgatan.....	55
8.	Resultat.....	59
8.1.	Hänsynsområden vid projektering med sandwichelement	60
8.2.	Resultatdiskussion	60
9.	Avslutning med övrig diskussion	62
9.1.	Metoddiskussion.....	62
9.2.	Övrig diskussion	63
9.2.1.	Materialval i intilliggande konstruktioner i kombination med Paroc-element..	63
9.2.2.	Användningen av Plejadgatan som referenstomt	64
9.3.	Fortsatta studier	65
10.	Referenser.....	66

10.1. Litteratur	66
10.2. Elektroniska källor.....	66

Bilagor

Bilaga 1 A001
Bilaga 2 A002
Bilaga 3 A003
Bilaga 4 A004
Bilaga 5 A005
Bilaga 6 A006
Bilaga 7 A007
Bilaga 8 A008
Bilaga 9 A009
Bilaga 10 A010
Bilaga 11 A011
Bilaga 12 A012
Bilaga 13 A013
Bilaga 14 A014
Bilaga 15 Verksamhetsklass 2 samt 4
Bilaga 16 Brandceller och utrymningsvägar
Bilaga 17 Certifikat skalskydd

Figurförteckning

Figur 1. Genomskäring av ett godtyckligt AST® sandwichelement där dess utformning kortfattat består av 1. Plåt 2. Lim 3. Stenull 4. Grundfärg 5. Brandsäker fog. (Paroc, 2008a).....	5
Figur 2. Visar en detaljbild över ytskiktet utformning för ett standardiserat Paroc-element. (Paroc, 2008a).	6
Figur 3. Vertikalsnitt som visar detaljutformning på mötet mellan skalmur och Paroclement i Hillerød Danmark. För skalenlig ritning se bilagor (T. Angly, 2016).....	11
Figur 4. Möte skalmur och Paroclement över fasadöppning Hillerød Danmark. Foto: Författarna.	12
Figur 5: Möte skalmur och sandwichelement vid rundat hörn. Foto: Författarna.....	12
Figur 6. Avritad detalj, av författarna, vid möte våning 1 med våning 2 i Hillerød, skala 1:10. Original se figur 3 (T. Angly, 2016).....	13
Figur 7. Kompletteringsförslag för Figur 6 för att undvika vattenmättnad i muren och de påföljande estetiska deformationerna. Skala 1:10. Ritad av författarna.....	14
Figur 8. Författarnas version av den projekterade lösningen i Hillerød. Skala 1:10. Ritad av författarna.....	15
Figur 9. Avritat förslag, av författarna, på fasadutformning från WSP till White Arkitekter. Skala 1:10 (White Arkitekter AB).	17
Figur 10. Visar horisontell genomskäring av den befintliga fasaden på loftgångshuset på Friggagatan i Göteborg. Avritad av författarna från White Arkitekters ritningar. Skala 1:10, (White Arkitekter AB).....	18
Figur 11. Paroc ytterväggslösning för $R_w + C_{tr} = 45$ dB. Skala 1:10. Figur är en avritad detalj av författarna där originalet går att hitta i Paroc Teknisk Handbok s.39, tabell 17 (Paroc, 2015).	19
Figur 12. Redovisar brandkurva enligt ISO 834 vid antändningsskeden för olika material beroende på temperatur och tid. (Paroc (2016) Protection Firesafe Construction s.7).....	23

Figur 13. Schematisk gestaltning av böjningen av ett sandwichelement beroende på temperaturskillnader, d = utböjningen. Figur är ej i skala, ritad av författarna.....	25
Figur 14. Visar de tre olika infästningssystemen för fasaden som beskrivits ovan. Skala 1:10, ritad av författarna.	31
Figur 15. Författarnas förslag på utformningen av fasaden vid möte med bjälklaget, skala 1:20, ritad av författarna.	34
Figur 16. Författarnas förslag på en fönsterdetalj, skala 1:20, ritad av författarna.	35
Figur 17. Visar författarnas förslag på hur en fasad med två fönster i följd i vertikalled ser ut, skala 1:20, ritad av författarna.	36
Figur 18. Författarnas förslag på hur mötet mellan pelare och yttervägg ser ut, skala 1:20, ritad av författarna.	36
Figur 19. Visar det horisontella snittet genom fönstret från avsnitt 5.1.2, skala 1:20, ritad av författarna.	37
Figur 20. Författarnas förslag på en fönsterdetalj, med fönstret Aluman IF-79-HI, skala 1:20, ritad av författarna.	38
Figur 21. Visar det horisontella snittet genom fönstret från avsnitt 5.2.2, skala 1:20, ritad av författarna.	39
Figur 22. Visar författarnas förslag på mötet mellan fasad och bjälklag, vid bärning genom två L-profiler, skala 1:20, ritad av författarna.	40
Figur 23. Visar författarnas förslag på en fönsterdetalj i en fasad med bärning av två L-profiler, skala 1:20, ritad av författarna.	41
Figur 24. Visar författarnas förslag på mötet mellan fasad och bjälklag, vid horisontellt montage av sandwichelementen, skala 1:20, ritad av författarna.	42
Figur 25. Visar författarnas förslag på en fönsterdetalj, vid användning av Aluman IFS-79-HI, skala 1:20, ritad av författarna.	42
Figur 26. Författarnas förslag på hur mötet mellan pelare och yttervägg ser ut, här ses även bärningen av sandwichelementen, skala 1:20, ritad av författarna.	43
Figur 27. Visar det horisontella snittet för fönstret Aluman IFS-79-HI, från avsnittet 5.4.2, skala 1:20, ritad av författarna.	43
Figur 28. Visar författarnas förslag på schematisk takfotsutformning, skala 1:20, ritad av författarna.	44
Figur 29. Visar en inzoomad detalj på takfoten, skala 1:5, ritad av författarna.	45
Figur 30. Författarnas förslag på utformningen av gaveln, skala 1:20, ritad av författarna.	45
Figur 31: Författarnas förslag på mötet mellan sandwichelement och bottenplatta. skala 1:20, ritad av författarna.	46
Figur 32: Inzoomad detalj på Figur 31, skala 1:5, ritad av författarna.	46
Figur 33. Planlösning ritad av White för Plejadgatan, figuren är ej i skala (White Arkitekter AB).	48
Figur 34: 3D-vy av planlösningen i figur 20 (White Arkitekter AB).	49
Figur 35. Översiktsplan över Plejadgatan (White Arkitekter AB).	49
Figur 36. Principiell fasadutformning med snittlinjer på Plejadgatan. Ritad av författarna, skala 1:250, se bilagor för fullskalig ritning.	50
Figur 37: Redovisar mönsterförklaringar till figur 36 ovan, bild ej i skala, ritad av författarna.	50
Figur 38. Visar den slutgiltiga detaljen av fasadens möte med bjälklaget, skala 1:20, ritad av författarna.	51
Figur 39. Författarnas slutgiltiga förslag på hur mötet mellan pelare och yttervägg ser ut, skala 1:20, ritad av författarna.	52
Figur 40. Visar författarnas slutgiltiga fönsterdetalj, skala 1:20, ritad av författarna. ...	52
Figur 41. Visar det slutgiltiga horisontella snittet för fönstret från avsnitt 7.2.2, skala 1:20, ritad av författarna.	53
Figur 42. Takfot enligt detaljplanen på Plejadgatan. Skala 1:20, ritad av författarna.	53

Figur 43. Inzoomad version av figur 24, skala 1:5, ritad av författarna.....	54
Figur 44. Gavel, skala 1:20, ritad av författarna.....	55
Figur 45. Horisontellt snitt över våningsplan, skala 1:100, ritad av författarna.....	56
Figur 46. Horisontellt snitt över en väggutformning, skala 1:40, ritad av författarna....	56
Figur 47. Horisontellt snitt över entrén, skala 1:40, ritad av författarna.....	57
Figur 48. Vertikalt snitt över våningsplan, skala 1:80, ritad av författarna.....	57
Figur 49. Missfärgningar över portkodläsare. Foto: Författarna.....	63
Figur 50. En större variant av planlösning, skala 1:100, ritad av författarna.....	65

Tabellförteckning

Tabell 1. Beskriver Parocs fem olika sandwichelement med hänsyn till vikt och viktat U-värde och redovisas beroende på vald tjocklek för respektive Paroc-element typ (Paroc, 2016b).	7
Tabell 2. Ljudnivå inomhus från trafikbuller och andra yttre ljud. Rekommenderade högsta värden för ekvivalenta ljudtrycksnivåer [dB] (Örnhall, 2012).....	16
Tabell 3. Riktvärden ljudnivåer kopplat till BFS och i enlighet med SS 025267 (utgåva 2). Tagit från PM mellan WSP till White. (WSP, 2006).	16
Tabell 4. Ljudklasstandard SS 25267 utgåva 3, riktvärden trafikbuller inomhus. WSP i ett PM till White Arkitekter. (WSP, 12 juni, 2006).	17
Tabell 5. Vägd ljudreduktion R_w för sandwichelement AST S vid olika dimensioner. Tabellen är omskriven från Paroc Teknisk Detaljhandbok s 39, tabell 16 (Paroc, 2016).	18
Tabell 6. Beteckningstabell över byggnadsklasser. Framtagen av författarna med hjälp av BBR22 5:22 (Boverket, 2015).	20
Tabell 7. Beskriver brandfunktionsklasser med beteckning och betydelse. Framtagen av författarna med hjälp av BBR22 5:231 (Boverket 2015).	21
Tabell 8. Förklaring av tilläggsbeteckningar för byggnadsmaterial. Framtagen av författarna med hjälp av BBR22. (Boverket, 2015).	22
Tabell 9. Visar EI-klassificeringen för de olika elementen i kombination med antalet minuter. Omarbetad tabell av författarna där originalet innehåller U-värden och vikt (Paroc, 2016c).	23
Tabell 10. Visar utböjningen vid olika spännvidder och vid två olika elementtjocklekar vid ΔT på 55 °C vid elementens yttemperatur på utsidan och insidan (Paroc, 2015).	24
Tabell 11. Visar utböjningen på grund av vindlast vid olika spännvidder för elementen och vid två olika elementtjocklekar. (Paroc, 2015).	25
Tabell 12. Avser lufttätheten för konstruktioner med Paroc-element vid en tryckskillnad på 50 [Pa] (Paroc, 2015).	27
Tabell 13. Avser regntätheten vid olika tätningsprinciper (Paroc, 2015).	27
Tabell 14. Visar U-värdet för olika kombinationer av tjocklekar på Paroc sandwichelement och mängden isolering i en innervägg med tre gipsskivor. Tabell skapad och framtagen av författarna.	30
Tabell 15. Visar temperaturen på insida Paroc-element, vid olika sandwichelement- och mineralullstjocklekar i innerväggen. Vid en utetemperatur på -20°C och en innetemperatur på +20°C. Framtagen och skapad av författarna.....	31
Tabell 16. Redovisa för och nackdelar med de olika infästningsprinciperna illustrerade i figur 14. Framtagen av författarna.....	32

1. Inledning

Det här avsnittet innehåller bakgrunden till varför författarna utreder möjligheten att använda Paroc-sandwichelement i bostadsproduktion. Vidare beskrivs syftet med utredningen och vad författarna hoppas kunna delge med denna. I utredningen har avgränsningar gjorts och dessa redovisas näst efter. Avsnittet avslutas med metoden där det beskrivs hur författarna har gått till väga i arbetet.

1.1. Bakgrund

I Sverige 2016 och speciellt i storstäderna råder en stor och växande brist på bostäder. Regeringen har genomfört satsningar och nya åtgärder har arbetats fram för att angripa problemet. Det övergripande målet med boende- och samhällsfrågor är att alla människor i Sverige skall ges en, från social synpunkt, god livsmiljö. I siffror översätts detta till att fram till och med år 2020 skall det byggas minst 250 000 nya bostäder i Sverige. Bostadspolitikens mål för byggandet är långsiktighet med hållbara byggnader. Detta skall ske genom effektivt regelverk i kombination med andra styrmedel som skall tas fram utifrån ett livscykelperspektiv. Perspektivet skall ligga på hela byggsektorn, från resursanvändning till förvaltning. Vidare skall byggande styras genom en väl fungerande konkurrens i hela sektorn där utbudet av bostäder efterfrågas av marknaden (Regeringen, 2014).

Enligt Boverkets bostadsenkät för 2015 så var utfallet att 183 av Sveriges 290 kommuner ligger med underskott av bostäder. Enkäten låg i grund för den nya byggbonus som regeringen fattade beslut om under april 2016. Bidraget som kommunerna kan söka till är indelat i två potter där ena delen gäller byggnationer för nyanlända och den andra för byggnationer till resterande. Fördelningen mellan de två potterna är 60 % respektive 40 % fördelning av det totala statsbidraget på 1,85 miljarder kr. Bostadsbonusen ställer dock inga krav på vilken boendeform som nybyggnationen skall ha. (Regeringen, 2016).

Arbetet med bostadssituationen i Sverige har pågått i över ett decennium. År 2006 avskaffades den dåvarande fastighetsskatten och en ny plan- och bygglag införskaffades för att göra det enklare vid ansökan om bygglov. Det uttrycktes ett mål om att ha en god variation av bostäder som underlättar människors valmöjlighet på bostadsmarknaden. Det man såg var att denna balans av olika boendeformer inte fanns på marknaden. Speciellt på bostadsmarknaden i storstäderna, i universitetsstäderna och i högskoleorterna hade unga svårt att komma in på bostadsmarknaden. Bostadsbristen sågs till och med som en begränsande faktor både för arbetsmarknaden och för tillväxten i allmänhet (Regeringen, 2012).

2012 gick dåvarande regering ut och sa att en ny satsning på hyresrätter och billigare boende var tvunget att ske. Förslag för att hjälpa bostadsmarknaden diskuterades så som förändrade regler för privata hyresbostäder, sänkta avgifter i flerbostadshus samt en förlängning av avgiftsfriheten vid nybyggnation. Med detta som utgångspunkt och det stora behovet av bostäder är det därför en rimlig tanke att undersöka och titta på nya lösningar. Att i svensk bostadssynpunkt titta på möjligheterna till oprövade produktion- och konstruktionslösningar (Regeringen, 2012).

Inom industribyggnader, idrottshallar och kommersiella fastigheter är användningen av sandwichelement, i utförandet mineralull täckt i plåt, utbredd och vanlig. Anledningen är huvudsakligen på grund av att appliceringen av dessa sandwichelement är fördelaktig sett till inköpspris, produktion samt konstruktionslösningar. Sammanfattningsvis alltså ett billigt och snabbt fasadsystem inom industrisektorn. En stor del av den ekonomiska

fördelen för dessa sandwichelement hittas främst i den korta produktionstiden. Monteringen är förhållandevis enkel med standardiserade och upprepande moment, där även de konstruktionstekniska lösningarna i många fall är standardiserade. De flesta problemen har behandlats i tidigare projekt vilket gör att återanvändandet av tekniska lösningar är möjlig tack vare att sandwichelementen utformning är den samma (Strandberg, 2015, sid 178).

1.1.1. Syfte

Utreda om fördelarna med Paroc-element kan återfås i bostadsproduktion och då specifikt i produktionen av flerbostadshus. Kärnan i arbetet är att utreda om fasadsystemet med Paroc-element kan appliceras på flerbostadshus. Och om detta kan genomföras inom rådande bostadskrav och riktlinjer. Där det främsta målet är att ta fram detaljlösningar som uppfyller dessa krav men även de arkitektoniska kraven som ställs på bostäder.

1.1.2. Avgränsningar

Utredningen kommer att ske på bostadsformen studentbostäder med dess krav och riktlinjer. Vidare behandlar utredningen ett fasadsystem och avgränsas där efter. Någon hänsyn till markförutsättningar kommer inte att behandlas. Vidare kommer inte någon framtagning av dimensionering av VVS, el samt stomsystem att utredas. Dessa dimensioner kommer att tas schablonmässigt från liknande projekt. Inga beräkningar, för vind- och snölast, för dimensionering av sandwichelementen kommer att utföras. Planlösning tas från aktuella projekt tillhandahållna av White Arkitekter AB. Antaganden görs att dessa klarar rådande krav och riktlinjer sett till tillgänglighet. Där eventuella ändringar kommer kontrolleras med hjälp av Boverkets Byggregler, BBR22 2015:3, Svensk Standard, Europa standard samt tillkommande standarder. Arbetet behandlar inte någon produktions- eller ekonomianalys och alla eventuella jämförelser görs med hänseende på sandwichelementens mer traditionella användningsområden.

1.1.3. Metod

Utredningen startade i ett flertal möten för att få en djupare kunskap om sandwichelementen. Dessa möten hölls med Martin Holmberg på Paroc Panel System AB och även med Jan Larsson, författarnas handledare, på White Arkitekter AB. Här diskuterades eventuella problemområden med sandwichelementen i bostadsproduktion. Dessa delområden är ljud-, skalskydds-, fukt- samt brandkrav. Detta i kombination med sandwichelementens kända problemområden låg till grund för utredningen.

Ett studiebesök genomfördes, den 4:e mars 2016, till Hillerød i Danmark. Det byggda ungdomshuset där har Paroc-sandwichelement som fasadsystem. Under studiebesöket upptäcktes fuktproblematik som togs upp under det efterföljande mötet med Paroc Danmark. Fuktproblemet omfattade inte sandwichelementen men dessa var en av orsakerna till problemet. Thomas Angly ställde upp för en kort intervju om Hillerød under samma datum som studiebesöket. Projektet valdes ut för att användas som underlag i utredningen om Paroc-elementens egenskaper inom delområdet fukt.

Ljudkraven utreddes genom att studera detaljplaner och kommunikation om Friggagatan mellan WSP och White. Projektet var Whites ritade loftgångshus på Friggagatan och den problembild med ljud och buller som finns i detta område. WSP var intagna som akustikkonsulter åt White i projektet. Deras PM och rapporter till White användes som underlag för att genomföra en fallstudie i hur Paroc-elementen hade klarat ljudproblemen på Friggagatan.

För att utreda brandkrav och skalskyddskrav har det gjorts litteraturstudier i Parocs olika produktblad som hänvisar till standarder och tester gjorda på deras sandwichelement. Övriga problemområden utreddes även dessa genom litteraturstudier.

Med informationen från de olika studierna genomfördes olika typer av konstruktionstekniska lösningar. Lösningarna infattades av sockel, elementorientering, fasadöppningar, takfot samt gaveln. Författarna lät utvalda detaljlösningar studeras av branschfolk för att sedan säkerhetsställa att deras utformning uppfyllde tillfredställande nivåer sett till produktion, konstruktion samt ekonomi.

De lösningar som diskuterades fram som de mest tillfredställande sammanställdes i en tänkt byggnad på Plejadgatan i Göteborg. White Arkitekters ritade studentboende på Plejadgatan användes som referens i hänseende på utformning och planlösning. Detta för att kunna ställa byggnaden under bostadsriktiga krav sett till en detaljplan och utreda hur detaljförslagen lyckats samexistera i ett byggprojekt.

2. Kort bakgrund om Paroc Group AB

Parocs produktionen av stenull startade år 1937 i Sverige. Under 1940-talet så lanserades Paroc som Europas första företag att leverera formstabila isoleringsprodukter. Produkten bestod av isolering med bindemedel i form av skivor och filt och låg som grund till mineralullen.

I början på 1950-talet startade produktionen i Finland. Under samma tidsperiod introducerades de första produkterna för industrin och dess behov av god isolering. Under 1960-talet började den första framtagningen av akustisk isolering i Skövde. I kombination till akustikproduktionen uppfördes ett av Europas förnämsta akustiska laboratorier.

År 1986 slår den finska och svenska verksamheten ihop och det är även detta år som de första sandwichelementen introduceras. Under de kommande 7 åren expanderar Paroc och man har 1993 säljkontor både i Baltikum och Ryssland. 1997 startar tillverkningen av stenull i Litauen och året därpå startar en i Polen.

1999 blir Paroc Group ett självständigt företag och under 2000-talet sker en rad ägarbyten. Idag är huvudägaren av Paroc ett antal institutionella investerare. Tillverkningen sker idag i sju stycken fabriker i Norden och Baltikum och säljkontor är placerade i 14 länder. (Paroc, 2016a)

2.1. Materialbeskrivning av sandwichelementen

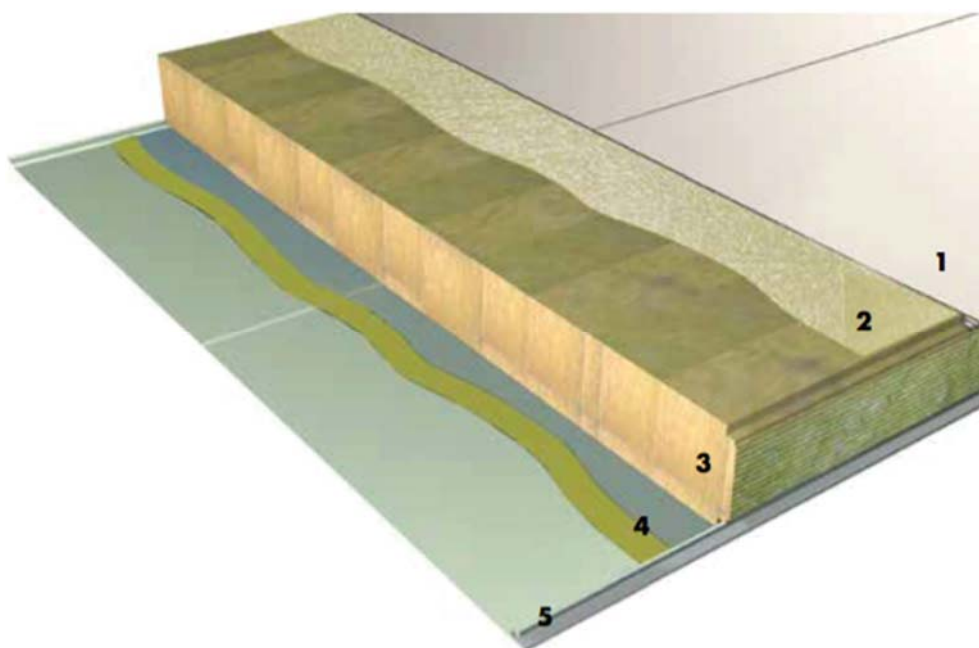
Sandwichelementen består av en kärna av isoleringsmaterial i form av strukturerad stenull, produkttypen heter PAROC AST®. Benämningen AST® står för Advanced Structural Technology och är en kvalitetsmärkning från Paroc för att påvisa att produkten uppfyller de viktigaste kraven. Märkningen sker både genom interna egenkontroller enligt produktstandarden EN 14509 för sandwichelement. Det görs även externa kontroller av auktoriserade institut. Kvalitetssystemet skall kontrollera och behandla, kontroll hos leverantör, kontroll vid mottagning, kontroll av tillverkningskvalitet samt hållfasthetskontroll i full skala av färdiga Paroc-element.

Med avseende på hållfasthet, åldersbeständighet, regntäthet, termiskisolering och brandskydd skall elementen ha svenskt typgodkännande. Då de uppfyller A2-s1-d0 klassificering i Euroklass betyder detta att de är obrännbara, mer om detta i avsnitt 3.3 som behandlar brandkrav. Den minsta draghållfastheten mellan plåtbeläggningen och isoleringskärnan skall ligga på 100 kN/m². Ser man på medelvärdena på draghållfastheten för elementen ligger dessa mellan 130 kN/m² och 350 kN/m² beroende på Paroc-elementets typ och dimension. Vid eventuella dragbrott skall dessa alltid ske i kärnan samtidigt som hållfasthetsegenskaperna skall vara jämnt fördelade i elementen.

Paroc-elementen har en helt täcklimmad yta, i kombination med lamellorientering över alla tvärsnitt, vilket medför en jämn hållfasthetsorientering. Limmets är speciellt framtaget för att klara de hållfasthetskrav som ställs på draghållfastheten mellan ytskikt och isoleringskärnan.

Kärnan av stenull är vattenavstötande och icke hygroskopisk. Den är helt fri från kapillärsugande egenskaper vilket medför att vatten inte kan tränga in och vidare in i elementen. Skulle fukt komma in i elementen kommer denna inte att påverka varken plåten, stenullen eller limmets egenskaper. I Figur 1 kan en genomskärning av ett AST®-element studeras där man kan se uppbyggnaden av dessa (Paroc, 2008a).

1. Förzinkad stålplåt med tillhörande ytskikt.¹
 2. Specialutvecklat lim, heltäckande mellan plåt och stenull, brandklassat enligt A2-s1,d0.²
 3. Stenull i utförande med lamellmönster för jämnt fördelad hållfasthet.
 4. Grundfärg i flera skikt säkerhetsställer vidhäftning med limmet och den förzinkade stålplåten.
 5. En brandsäker fog som utformas på ett sådant sätt att rökgaser och eldslågor inte tränger igenom under 4 timmar. Alltså ett brandmotstånd enligt EI240.³
- (Paroc, 2008a).



Figur 1. Genomsnitt av ett godtyckligt AST® sandwichelement där dess utformning kortfattat består av 1. Plåt 2. Lim 3. Stenull 4. Grundfärg 5. Brandsäker fog. (Paroc, 2008a).

2.2.Paroc-elementens ytskikt, dess utformning och egenskaper.

Utanför den isolerande kärnan finner man en 0,6 mm tjock varmförzinkad belagd stålplåt. Standardtjockleken är 0,6 mm men går att få även i 0,5 samt 0,7 mm. Denna stålplåt, i sitt standardutförande, har en egenvikt på 275 g/m² och har en ytbeläggning med 27 µm tjock PVDF. Ytskiktets uppbyggnad är i enlighet med rådande miljökrav (Paroc, 2013).

Då sandwichelementens ytskikt är av PVDF skall även alla beslag runt sandwichelementen också ha detta. PVDF står för polyvinylidenfluorid som framställs genom polymerisation av vinylidenfluorid. PVDF är kemiskt beständigt mot halogener, frätande syror och detta även vid höga temperaturer. De stora tekniska fördelarna med PVDF är dess lätta bearbetning i kombination med dess beständighet. Brand-, UV-, strålning-, mikrobiologisk tillväxt- samt nötningsbeständighet är en del av dessa (Resinex Group, 2016).

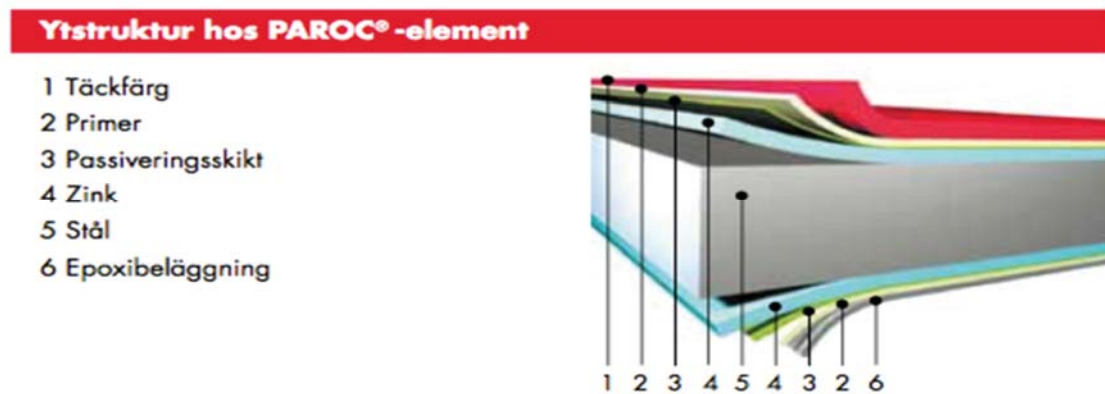
Ytskikten i elementen skyddas genom primer och täckfärg som skyddar mot korrosion och säkerhetsställer draghållfastheten. Korrosionsskyddet finns alltså för att även undvika korrosion inuti elementen. Glans och kulör vid utomhusbruk av elementen fastställs

¹ Standardtjocklek 0,6 [mm].

² Brandklass A2-s1,d0 förklaras senare i rapporten i avsnittet med brandkrav

³ EI240 betydelse förklaras och behandlas senare i utredningen.

genom PVDF som standardbeläggning. Detta ger ytskiktet uppbyggnaden enligt figur 2 nedan. (Paroc, 2008a).



Figur 2. Visar en detaljbild över ytskiktets utformning för ett standardiserat Paroc-element. (Paroc, 2008a).

2.3.Elementvariationer mellan de olika sandwichtyperna

Elementen finns i de olika typerna AST® L, AST® T, AST® S, AST® F och AST® E. Där AST® L uppfyller extremt höga krav på värmeisolering, AST® T höga krav på värmeisolering. Vid normal användande och medelhöga krav på brand använder man sig av AST® S och vid högre krav på brand AST® F. AST® E används främst i innertak eller i väggar med höga krav på hållfasthet.

Elementen finns i tjocklekarna 80 mm till 300 mm där AST® E även finns med tjockleken 50 mm. Nedan kan man se tabell 1 tagen från Paroc som visar på skillnaderna mellan elementens U-värden och vikt vid olika elementtyper och dimensioner (Paroc, 2016b).

Tabell 1. Beskriver Parocs fem olika sandwichelement med hänsyn till vikt och viktat U-värde och redovisas beroende på vald tjocklek för respektive Paroc-element typ (Paroc, 2016b).

Element typ	Tjocklek [mm]	Egenskaper							
		80	100	120	150	175	200	240	300
AST® L	U-värde [W/m ² K]	0,45	0,37	0,30	0,24	0,21	0,18	0,15	0,12
	Vikt [kg/m ²]	15	17	18	21	22	24	27	31
AST® T	U-värde [W/m ² K]	0,47	0,39	0,31	0,25	0,22	0,19	0,16	0,13
	Vikt [kg/m ²]	16	17	19	21	23	25	28	33
AST® S	U-värde [W/m ² K]	0,48	0,38	0,32	0,26	0,22	0,19	0,16	0,13
	Vikt [kg/m ²]	17	19	21	23	24	28	32	37
AST® F	U-värde [W/m ² K]	0,53	0,43	0,36	0,29	0,25	0,22	0,18	0,14
	Vikt [kg/m ²]	19	21	24	27	30	33	38	45
AST® E ⁴	U-värde [W/m ² K]	0,53	0,43	0,36	0,29	0,25	0,22	0,18	0,14
	Vikt [kg/m ²]	19	22	24	28	30	34	39	46

Värt att notera är att vid alla nämnda U-värden har skarvarna mellan elementen viktats in. Egentyngden som är redovisad är vid den standardiserade ytskiktet och redovisas per kvadratmeter (Paroc, 2016b).

2.4. Miljö, livscykel, drift och underhåll

Paroc Group och deras stenull är miljöklassade enligt ISO 14 001 (Paroc Group, 2012). ISO 14 001 är en standard som riktar in sig till företag och organisationer i deras arbete med miljöfrågor och ledningen av detta arbete. Standarden används för att minska den negativa påverkan på miljön och för att hjälpa till att kartlägga denna påverkan. Att få företagen att sätta upp miljömål och på ett strukturerat och återkopplade sätt arbeta mot dessa mål (Swedish Standard Institute, 2015).

På fasadväggar, speciellt i storstäder, kommer luftföroreningar och andra föroreningar att fastna på fasaderna. I kombination med fukt kan dessa föroreningar producera syror som fräter på fasaden. Exempelvis kan svavel, kväve och saltlagringar på fasaden utvecklas till svavel-, kväve- och saltsyra. Dessa syror skadar fasaden om denna står oskyddad. Smuts hjälper alltså till att binda fukt på fasaden vilket är en viktig del i korrosionsprocessen. Regn och nederbörd fungerar som det naturliga sättet att tvätta fasaderna. Genomförs en rutinmässig rengöring av elementen kommer deras livslängd att öka. Särskilt de partier som inte är åtkomliga av regnvattnet är viktiga att rengöra. I kustområden med stora mängder salt i luften är det än viktigare att tvätta elementen ofta.

⁴ AST® E med tjocklek 50 [mm] har U-värde 0,77 W/m²K och vikt 16 kg/m².

Övriga naturliga slitageskador på ytskikten kommer från UV- och värmestrålning som mattar av elementen. Även utomhustemperaturen kan vid höga temperaturer nöta på elementen varvid mörka färger gör dem mer utsatta. Mörka kulörer kan ha yttemperaturer på +80°C jämfört med ljusa väggar ligger på runt +55°C. Livslängden för en oskadad originalbeläggning är ungefär 25-40 år. Faktorer som påverkar livslängden är typen av beläggning, byggmetod och klimatförhållanden. Men när skyddsförmågan hos beläggningen upphör skyddas elementet ändå av zinksiktet. Av underhållsskäl bör PVDF-beläggningar målas om efter 15-20 år vilket ger ytan nästan nya egenskaper. Den kan även målas om ytterligare en gång vilket ger ytbeläggningen livslängd på över 50 år (Paroc, 2008b).

2.5.Årliga kontroller av fasader

Byggnaden och fasadernas livslängd kan optimeras om det rutinmässigt sker årliga kontroller på fasaden och dess delar. Vidtagna åtgärder bör registreras så återkontroller på berörda områden kan genomföras. Kontrollerna bör innefatta:

- Smuts på målade ytor; vid behov skall fasaden tvättas.
- Tillstånd målade ytor; bättring alternativt ommålning vid behov.
- Repor och bucklor; bättringsmåla och reperera bucklor.
- Elementinfästningar; kontrolleras var 10:e år, kontrollera dess tillstånd angående korrosion.
- Beslagsskruvar; kontrollera grepp och byt ut lösa skruvar som inte går att greppa om.
- Korrosion på beslagens klippta sidor; Vid korrosion på klippta ändar, vidta åtgärder så som borttagning, rengöring och skyddsmålning.
- Täthet vid beslag; kontrollera om beslagen sluter tätt mot elementen, tillämpa fler beslagsskruvar som åtgärd vid lösa beslag.

(Paroc, 2008b).

3. Fallstudier och referensobjekt på olika problemområden.

Olika krav på fasaden som kommer att påverka dess utformning, dessa krav innefattar fukt-, ljud-, skalskydds- samt brandskyddskrav. Beroende på problemområdets omfattning samt möjlighet att utvärdera problematiken i en studie, kommer utredningen innefatta antingen fallstudie, referensobjekt eller utredning av data.

Vattenavrinningen behandlas med hjälp av en studie av referensobjektet, ungdomslägenheterna i Hillerød Danmark. Ljudkraven utreds genom fallstudie på loftgångshuset på Friggagatan. Resten av problemområdena utreds genom datajämförelse mellan standarder och materialegenskaper.

3.1. Fuktkrav

Boverket (2015) redogörelse för byggnaders utformning med avseende på fukt säger att *”Byggnader skall utformas så att fukt inte orsakar skador, elakt lukt eller hygieniska olägenheter och mikrobiell tillväxt som kan påverka människors hälsa (BFS, 2014:3).”* (sid. 165).

Byggnader skall ha en sådan utformning att de inte utsätts för varken skador på konstruktion eller skador på utrymmen till följd av fukt. Fukttillståndet i en byggnadsdel skall alltid vara lägre än byggnadsdelens tillåtna fukttillstånd, undantag kan göras när detta anses orimligt på grund av byggnadsdelens specifika användning. Vid beräkning skall denna göras utifrån de förutsättningar som anses vara mest ogynnsamma för konstruktionen. Med kritiskt fukttillstånd menas materialets högst tillåtna fukttillstånd och denna skall tas i beaktning med hänsyn till osäkerhet vid beräkningsparametrar vid modellen för fuktberäkning. Dessa osäkerheter kan bland annat vara ingångsdata för materialet som inte överensstämmer med den verkliga data för materialet. När bestämning av det kritiska fukttillståndet tas, skall hänsyn visas till olika tillstånd hos materialet. De fuktskador som behandlas och som kan appliceras på Parocement är, oacceptabla kemiska- och elektrokemiska reaktioner i elementen samt riskerna med instängd fukt i elementen. Vidare måste beaktning läggas för fukttransporter, ändring av mekaniska och termiska egenskaper i elementen (Boverket, 2015).

Paroc-sandwichelementens ytskikt består av plåt vilket innebär att ytskikten kan anses vara täta med avseende på vattengenomsläpplighet. Det är enbart i skarvarna mellan elementen som eventuell fukt skulle kunna tränga in i byggnaden. Lösningarna på dessa skarvar är standardiserade enligt Parocs handbok. Vid rätt installation skall lösningarna i handboken uppfylla de täthetskrav som ställs på dessa skarvar. Vilka av dessa fukttekniska lösningar som blir aktuella och hur de appliceras redovisas senare i detta arbete. I en intervju med T. Angly, på Paroc Danmark, (personlig kommunikation, 4 mars, 2016) berättar han att det inte inkommit några rapporter om fuktproblem invändigt i lägenheterna i referensobjektet på Hillerød. Således kommer detta avsnitt enbart behandla de fuktrelaterade skador som kunde upptäckas när objektet studerades. Dessa skador fanns ej på elementen utan var på intilliggande byggnadsdelar. Sandwichelementens egenskaper har dock medfört vissa av dessa skador och det är därför som dessa utreds i kommande kapitel.

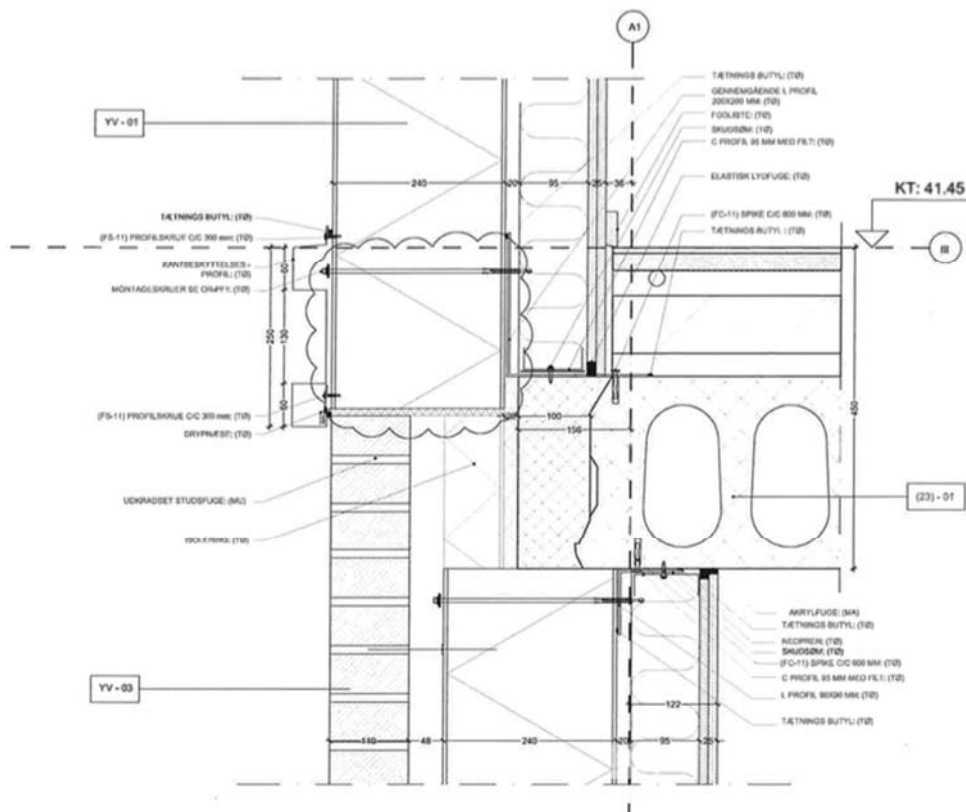
3.1.1. Kort beskrivning av referensobjektet i Hillerød Danmark.

T. Angly (personlig kommunikation, 4 mars, 2016) beskrev projektet i Hillerød, utanför Helsingør i Danmark, på följande sett. Referensobjektet består av en byggnad innefattande ungdomslägenheter med en fasadutformning i Paroc sandwichsystem.

Ledande arkitektfirma för detta projekt var Zeso Architects ApS. Detta projekt var från början inte planerat att ha en fasad med Parocement. Det var först när den tänkta fasaden visade sig vara för dyr som Paroc kontaktades. I detta skede hade en del av produktionen redan startat och projektet var igång. Från det att Paroc kontaktades tills att deras sandwichelement installerades på stommen var tidsfristen två månader. Detta medförde en för Paroc stressad projektering där arkitektens idéer inte alltid gick hand i hand med de lösningarna som togs fram. Detta medförde att Paroc löste detaljerna för sina sandwichelement och de övriga detaljerna i projektet sköttes av Zeso. Vad som förbisågs, eller hamnade mellan stolarna, var tekniska lösningar för att ta hand om vattenavrinning från fasaden.

3.1.2. Vattenmättnad skalmur i Hillerød.

Enligt T. Angly (personlig kommunikation, 4 mars, 2016) är Paroc-sandwichelementen, genom sitt utförande, helt vattenavskärmande. Detta medför att allt regnvatten som träffar fasaden kommer att rinna ner längs denna. Projektets nedersta våning valdes att beklädas med en slammad skalmur som placerades framför Paroc-elementen, denna skalmur ligger i liv med de ovanstående sandwichelementen. Mötet sandwichelement och skalmur täcks med en horisontell plåtlist i samma utförande som mötet mellan två Parocement. De skarvar som blir i denna plåtlist gör sig tydliga i skalmuren under. Regnvatten letar sig ner i dessa skarvar vilket medför att under dessa ser man tydliga spår på koncentrerad vattenavrinning i murverket. Estetiskt leder detta till kraftig vattenmättad puts vilket på vissa ställen medfört missfärgningar samt organisk påväxt i form av mögel. Värst utsatt blir muröppningar i form av dörrar och fönster. På dessa ställen har putsen blivit så utsatt att den till och med släppt och lossnat från murverket, se figur 4 och figur 5. Detta medför dock ingen problematik för konstruktionen mer än den estetiska problembilden. Bakom muren ligger som tidigare beskrivits Paroc-sandwichelement som har den konstruktionstekniska uppgiften att skydda innemiljön mot fukt. Denna tekniska detaljutformning kan studeras i figur 3 där skalmuren tydligt kan ses stå utan kontakt med bakomvarande sandwichelement.



Figur 3. Vertikalsnitt som visar detaljutformning på mötet mellan skalmur och Parocelement i Hillerød Danmark. För skalenlig ritning se bilagor (T. Angly, 2016).

Figuren visar tydligt att den skyddande skalmuren och ovanstående våningar i sandwichelement står i liv med varandra. Plåtlisten nederkant kan ses hänga ner en bit över skalmuren. Droppblecket är alltså väldigt nära placerat skalmurens putsade yta. T. Angly (4 mars, 2016) menar att detta är ett exempel på den utformning av plåtdetaljer som uppkom på grund av den korta projekterings- och produktionstiden. Men han poängterar igen att det inte är några konstruktionsmässiga risker med den mättade skalmuren. Muren har ingen bärande- eller fukttäthetsfunktion och de skador som uppkommit på muren är enbart estetiska. Dock hade dessa kunnat undvikas genom en mer omfattande projektering med vattenavrinningen i fokus.

3.1.3. Skador uppkomna på muren av anledning till felaktig vattenavrinning

I figur 4 visas utförande av mötet mellan skalmur och sandwichelement när byggnaden studerades i mars 2016. Man ser tydligt resultatet på de problemområden som tidigare diskuterats vid utförandet av mötet mellan skalmur och sandwichelement på Hillerød. Vid öppningarna i skalmuren placeras skarvarna i den omslutande plåtlisten. Detta skapar en koncentrerad vattenavrinning på grund av skarvens utförande. Följden av detta kan, som tidigare nämnts, studeras i figur 4 i den tydliga organiska påväxten över murens kant.



Figur 4. Möte skalmur och Parocement över fasadöppning Hillerød Danmark. Foto: Författarna.

I figur 4 syns den påväxt som skett på muren. Påväxten har sin utbredning rakt under plåtlistskarven och denna korrelation mellan plåtlistskarv och påväxt kunde studeras på flera ställen på byggnaden.

I Figur 5 syns ett mycket tydligt exempel på skarvarnas påverkan på den putsade skalmuren. I den del av byggnaden som formgivits med ett rundat hörn utformades plåtlisten med ca 300 mm långa plåtlängder som skarvades ihop. I detta avsnitt av skalmuren var putsen så skadad att den släppte teglet under.

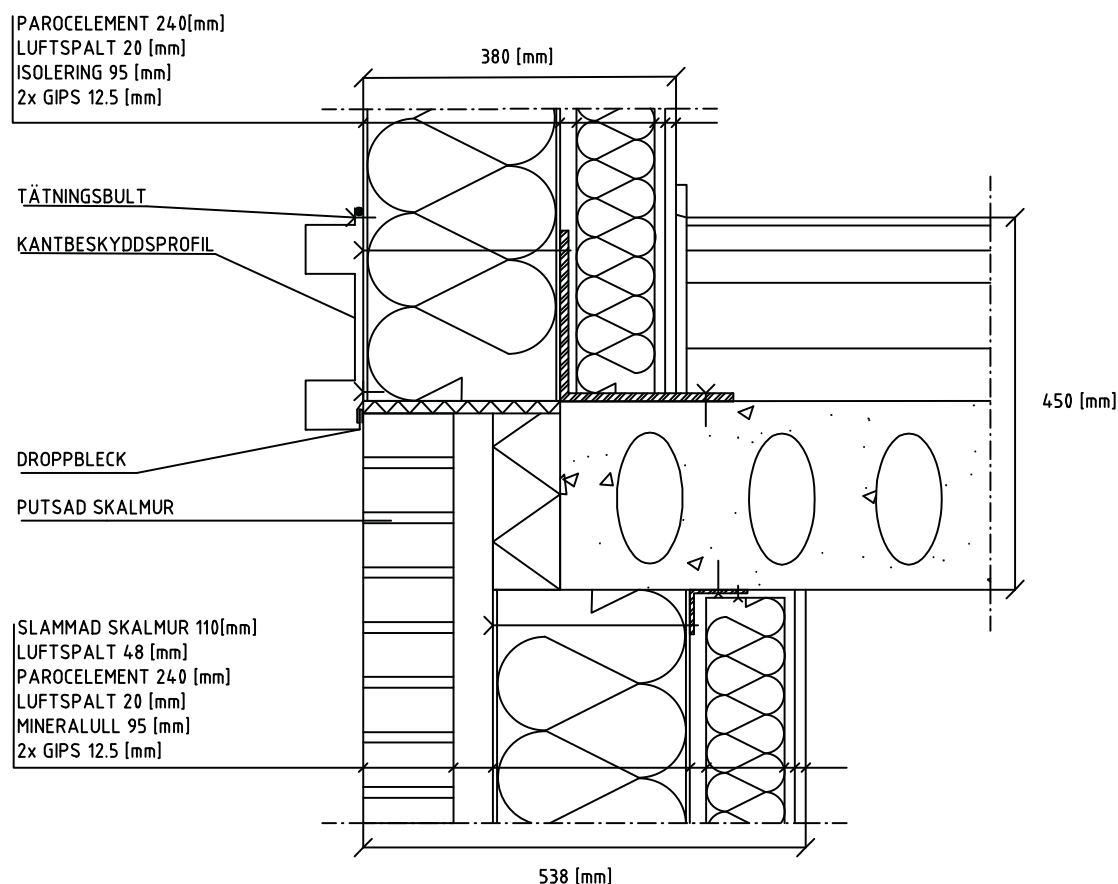


Figur 5: Möte skalmur och sandwichelement vid rundat hörn. Foto: Författarna.

Skadorna i figur 5 påverkar varken bärförmågan eller tätheten för byggnaden. Men detta är estetiska skador som inte skall finnas på fasaden enbart tre år efter de boendes inflyttning. Om inget annat är detta en framtida kostnad att putsa om muren. En kostnad som kommer återkomma så länge som vattenavrinningen har, i kombination med putsad skalmur, bristfällig utformning.

3.1.4. Utformningen på detalj, möte skalmur och Paroc-element

I figur 6 kan man se en avritad detalj av figur 3, avritningen är gjord av författarna. Figuren visar tydligare utförandet av utformningen på mötet mellan skalmur och sandwichelement.



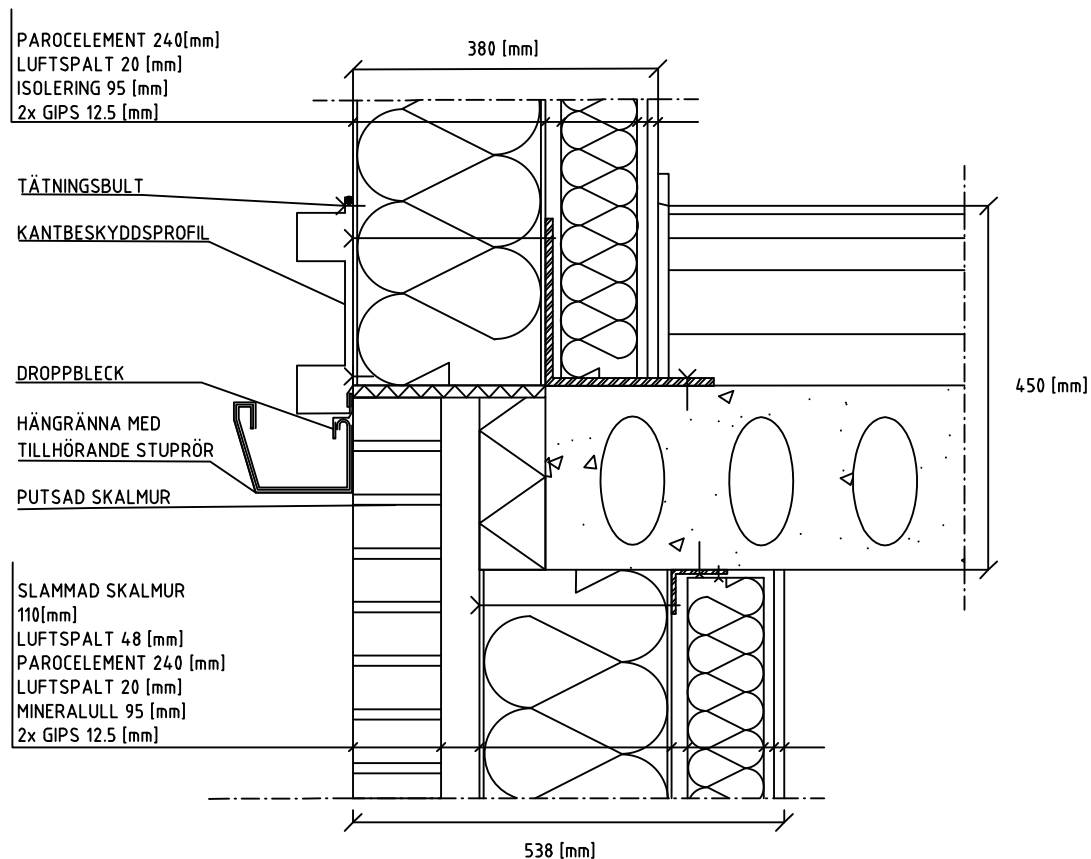
Figur 6. Avritad detalj, av författarna, vid möte våning 1 med våning 2 i Hillerød, skala 1:10. Original se figur 3 (T. Angly, 2016).

Sandwichelementen fästs i vinkeljärnen som vilar på bjälklaget. Enligt M. Holmberg (personlig kommunikation, våren 2016) på Paroc är detta att föredra då inget förarbete krävs. Vid infästning i betongbjälklaget behövs förborrade skruvhål att fästa elementen i vilket kräver ett ytterligare produktionsmoment. Vidare har skalmuren murats nästan hela vägen upp till det fästa elementet och skarven mellan dessa har täckts med isolering. De tåls att påpeka att elementet på inget sätt får stöd eller vilar på skalmuren. Nämda har alltså ingen som helst bärande funktion i byggnaden utan bär endast sig själv.

3.1.5. Förslag på fasadkomplettering till Hillerød

Genom att montera droppnäsa under kantbeskyddsprofilen i fasaden hade den värsta mängden vatten kunnat ledas bort från skalmuren. För att kunna tillgodose att droppnäsan uppfyller sitt mål med att leda bort regnvattnet måste denna i alla fall ligga i liv med kantskyddsprofilen. Men vid ett kompletteringsarbete som detta kan det vara för omfattande arbete att genomföra detta stora plåtarbete. Den känsliga putsen skulle kunna

undvaras allt fasadvatten även genom att installera en rektangulär hängränna under kantprofilen. Vid rätt dimensioner och rätt kulörer skulle denna hängränna kunna smälta in i fasadutformningen. Detta hade möjliggjort att undvara, den putsade skalmuren, den värsta mängden regnvatten från ovanstående våningar. Enbart det vatten som direkt träffat muren skulle således belastat den och resterande mängd regnvatten hade kunnat ledas direkt ner i dagvattenbrunnarna i marken. Dessa förslag på ändringar kan studeras närmare i figur 7 nedan.

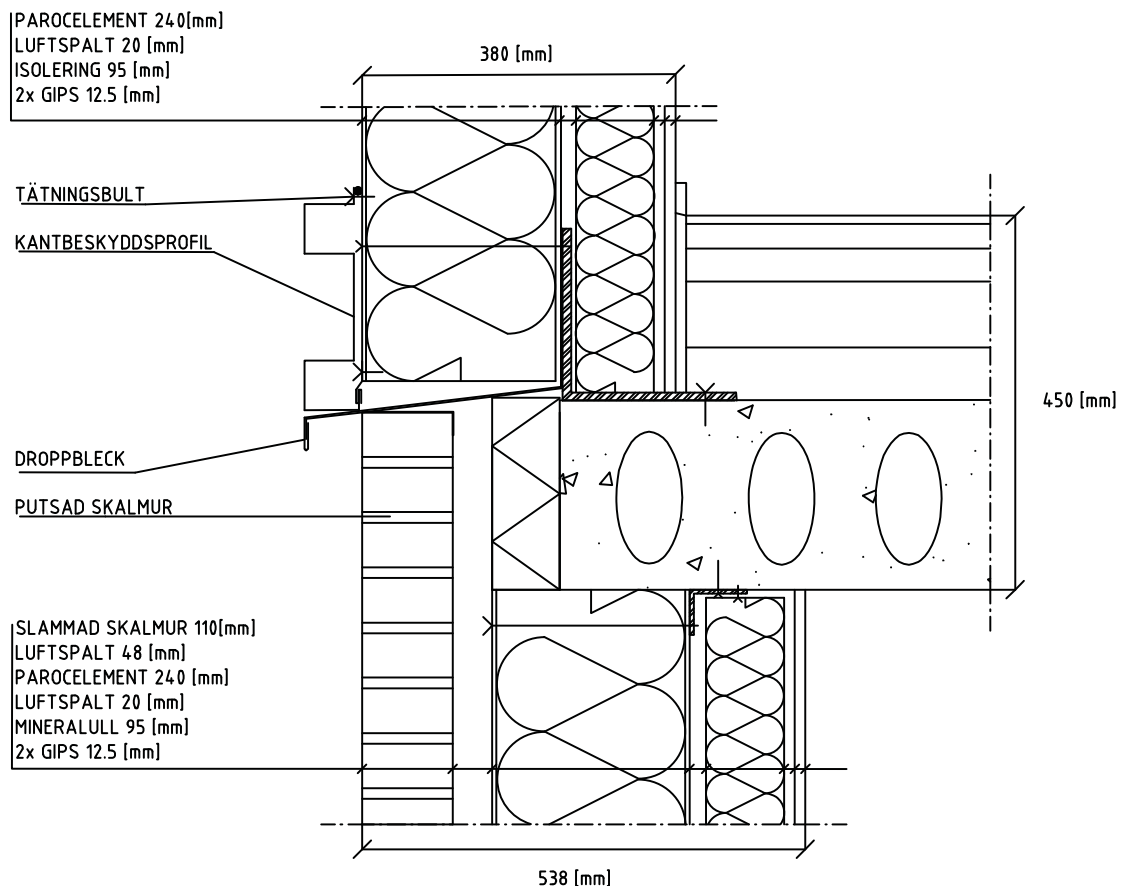


Figur 7. Kompletteringsförslag för Figur 6 för att undvika vattenmättnad i muren och de påföljande estetiska deformationerna. Skala 1:10. Ritad av författarna.

Som tidigare nämnts skulle användandet av en kvadratisk hängränna, med samma kulör som kantbeskyddsprofilen, skulle medföra att denna smälte in i fasaden. Diameter på hängrännan och stupröret skulle beräknas fram för att tillgodose godtycklig vattenavrinning. I figuren har en schematisk dimensionering av dessa diametrar ritats in.

3.1.6. Lösning i ett tidigare projekteringsskede för Hillerød

Vad man kunde ha gjort vid utformningen av mötet mellan skalmuren och Paroc-elementet är att i ett tidigare skede i projekteringen löst en ordentlig droppnäsa. I figur 8 kan man studera författarnas förslag på utformning av denna droppnäsa.



Figur 8. Författarnas version av den projekterade lösningen i Hillerød. Skala 1:10. Ritad av författarna.

Genom att fästa plåten i vinkeljärnet skulle plåten kunna fästas med samma skruvar som fäster elementen. De viktiga skulle vara att se till att droppnåsan minst drogs ut i liv med den horisontella plåtlisten. Denna utformning skulle säkerhetsställa att vattnet från plåtlisten leddes ut 70 mm från skalmuren. Eventuell vind skulle kunna trycka fasadvattnet tillbaka till skalmuren samt att denna utformning ställer krav på vattenavledningen på marken från byggnaden.

3.2.Ljudkrav.

Boverkets författarsamling (2013:14) redovisar ljudkrav i bostäder enligt

Byggnader som innehåller bostäder, deras installationer och hissar ska utformas så att ljud från dessa och från angränsande utrymmen likväl som ljud utifrån dämpas. Detta ska ske i den omfattning som den avsedda användningen kräver och så att de som vistas i byggnaden inte besvärar av ljudet. (sid. 32).

Som vägledning till att skapa en god bostadsmiljö ur ljudaspekt används den svenska standarden SS 25267. Den behandlar ljudklassning av bostäder och ger rekommenderade värden för olika klassificeringar. De fyra klasserna som behandlas kallas A, B, C och D. Klasserna går i fallande ordning sett till vilka riktvärden de ställer på bostaden. Ljudklass A motsvarar högklassiga ljudförhållanden, klass B är väsentligt bättre ljudmiljö än minimikrav, klass C skall tillämpas som minimikraven för svenska bostäder och klass D behandlar de fallen där klass C inte kan uppnås, exempelvis vid ombyggnationer. Vid nybyggnationer är alltså klass C den lägsta som kan väljas som riktvärde (Örnhall, 2012).

Ljud och buller i lägenheter och bostäder kan bero på olika anledningar. Det kan innefatta ljud från installationer, hissar, trafik samt omkringliggande verksamheter. Dessa ljud

brukar beskrivas som buller och mäts på olika sätt beroende på källan till bullret. Trafikbuller mäts med en så kallad dygnsekvivalent ljudtrycksnivå, även kallad medelljudsnivå. När trafiken är sporadisk kan man tillgodose sig 10 dB mer än vad som kan avläsas i tabell 2 nedan. (Örnhall, 2012, s. 96)

Tabell 2 är en sammanställning, av tabell 5 i SS 25267 samt tabell 7:21c i BBR22, och visar de riktlinjer i dB för de olika ljudklasserna.

Tabell 2. Ljudnivå inomhus från trafikbuller och andra yttre ljud. Rekommenderade högsta värden för ekvivalenta ljudtrycksnivåer [dB] (Örnhall, 2012).

Ljudklass	A	B	C	D
Bostadsrum	22	26	30	30
Kök	27	31	35	39

Senare i denna rapport tas enbart hänsyn till de ljudkraven som är kopplade till fasadväggarna. Då rapporten utreder ett fasadsystem kommer buller från installationer och stegljud inte att behandlas. Stegljudet kommer ha en viss påverkan på byggnadens utformning, i form av bjälklagets tjocklek och utformning, men behandlas inte i detta avsnitt.

3.2.1. Kort beskrivning om fallstudieobjektet på Friggagatan i Göteborg.

På Friggagatan i Göteborg gjordes mätningar av WSP på bullernivåerna från den intilliggande vägen, busstråk samt spårvägen. De uppmätta värdena vid fasad avlästes till 62-67 dB, mätningarna vid busstråket uppgick till 54-60 dB och buller på grund av spårvagnstrafik uppgick till 58-61 dB. Kravet på konstruktionen specificerades enligt standarden SS 25267 och till ljudklass C vilket medför en ekvivalent nivå på 30 dB samt en maximal ljudnivå 45 dB i boendedelen. De ljudkrav som var rådande vid projekteringen av Friggagatan kan ses i tabell 3 nedan. (WSP, 2006)

Tabell 3. Riktvärden ljudnivåer kopplat till BFS och i enlighet med SS 025267 (utgåva 2). Tagit från PM mellan WSP till White. (WSP, 2006).

Utrymme	Ljudnivå	Ljudklass A	Ljudklass B	Ljudklass C	Ljudklass D
Utomhus					
Utanför minst hälften av bostadsrummen i varje lägenhet	Ekvivalent	46 dB (A)	50 dB (A)	54 dB (A)	58 dB (A)
	Maximal ⁵	51 dB (A)	55 dB (A)		
På minst en balkong/ute utrymme i anslutning till lägenheten	Ekvivalent	46 dB (A)	50 dB (A)	54 dB (A)	58 dB (A)
Inomhus					
Bostadsrum	Ekvivalent	22 dB (A)	26 dB (A)	30 dB (A)	34 dB (A)
	Maximal	37 dB (A)	41 dB (A)	45 dB (A)	49 dB (A)
Kök	Ekvivalent	27 dB (A)	31 dB (A)	35 dB (A)	39 dB (A)

⁵ Det maximala värdet får överskridas 5 gånger per natt (22:00-06:00).

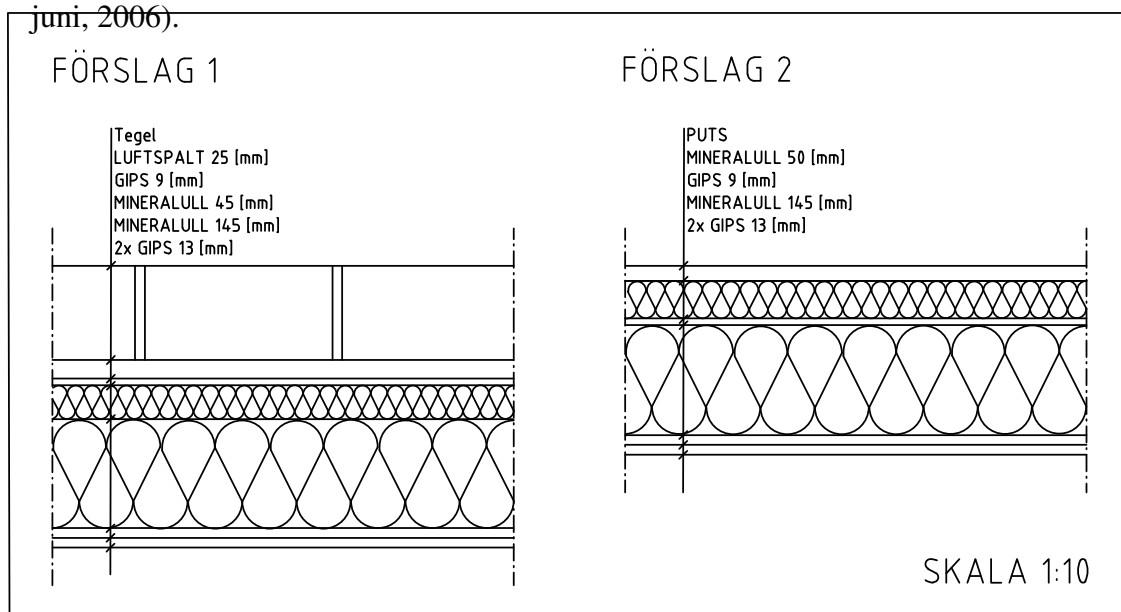
Enligt WSP har Boverket utfärdat möjligheter till avsteg från riktvärdena i stadsmiljöer där det kan vara svårt att uppnå dessa riktvärden utomhus. Därför finns avsteg från riktlinjerna att tillgå med vissa grundkrav, bland annat att inomhuskraven alltid skall uppnås. Tabell 3 visar alltså de gällande riktvärdena enligt BBR, BFS och enligt SS 025267 (utgåva 2) vid tidpunkten för Friggagatans projektering. Utvecklingen av den nya utgåvan av standarden SS 25267 var dock långt gånget vid denna tid. Och det hade blivit praxis i Göteborg att använda den som underlag då den troligtvis skulle bli kopplad till BBR. WSP skriver till White att den kommande svenska standarden SS 25267 (utgåva 3), då den än inte är kopplad till BBR, kommer ligga som underlag för ljudprojekteringen på Friggagatan. (WSP, 12 juni, 2006).

I tabell 4 ser man ett utdrag ur SS 25267 (utgåva 3). Tabellen behandlar riktvärden för trafikbuller utomhus. Man kan direkt se att riktvärdena i denna tabell stämmer väl överens med dem i tabell 3.

Tabell 4. Ljudklassstandard SS 25267 utgåva 3, riktvärden trafikbuller inomhus. WSP i ett PM till White Arkitekter. (WSP, 12 juni, 2006).

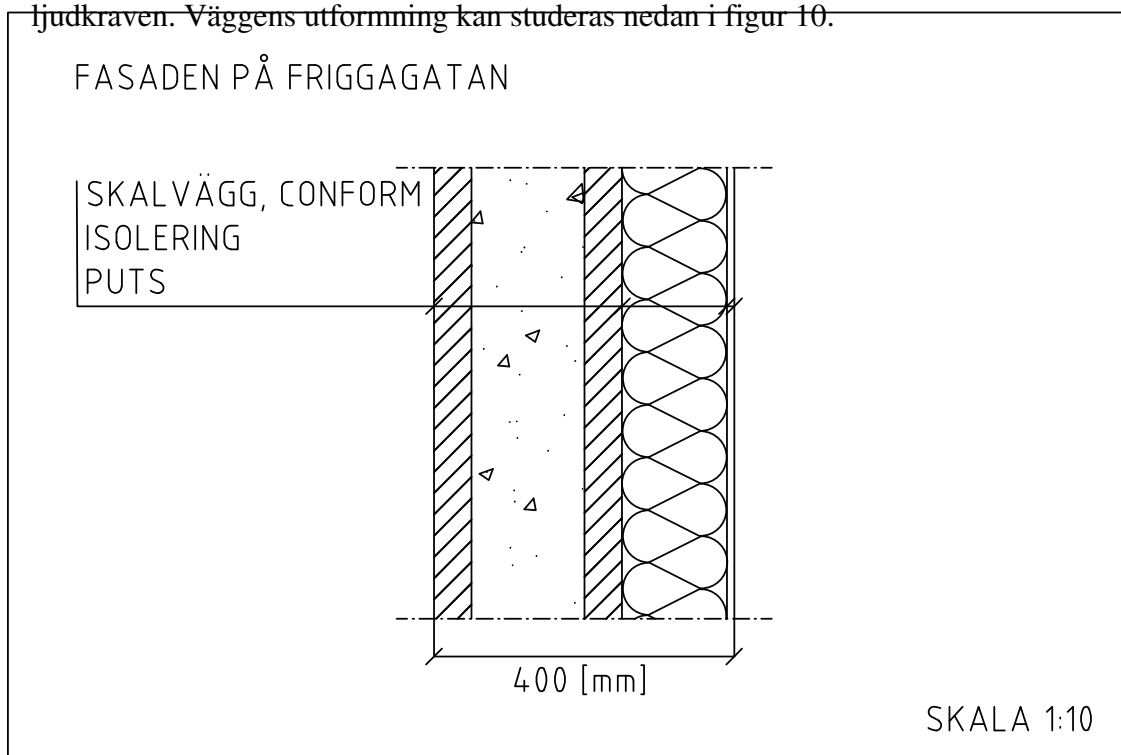
Lägsta tillåtna sammanvägda ljudisolering skall fastställas genom beräkning utifrån dimensionerande ljudtrycksnivåer utomhus så att tabellens värden på ljudtrycksnivåer inte överskrids i utrymmen:	Dimensionerande ekvivalent ljudtrycksnivå från trafik $L_{pAeq24h}$ eller från andra yttre källor, L_{pAeq} [dB]	Dimensionerande maximal ljudtrycksnivå nattetid L_{pAFmax} [dB]
- sömn, vila och daglig samvaro	30	45
- matlagning och hygien	35	-

Ovan givna riktvärden var alltså det som låg till grund för WSP ljudprojektering av Friggagatan. Som konsult åt White Arkitekter i projektet återkom WSP med utformningsförslag på fasader som skulle klara ljudkraven. Som underlag låg ljudmätningar och beräkningar av ljudnivåerna. Utformningen på dessa förslag kan studeras i figur 9 som är en gestaltning av författarna av de förslag som WSP skickade till White. Enligt WSP uppfyllde dessa de ljudkrav som ställdes på fasaderna. (WSP, 12 juni, 2006).



Figur 9. Avritat förslag, av författarna, på fasadutformning från WSP till White Arkitekter. Skala 1:10 (White Arkitekter AB).

Fasadernas utformning vid Friggagatan blev dock inte i något av de två utförandena som föreslogs ovan från WSP (WSP, 12 juni, 2006). Den fasad som kom att användas hade istället utförandet med en tung skalvägg från företaget Con-Form med isolering och puts innanför denna. Enligt J. Larsson (personlig kommunikation, VT 2016) på White ansågs det nödvändigt att använda en tung fasadvägg med tilläggsisolering för att klara ljudkraven. Väggens utformning kan studeras nedan i figur 10.



Figur 10. Visar horisontell genomskärning av den befintliga fasaden på loftgångshuset på Friggagatan i Göteborg. Avritad av författarna från White Arkitekters ritningar. Skala 1:10, (White Arkitekter AB).

3.2.2. Byte av befintlig fasad mot Parocement ur ljudkravsynpunkt.

Sedan Friggagatan byggdes och projekterades har alltså standarden SS 25267 (utgåva 3) kommit att innefattats i BBR. I skedet av den här utredningen har en fjärde utgåva av standarden införts i BBR. Denna utgåva ligger till grund för rapportens följande utredningar och redovisningar av ljudkrav.

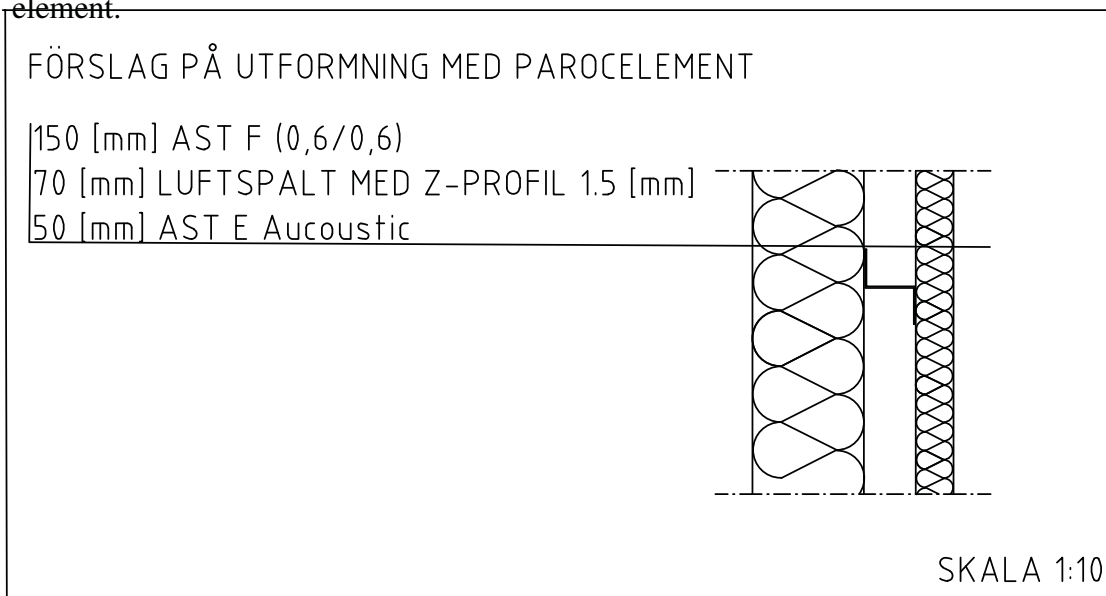
Parocs sandwichelement har förhållandevis bra ljuddämpande förmåga för att vara ett lätt fasadsystem. Ur tabell 5 kan man utläsa att den ljuddämpande förmågan nästan helt är oberoende av tjockleken på elementen. Vidare behandlar $R_w + C_{tr}$ bullerstörningar från stadstrafik.

Tabell 5. Vägd ljudreduktion R_w för sandwichelement AST S vid olika dimensioner. Tabellen är omskriven från Paroc Teknisk Detaljhandbok s 39, tabell 16 (Paroc, 2016).

Ljuddämpning	Elementtjocklek [mm]							
	50	80	100	120	150	200	240	300
R_w [dB]	29	30	30	30	30	29	29	29
$R_w + C$ [dB]	27	27	27	27	27	28	28	28
$R_w + C_{tr}$ [dB]	26	25	25	25	26	26	26	26

Från tabell 5 kan man utläsa att enskilda elements ljuddämpning inte är tillräckligt för att klara ljudkraven på Friggagatan. Enligt, $67 - 26 = 41$ [dB], uppfyller inte ljudkrav C enligt BBR22 och SS 25267 (utgåva 4).

Paroc har dock några certifierade och testade förslag på flerskiktskonstruktioner där deras sandwichelement i kombination med regelvägg har högre ljuddämpande förmåga. En av dessa utformningar kan studeras i figur 11 där kombinationen av Paroc-element, luftspalt och inre akustikisolering får en klart bättre ljuddämpande förmåga än ett ensamt Paroc-element.



Figur 11. Paroc ytterväggslösning för $R_w + C_{tr} = 45$ dB. Skala 1:10. Figur är en avritad detalj av författarna där originalet går att hitta i Paroc Teknisk Handbok s.39, tabell 17 (Paroc, 2015).

Utformningen i figur 11 är certifierad och testad för att klara en ljuddämpande förmåga på 45 dB inom kategorin $R_w + C_{tr}$. Med rådande ljudkrav på 67 dB så medför detta alltså, $67 - 45 = 22$ dB och klarade ljudkrav enligt BBR22 ljudklass C. Jämför man värdet så ser man faktiskt att ljudklass A har riktvärde på 22 dB. Dock så är dessa klassificeringar inget som räknas ut, utan den slutgiltiga ljudklassificeringen görs via fältmätningar. Vidare har denna utredning inte tagit hänsyn till fönstrens och ventilers inverkan på ljudkraven, analysen har enbart gjorts på fasadväggens utformning. WSP, som var ljudkonsulter för White på Friggagatan, har i sin rapport föreslagit fönstermodeller som klarar över 65 dB men dessa har alltså inte viktats in i fasadutformningen i denna utredning. Så vad fallstudien säger är att en fasad med utformningen sandwichelement, luftspalt och regelvägg utan fönster och ventiler rent matematiskt precis skulle klara ljudklass A. Men detta är omöjligt att utreda utan aktuella fältmätningar samt att i byggnadens färdiga utformning skall fönster, ventiler och andra fasadöppningar viktas in i konstruktionen och dess ljudutredning (Paroc, 2015).

3.3.Brandkrav

Örnhall (2012) redovisar PBF 3:8 enligt

De grundläggande funktionskraven finns i PBF, plan- och byggförordningen och anger att byggnadsverk (byggnader och anläggningar) ska vara projekterade och utförda så att byggnadens bärförmåga vid brand kan antas bestå under en bestämd tid, utveckling och spridning av brand och rök inom byggnaden begränsas, personer som befinner sig i byggnaden kan lämna den eller räddas på annat sätt, räddningsmanskapers säkerhet vid brand beaktas. (sid.123).

3.3.1. Utdrag av brandkrav enligt Boverket berörande flerbostadshus.

Byggnaden och dess delar bör redovisa sina brandtekniska klasser, brandcellsindelning, utrymningsvägar, utrymningsstrategi, brandskydd av installationer och en plan för underhåll i brandskyddsdokumentation för byggnaden. Det är ett krav att en sådan

dokumentation upprättas för att redovisa utförandet av brandskyddet samt dess utformning. Det är byggnadsnämnden som sätter dessa krav och dess omfattning genom byggsamrådet. Vid större byggnationer och höga, fler än 16 våningar, kan även en riskanalys erfordras (Boverket, 2015).

Hur en byggnad används påverkar brandskyddsutformning då användningsområdet styr hur bra lokalkännedom personerna i byggnaden kan antas ha. Detta med flera andra faktorer behandlas genom att gruppera in byggnader i olika verksamhetsklasser. En byggnad kan vara uppdelad i flera olika verksamhetsklasser beroende på att olika delar kan användas på olika sätt, och då ställs olika krav på dessa sinsemellan (Boverket, 2015).

Verksamhetsklasser

De olika verksamhetsklasserna, Vk, är beroende på vilka olika verksamheter och aktiviteter som antas innefattas i lokalen. Klassificeringarna har beteckningarna Vk1 till och med Vk6 och innefattar olika byggnadstyper samt ytterligare faktorer. Dessa faktorer redovisas som bland annat lokalkännedom, hur kännedomen är för personerna i byggnaden, lokalens utformning och vilka möjligheter det finns för utrymning. Vidare behandlas om utrymningen kan anses ske på egen hand eller inte, om personerna i lokalen kan anses vara i vaket tillstånd eller förväntas sova. Till sist bemöts riskerna till uppkomsten av brand och det eventuella brandförloppets hastighet och omfattning. (Boverket, 2015). Då utredningens byggnad inte innefattas av alla verksamhetsklasser så görs ett urval av dem som är eller kan vara aktuella i den typ av byggnad som utredningen berör. Nedan redovisas enbart den verksamhetsklass som innefattas på Plejadgatan, för övriga aktuella klasser, se bilagor.

Vk 3 omfattar bostäder där personerna i byggnaden anses ha god kännedom om byggnadens utformning och antas kunna sätta sig själva i säkerhet vid en eventuell brand. Dessa personer kan förväntas att sova i byggnaden och innefattar flerbostadshus, småhus, fritidsbostäder och seniorboende m.m. (Boverket, 2015).

Byggnadsklasser

Byggnadsklasser används för att dela in byggnaderna efter deras skyddsbehov beroende på deras utformning. Vid bedömningen av byggnadsklassificeringen skall beaktande tas till det troliga brandförloppet, vilka konsekvenser en eventuell brand medför och vidare hänsyn till byggnadens utförande. Klassificeringen innebär olika krav på utförandet av brandskyddet. I tabell 6 nedan redovisas byggnadsklasserna (Boverket, 2015).

Tabell 6. Beteckningstabell över byggnadsklasser. Framtagen av författarna med hjälp av BBR22 5:22 (Boverket, 2015).

Beteckning	Skyddsbehov
Br0	Mycket stort skyddsbehov
Br1	Stort skyddsbehov
Br2	Måttligt skyddsbehov
Br3	Litet skyddsbehov

Klassificeringen placerar bygganden i en av de fyra kategorierna ovan beroende på skyddsbehoven. Br0 innefattar byggnader med utformning så som byggnader med fler än 16 våningsplan alternativt vissa typer av samlingslokaler. I Br1 innefattar byggnader med tre eller fler våningsplan (Boverket, 2015).

Klassificering på byggnadsdelar

Klassificering finns även på byggnadsdelar och även dessa delas in i olika grupper beroende på deras egenskaper. De uppnådda funktionskraven redovisas genom de olika beteckningarna, eller som en kombination av flera beteckningar. De enskilda beteckningarna och deras kombinationer framgår i tabell 7 som är gjord av författarna för en snabb och enkel överblick av den paragraf som behandlar ämnet i BBR22.

Tabell 7. Beskriver brandfunktionsklasser med beteckning och betydelse. Framtagen av författarna med hjälp av BBR22 5:231 (Boverket 2015).

Beteckning	Innefattar
R	Bärförmåga
RE	Bärförmåga och integritet, täthet
REI	Bärförmåga, täthet och isolering
E	Integritet
EI₁ och EI₂	Integritet och isolering på brandavskiljande fönster och branddörrar
M	Mekanisk påverkan
Sa och Sm	Brandgastäthet för dörrar
C	Dörrar med dörrstängare

Beteckningarna i tabell 7 ovan kombineras vid sin redovisning med ett nummer som syftar på den tid, i minuter, som konstruktionen uppfyller de berörda klassificeringarna. Exempelvis kan en fasad ha betäckningen REI60, vilket då syftar på att fasaden är klassificerad att klara att bibehålla sin bärförmåga, täthet och isoleringsförmåga, vid brand, i 60 minuter (Boverket, 2015).

Byggnadsmaterial

Enligt Europaklasserna delas även byggnadsmaterial in i klassificeringar. Dessa har fallande beteckning från A till F beroende på materialets egenskaper sett till förhindrande eller påskyndande av brandförlopp. De bäst förhindrande materialen har klassificeringen A1 eller A2 och dessa material har egenskaper som förhindrar bland annat övertändning. Övertändning är namnet på den process i brandförloppet i vilken brandröken och brandgaserna antänder, vilket påskyndar brandspridningen och spridningen sker okontrollerbart. Klass A2 och sämre måste även redovisas med en tilläggsbeteckning som beskriver materialet ur två mer specifika områden. Klasserna kombineras med tilläggsbeteckningar vilka är redovisade i tabell 8 (Boverket, 2015).

Tabell 8. Förklaring av tilläggsbeteckningar för byggnadsmaterial. Framtagen av författarna med hjälp av BBR22. (Boverket, 2015).

Beteckning	Betydelse
s1	Mycket begränsad mängd brandgaser
s2	Begränsad mängd brandgaser
s3	Inga krav på brandgaser
d0	Inga droppar/partiklar får avges
d1	Begränsad mängd droppar/partiklar får avges
d2	Inga krav på droppar/partiklar

Ett exempel på ett materials fullständiga klassbeteckning kan alltså vara A2-s1,d0. Ytterväggar i byggnader med klassificering Br1 skall utformas så att den avskiljande funktionen upprätthålls mellan byggnadens olika brandceller. Begränsningar skall ske gällande brandspridning inuti väggarna och längs med fasadytan samt att risken för personskador vid fallande delar av fasaden begränsas. Ytterväggar som enbart innehåller material av lägst klass A2-s1,d0 uppfyller kriterierna angående brandspridning inuti dessa väggar. För byggnader som ingår i Br2 samt Br3 bör kraven D-s2,d2 vara uppfyllda för att säkerhetsställa en begränsning av brandspridning längs med fasadytan, (Boverket, 2015).

En kortare beskrivning av brandceller och utrymningsvägar går att finna i bilagorna.

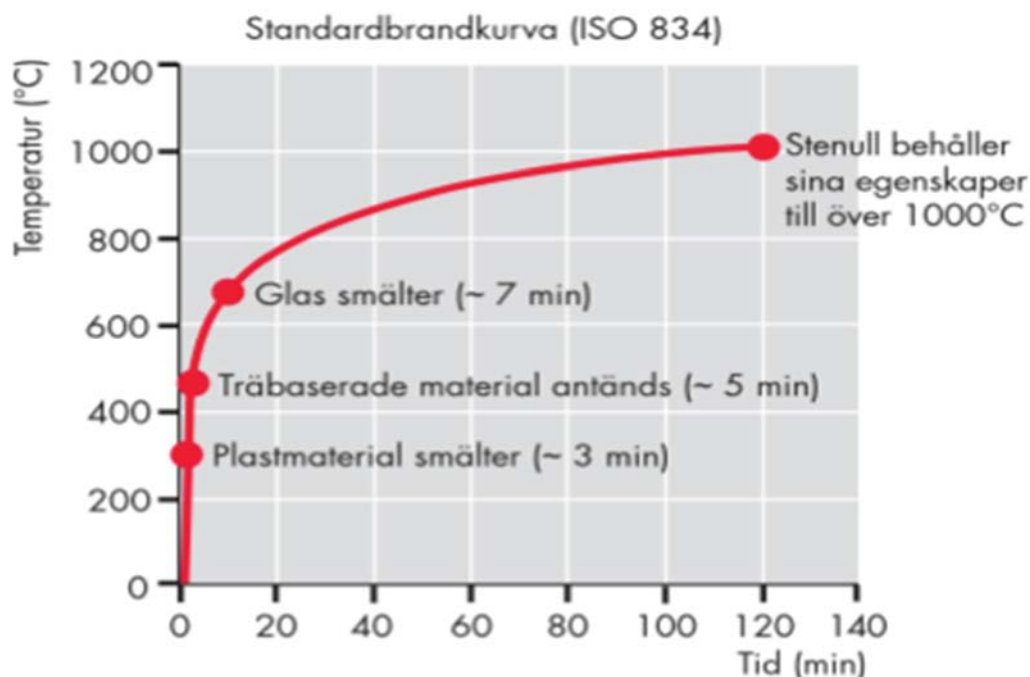
3.3.2. Elementdata från Paroc berörande brandkrav.

Paroc sandwichelement består av stenull täckt i plåt. Stenullen som elementen är uppbyggda av består av 96-98% av sten som smälts och som sedan spinns till fibrer. Den resterande delen består av organiskt bindemedel. Egenskaperna för den färdiga produkten resulterar i elementens brandisolerande egenskaper. Eftersom stenullen är ett oorganiskt material brinner denna inte.

Paroc sandwichpaneler ingår i klassen A2-s1, d0, vilket enligt EN ISO 13501-01, innebär att dessa inte bidrar till brand. Alltså uppnår sandwichelementen den klassificering som ställs på ytterväggar för byggnader med klassificering Br0. Ytskikten på elementen uppnår som redovisat de strängaste tilläggskraven, s1 och d0, vilket medför att elementen kan användas i alla delar av byggnaden, inklusive utrymningsvägar och luftslussar. Smältpunkten för sandwichelementen ligger på över 1000 °C så panelerna hjälper även till att skydda konstruktionen under en längre tid.

Under hela sin livslängd lever elementen upp till sin standard då stenullen behåller sin form även vid höga temperatur- och fukthalter. Sandwichelementkonstruktionerna är klassificerade enligt EN 13501-1 och beroende på vilken typ av Paroc-sandwichelement och vilken tjocklek på elementet uppnår dessa olika brandklasser (Paroc, 2012).

I figur 12 kan ett standardiserat brandförlopp studeras med hänseende på temperatur och tid. Standardiseringen ISO 834 behandlar en vanlig brand sett till dess temperaturutveckling och rumsutrymme.



Figur 12. Redovisar brandkurva enligt ISO 834 vid antändningsskeden för olika material beroende på temperatur och tid. (Paroc (2016) Protection Firesafe Construction s.7).

Trä antänds vid cirka 500 °C och denna temperaturutveckling går på enbart några minuter. Glas smälter redan vid 700 °C och denna temperatur uppnås vid cirka 7 minuter. Stenullen klarar alltså temperaturer som är dubbelt så höga än vad som behövs för att antända träet, och 300 °C mer än glas. Det som gör intryck är stenullens brandegenskaper med hänseende på tiden, 120 min, som stenullen klarar att behålla sina egenskaper vid brand. (Paroc, 2012).

I tabell 9 kan Paroc sandwichelements egenskaper sett till brand studeras närmare. Olika elementtyper och dimensioners inverkan på sandwichelementens brandegenskaper redovisas. Den är en omarbetad version av Parocs materialtabell om sandwichelementen.

Tabell 9. Visar EI-klassificeringen för de olika elementen i kombination med antalet minuter. Omarbetad tabell av författarna där originalet innehåller U-värden och vikt (Paroc, 2016c).

Element-typ	Brandklass [EI]								
	Verklig tjocklek [mm]								
	53	79	99	120	151	173	202	243	305
AST [®] L	-	-	-	-	180	180	180	180	180
AST [®] T	-	30	45	90	120	180	180	240	240
AST [®] S	-	30	60	90	180	180	240	240	240
AST [®] S+	-	-	120	120	-	-	-	-	-
AST [®] F	-	90	120	120	240	240	240	240	240
AST [®] F+	-	-	120	120	-	-	-	-	-
AST [®] E	45	90	120	120	120	240	240	240	240

Slutsatserna som kan dras är att elementtypen och dimensionen har påverkan på sandwichelements isoleringsförmåga och integritet i händelse av brand. Där Parocs sandwichelement för högst brandskydd, AST® F, redan vid 150 mm klarar EI240.

3.4. Böjning av sandwichelementen

Enligt M. Holmberg (personlig kommunikation, VT 2016) kan det förekomma en viss problematik med böjning av sandwichelementen. Detta på grund av utformningen av Paroc-sandwichelementen som består av två stålskivor med mellanliggande stenull. Detta medför att sandwichelementen är förhållandevis flexibla om de jämförs med exempelvis en betongvägg. Hänsyn till böjningen bör således tas med vid projektering. Normalt brukar detta inte innebära allt för stor problematik då sandwichelementen huvudsakligen används till industribyggnader, idrottshallar och kommersiella byggnader. Vilka generellt sett inte har så många invändiga konstruktioner som är känsliga mot den böjning som kan ske. Men vid användning av sandwichelementen i flerbostadshus kan detta medföra problem då invändiga konstruktioner, så som innerväggar, är i kontakt med ytterväggen. Dessa kan skadas när fasaden buktar in eller ut. Detta kan dock åtgärdas genom att ha den eventuella rörelsen av fasaden i åtanke vid projekteringen. Utböjning kan ske till följd av två naturliga drivkrafter, temperaturskillnader samt tryckskillnader mellan in och utsidan. Men böjningen är även starkt beroende på hur lång spännvidden är och tjockleken på sandwichelementen, där längre och/eller tunnare sandwichelement medför en större böjning.

3.4.1. Böjning till följd av temperaturskillnader.

Beroende på sandwichelementens ytskiktsbeläggning kommer ytemperaturen på elementen att variera, mellan +55 och +80 °C under sommarmånaderna. Där mörkare kulörer bidrar till högre ytemperatur hos sandwichelementen. På vintern kan ytemperaturen bli så lågt som -30 °C. Beroende på temperaturen på insidan av sandwichelementet kan temperaturskillnaden bli uppemot 55 °C, mellan in- och utsida på elementen (Paroc, 2015). Tabell 10 är ett utdrag ur en tabell i Parocs tekniska handbok, tabellen i sin helhet kan studeras i källan. Tabell 10 visar böjningen till följd av temperaturskillnader, för olika elementtjocklekar och spännvidder.

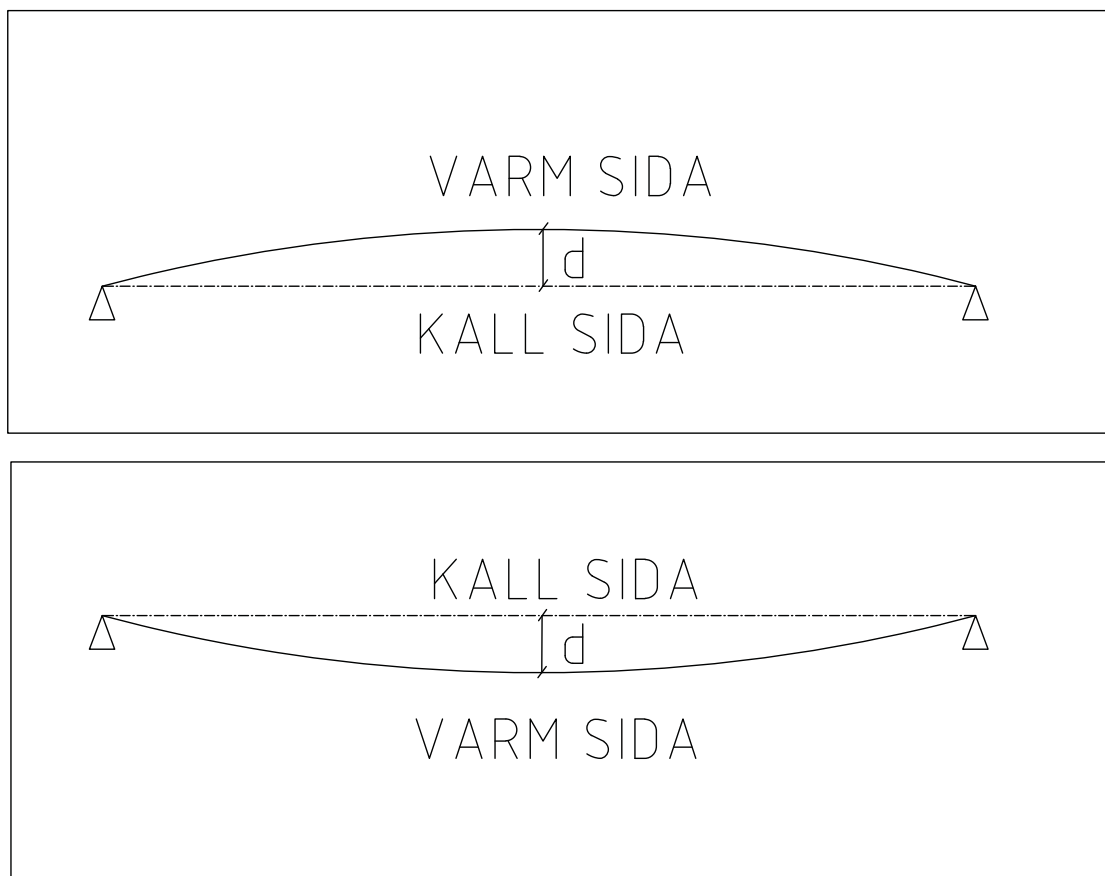
Tabell 10. Visar utböjningen vid olika spännvidder och vid två olika elementtjocklekar vid ΔT på 55 °C vid elementens ytemperatur på utsidan och insidan (Paroc, 2015).

Spännvidd [m]	Temperaturgradient [°C]	Böjning [mm]	
		Elementtjocklek [mm]	
		80	240
3	55	9	3
4,5	55	21	7
6	55	38	12
9	55	85	28

Tabell 10 visar hur mycket böjningen är beroende av spännvidden på sandwichelementen. Tjockleken har också betydelse, men i jämförelse med spännvidden är denna betydelse inte lika stor. Om man ökar spännvidden med en faktor tre, från 3 till 9 m, leder till en procentuell ökning på över 800 %. En ökning av tjockleken med en faktor 3, från 80 till

240 mm leder till en förändring på runtomkring 200 %. Så korrelationen mellan spännvidd och tjocklek på sandwichelementen är ungefär 4:1.

Böjningen av sandwichelementen till följd av temperaturskillnader, sker alltid mot den varma sidan, alltså böjs sandwichelementen utåt på sommaren och inåt på vintern. Detta visas i figur 13 där en schematisk figur har ritats upp av författarna som visar den mekaniska gestaltningen av böjningen.



Figur 13. Schematisk gestaltning av böjningen av ett sandwichelement beroende på temperaturskillnader, d = utböjningen. Figur är ej i skala, ritad av författarna.

Figuren visar de två möjliga versionerna av böjningen hos ett horisontellt sandwichelement. Vid vertikala orienteringen av sandwichelementen är principen den samma, för illustration av detta kan figur 13 får roteras 90°.

3.4.2. Utböjning till följd av vindlast.

Då vindlastens omfattning är beroende av var byggnaden är lokaliserad, dess utformning, höjd samt andra faktorer, kommer vindlasten att variera. Nedan följer ett utdrag från en tabell ur Parocs tekniska handbok, tabellen i sin helhet kan studeras i källan. För att sätta vindlasterna i tabell 11 i kontext kan det nämnas att en orkan som har en vindhastighet på 33 m/s genererar en last på 0,70 kN/m². Eller att en kuling med en vindhastighet mellan 14 och 17 m/s genererar en last på 0,15 kN/m² (Paroc, 2015).

Tabell 11. Visar utböjningen på grund av vindlast vid olika spännvidder för elementen och vid två olika elementtjocklekar. (Paroc, 2015).

Spännvidd [m]	Vindlast [kN/m ²]	Utböjning [mm]	
		Elementtjocklek [mm]	
		100	240
3	0,6	3	1
3	1,0	5	2
4,5	0,6	10	3
4,5	1,0	17	4

Även i denna tabell, jämfört med tabell 10, så är spännvidden den betydande faktorn med hänsyn till böjning av elementen. Det tåls dock att påpeka igen att den lägsta vindlasten i tabell 12, 0,6 kN/m², är strax under en orkan i styrka (Paroc, 2015).

3.4.3. Sammanfattning av böjningsproblematiken.

Enligt de två problemområden som gått igenom i 3.4.1 och 3.4.2, kan slutsatsen dras att det dominerande problemet är temperaturskillnaderna. Dels då de ger större böjningar, men även då det är det mest förekommande fenomenet i Sverige. För att ta väl hänsyn till denna problematik, bör så korta spännvidder samt så tjocka sandwichelement som möjligt väljas. Dessa aspekter påverkar hur kraftig böjningen av sandwichelementen blir. Men en luftspalt bör även placeras bakom sandwichelementen för att eliminera risken för skador på bakomvarande konstruktioner (Paroc, 2015).

3.5. Övriga problemområden

Utredningen av övriga områden, som berör fasaden, påverkas inte i samma utsträckning av faktorer berörande byggnadens placering utan mer av elementen och deras utformning. Dessa utredningar kommer således inte att viktas genom en jämnförning eller utföras med hjälp av en fallstudie. Nämnade områden kommer att redovisas genom vilka råd, förordningar och krav som ställs i BBR. Dessa kommer att jämföras med den certifierade indata som finns för elementen och installationsmetoderna för dem.

3.5.1. Täthet i fasaden

Boverket (2015) skriver i BBR22 att *"Byggnadens klimatskärm ska vara så tät att krav på byggnadens specifika energianvändning och installerad eleffekt för uppvärmning uppfylls."* (sid.243) och vidare konstaterar Boverket (2015) att *"För att undvika skador på grund av fuktkonvektion bör byggnadens klimatskiljande delar ha så god lufttäthet som möjligt."* (sid. 168).

Ett siffervärde på lufttätheten har varit borttaget sedan BFS 2006:12 och ersatts av rekommendationer enligt citaten ovan. Men i äldre utgåvor av BFS kan ett siffervärde hittas. Siffervärdet för bostäder låg då på 0,8 l/sm² vid en tryckskillnad på 50 Pa (Larsson, 2002). Det bör dock understrykas att detta värde i skrivande stund snart är 15 år gammalt, således bör det ses som ett absolut maxvärde.

Lufttätheten i skarvarna mellan sandwichelementen är av stor vikt för att klimatskalet ska vara effektivt, dels med avseende på den energiförlust som otätheter medför, men även med avseende på den fukttransport som uppstår vid otätheter. Därför är det viktigt att tätningen av skarvarna mellan elementen utförs på ett tillfredställande sätt. I skarven mellan två Paroc-element finns det två huvudsakliga sätt att tätta. Dels där endast den invändiga spalten tätas, samt varianten där båda sponterna tätas. Vid vertikal orientering måste båda sponterna tätas, vid horisontell montering finns det en möjlighet att endast tätta en av sponterna, men för att uppnå en god täthet bör man även i detta fall använda tätning i båda sponterna (Paroc, 2015). I tabell 12 nedan visas inverkan på lufttätheten för

olika tätningsmetoder och elementorienteringar, för en konstruktion med Paroc sandwichelement.

Tabell 12. Avser lufttätheten för konstruktioner med Parocement vid en tryckskillnad på 50 [Pa] (Paroc, 2015).

Montage och tätning	Klassificering, m ³ /m ² h
Horisontellt montage, tätning i fogens båda sponter	< 1.0
Horisontellt montage, tätning endast i fogens invändiga spont	< 1.5
Vertikalt montage, tätning i fogens båda sponter	< 1.0

Värdena i tabell 12 är angivet med enhet m³/m²h som kan omvandlas till enheten l/sm² om man dividerar det med 3,6. Med hjälp av denna omvandling kan en jämförelse göras mot det tidigare maxvärdet enligt BFS 2002:19. För fasader av Paroc sandwichelement med tätning i båda sponterna blir tätheten då < 0,278 l/sm² eller lite drygt en tredjedel av maxvärdet, vilket i sammanhanget får ses som en fingervisning om att fasaden kan ge en god täthet vid korrekt utförd tätning i båda sponterna.

3.5.2. Regntäthet

När man ser till regntäthet i skarven mellan två Paroc-element, avses samma tätningar som i avsnittet 3.5.1 om ”Täthet i fasaden”. Det vill säga att endast den invändiga eller att både den invändiga och utvändiga skarven förses med tätning (Paroc, 2015). I tabell 13 nedan visas de olika tätningsprincipernas inverkan på regntätheten vid de olika tätningsprinciperna.

Tabell 13. Avser regntätheten vid olika tätningsprinciper (Paroc, 2015).

Tätningsprincip	Regntät upp till
Tätning i invändig spont (endast horisontellt montage)	0,6 kN/m ²
Tätning i båda sponter, vertikalt eller horisontellt montage	1,2 kN/m ²

Som det framgår i tabell 13 och som rekommenderas av Paroc, bör konstruktioner konstrueras med tätning i båda sponterna om vindlasterna överskrider 0,6 kN/m² eller om byggnaden planeras med vertikalt orienterade Paroc-element. (Paroc, 2015).

3.5.3. Skalskydd

Parocs sandwichelement är testade och certifierade enligt svensk Brand- och Säkerhetscertifiering AB, förkortad SBSC. I utförandet av sandwichelementen AST® S och AST® E med tjockleken 240 mm, som testerna är utförda på, kommer dessa sandwichelement upp till skalskyddsklass 2. Gällande certifieringsnummer är 10-575 samt 10-576 och regelverket för båda sandwichelementen följer SSF 1047, utgåva 2. (Stölskyddsföreningen, 2016). I en kommunikation med SSF (17-05-2016) berättar de att enligt dem så räcker skalskyddsklass 1 för bostäder. Detta är också det svar författarna fick av J. Larsson (personlig kommunikation, VT 2016) på White Arkitekter. Således kan slutsatsen dras att Paroc sandwichelement mer än nödvändigt klarar de krav som ställs på fasaden. För att se certifikaten som gäller för Parocs sandwichelement se bilagor.

3.5.4. Skador på fasadelementen

På grund av Parocelementens utformningen, med tunna stålplåtar utvändigt, och invändigt, finns en viss risk att synliga och eventuellt farliga skador kan uppkomma, till följd av olyckor eller avsiktligt våld mot fasaden. För att försöka undkomma detta bör de mer utsatta elementen på bottenvåningen antingen ersättas med något tåligare eller skyddas. Anledningen till att sandwichelementen på nedersta våningen kan anses vara mer utsatta är på grund av att rörelsen av människor och fordon. Cyklister, mopedister och övriga trafikanter som kan antas röra sig i närheten av fasaden och detta utgör en risk för olyckor. Dessa skulle lätt kunna skada fasaden. Sandwichelementen ovan första våningen kan anses vara utom räckhåll för dessa olyckor.

I Hillerød var bottenvåningens element skyddade bakom en skalmur av murat tegel, detta gav dock andra problem, se avsnittet 3.1.2.

En alternativ lösning på problemet skulle vara att betongsockeln dras upp, så att antingen hela första våningen eller att en del av den består av en betongvägg. Dock bör risken för fuktproblematik, likt Hillerød, beaktas vid denna utformning. Vidare medför detta att man får en fasad med blandad utformning och således fler produktionsmoment. Detta skulle kunna påverka byggtiden för projektet och medföra att sandwichelementens fördelar med snabbt montage frångås.

Byte av skadade Paroc-element

Om ett Paroc-element skulle erhålla så pass mycket skador att det behöver bytas ut finns det möjlighet att göra detta. Sandwichelement med tjocklek upp till 240 mm kan bytas ut enligt Martin Holmberg (personlig kommunikation, VT 2016) på Paroc. Tillvägagångssättet för detta finns beskrivet i den tekniska handboken som tillhandahålls av Paroc.

4. Fasadutformning med Paroc sandwichelement

I detta avsnitt redovisas de generella tankegångar som diskuterats mellan författarna gällande utformningen av fasadsystemet. Med utgångspunkten att de tidigare avsnitten i utredningen har lett till en fördjupad kunskap om sandwichelementen, kan appliceringen behandla de mer generella aspekterna i fasaden. Detta innefattar orienteringen av sandwichelementen, vertikalt och horisontellt. Vidare behandlas täckplåtens inverkan på fasaden och innerväggarnas utformning med tanke på fasadens eventuella böjning.

4.1. Orientering av elementen

Vid användning av sandwichelement finns det två sätt att orientera elementen, vertikalt eller horisontellt. De olika orienteringarna erbjuder sina för- och nackdelar, om man ser till möjligheten att använda sandwichelementen vid flerbostadshusproduktion. Då centrumavståndet mellan bjälklag oftast är mindre än centrumavståndet mellan de lägenhetsskiljande väggarna, ger det en fördel att planera för vertikalt orienterade Paroc-element, detta då det genererar en elementhöjd på runt 3 m. Jämfört med en elementlängd på väl över 4 m vid horisontellt montage, beroende på hur stor lägenheten är. Som behandlat i kapitel 3.4 om böjning framgår det att lägre elementlängd är att föredra för att minimera problematiken som annars uppstår.

Vid vertikal orientering av elementen skapas en horisontell skarv mellan elementen. Utöver skarven är monteringskruvarna placerade ovan respektive under skarven. Skarven och skruvarna måste döljas för att göra fasaden tätare och för skydda skruvarna från väderlek, dessa skyddas genom att man fäster en täckplåt runtom dem, storleken på den beror dock på hur långt isär monteringskruvarna blir placerade.

4.1.1. Vertikalt montage

Lägenhetsbredden

Då sandwichelementen kommer i bredder av 1,2 m mellan sponterna, ställer detta krav på hur man kan utforma byggnaden och lägenheterna däri. Det faller naturligt att de lägenhetsskiljande, och de ofta tillhörande bärande delarna, i huset bör ha ett centrumavstånd som är en multipel av 1,2 m för att få en underlättad konstruktion.

Lägenhetshöjden

Vid vertikalt montage spelar höjden på lägenheterna mindre roll om man ser till sandwichelementen, så länge som böjningen av sandwichelementen tas i hänsyn.

4.1.2. Horisontellt montage

Lägenhetsbredden

Vid horisontellt montage spelar bredden på lägenheterna mindre roll om man ser till sandwichelementen, så länge som böjningen av sandwichelementen tas i hänsyn.

Lägenhetshöjden

Då sandwichelementen kommer i bredder av 1,2 m mellan sponterna, ställer detta lite krav på hur man kan utforma byggnaden och lägenheterna däri. Det faller naturligt att bjälklagen bör ha ett centrumavstånd som är av en multipel av 1,2 m för att få en underlättad konstruktion.

4.2. Täckplåt

Skarven som blir mellan elementen måste som nämnts tidigare täckas och skyddas från väderlek, detta görs med hjälp av täckplåten. Beroende på om fasaden utförs med vertikal eller horisontell orientering av elementen, kommer man få en horisontell respektive vertikal täckplåt.

Oavsett täckplåtens orientering, bör täckplåten ha konstanta dimensioner utefter hela sin längd, detta för att undvika extra plåtarbete i övergångarna. Detta tankesätt har medfört begränsningar då alla skarvar och infästningsskruvar måste placeras inom täckplåten. Med dessa två lärdomar inses att med en liten täckplåt ges liten marginal att placera infästningar för våningsspännande fönster på en mer fördelaktig distans från bjälklag. Samtidigt som stora täckplåtar ger större spelmöjligheter med detta resulterar det i kraftiga beslag och mer omfattande plåtarbete vid varje skarv.

4.3. Innerväggen innanför sandwichelementet.

Att det behövs en vägg innanför sandwichelementet har redan motiverats med hänsyn till böjningen men även med hänsyn till ljudkrav, se avsnitt 3.4.3 och 3.2. Men det finns ytterligare anledningar. En vägg innanför sandwichelementen möjliggör att dra vissa installationer längs ytterväggen. De estetiska aspekterna med att dölja plåtväggen bör inte underskattas. Utöver detta kan hänsyn tas till skaderisken som finns mot sandwichelementen, om de skulle stå oskyddade på insidan av lägenheten. Precis som i kapitel 3.5.4 där skaderisken på bottenvåningens sandwichelement behandlades, kan det enkelt argumenteras för en skyddsanordning, fast nu på insidan av sandwichelementen. Detta på grund av att elementen relativt enkelt kan skadas genom olycka, eller i värsta fall genom avsiktligt våld. Av de anledningarna som nämnts, (böjning, ljudkrav, estetik, installationshänsyn och skaderisk) bör man vid en fasad av sandwichelement även planera för en vägg innanför.

Innerväggen ger byggnadens yttervägg ett högre U-värde, vilket är positivt sett ur energisynpunkt. I tabell 14 visas inverkan på U-värdet för olika kombinationer av sandwichelement och innerväggar. Tabell 14 är framtagen genom en beräkning enligt (Petersson, 2009, s. 245-247), den tar ingen hänsyn till köldbryggor och bör endast ses som en indikation på i vilken storleksordning som U-värdet för ytterväggen kan väntas hamna.

Tabell 14. Visar U-värdet för olika kombinationer av tjocklekar på Paroc sandwichelement och mängden isolering i en innervägg med tre gipsskivor. Tabell skapad och framtagen av författarna.

Element-tjocklek [m]	Tjocklek stenull innervägg [m]							
	0	0,045	0,070	0,095	0,120	0,145	0,195	0,220
0,080	0,48	0,24	0,21	0,19	0,17	0,15	0,13	0,12
0,100	0,38	0,21	0,19	0,17	0,15	0,14	0,12	0,11
0,120	0,32	0,19	0,17	0,16	0,14	0,13	0,11	0,10
0,150	0,26	0,17	0,15	0,14	0,13	0,12	0,10	0,10
0,175	0,22	0,15	0,14	0,13	0,12	0,11	0,10	0,09
0,200	0,19	0,14	0,13	0,12	0,11	0,10	0,09	0,09
0,240	0,16	0,12	0,11	0,10	0,10	0,09	0,08	0,08
0,300	0,13	0,10	0,10	0,09	0,09	0,08	0,07	0,07

Som framgår av tabell 14 fås ett lägre, och då ur energisynpunkt bättre, U-värde ju tjockare sandwichelementet och innerväggen blir. Men om innerväggen görs för tjock i förhållande till sandwichelementet, kan detta resultera i låga temperaturer på insidan av sandwichelementet och därmed risk för kondens. Enligt rekommendation från N. Borg (personlig kommunikation, 27 april 2016) på Paroc bör invändig isolering maximalt ligga på runt en tredjedel av sandwichelementet. I tabell 15 har temperaturen på insidan av

sandwichelementet för samma kombinationer som i tabellen 14 beräknats enligt (Petersson, 2009, s. 249).

Tabell 15. Visar temperaturen på insida Paroc-element, vid olika sandwichelement- och mineralullstjocklek i innerväggen. Vid en utetemperatur på -20°C och en innetemperatur på $+20^{\circ}\text{C}$. Framtagen och skapad av författarna.

Element-tjocklek [m]	Tjocklek stenull innervägg [m]							
	0	0,045	0,070	0,095	0,120	0,145	0,195	0,220
0,080	20,00	0,16	-2,49	-4,52	-6,13	-7,44	-9,43	-10,21
0,100	20,00	2,48	-0,16	-2,25	-3,95	-5,34	-7,52	-8,38
0,120	20,00	4,15	1,55	-0,55	-2,27	-3,71	-5,99	-6,91
0,150	20,00	6,09	3,59	1,53	-0,20	-1,68	-4,05	-5,02
0,175	20,00	7,57	5,18	3,17	1,46	-0,01	-2,43	-3,43
0,200	20,00	8,79	6,52	4,58	2,91	1,45	-0,97	-1,99
0,240	20,00	10,12	8,01	6,18	4,57	3,15	0,75	-0,28
0,300	20,00	11,58	9,68	7,99	6,49	5,13	2,80	1,80

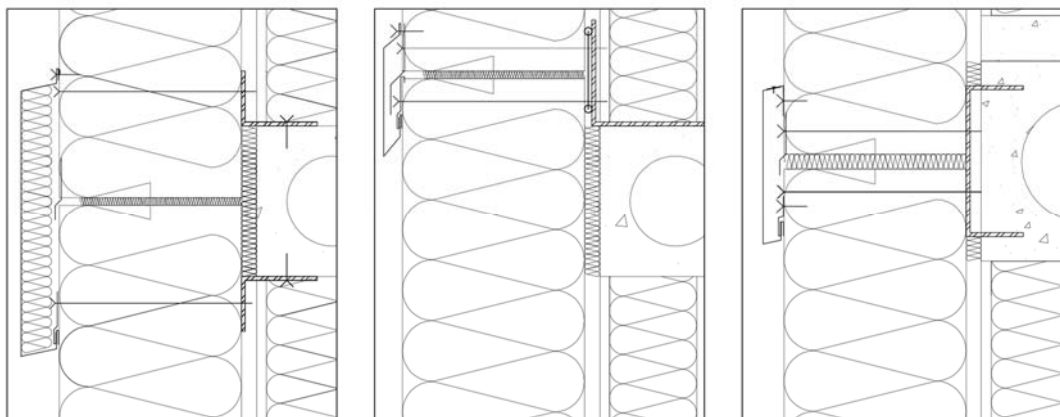
Med hjälp av en tabell för mätnadsånghalt och rimliga antaganden för den relativa ånghalten inomhus, kan man med hjälp av tabell 15 bestämma en maximal tjocklek på den invändiga väggen med hänsyn till risk för kondens mellan sandwichelement och regelväggen.

4.4. Installationer, VVS, EL

Sandwichelementen bör, enligt M. Holmberg, förskonas från dragning av installationer av flera anledningar. Det hade försämrat tätheten som uppnås vid korrekt installation av sandwichelementen. Vidare hade håltagningen kunnat inverka på sandwichelementens styvhet och deras eventuella rörelser hade kunnat skada installationerna. Av dessa anledningar bör byggnader med Paroc sandwichelement planeras på så sätt att installationer dras antingen i golv, undertak eller i de lägenhetsskiljande väggarna.

4.5. Infästningen av elementen

Under arbetets gång har olika principer för att fästa in elementen utreds, se figur 14 för en principiell illustration av hur de kan se ut.



Figur 14. Visar de tre olika infästningssystemen för fasaden som beskrivits ovan. Skala 1:10, ritad av författarna.

De olika utförandena har olika för- och nackdelar i olika aspekter, nedan följer tabell 16 vari de efter författarnas tycke listas.

Tabell 16. Redovisa för och nackdelar med de olika infästningsprinciperna illustrerade i figur 14. Framtagen av författarna.

Två stycken L-profiler	En stor L-profil	En U-profil
Infästningspunkter förmånligt placerade. Förmånligt vid brand då + varje lägenhet bär sina egna sandwichelement.	Liten täckplåt. Endast en stålprofil. Lätt att få tätt.	Liten täckplåt. Endast en stålprofil. Lätt att få tätt. Skyddad infästningsprofil m.h.t. brand.
Stor täckplåt. Svårt att få tätt då man - måste dra en spärr mellan profilerna.	Vid brand påverkas två lägenheter. Referenslinjen hamnar långt ifrån ena kanten av bjälklaget.	Eventuellt dyrare då det måste förbeställas med en U-profil ingjuten.

5. Beskrivning av principdetaljer

I avsnitten nedan kommer detaljerna som författarna ritat upp, och sedan fått kritiserade av branschfolk, att redovisas. Utformning och funktion kommer också att diskuteras. Avsnitt 5.1 till och med 5.4 visar olika sätt att lösa fasaden i kombination med fönster och kan ses som alternativ till varandra. Således kommer dessa avsnitt, 5.1 till och med 5.4 ibland att hänvisa till varandra då vissa detaljer har samma utförande.

Avsnitt 5.5 och 5.6 är mer standardiserade sett till utförandet och kan kombineras med alla de lösningar som redovisas tidigare i detta avsnitt. 5.5 och 5.6 är omarbetade detaljer som redan konstrueras i byggbranschen idag.

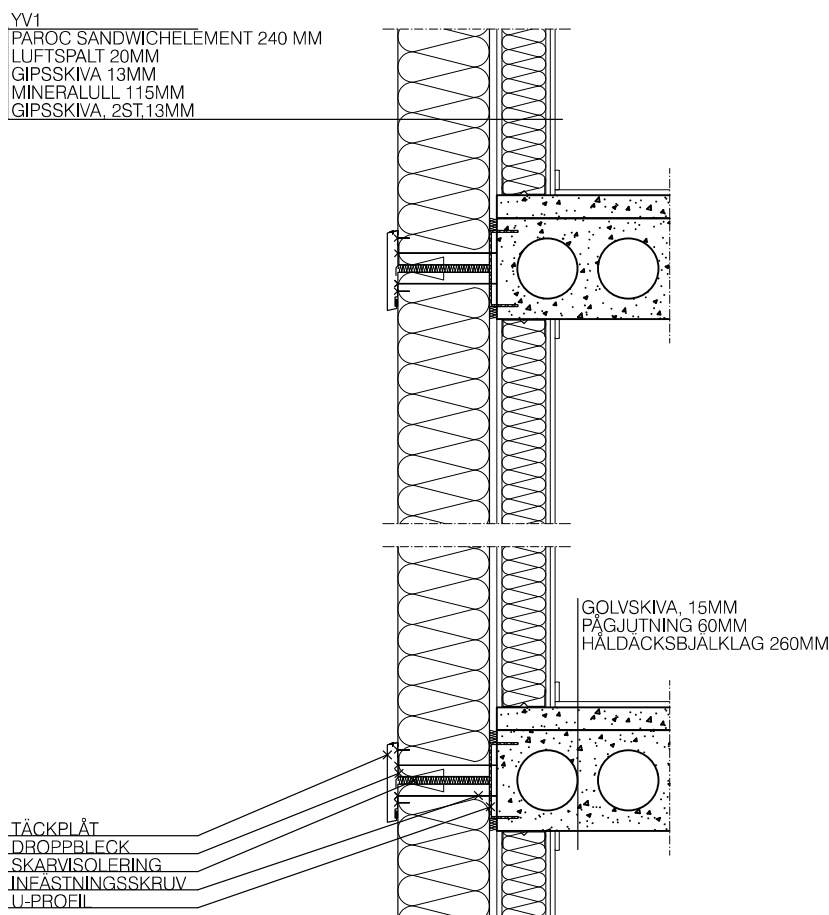
Vissa av dessa detaljer kommer senare i arbetet att väljas ut och användas i det hypotetiska huset, med eventuella förbättringar eller förändringar som i sådana fall specificeras i den senare beskrivningen.

5.1. Vertikalt montage, U-profil i bjälklag, generellt fönster

Nedan kommer de olika snitten namngivna enligt, V1, V2, V3, H1 och H2 för ritningen A010 gås igenom och förklaras. Alla figurer i avsnittet 4.1 är i skala 1:20. Ritningen i sin helhet kommer att bifogas som en bilaga. Ritningen visar principiella lösningar på hur fasad, kombination med fönster löses. I detta avsnitt har ett schematiskt fast fönster ritats, men det skulle kunna ersättas.

5.1.1. V1

Denna detalj visar ett vertikalt snitt i fasaden, vari man ser sandwichelementen, innerväggen, täckplåten och bjälklaget. Snittet går mellan två bjälklag och visar således ett våningsplan, detta för att på ett tydligt sätt visa hur utformningen påverkar konstruktionen. Snittet visar även hur bärningen av sandwichelementen är tänkt att fungera. Utformningen av ytterväggen och bjälklaget framgår av figuren.



Figur 15. Författarnas förslag på utformningen av fasaden vid möte med bjälklaget, skala 1:20, ritad av författarna.

Sandwichelementet skruvas fast i den ingjutna U-profilen. Under respektive över infästningsskruvarna dras tätningslister för att få tätt mot insidan, tätningen kan dock vara svår att se i ritningen. U-profilen är placerad så att ytterkanten av den är distanserad från bjälklaget, vilket möjliggör för elementen att vara placerade på ett lämpligt avstånd från den invändiga väggen.

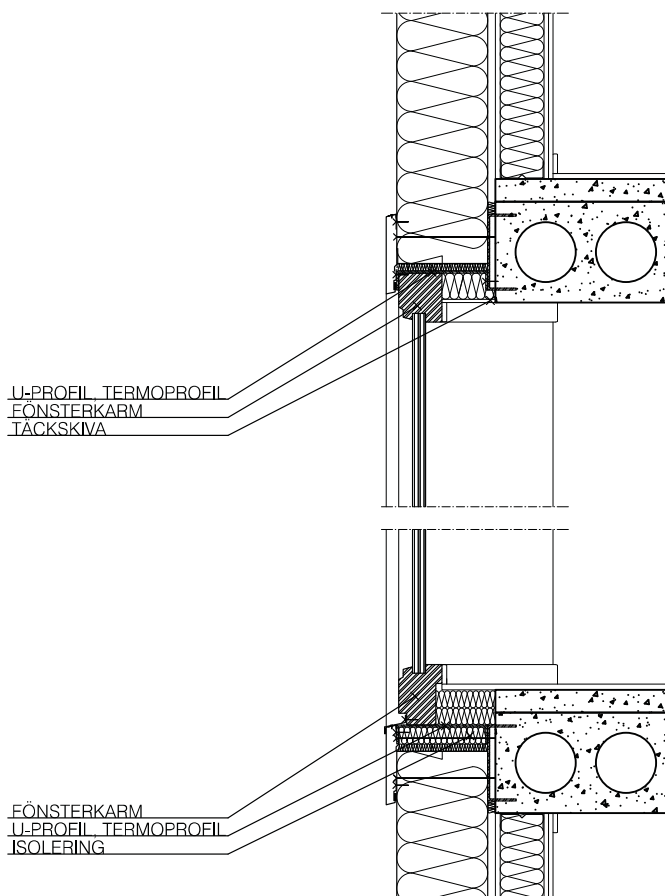
Längs ytterkanten vid skarven mellan sandwichelementen syns täckplåten, vars uppgift är att skydda infästningsskruvarna och de öppna ovan- och underkanterna av sandwichelementen från väderlek. Innanför täckplåten, på det övre elementet, längs undersidan i ytterkant syns ett droppleck, vars uppgift är att avleda vatten, ifall tätningen längs ovankant täckprofil börjar läcka. Eventuellt vatten som läcker in ska således troppa ner i täckplåten, som med jämna mellanrum är försedd med hål längs sin underkant, för att förhindra vattenansamling.

Innanför sandwichelementen finns en reglad vägg, som är placerad i nivå med ytterkanten av bjälklaget. Som tidigare nämnt är sandwichelementen distanserade från denna kant och därmed från den invändiga väggen, som på så sätt är skyddad från rörelserna som kan uppstå i elementen.

Anledningen till att bjälklaget är förhållandevis tjockt är för att det ska uppfylla ljudklass B, vilket uppfylls enligt (Starka Betong, 2014, s. 1). Den invändiga väggen hade kunnat göras tunnare med hänsyn till temperaturen på insidan av sandwichelementen.

5.1.2. V2

I denna detalj ses ytterligare ett vertikalt snitt i fasaden, vari fönster, sandwichelement, innervägg, bjälklag och täckplåten syns. I likhet med och av samma anledning som i 5.1.1 går detta snitt mellan två bjälklag.



Figur 16. Författarnas förslag på en fönsterdetalj, skala 1:20, ritad av författarna.

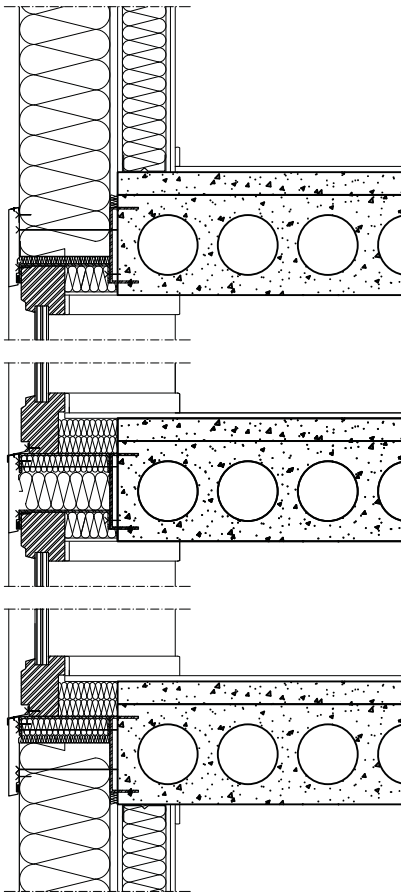
Bärningen genom U-profilen, täckplåten och den invändiga väggen är utformade på samma sätt och av samma anledningar, för utförlig beskrivning, se 5.1.1.

Fönstret är placerat i ytterkant av väggen och mellan två U-profiler. Dessa är i utförandet av termoprofiler vilket innebär att de är perforerade. Detta medför att mängden värme som leds genom dem minskar till följd av den mindre volymen värmeledande material. Termoprofilerna är sedan infästa mot U-profilen i bjälklaget. På ena sidan av termoprofilen dras en fuktspärr för att omöjliggöra fuktvandring genom den perforerade termoprofilen. På ovansidan av den undre termoprofilen isoleras för att minska mängden värme som kan ledas ut, på samma sätt och av samma anledning isoleras det på undersidan av den övre termoprofilen.

Det som kan och bör kritiseras i denna detalj och dess utformning är, U-profilen som går ut mot den (på vintern) kalla sidan och därigenom agerar köldbrygga. Detta försöks dock tas i hänsyn genom att profilen är en termoprofil och att det isoleras kring dem. Anledningen till att profilen behöver dras ut är, för att täckplåt ska kunna fästas i något samt för att fönstret ska få någon bäring undertill.

5.1.3. V3

I denna detalj visas inga nya komponenter. Det som syns är ett snitt genom tre bjälklag, vari man ser två fönster, ytterväggens uppbyggnad med mera.

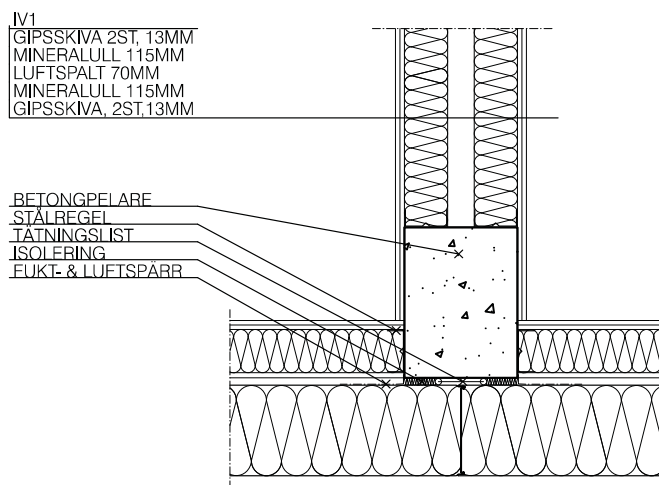


Figur 17. Visar författarnas förslag på hur en fasad med två fönster i följd i vertikalled ser ut, skala 1:20, ritad av författarna.

Men det som gör att den ändå tas med är för att, det kan vara intressant att se ett snitt genom fasaden i det fall att två fönster placeras i följd och de estetiska och konstruktionsmässiga aspekter som det medför.

5.1.4. H1

I figuren nedan kan ett horisontellt snitt genom fasaden ses, vari mötet mellan pelare, yttervägg och den lägenhetsskiljande väggen visas.



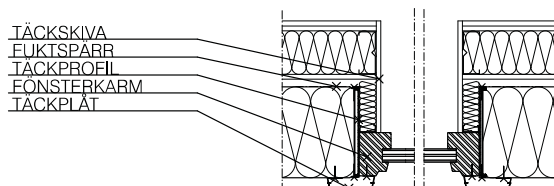
Figur 18. Författarnas förslag på hur mötet mellan pelare och yttervägg ser ut, skala 1:20, ritad av författarna.

Ovan kan mötet mellan två sandwichelement studeras och således de två sandwichelementens ihakade spontar. I mellanrummet mellan sandwichelementen och

pelaren placeras isolering. På sidorna av pelaren dras en luft- och fuktspärre som har till syfte att förhindra transmissioner mellan lägenheterna. Det är i detta mellanrum som detaljens svaghet ligger, vid dåligt utförande kan den möjliggöra överföring av luft, lukt eller i värsta fall brandspridning. Det finns dock möjlighet till förbättring, genom att man fäster plåtbeslag längs båda sidorna av mellanrummet.

5.1.5. H2

I figur 19 kan ett horisontellt snitt genom fasad ses, vari fönster, dess täckplåt och ytterväggen kan studeras.



Figur 19. Visar det horisontella snittet genom fönstret från avsnitt 5.1.2, skala 1:20, ritad av författarna.

På sidan av fönstret, längs sidorna av sandwichelementen, är stålprofiler placerade och fastskruvade i sitt respektive sandwichelement, detta för att möjliggöra infästning av fönstret. Precis som i snittet V2, så är stålprofilerna i utförande av termoprofiler, detta för att minimera mängden värme som kan ledas ut. Vidare krävs också här att en fuktspärre dras längs ena sidan av stålprofilerna för att förhindra fuktvandring.

5.2. Vertikalt montage, U-profil, IF-79-HI

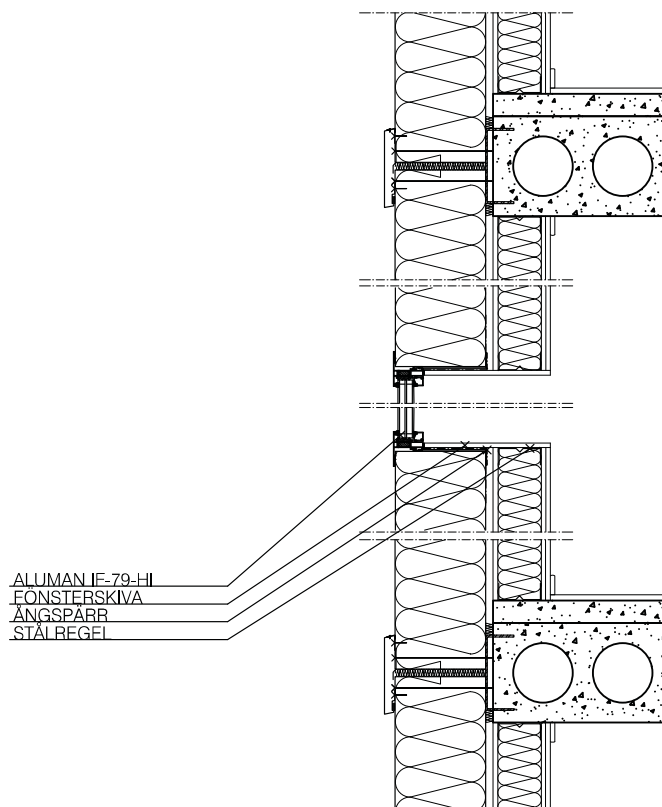
Nedan kommer de olika snitten namngivna, V1, V2, H1 och H2 i ritningen A011 att redovisas och förklaras. Alla figurer i avsnittet 5.2 är i skala 1:20. Ritningen i sin helhet kan studeras i bilagor, se ritning A011.

5.2.1. V1

Identisk detalj med 5.1.1. Se avsnitt 5.1.1 för beskrivning och figur.

5.2.2. V2

I denna detalj visas ett vertikalt snitt i fasaden, vari ett fönster, Aluman IF-79, täckplåt, fasadelement, innervägg och bjälklag syns. Snittet går mellan två bjälklag och visar således ett våningsplan, detta för att på ett tydligare sätt visa utformningen av fasadsystemets "inverkan", men även hur fönstrets storlek kan variera i elementet beroende på önskad utformning.



Figur 20. Författarnas förslag på en fönsterdetalj, med fönstret Aluman IF-79-HI, skala 1:20, ritad av författarna.

Beskrivning för bärning, täckplåt och innervägg är enligt samma utförande som i avsnitt 5.2.1. Fönstret är utformat enligt ritning från fönstertillverkaren Aluman och kan levereras antingen öppningsbart eller fast. I denna ritning visas utförandet med ett fast fönster. En fuktspärre har dragits längs öppningarna på den invändiga plåten för att ytterligare täta mot insidan. Vidare fästs skivor längs fönstrets insida för att täcka mot luftspalten och för att skapa en bättre helhet invändigt. Vid slutet av skivan mot fönstret sätts en elastisk fukttät fog som också leds upp till fuktspärren.

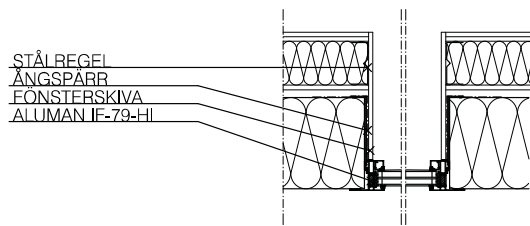
Fönstret är enligt utförande av tillverkaren Aluman som har fönster speciellt anpassade för sandwichelementen i plåtutförande. Enligt tillverkaren har fönstret ett U-värde på 1,0 W/m²K och en bruten köldbrygga (Aluman, 2016). Fönstret kan levereras i olika bredder och höjder, varför ytterligare snitt är dragna i fasaden för att visa att fönstrets storlek kan variera i höjddled.

5.2.3. H1

Identisk detalj med 5.1.4. Se avsnitt 5.1.4 för beskrivning och figur.

5.2.4. H2

Denna detalj visar ett horisontellt snitt i fasaden, vari fönster Aluman IF-79 och yttervägg visas. Fönstret Aluman IF-79-HI är placerat inuti ett element.



Figur 21. Visar det horisontella snittet genom fönstret från avsnitt 5.2.2, skala 1:20, ritad av författarna.

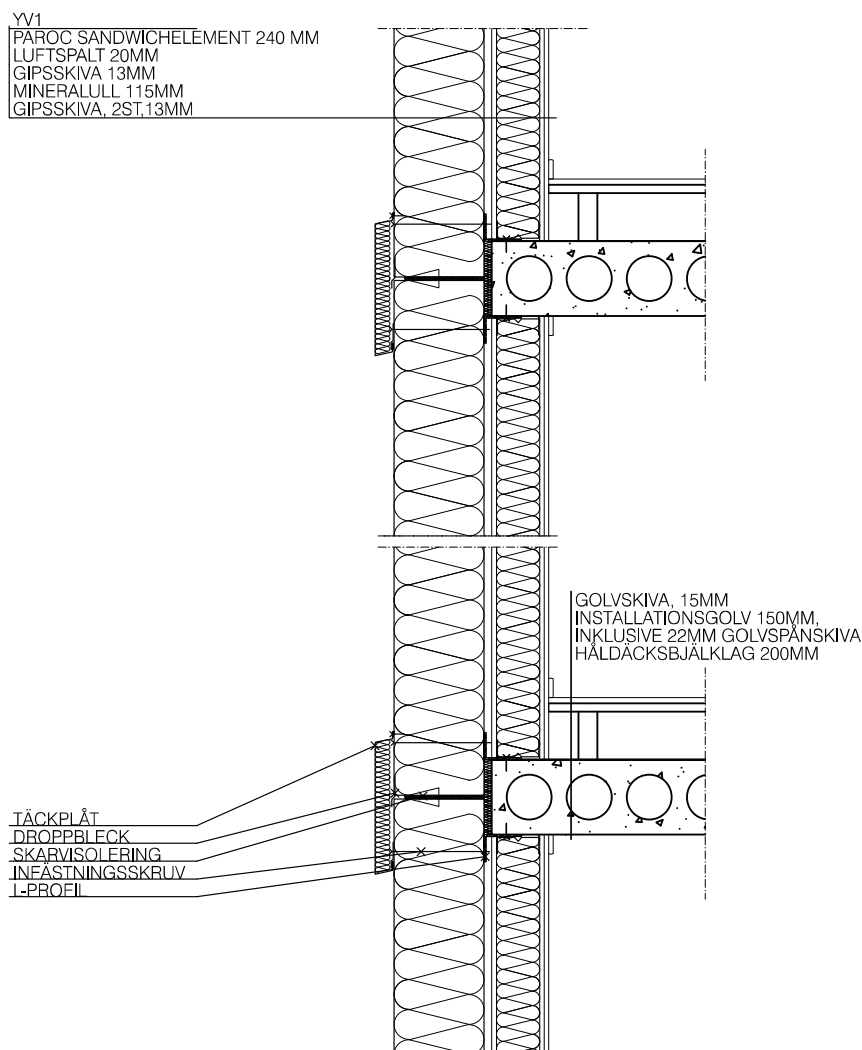
Även här så är en fuktspärr dragen från insida sandwichelementet fram tills fogen för smygbrädan på sidan. Som syns i figur 21 är detta ett fast fönster, men möjlighet finns att få det levererat som öppningsbart.

5.3. Vertikalt montage, L-profil, generellt fönster

I detta avsnitt, 5.3 redovisas en alternativ lösning av fasadsystemet, ett utförande med ett mindre bjälklag och med bärande L-profiler istället för U-profiler. På samma sätt som i avsnitt 5.1, är det här planerat för ett principiellt bjälklagsspännande fönster, således har ett schematiskt fönster ritats in.

5.3.1. V1

Denna detalj visar ett vertikalt snitt i fasaden vari sandwichelementen, innerväggen, bjälklag, täckplåten och bärprofilerna kan studeras.



Figur 22. Visar författarnas förslag på mötet mellan fasad och bjälklag, vid bäring genom två L-profiler, skala 1:20, ritad av författarna.

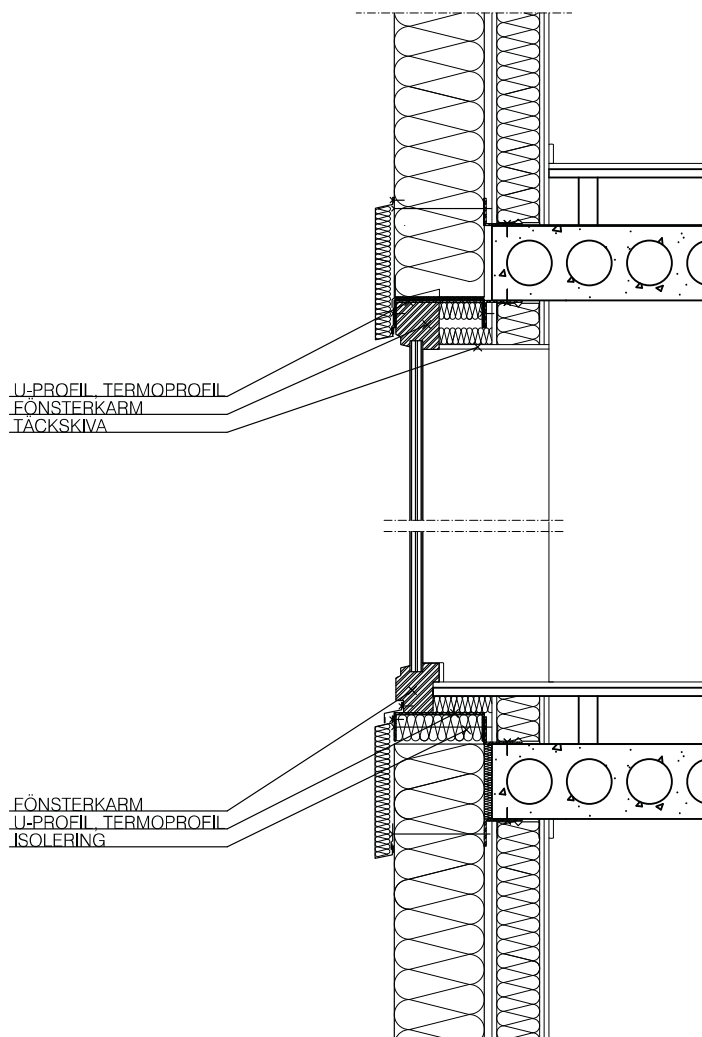
Utformningen av ytterväggen och den reglade innerväggen framgår i figur 22., även bjälklagets utformning framgår. Värt att notera i denna detalj är att det används ett annat bjälklag än i avsnitten 5.1, 5.2 och 5.4. Typbjälklag användes initialt i arbetet vid framtagning av typdetaljer, men övergavs senare av utformningsskäl.

En annan väsentlig skillnad är att bäringen sker genom två stycken L-profiler som fästs ovan respektive under bjälklaget. Ovan respektive under infästningsskruvorna dras tätningsskivor, men för att garantera att det blir tätt mot bjälklaget och därmed insidan måste även en fuktspärr dras mellan L-profilerna.

Täckplåten som ses i figuren är 380 mm hög från högsta till lägsta punkt, vilket är nära nog en fördubbling jämfört med täckplåten i avsnitten 5.1 och 5.2. Täckplåtens syfte är dock samma i avseendet att skydda mot väderlek och att avleda vatten från de öppna sidorna av sandwichelementen.

5.3.2. V2

Detaljen visar ett vertikalt snitt genom fasaden var i ett fönster, sandwichelementen, innerväggen, bjälklag, täckplåten, L-profilerna och de fönsterbärande U-profilerna visas.



Figur 23. Visar författarnas förslag på en fönsterdetalj i en fasad med bärning av två L-profiler, skala 1:20, ritad av författarna.

Fönstret står mellan U-profilerna i ovan och underkant, dessa fästs i sin tur in i L-profilerna, det isoleras ovan och under U-profilerna för att minska mängden värme som kan ledas ut. Även i denna detalj är det tänkt att U-profilerna ska vara i utförandet av termoprofiler.

I kopplingen mellan U- och L- profilen vid fönstret måste en fuktspärr placeras för att förhindra fuktvandring. Vidare måste U-profilerna vara försedda med var sin fuktspärr på en av sidorna, detta då U-profilen är perforerad och således inte diffusionstät. På samma sätt som tas upp i 5.1.2. kan U-profilen i viss mån kritiseras då den agerar köldbrygga, men då den är i utförande av en termoprofil försöks detta tas i hänsyn.

5.3.3. H1

Identisk detalj som 5.1.4. Se avsnitt 5.1.4 för beskrivning och figur.

5.3.4. H2

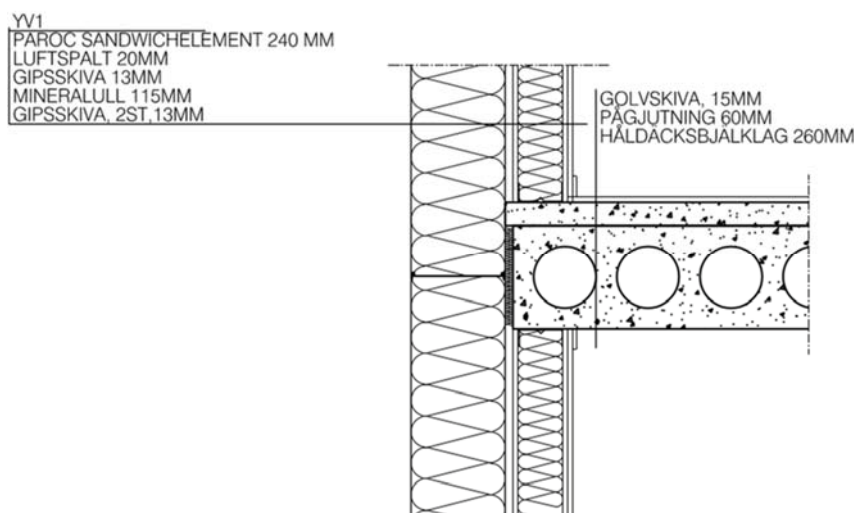
Identisk detalj som 5.1.5. Se avsnitt 5.1.5 för beskrivning och figur.

5.4. Horisontellt montage, fönster enligt Aluman IFS-79-HI

Dessa detaljer och dess utförande är baserat på horisontellt orienterade element och skiljer sig således förhållandevis mycket från detaljerna i 5.1, 5.2 och 5.3. Detaljerna kan studeras i sin helhet i bilagor, se ritning A013.

5.4.1. V1

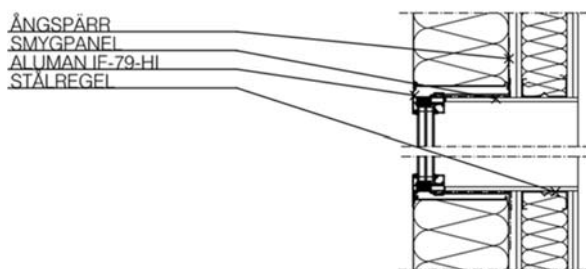
I detta snitt ses mötet mellan bjälklaget och ytterväggen, vilkas utförande framgår av figuren. Till skillnad från de tidigare avsnitten 5.1, 5.2 och 5.3 kan man här istället för en täckplåt och skarv, se hur två element och deras spontar kopplas ihop.



Figur 24. Visar författarnas förslag på mötet mellan fasad och bjälklag, vid horisontellt montage av sandwichelementen, skala 1:20, ritad av författarna.

5.4.2. V2

Här syns den vertikala genomskärningen genom ett fönster, IFS-79-HI, från tillverkaren Aluman. Detta fönster är speciellt framtaget för att användas i kombination med Parocs sandwichelement, vilket leder till en snabb och smidig installation. I kombination med fönstret utvändiga tätningar har även en fuktspärr dragits på insidan av elementet upp till en elastisk fog, för att ytterligare förhindra fuktvandring i skarven mellan fönster och sandwichelement.

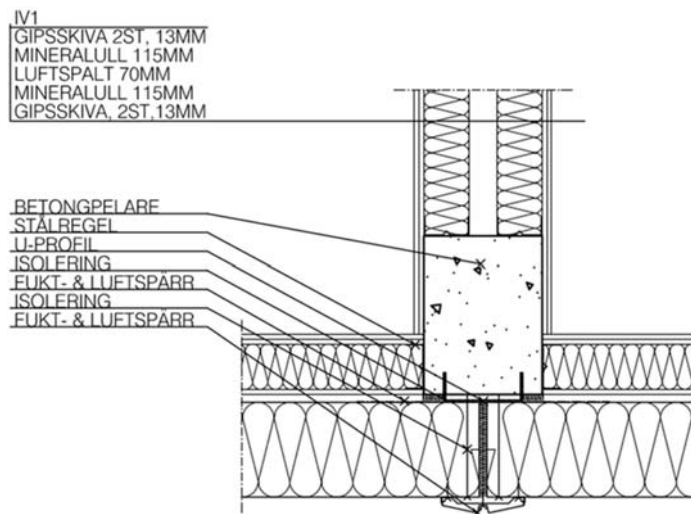


Figur 25. Visar författarnas förslag på en fönsterdetalj, vid användning av Aluman IFS-79-HI, skala 1:20, ritad av författarna.

5.4.3. H1

Denna detalj ser, i förhållande till H1 i 5.1, 5.2 och 5.3, relativt annorlunda ut, detta då bärningen för sandwichelementen vid horisontellt montage blir placerad vertikalt vid pelarna, med den tillhörande täckplåten som löper vertikalt längs husets fasad. Bärningen är även här i form av en U-plåt som fästs i pelaren, som sandwichelementen sedan skruvas

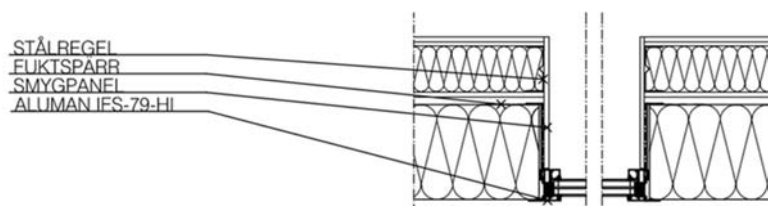
fast i, vid sidorna av denna profil fylls det sedan med isolering. Till höger respektive vänster om infästningsskruvarna dras tätningslistor för att få tät mot insidan av huset.



Figur 26. Författarnas förslag på hur mötet mellan pelare och yttervägg ser ut, här ses även bärningen av sandwichelementet, skala 1:20, ritad av författarna.

5.4.4. H2

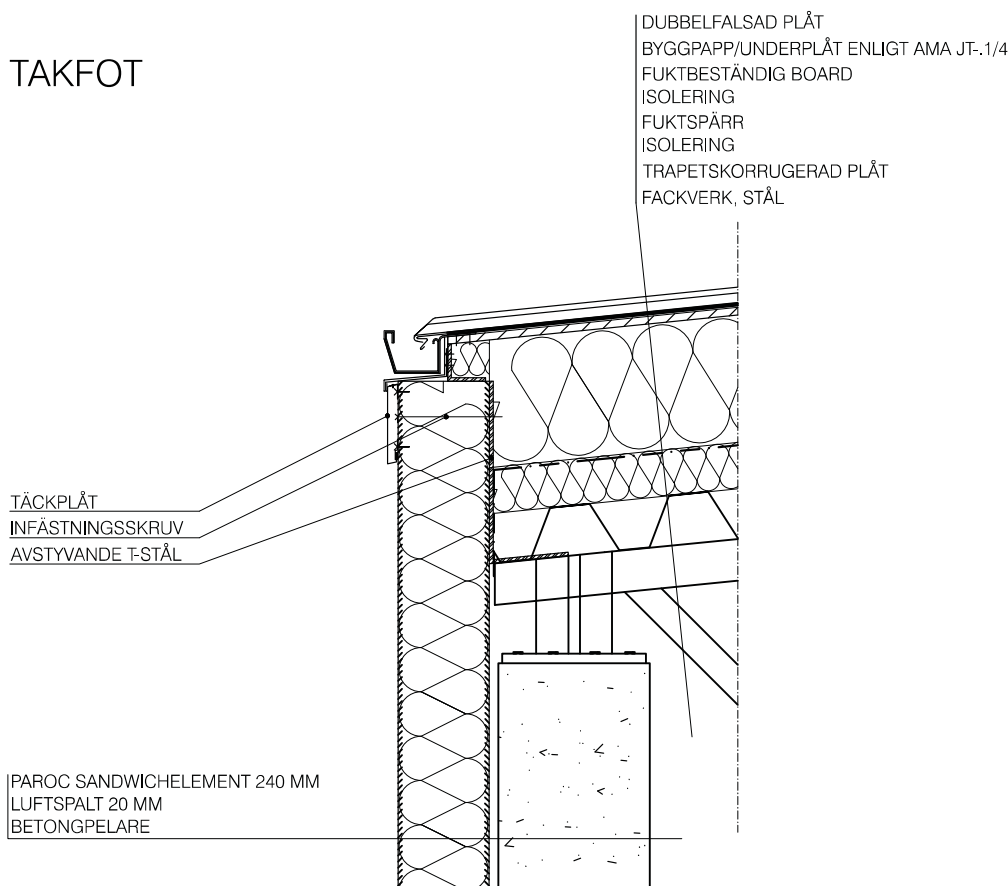
Det horisontella snittet genom fönstret kan studeras i figur 27. Det som syns är en genomskärning av ytterväggen, fönstret och hur deras sammankoppling är planerad. Från insidan av sandwichelementet fram tills den elastiska fogen i slutet på smygpanelen dras en fuktspärr, för att göra fönsterkonstruktionen ytterligare tätare.



Figur 27. Visar det horisontella snittet för fönstret Aluman IFS-79-HI, från avsnittet 5.4.2, skala 1:20, ritad av författarna.

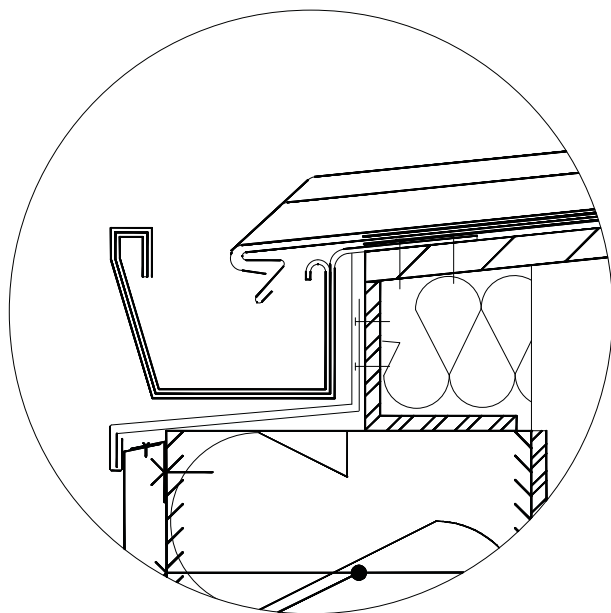
5.5.Förslag på möte fasad och tak

Då fasadens ytskikt består av plåt valdes även detta materialval på taket för att skapa ett arkitektoniskt samband. En dubbelfasad plåt valdes då taklutning sattes till 6 grader och det krävs dubbelfasad plåt vid denna taklutning (HusAMA 14, 2014). Takutformningen valdes till ett sadeltak. I övrigt då fasaden helt består av oorganiska material togs beslutet att även taket skulle göra detta. Detta medförde ett stålfackverk och bärande trapetsplåt som bärring i detta varmtak. Nedan i figur 28 kan den principiella takfoten studeras. Detaljerna kan studeras som ritning i bilagor, se ritning A007.



Figur 28. Visar författarnas förslag på schematisk takfotsutformning, skala 1:20, ritad av författarna.

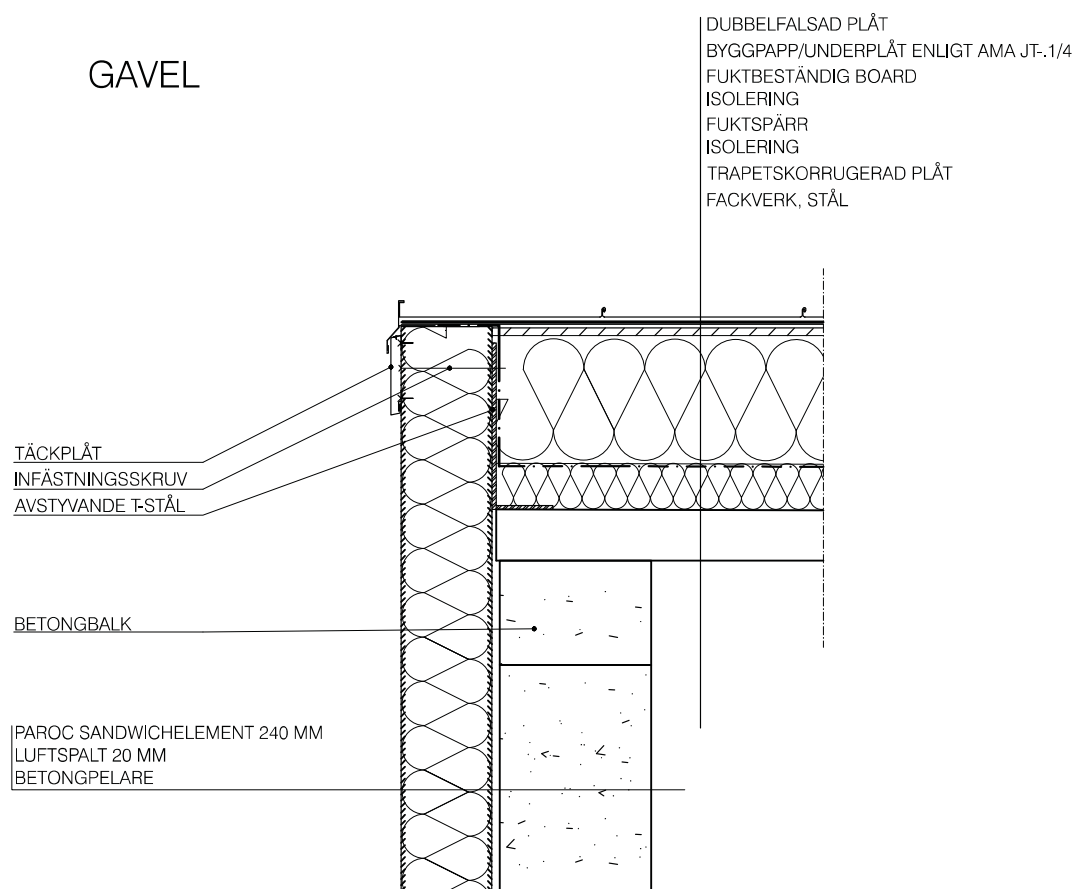
Utformningen gjordes utefter målen att ha en diskret hängränna, ekonomisk försvarbar, samt konstruktionsmässigt genomförbar. Resultatet blev enligt figur nedan och är resultatet av en kombination mellan den takfot innehållande gesims och den takfot med utvändig hängränna, se bilagor för nämnda detaljer. Plåtarbetet, utformningen av underarbetet och arbetet med den fällda ståndfalsen följer HUS-AMA JT-.1/4 (Hus AMA 14, 2014). Den täckplåt som dras ut och skapar droppnäsan skall ha en sådan utformning att denna hamnar utanför den översta monteringsbeslaget. Denna plåt fäst dels i den vattenfasta boarden men även i det vinkeljärn som vilar på Paroc-elementet. För en närmare studie av detaljerna runt hängrännan, se figur 29 nedan.



Figur 29. Visar en inzoomad detalj på takfoten, skala 1:5, ritad av författarna.

Monteringsskruven, som täcks av täckplåt, fästs i det uppdragna L-stålet. Denna del av detaljen liknar Parocs detaljlösning vid kombinationen av deras element i utförandet med takfotssarg. Metoden med L-stålet är sedan tidigare använd och fungerar bra med Parocs sandwichelement och är således en lösning som tidigare projekterats.

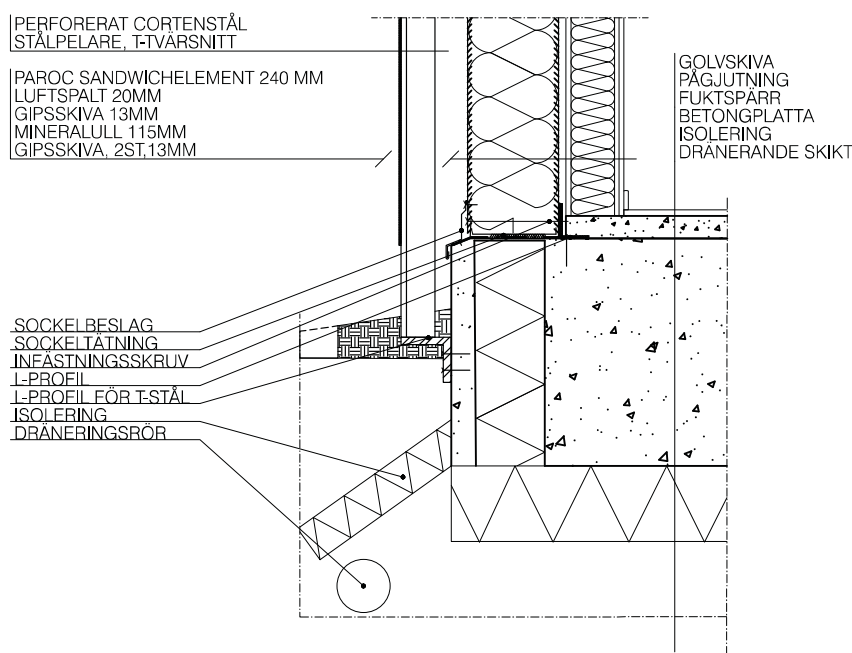
Nedan i figur 30 kan gaveln studeras där även här metoden med L-stål används för att styva sandwichelementen. Takplåtens avslutning tillgodoser god vattenavrinning.



Figur 30. Författarnas förslag på utformningen av gaveln, skala 1:20, ritad av författarna.

5.6. Mötet mellan fasad och grundplatta

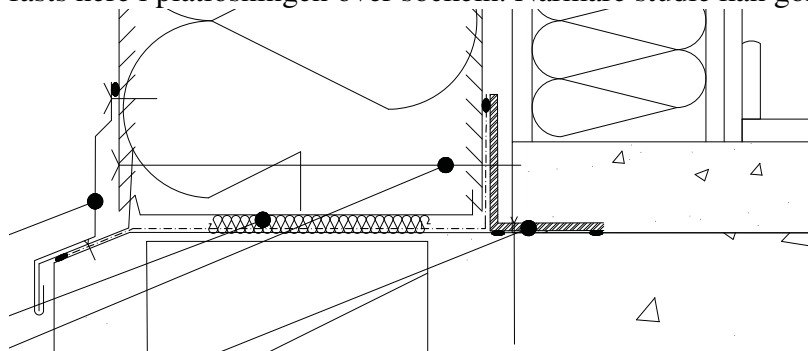
För att skydda sandwichelementen från yttre skador och skadegörelse placeras ett 5 mm tjockt perforerat corténstål framför elementen. Stålet fästs fast i T-stålpelare som i sin tur ansluts till bottenplattan med hjälp av ett L-profilerat järn. Både T-stålpelaren och corténstålet placerats godtyckligt ifrån fasaden och sockeln så att god vattenavrinning kan tillgodoses. Detta även för att befästa att sockelbeslaget av plåt förblir intakt och inte riskerar skada vid installation av skyddsväggen. Mötet mellan Parocs sandwichelement och bottenplattan har utformningen enligt figur 31 nedan. Se ritning A002 i bilagor för detaljerna som ritning.



Figur 31: Författarnas förslag på mötet mellan sandwichelement och bottenplatta. skala 1:20, ritad av författarna.

I figur 31 kan alltså infästning och anslutning av T-stålpelaren studeras samt det godtyckliga avståndet som möjliggör god vattenavrinning från fasaden via sockelbeslaget. Ett större avstånd mellan T-stålpelaren och fasaden minimerar risken för att pelaren vid stark blåst, blåser in i och, skadar fasaden.

Nedan kan en version av figur 31, i skala 1:5, studeras. Denna visar tätning mellan sockel och element. Lösningen är en något modifierad version av Parocs installation av vertikala element. Några av ändringarna består i fuktspärren som sträcker sig från L-stålet och som fästs nere i plåtlösningen över sockeln. Närmare studie kan göras nedan i figur 32.



Figur 32: Inzoomad detalj på Figur 31, skala 1:5, ritad av författarna.

6. Introduktion till Plejadgatan

Författarna vill placera vissa av de bättre detaljerna i en principbyggnad för att se hur dessa samexisterar. För att kunna ställa bygganden mot krav som kan likställas med verkliga bostadskrav kommer principbyggnaden att placeras på en tomt i Göteborg. Tomten har en tillhörande detaljplan och det är på nämnd plats tänkt att upprätta en studentbostad. Av J. Larsson på White Arkitekter, tilldelades författarna Plejadgatan och dess tillhörande detaljplan, planlösning samt generella projektbeskrivning.

6.1. Bakgrund Plejadgatan

Detaljplanen för Plejadgatan på Lindholmen, Hisingen, är en del av Göteborgs Stads satsning på studentbostäder. Avsikten med satsningen var att mellan åren 2000-2015 få fram 2000 nya studentbostäder i Göteborg. I och med denna satsning uppfördes detaljplanen för Plejadgatan med syfte att ge möjlighet till uppförandet av 175 stycken av dessa studentlägenheter. Utgångspunkten för detaljplanen var den tävling som White Arkitekter ihop med Lindbäcks Bygg AB vann 2011. Syftet med tävlingen var att hitta framtidens studentbostäder och samtidigt maximalt utnyttja tomten på Lindholmen. Det är alltså det vinnande projektets förslag som ligger till grund för detaljplanen. För detaljplanen i sin helhet, se bilagor (Göteborgs Stad, 2013).

6.1.1. Mark och vegetation

Marken på Plejadgatan har tidigare varit avsatt för varvets kontor- och personalbyggnader men har förblivit obebyggd. Under våren 2016 är marken använd som parkering. Marken i fråga är placerad cirka två kilometer från Göteborgs centrum, på Skaddeberget, Skatberget, längst upp på Lindholmen.

Tomten är indelad i tre stycken terrasser. Vilken har en lutning på 1:13 och totalt har tomten en nivåskillnad på 6,5 meter mellan den lägsta, +10,3 m, och den högsta, +16,8 m, punkten. Från de geotekniska uppgifterna som är hämtade från jordartskartan och från de undersökningar av marken som gjorts är djupet till berg mellan 1,6 och 16,6 meter inom tomten (Göteborgs Stad, 2013).

6.1.2. Krav och villkor nämnda i detaljplanen

Tillåtna höjder innebär byggnader med 4-5 våningar och med en bruttoarea på cirka 7000 m². Verksamhetslokaler alternativt handel tillåts i bottenplan på byggnaderna och är något som även välkomnas då detta anses vara en brist på Lindholmen. Bottenplan skall därför utföras med större rumshöjd än resten av våningarna för att möjliggöra verksamheter. Då kvarteret ingår i riksintresset ställs högre krav än de av Plan och Bygglagen, PBL. Nya byggnader skall understödja bilden av historisk tillhörighet och inte förvanska den.

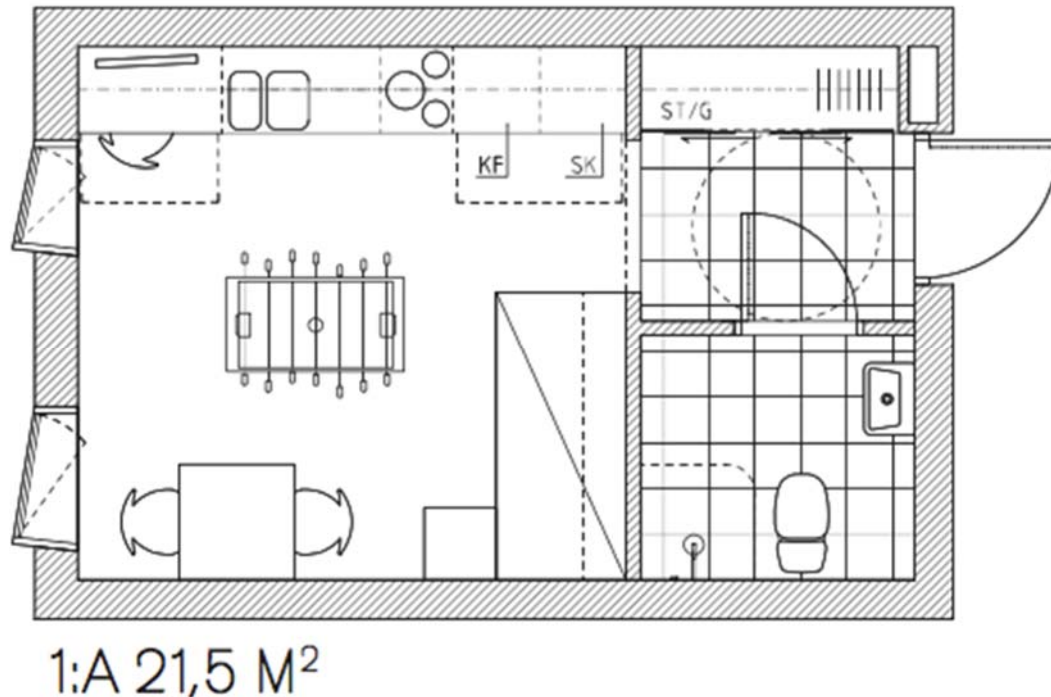
Avstånden mellan byggnadernas långsidor skall vara 9 meter och högsta takfotshöjd skall vara 22 m över nollplanet. Undervåningsplanen skall ha en rumshöjd på 2,7 meter och byggnaderna får maximalt vara 14 meter breda. Takens utformning får inte vara pulpet, takfoten skall ligga 3-4 m nedanför taknock och takens utformning skall vara av plåt alternativt oglaserad tegel. Färg på takbeläggningen skall vara röd och fasaderna skall ha ljusa jordfärger i svag kulör. (Göteborgs Stad, 2013).

6.2. White Arkitekters vinnande bidrag på Plejadgatan

White Arkitekter AB samarbetade med Lindbäcks Bygg AB med sitt vinnande bidrag i arkitekttävlingen för framtidens studentboende. Bidraget låg som tidigare nämnt till grund för den detaljplan som nu ligger för området. Då dessa krav redan är redovisade i

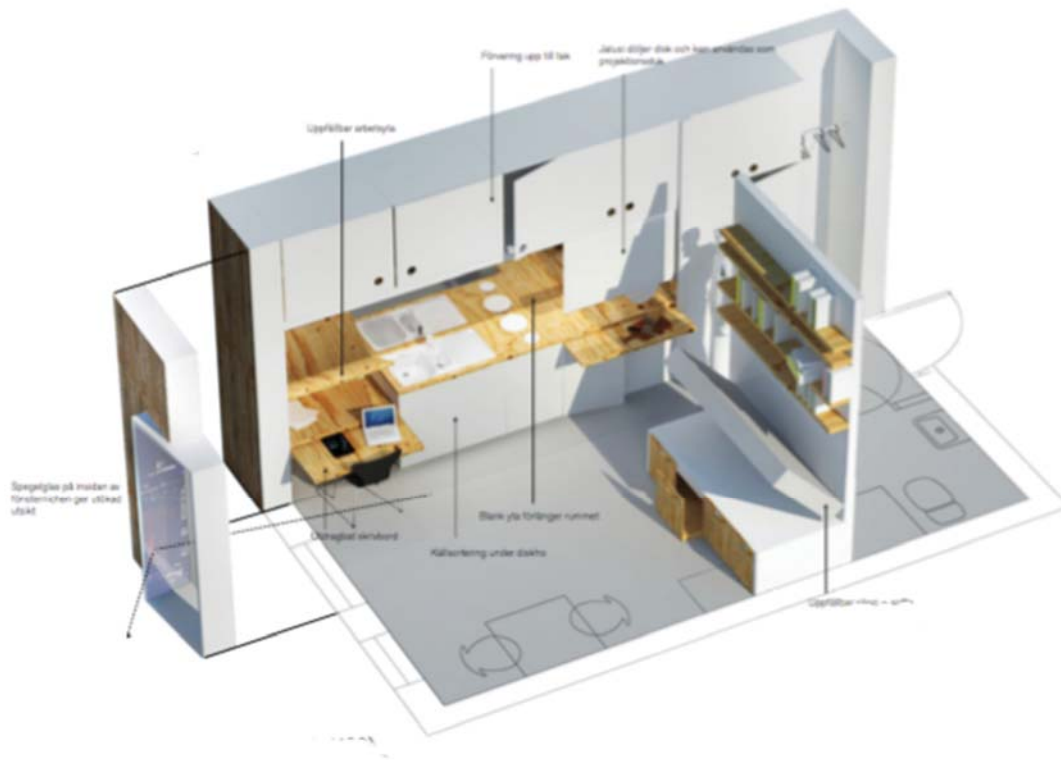
tidigare avsnitt kommer i detta kapitel en kort genomgång av de tankar och planlösningar som låg till grund för bidraget.

Whites tanke var att arbeta med kombinationer av moduler på Plejadgatan. Enrumslägenheterna på 21,5 m² skulle kunna slås samman för att bilda tvåor på 43 m² och så vidare. Hur planlösningen ser ut för enrumslägenheten kan studeras i figur 33 nedan (J. Larsson, White Arkitekter, 2016).



Figur 33. Planlösning ritad av White för Plejadgatan, figuren är ej i skala (White Arkitekter AB).

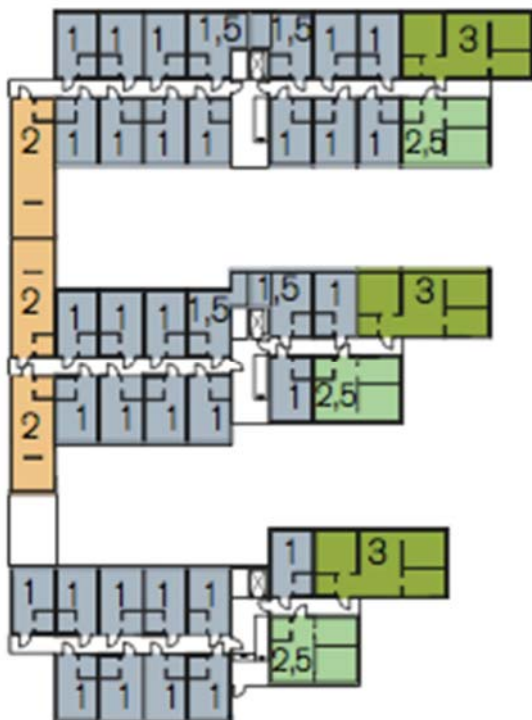
Enrumslägenheterna har de ungefära innermått på 5,8 m i djupled och 3,7 m i bredd. Längs den ena långväggen placerades den så kallade Funktionsväggen vars uppgift det är att få in så många av lägenhetens funktioner som möjligt. Funktionsväggen och ytterligare inrednings visualiseras i figur 34 nedan.



Figur 34: 3D-vy av planlösningen i figur 20 (White Arkitekter AB).

Som kan studeras i figur 34 har White och Lindbäcks tagit fram en liten men flexibel lägenhet. Många av lägenhetens funktioner går att fälla alternativt skjutas undan när de inte används. Detta frigör en del av ytan i den 21,5 m² stora enrumslägenheten.

White och Lindbäcks jobbade med en liten flexibel bostadutformning som kunde kombineras på olika sätt och kunde ge önskad lägenhefordelning. Ett schematiskt våningsplan kan studeras i figur 35 nedan.

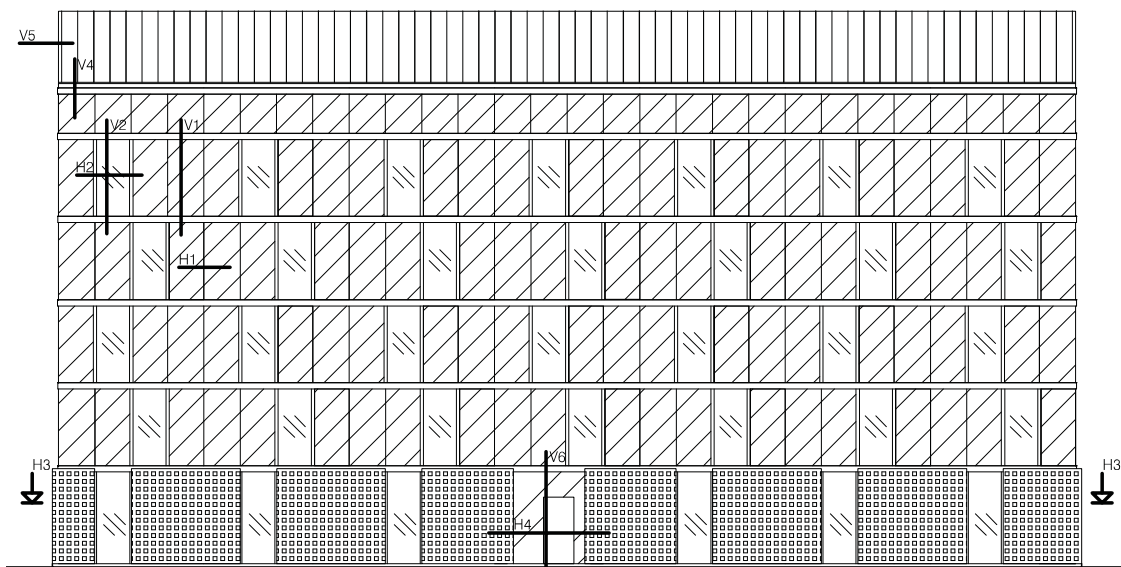


Figur 35. Översiktsplan över Plejadgatan (White Arkitekter AB).

7. Plejadgatan med Parocement som fasadutformning

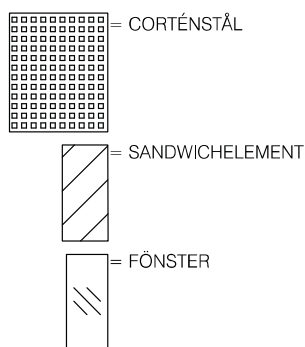
7.1.Fasadritning

Det principiella utförandet av byggnadens fasad framgår av figur 36 nedan. Varje lägenhet ligger bakom fyra sandwichelement i horisontalled. I vertikalled förskjuts fönstret med ett element för att skapa en mer levande fasad. Horisontellt mellan varje våningsplan kan täckplåten ses löpa runt byggnaden. Till höger och vänster om fönsterna kan en vertikal täckplåt studeras. Framför bottenvåningen står corténstålet, vilket också löper runt byggnaden. Vid entrén, som är placerad i mitten av huset, följer corténstålet fasaden, se figur 48. Plåttaket med dubbelfalsarna kan ses längst upp i figur 36.



Figur 36. Principiell fasadutformning med snittlinjer på Plejadgatan. Ritad av författarna, skala 1:250, se bilagor för fullskalig ritning.

Principfasadens utformning förklaras genom figur 37 nedan.



Figur 37: Redovisar mönsterförklaringar till figur 36 ovan, bild ej i skala, ritad av författarna.

7.2.Detaljritningar

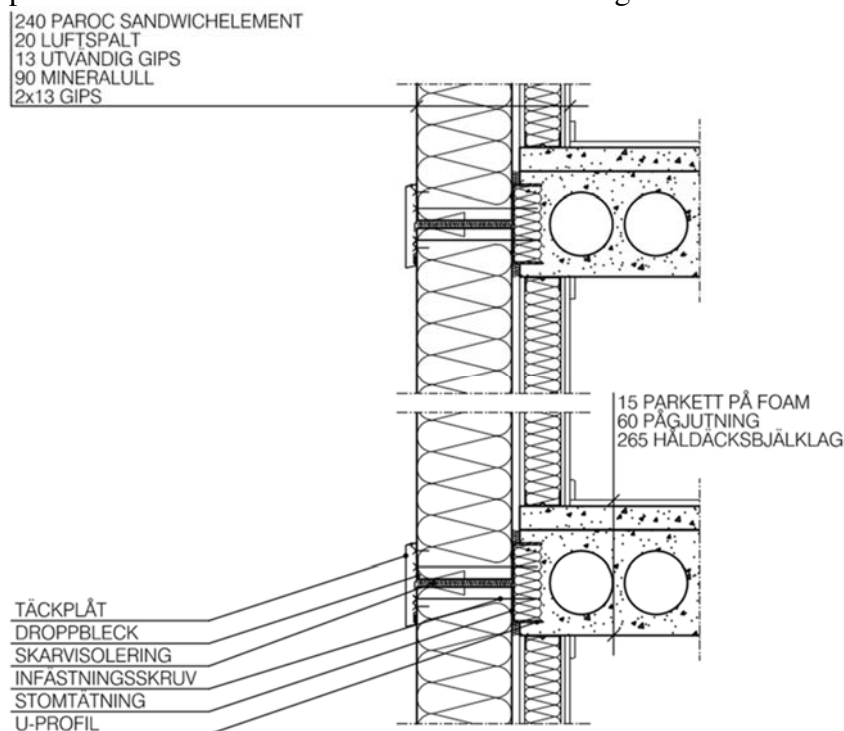
Detaljerna V1, V2, H1 och H2 är mycket lika de som återfinns i avsnitt 5.1. Nedan kommer skillnaderna och ändringarna anges och förklaras.

En stor skillnad från tidigare ritningarna, går att studera vid infästningen av sandwichelementen. Efter samtal med Niclas Borg på Paroc (personlig kommunikation, 13 Maj, 2016) framkom det att bakom infästningen för sandwichelementen skall det finnas fritt utrymme. Detta då infästningsskruvarna bör dras igenom 50 till 60 millimeter

vid självdragande skruv. Finns inte detta fria utrymme, måste man förborra dessa hål, vilket leder till extra arbetsmoment i produktion.

7.2.1. V1

Skillnaderna som finns kan ses i U-profilen och innerväggens tjocklek. Vad gäller U-profilen så är den invändigt försedd med isolering.



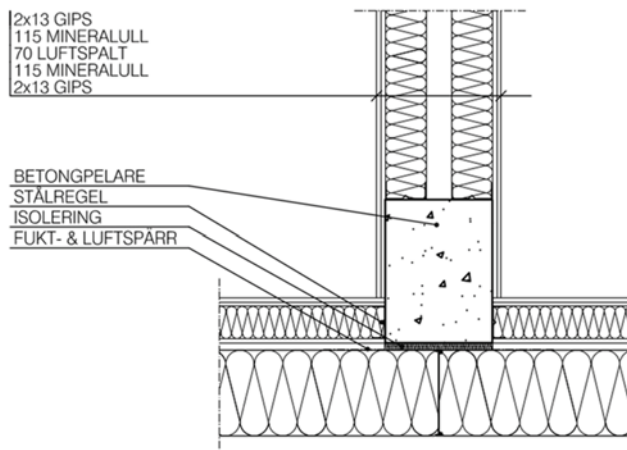
Figur 38. Visar den slutgiltiga detaljen av fasadens möte med bjälklaget, skala 1:20, ritad av författarna.

Anledningen till att U-profilen är försedd med isolering är för att möjliggöra att självborrande infästningsskruvar till sandwichelementen används. I den tidigare detaljen 5.1.1, var det betong bakom stålprofilen. Betongen hade resulterat i att man vid montage varit tvungen att använda flera olika borrar på grund av de olika materialen. Den mjuka isoleringen hade medfört möjlighet att endast använda en skruv. De färre momenten resulterar i lättare och snabbare montage.

Att innerväggens isoleringsskikt gjordes tunnare, från 115 mm till 90 mm, var med hänsyn till den låga temperaturen som hade uppstått på insidan av sandwichelementen vid den tidigare tjockleken på isoleringen.

7.2.2. H1

Skillnaden här ligger i den tunnare invändiga väggen och att en tätningslist i mitten på pelaren tagits bort.

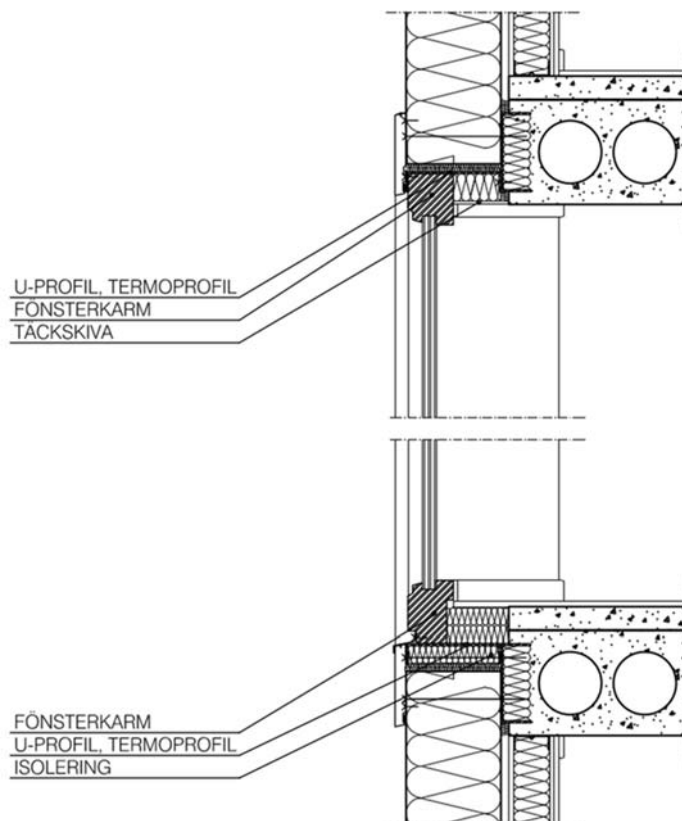


Figur 39. Författarnas slutgiltiga förslag på hur mötet mellan pelare och yttervägg ser ut, skala 1:20, ritad av författarna.

Tätningslisten togs bort då tätningen i spontarna ska räcka för att göra fasaden tät.

7.2.3. V2

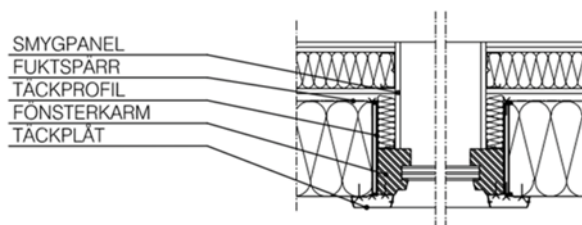
Figur 40, precis som figur 38, har den ingjutna U-profilen som är försedd med isolering invändigt, samt den tunnare invändiga väggen.



Figur 40. Visar författarnas slutgiltiga fönsterdetalj, skala 1:20, ritad av författarna.

7.2.4. H2

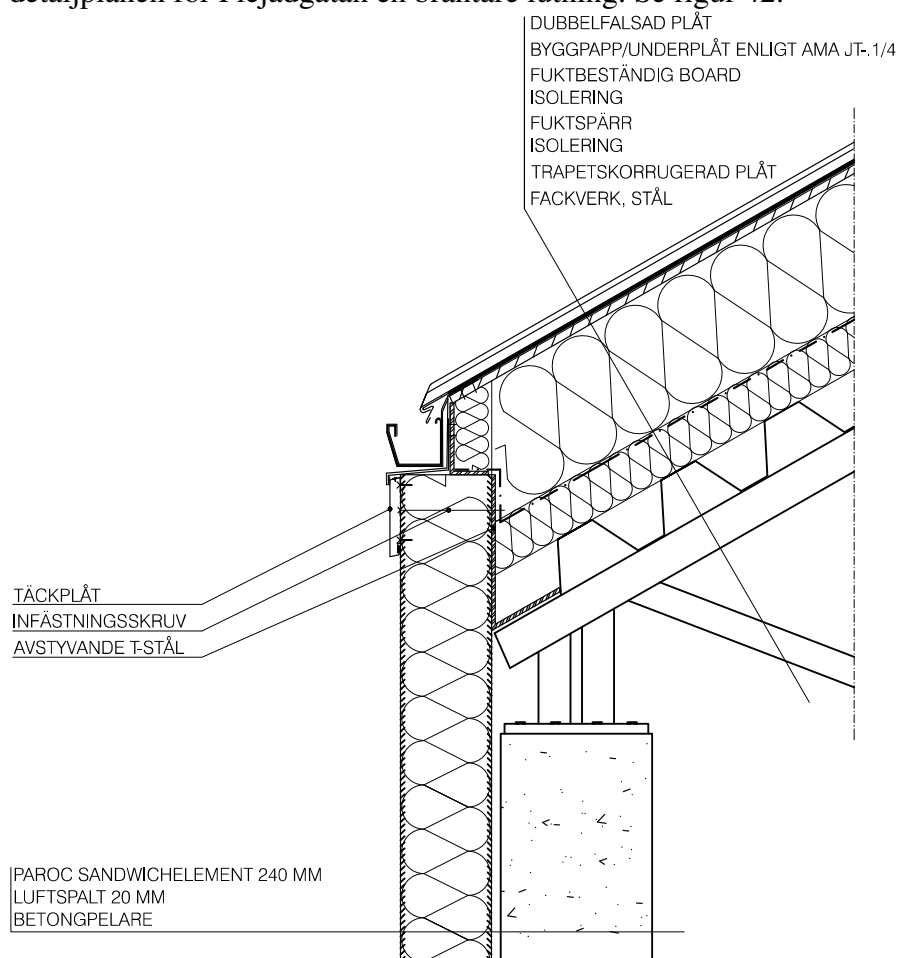
Figur 41 har den tunnare invändiga väggen.



Figur 41. Visar det slutgiltiga horisontella snittet för fönstret från avsnitt 7.2.2, skala 1:20, ritad av författarna.

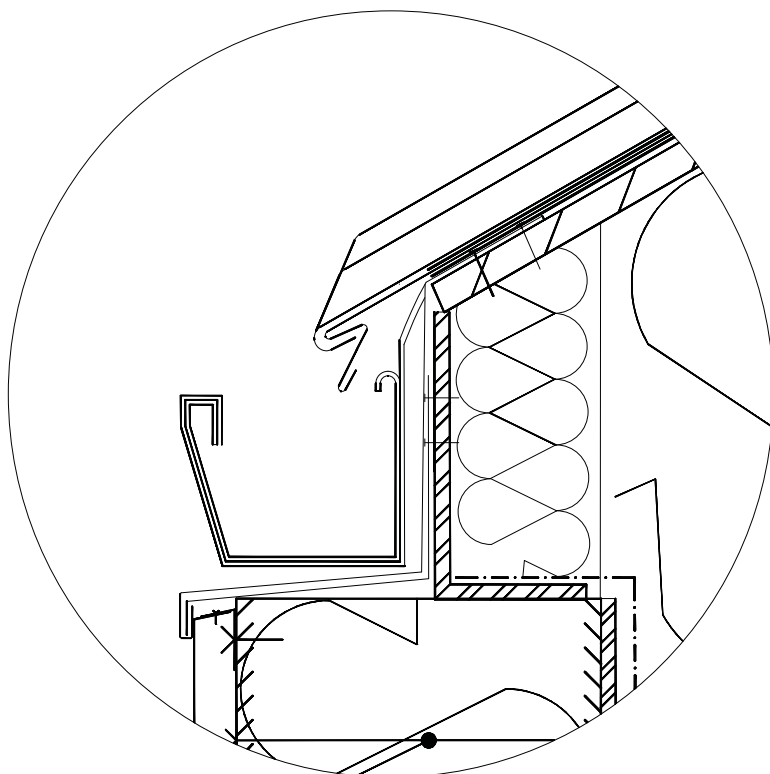
7.2.5. V4, Takfot enligt detaljplan

Till skillnad från den schematiska takfoten redovisad tidigare i arbetet har takfoten enligt detaljplanen för Plejadgatan en brantare lutning. Se figur 42.



Figur 42. Takfot enligt detaljplanen på Plejadgatan. Skala 1:20, ritad av författarna.

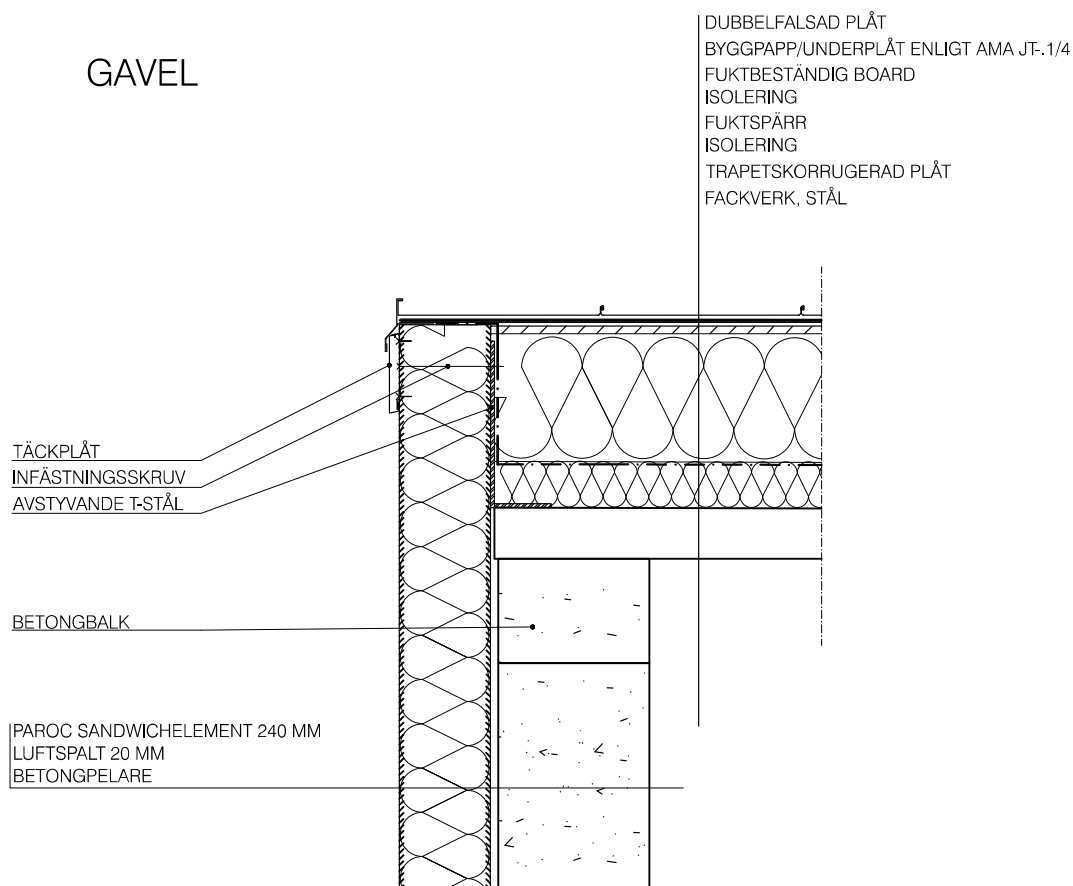
Den brantare taklutningen medför att inga större skillnader konstruktionsmässigt jämfört med den schematiska takfoten. T-stålets infästning får en mindre vinkel och tilläggsisoleringen ovanför sandwichelementet och bakom hängrännan blir större. Detta kan studeras i figur 43 som är en inzoomad version av ovan visade takfotsutformningen.



Figur 43. Inzoomad version av figur 24, skala 1:5, ritad av författarna.

7.2.6. V5, Gavel

Gavel har samma utförande som redan nämnts i arbetet så för en mer detaljerad beskrivning av den, se avsnitt 5.5. Nedan kan gaveln studeras i sin helhet i figur 44.



Figur 44. Gavel, skala 1:20, ritad av författarna.

7.3.Översiktsdetaljer

I detta avsnitt kommer översiktsdetaljer att redovisas och kommer att innefatta våningsplan i både horisontalsnitt och i vertikalsnitt.

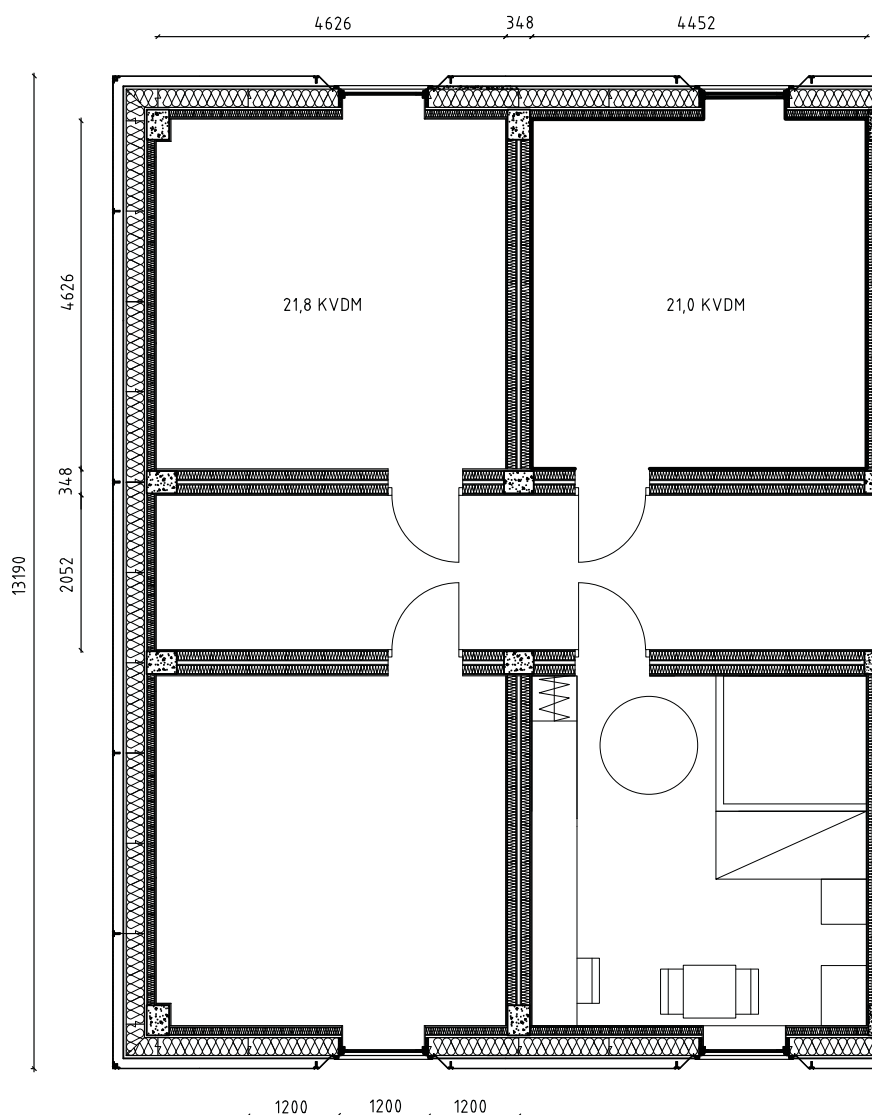
7.3.1. Planlösning Plejadgatan

Figur 45 redovisar planlösningens utformning med Paroc sandwichelement. Då fönsternas placering skall vara den samma i de olika lägenheterna behöver varje lägenhet ha en fasadbredd på 4,8 m. Alltså fyra stycken sandwichelement i bredd men där ett av sandwichelementen ersätts med ett fönster, med karmbredd på 1,2 meter. Detta då författarna har valt att gå vidare med den vertikala installationen av sandwichelementen. Valet medför att hörnlägenheterna kommer att vara aningen större än resten av lägenheterna, mer exakt 0,8 m² större.

Korridoren är större än vad som krävs enligt Svensk Standard SS 914221:2006, och detta är för att skapa en trivsammare korridorrymd. Vad som påverkar korridorbredden är antalet sandwichelementen i fasadväggen. Bara ett sandwichelement i fasaden hade skapat en korridor som inte klarade standarden och tre sandwichelement hade skapat en för bred korridor.

White Arkitekter redovisade sin planlösning för enrumslägenheten med en boarea på 21,5 m². Enrumslägenheterna som inte är hörnlägenheter kommer att ha 21 m² att tillgå, vilket kräver en mindre revidering av Whites ursprungliga planlösning. Jämför man planlösningen i figur 33 med den visad i figur 45 kan man se vissa skillnader. Exempelvis är städskåpet, 600*800 mm, placerat i hörnet vid fasadväggen istället för att vara placerad

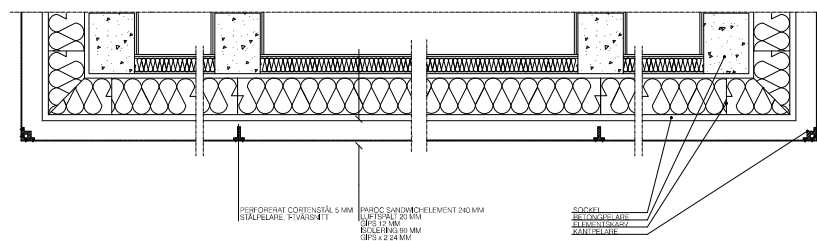
i entrén. Detta för att resten av funktionsväggen skall kunna anses vara applicerbar i författarnas planlösning. Detta kan studeras nedan i figur 45.



Figur 45. Horisontellt snitt över våningsplan, skala 1:100, ritad av författarna.

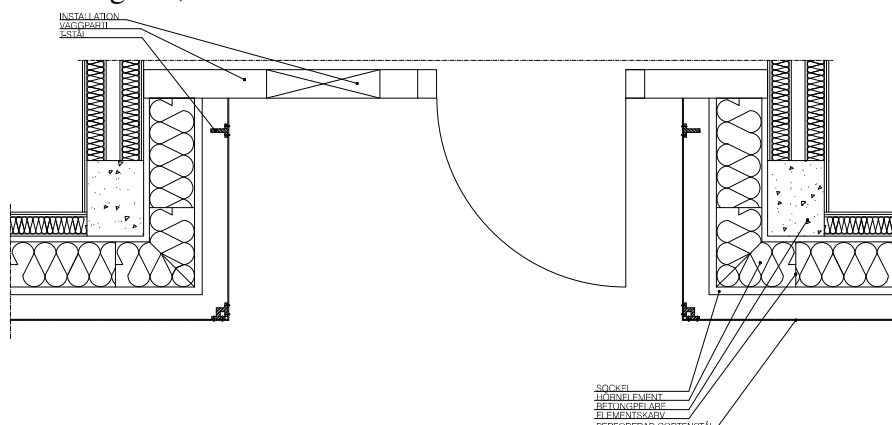
Måtten redovisade i överkant är innermått och måtten i underkant av figuren är yttermått.

Nedan i figur 46, kan väggarna studeras i mer detalj och även hur hörnen utformas.



Figur 46. Horisontellt snitt över en väggutformning, skala 1:40, ritad av författarna.

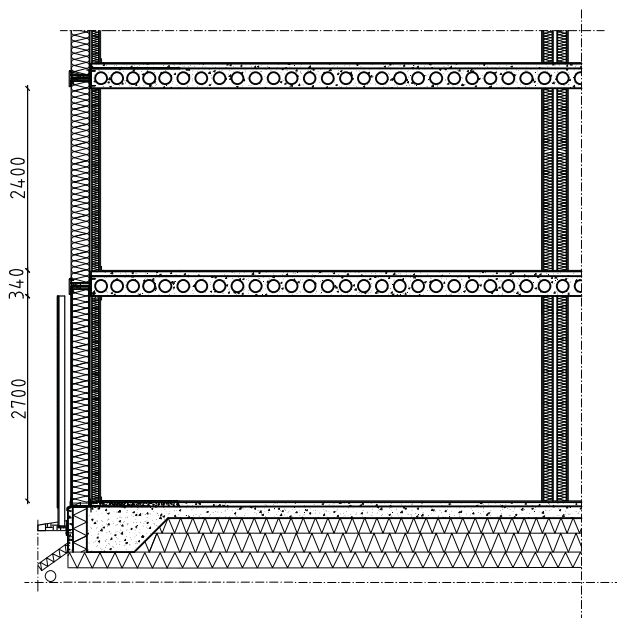
Nedan i figur 47 kan entrén studeras i ett horisontellt snitt. Indraget fungerar som väderleksskydd och fyller denna funktion utan att behöva fästa något i sandwichelementen. På så sätt kan ytskikten på sandwichelementen behållas intakt, utan infästningshål, vilket minskar risken för skador i fasaden.



Figur 47. Horisontellt snitt över entrén, skala 1:40, ritad av författarna.

Entrépartiet placeras som en fristående konstruktion in i fasaden och innefattar allt som kan tänkas behövas inom detta element. Med detta menas installationer så som portkod och porttelefon och dylikt. Corténstålet kommer att följa sandwichelementen likt figur 47 visar och avslutas mot entrépartiet. För fullskalig ritning, se bilagor.

I figur 48 nedan visas en schematisk detaljsektion över bostadsbyggandets utformning. Måtten i vänsterkant på figur 48 är bjälklagshöjden samt bjälklagstjockleken. Bjälklaget är valt efter dess egenskaper med hänseende på ljudklass. Gällande stegljud och flanktransmissioner uppnår denna bjälklagsutformning ljudklass B.



Figur 48. Vertikalt snitt över våningsplan, skala 1:80, ritad av författarna.

Till vänster i figuren, kan ett perforerat corténstål fästs mot T-stålpelare studeras. Denna T-stålpelare är i sin tur är infäst i grunden. Att corténstålet bör vara perforerat är för att minska vindens påverkan på stålplåten. Därigenom minskas mängden svaj i stålanordningen och således risken att pelaren slår i fasaden. I lösningen som redovisas ovan är corténstålet fäst mot en T-profil av anledningen att den erbjuder ett bra böjmotsånd. Detta utförande skulle ge ett effektivt skydd mot skadegörelse på

bottenvåningens fasadelement, samtidigt som en materialeffektiv lösning väljs. Vidare får byggnadens fasad ett konsekvent materialval, nämligen stål. Skulle ytterligare styvhet i skyddsanordningen krävas kan corténstålet dras upp och böjas över ovankanten av pelaren.

8. Resultat

Med rapporten som bakgrund, anser författarna att det går att överföra sandwichelementens fördelar in i bostadsproduktionen. Inga direkt motsäggande argument till denna slutsats har funnits under arbetets genomförande. Det har även inte uppstått några problemområden som visat sig omöjliga att lösa i konstruktionsprocessen. Denna slutsats omfattar enbart de krav som ställs enligt Boverket och Svensk Standard. Arbetet har inga resultat att redovisa innefattande en ekonomi- eller en tidsanalys i jämförelse med andra fasadlösningar.

Under arbetets gång har flertalet detaljutföranden undersökts och vägts mot varandra. Detaljerna har ställts i jämförelse och undersöks i förhållande till kraven på fasad. Ett krav är dock att hänsyn tas till böjningsproblematiken, sandwichelementens känsliga ytstruktur och andra i arbetet berörda problemområden. Utöver de problembilder som är specifika för sandwichelement berörs fasaden av mer generella krav. Dessa, för alla flerbostadshus, återkommande kravområden innefattar bland annat brand, ljud, täthet med flera. De generella kraven har i utredningen tillsammans med de sandwichspecifika kraven varit faktorer till detaljernas slutgiltiga utformning. Många av kraven har lösts med hjälp av samma konstruktionslösning. Exempelvis var lösning för både ljudkraven samt böjningsproblematiken en luftspalt mellan sandwichelementen och den parallella innerväggen.

Fördelen så som snabbt montage av sandwichelementen, bör kunna återskapas vid byggnation av flerbostadshus. Dock så kan monterings tiden, i jämförelse med de byggnader som sandwichelementen traditionellt används på, vara längre. Detta beror på ett flertal aspekter som är specifika för bostadsproduktion. Exempelvis då sandwichelementens spännvidder vid användning i flerbostadshus bör vara korta med hänsyn till böjningsproblematiken. De korta spännvidderna medför fler sandwichelement, per fasadyta, vilket i sin tur medför fler infästningar. Fler infästningar leder till fler produktionsmoment per fasadyta, vilket kan påverka monterings tiden jämfört med större spännvidder och färre infästningar. Vidare påverkas monterings tiden även av mängden täckplåtsarbete, sponttätning samt diverse plåtarbeten.

Vidare redovisas det i rapporten att en vägg innanför sandwichelementen i princip är ett krav, beroende på bland annat böjning och ljudkrav. Även denna regelvägg får ses som ett moment i fasadutformningen och måste således tillskrivas produktions tiden ihop med sandwichelementen. Det bör dock påpekas att sandwichelementen kan monteras först och ger möjlighet att få tätt hus i ett tidigt byggskede. Vilket möjliggör att regelväggen och övrigt invändigt arbete som kräver tätt hus kan påbörjas tidigt. Vilket är positivt med hänsyn till den totala byggtiden.

Vad gäller de ekonomiska fördelarna med Parocs sandwichelement kommer dessa också att skilja sig jämfört med traditionell användning. Då en innervägg bör uppföras parallellt på insidan av byggnaden för att uppfylla vissa krav. Denna vägg bör inräknas i fasadkostanden och således blir ytterväggslösningen mindre förmånlig än vid enbart en yttervägg av sandwichelement.

8.1. Hänsynsområden vid projektering med sandwichelement

Nedan följer en sammanfattning av författarnas rekommendationer, baserat på den kunskap som förvärvats under arbetets framfart.

- Vertikal orientering av sandwichelement är att föredra, detta då det automatiskt medför kortare spännvidder.
- Byggnadens yttermått bör planeras med beaktning på sandwichelementens breddmått på 1,2 meter. Detta för underlättad utformning, konstruktion och produktion.
- Fasadfärgerna bör vara i ljus kulör, då detta ger en lägre ytemperatur, därigenom mindre böjning. En ljusare kulör mattas inte heller av lika mycket vilket gör den mer beständig.
- Sandwichelementens tjocklek bör vara stor och dess spännvidd kort. Detta för att i den mån det går minimera problemet med rörelser och böjning i fasaden.
- Innanför sandwichelementen bör en parallell regelvägg uppföras av flertalet anledningar. Dessa innefattar bland annat buller, böjning, skaderisken mot elementen samt estetik. Innerväggen bör dock inte göras för tjock, med hänsyn till temperaturen på insidan av sandwichelementen. För tjock isolering medför risk för kondens i luftspalten.
- Bottenvåningen bör förses med en skyddsanordning. Med hänseende på olycka eller eventuell skadegörelse på de mest utsatta sandwichelementen.
- Sandwichelementen bör förses med tätning i båda spontarna, för en bättre täthet i ytterväggen, både ur lufttäthetssynpunkt men även med hänsyn till regntäthet.
- Fasadens övriga ytskikt bör utföras helt och hållet i vattenavstötande material. Detta på grund av sandwichelementens vattenavstötande förmåga. Hygroskopiska material utsatts för en väldigt stor mängd vatten som rinner av sandwichelementen. Om det i fasaden placeras material som inte är vattenavstötande bör dessa vara fuktbeständiga, alternativt skall dessa byggnadsdelar vara skyddade från fukt, genom droppnäsor, plåtbeslag eller hängrännor.
- Då sandwichelementen är oorganiska bör detta göras till ett konsekvent val i fasaden och i klimatskalet.
- Fönster bör installeras, så att skärning i sandwichelementen kan undvikas. Detta minskar materialspill, vilket är bra både sett till miljö och ekonomi. Detta görs enklast genom att låta fönsterna spänna mellan bjälklag.

8.2. Resultatdiskussion

Resultaten i denna utredning är starkt bundna till författarnas val vid utformning av detaljlösningar. Dessa konstruktionstekniska lösningar har dock reviderats och genomarbetats med branschfolk under arbetets hela gång. Således kan slutsatsen dras att detaljerna och författarnas val av lösningar lever upp till de krav som ställs på fasader samt de krav som branschen själv ställer.

För att avgöra hur produktionstiden skulle påverkas, vid fler och mindre sandwichelement, krävs en mer ingående studie av enbart monteringsstider. Med hänsyn till produktionstid är detaljerna utformade på ett sådant sätt att de ska erbjuda så standardiserade lösningar, samt så många upprepningsmoment, som möjligt. Utöver produktionstiden påverkas byggkostnaden av detalj- och designval. Till vilken grad de olika valen hade påverkat tid- och kostnadsfördelarna, som sandwichelementen

traditionellt erbjuder, har inte undersökts. Vilket medför att det heller inte har påverkat de konstruktionstekniska detaljutformningarna. Författarna har själva dragit slutsatser om att vissa designval skulle medföra antingen ökad kostnad eller ökad tidsåtgång. Även handledare och kontaktpersoner till författarna har kommit med åsikter som vägt in i dessa beslut.

Detaljerna i arbetet har utformats på ett sådant sätt att de skall hjälpa fasaden att uppfylla de krav som ställs på den. I vilken mån som kraven har uppfyllts, genom att studera detaljerna, är omöjligt att till fullo utvärdera. Många av kraven utvärderas genom fältmätningar, så som ljud- och täthetskrav, och kan således inte närmare utvärderas i denna rapport. Vidare exempel är brand, där det enbart gjordes en jämförelse mellan krav och materialegenskaper. Således är det svårt att mer än teoretiskt och ritningsmässigt bedöma hur väl systemet fungerar. Men detaljerna och deras utförande erbjuder möjligheter att tillgodose kraven.

Ett urval av detaljerna har presenterats i rapporten och utförligt redovisats i både text och bild. Att inte fler och äldre detaljer tagits med är av blandade anledningar. Generellt kan sägas att dessa detaljers utförande antingen var undermåligt eller att de innebar en onödigt invecklad lösning. Det kan också varit att deras utformning varit snarlik en av detaljerna som presenterades. För att se principdetaljerna som redovisats i avsnitt 5 och de slutgiltiga detaljerna i avsnitt 7 i sin helhet, se bilagor.

I rapporten var det en tidig utgångspunkt att en fönstermodul skulle tas fram. Tanken var att denna fönstermodul skulle ha samma mått som sandwichelement sett till bredd och höjd och att denna modul skulle kunna installeras på samma sätt som sandwichelementen. Detta hade medfört att upprepningsmomenten i fasadens produktion hade varit konstant i bostadsbyggnaden. Hela fasaden, både sandwichelementen och fönster, hade installerats på samma sätt och haft samma dimensioner. Men då ingen fönstertillverkare visade intresse att medverka i utredningen kunde inte möjligheten till denna fönstermodul studeras närmare. Inte heller kunde en jämförelse mellan denna modul och den i rapporten valda detaljlösningen. Författarna tog beslutet om att inte gå vidare med denna princip, med fönstermoduler, och inte heller redovisa denna i arbetet eller i resultatet, men dess detaljritning går att studera i bilagor, se ritning A014.

Just problematiken med fönstren och dess utformning har utgjort en betydande del av utredningens totala omfattning. Under rapportens fortskridande har principen att ett fönster ska ersätta ett sandwichelement varit en ledande princip. Denna tankegång har inneburit vissa begränsningar då byggnaden blir låst till fasta cc-mått på 1,2 m. Alltså måste byggandens invändiga planlösning planeras med hänsyn till detta cc-mått. Det låser byggnadens på det sättet att sidornas dimensioner enbart kan öka eller minska med 1,2 meter. Orsaken till detta är författarnas val av att arbeta med vertikalt orienterade sandwichelement. Detta då horisontella sandwichelement hade krävt konstruktionen av avstyvningar vid fönstren. Detta ansågs vara ett produktionsmoment som kunde undvaras i fasadkonstruktionen genom att använda vertikal orientering. Den vertikala orienteringen möjliggjorde även nämnda princip att placera ett fönster mellan två sandwichelement. Vilket medför att mängden materialspill, som en utsågning för fönsterinstallation hade medfört, drastiskt minskar.

9. Avslutning med övrig diskussion

I detta avslutade kapitel kommer de sista underlagen för diskussion att tas upp och redovisas. Dessa faller inom underkategorierna metod-, utredningsdiskussion samt fortsatta studier.

9.1. Metoddiskussion

Då arbetet och utredningen behandlar en viss produkts användbarhet kan risken med för få källor inte bortses. Materialdata och materialegenskaper kommer från producenten och säljaren av produkten, i denna rapport, samarbetspartnern Paroc. Denna data har för författarna varit omöjlig att testa eller bekräfta genom att granska med en annan oberoende källa. Författarna har fått lita på att källmaterialet från Paroc är riktigt. Det kan dock påpekas att materialet i stor del har testats av tredje part och i enlighet med detta tillgivits klassificeringar enligt standarder. Det är författarnas uppfattning att de inte ligger några tveksamheter i legitimiteten i det material som de har tagit del av från Paroc. Inte heller ligger det några misstankar om jäv då medarbetarna på Paroc vid alla intervjutillfällen varit tydliga med att lyfta problemområden och varit väldigt öppna i sin diskussion.

Att dela upp fasadutformningen och dess krav och riktlinjer i delar har gjort det möjligt att upptäcka mer specifika problemområden. Sett till arbetets omfattning har varje delområde undersöks med vad författarna anser en rimlig detaljnivå. Författarna kan dock uppfatta att en del områden hade varit intressanta att studera mer ingående i detalj. Exempelvis så var utredningen av ljudkraven ett sådant område. Men ljudkrav på byggnader och dess fasader är en stor och omfattande fråga. Som ofta själv ligger som grund för egna examensarbeten med samma omfattning som författarnas utförda. Men det tåls ändå att påpeka att det hade varit intressant och studera mer detaljerat hur Paroc och författarnas lösningsförslag på ljudproblematiken på Friggagatan hade stått sig i jämförelse till den befintliga fasaden.

Angående fuktproblematiken kan det diskuteras huruvida det avsnittet berörde sandwichelementen eller inte. Sandwichelementen på Hillerød var enligt avsnitt 3 helt opåverkade av fukt- och vattenskadorna på byggnaden. Men det är författarnas tycke att sandwichelementen hade stor påverkan till skalmurens skick och putsens deformationer. Det beslutades att då sandwichelementen själva inte uppvisade problem på grund av vatten var det tvunget att utredas om dessa problem förflyttas till andra konstruktionsdelar. Vilket också var fallet på Hillerøds ungdomslägenheter. Sandwichelementen absoluta ogenomsläpplighet av fukt påvisade sig negativt i den hygroskopiska skalmuren på nedersta våningen. För författarna var detta en väldigt tydligt korrelation när objektet studerades och i mötet, med Paroc Danmark, i anslutning till studiebesöket instämde de danska medarbetarna till författarnas hypotes.

Angående brandkrav och skalskyddskrav är detta svårt att utreda på något annat sätt än att redovisa kraven och sen redovisa hur produkten står i korrelation till de kraven.

De senare delarna av utredningen kom att behandla mycket arbete som blev svårt att redovisa i rapporten. Många långa diskussioner och skisser på olika konstruktionstekniska detaljlösningar hamnade aldrig i detta arbete. Versioner av detaljer reviderades och två till en början olika detaljer började efter några revideringar påminna så mycket om varandra att de slogs ihop och blev en tredje. På så sätt är det mycket av arbetet som ligger utanför denna redovisning. Detta då de inte heller ansågs försvarbart att redovisa alla dessa som bilagor. Risken med detta är dock att en del styrkor i några av detaljerna som lämnats utanför rapporten riskerar att ha gått förlorade. I författarnas tycke

är dock de detaljlösningar som har ett mervärde redovisade antingen i rapporten eller som bilagor.

9.2. Övrig diskussion

I avsnitten 9.2 kommer områden tas upp, som författarna av olika anledningar, anser hamnar i gråzonen för huruvida de berör rapportens syfte och problembeskrivning. Men områdena i fråga anses inte heller vara oviktiga för rapporten och tas således upp och redovisas i denna diskussionsmiljö.

9.2.1. Materialval i intilliggande konstruktioner i kombination med Paroc-element

Den estetiska deformationen på skalmuren i Hillerød hade kunnat undvikas genom att i konstruktionsstadiet tagit i beaktning de stora mängder regnvatten som kommer rinna ner längs fasaden. Då man valde att använda en putsad skalmur som skyddande skikt på nedersta våningen borde större hänsyn tagit på hur detta material reagerar med stora mängder vatten. För genom att studera figur nedan kan man se att även på platser där mindre mängder vatten blivit stillastående har visat sig tillräckligt för påtaglig tillväxt.



Figur 49. Missfärgningar över portkodläsare. Foto: Författarna.

Med ett sådant här fuktkänsligt material- och utformningsval i den putsade skalmuren, kanske kombinationen med ett helt vattenavstötande material ovan inte var rätt val. I alla fall borde de tagits i beaktning vid projektering eller vid ett senare tillfälle åtgärdats när problemen blivit kända.

9.2.2. Användningen av Plejadgatan som referenstomt

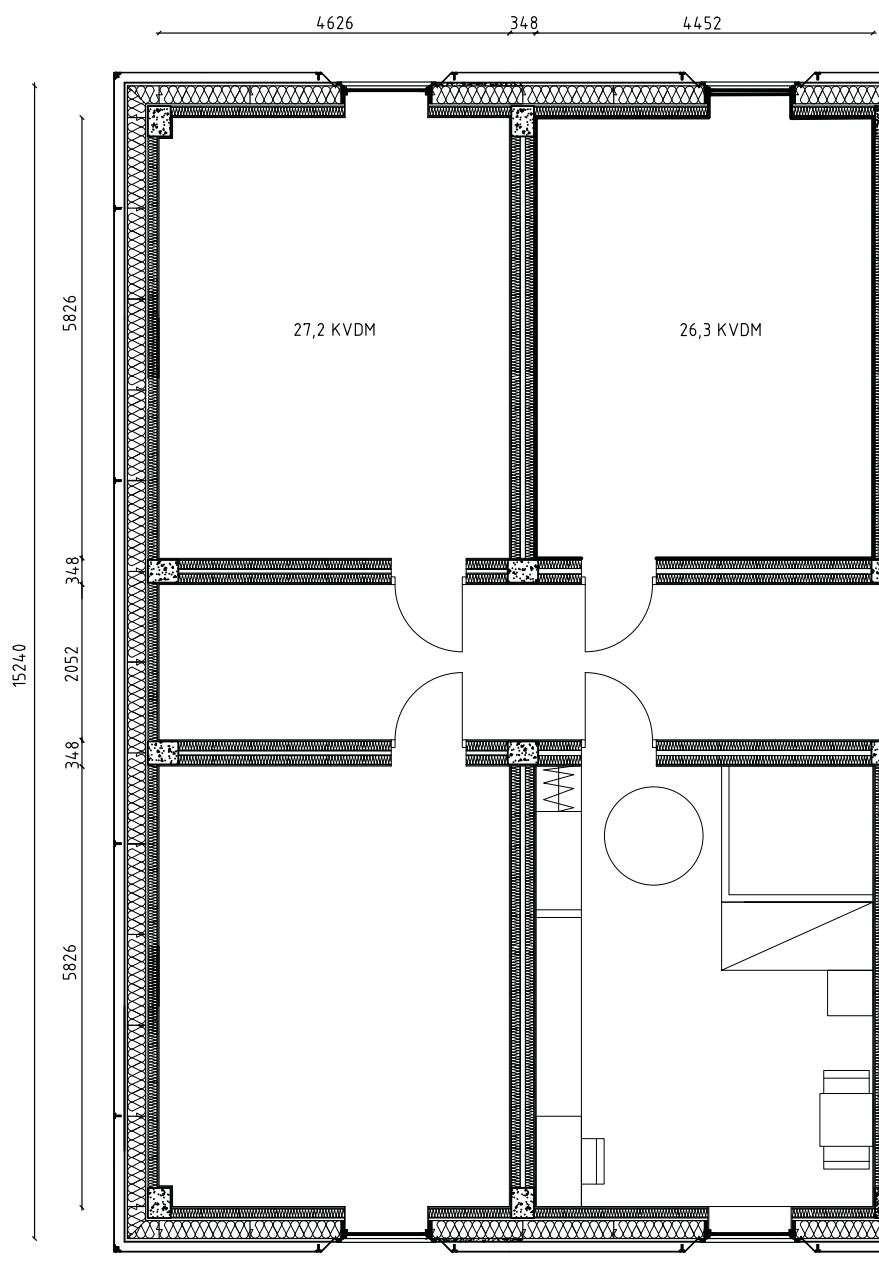
Inledningsvis i arbetet rekommenderade J. Larsson (personlig kommunikation, VT 2016) att rapportens lärdomar skulle appliceras på ett projekt som White Arkitekter har på Plejadgatan. Whites Arkitekters första förslag för Plejadgatan var planerad med en fasad i plåttutförande, varför det ansågs vara ett lämpligt projekt. Men under tävlingen bestämde Göteborg stad för att fasadens utförande skulle vara i trä. I White Arkitekters vinnande förslaget var fasaden ändrad till en träfasad. Enligt detaljplanen får alltså inte Paroc sandwichelementen användas som fasadbeklädnad på Plejadgatan.

Vidare utformades detaljplanen efter det vinnande förslaget blev detaljplanen väldigt begränsande, dels med hänsyn till fasadmateriell men även byggnadsbredd. Vilket medförde att vissa av de specificerade punkterna i detaljplanen väldigt projektinriktade. Bostadsbyggnaderna får exempelvis maximalt ha en bredd på 14 meter och fasadbeklädnaden över sockelnivå skall vara i trä (Göteborgs Stad, 2013). Den bestämda maximala bostadsbredden gjorde att lägenheterna blev låsta med ett djup på fyra stycken sandwichelement. Detaljplanen har hela 17 separata punkter beaktande placering och utformning av byggnaderna.

J. Larsson föreslog också för författarna ett annat projekt som White Arkitekter arbetar med. Detta projekt innefattade också studentbostäder, projektet skulle placeras på Varholmsgatan i Göteborg. I denna detaljplan fanns inga utformningskrav på huvudbyggnaderna mer än att första våningen skall ha en bjälklagshöjd på 3,7 m. Att entrén skall vara indragen 1 m från fasadens liv, taklutning på mellan 24° till 38°. Tyvärr var det även här specificerat att det skulle byggas med träpanel, således kan sandwichelementen inte heller appliceras på detta projekt, enligt detaljplan.

Den höjda våningshöjden på plan 1 kan appliceras med Paroc sandwichelement. Med hänsyn till böjning kommer de längre sandwichelementens buktning att ligga inom intervallet 3-6 mm. Denna böjning ligger fortfarande inom de, vad författarna anser, acceptabla intervallet. Den indragna entrén har redan projekterats i projekteringen av Plejadgatan och kan därför återanvändas även på Varholmsgatan. Taklutningen i figur 42 är 30° vilket även detta uppfyller de krav som ställs i detaljplanen. Således kan slutsatsen dras att sandwichelementen kan appliceras även på Varholmsgatan sett till den detaljplan som finns för området.

Då det inte finns några krav på bostadsbyggnadens bredd på Varholmsgatan har författarna valt att göra dessa lägenheter lite större. Genom att placera in ytterligare ett element i fasaden kunde boarean utökas till 26,3 m² och 27,2 m² i hörnlägenheterna. Med dessa nya innermått och boareor kan planlösningen, från White Arkitekter och Plejadgatan, direkt lyftas in utan någon revidering. Detta kan studeras i figur 50 nedan.



Figur 50. En större variant av planlösning, skala 1:100, ritad av författarna.

Korridorbredden är den samma, två sandwichelement i bredd, som i utförandet på Plejadgatan. Här kan planlösningarna utan omarbetning appliceras.

9.3.Fortsatta studier

Författarna anser att fortsatta studier inom ämnet är befogade. Dessa studier bör behandla hur sandwichelementen och deras byggsystem, står sig i jämförelse med konventionella byggsystem för flerbostadshus, i aspekterna produktionstid och ekonomi. Detta motiveras då denna rapport inte lyfter dessa frågor, utöver att det lätt kan inses att konstruktionslösningarna i viss mån kommer att inverka negativt på produktionstiden och kostnaden. De fördjupade studierna skulle kunna innefatta tid- och kostnads kalkyler, vari man undersöker systemet som vi tagit fram, dels gentemot standardbyggnader med sandwichelementen, men även mot konventionella system så som prefabricerade betonghus eller hus med stålstomme.

10. Referenser

10.1. Litteratur

Göteborgs Stad (2013) *Bostäder vid Plejadgatan, Lindholmen 6:9 inom stadsdelen Lundby i Göteborg – Samrådshandling november 2013*. Göteborgs Stad stadsbyggnadskontoret.

Paroc (2008a) *Advanced Structural Technology: AST®-kvalitet i element* [produktblad], januari 2008, Paroc)

Paroc (2008b) *Drift- och underhållsinstruktioner: Paroc®-elementlösningar*, [produktblad], januari 2008, Paroc

Paroc (2012), *Paroc® Protection™: Brandklassade konstruktioner*, Skövde, STIG RENSTRÖM Foto & Layout AB

Paroc (2013) *Produktegenskaper: Paroc®-element* [Produktblad], December 2013, Paroc

Petersson, B.-Å. P., 2009, *Tillämpad byggnadsfysik*, Upplaga 4:3, Lund, Studentlitteratur

Strandberg, B. (2015) *Bygga hus: Illustrerad bygglära*, Polen, Dimograf

Svensk Byggtjänst (2014) *HusAMA 14: Allmän material- och arbetsbeskrivning för husbyggnadsarbeten*, 2015, Västerås, Edita Bobergs AB.

Örnhall, H. (2012). *Bostadsbestämmelser: En handbok om byggbestämmelser för bostäder och bostadsmiljö – nybyggnad och ombyggnad*. Mölnlycke: Elanders Sverige AB.

10.2. Elektroniska källor

Aluman. (2016). Aluminiumfönster IF79-HI med bruten köldbrygga. Hämtad från: <http://www.aluman.se/sv/fonster/>

Boverket, *Boverkets författarsamling*, 8 juni 2013, sid 32, hämtad från URL: <https://rinfo.boverket.se/BBR%5CPDF%5CBFS2013-14-BBR20.pdf>

Boverkets Byggregler, BBR22, 2015a, s. 165) (Boverket, (2015) *Regelsamling för byggande, BBR*, upplaga 1, Hämtad från URL: <http://www.boverket.se/globalassets/publikationer/dokument/2015/regelsamling-for-byggande-bbr-2015.pdf>

Larsson (2002) *Boverkets författarsamling: BFS 2002:19*, Hämtad från URL: <https://rinfo.boverket.se/BBR/PDF/2002-19BBR10.pdf>

Paroc (2015) *Teknisk handbok: Paroc®-elementlösningar*, Hämtad från URL: <http://www.paroc.se/-/media/Files/Brochures/Sweden/Technical-Guide-Paroc-Panels-SE.ashx>

Paroc (2016a) *Historia*, Paroc, Hämtad från URL:

<http://www.paroc.se/om-paroc/historia>

Paroc (2016b) *Tekniska egenskaper hos Paroc sandwichelement*, Hämtad från URL:
<http://www.paroc.se/losningar-och-produkter/losningar/sandwichelement/elementegenskaper>

Paroc (2016c) *Tekniska egenskaper hos PAROC sandwichelement*, Hämtad från URL:
<http://www.paroc.se/losningar-och-produkter/losningar/sandwichelement/elementegenskaper>

Regeringen (2012) *Ökad tillgång till hyreslägenheter och lägre fastighetsavgift*, Hämtad från URL:
<http://www.regeringen.se/contentassets/0eb2fbf0ba2f447e930e857caee577a9/okad-tillgang-till-hyreslagenheter-och-lagre-fastighetsavgift>

Regeringen (2014) *Mål för boende och byggande*, Hämtad från URL:
<http://www.regeringen.se/regeringens-politik/boende-och-byggande/mal-for-boende-och-byggande/>

Regeringen (2016) *Regeringen ger kommuner byggbonus för bostadsbyggande* Hämtad från URL:
<http://www.regeringen.se/pressmeddelanden/2016/04/regeringen-ger-kommuner-byggbonus-for-bostadsbyggande/>

Resinex Group, 2016, *PVDF – polyvinylidenfluorid*, Hämtad från URL:
<http://www.resinex.se/polymertyper/pvdf.html>

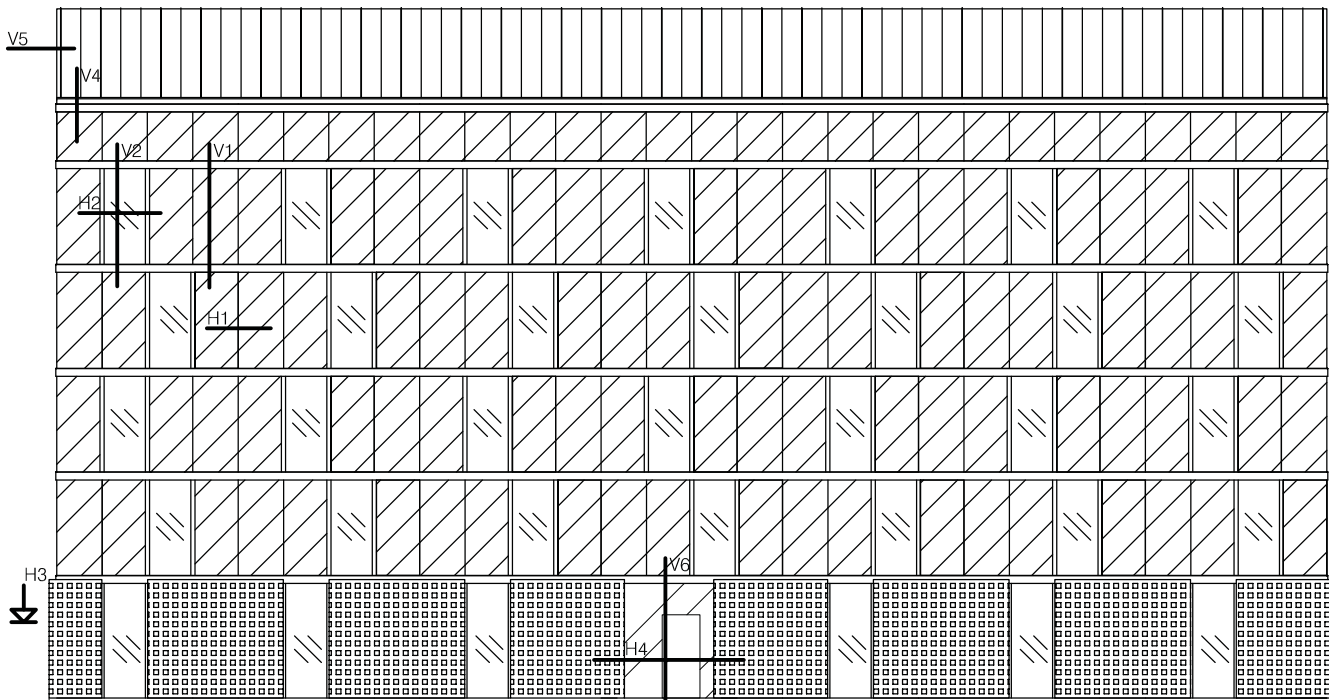
Starka Betong (2014) *Stomlösningar för moderna bostäder*. Kristianstad. Starka Betong. Hämtad från:
<http://www.starka.se/wp-content/uploads/2014/03/SLUTKORR-Bj%C3%A4klag-Uppslag-4-sidor.pdf>

Stöldskyddsföreningen (2016) Hämtad från URL:
<https://www.stoldskyddsforeningen.se/privat/sok-godkanda-produkter-och-foretag/?searchquery=Paroc&area=&category=2016-05-17>

Swedish Standard Institute, (2015), ISO 14009, Hämtad från URL:
<http://www.sis.se/ledningssystem/ledningssystem-för-miljö/ss-en-iso-140012015>

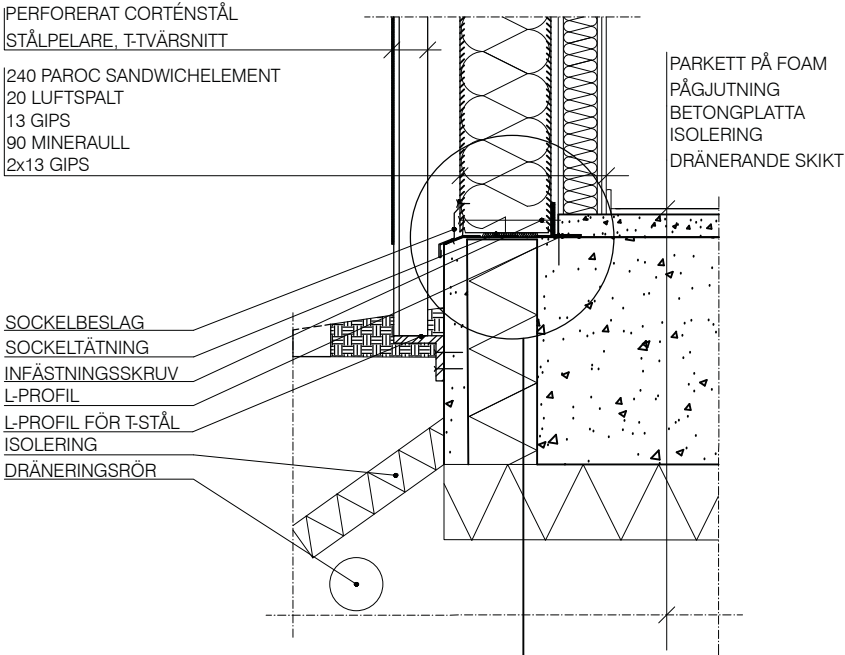
111

FASAD, PRINCIPUTSEENDE



BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSEER	DATUM	SIGN
EXAMENSARBETE				
-				
GÖTEBORG				
CHALMERS				
BYGGINGENUOR				B3
EXAMENSARBETE ARKX04				VT 2016
SIMON GUNNELID & SIMON LARSSON				
KURS NR	RITAD AV		HANDLAGGARE	
ARKX04	S.G. & S.L.		J. LARSSON	
DATUM	ANSVARIG			
2016-05-23	GUNNELID & LARSSON			
PRINCIPUTSEENDE FASAD				
-				
-				
SKALA		NUMMER		BET

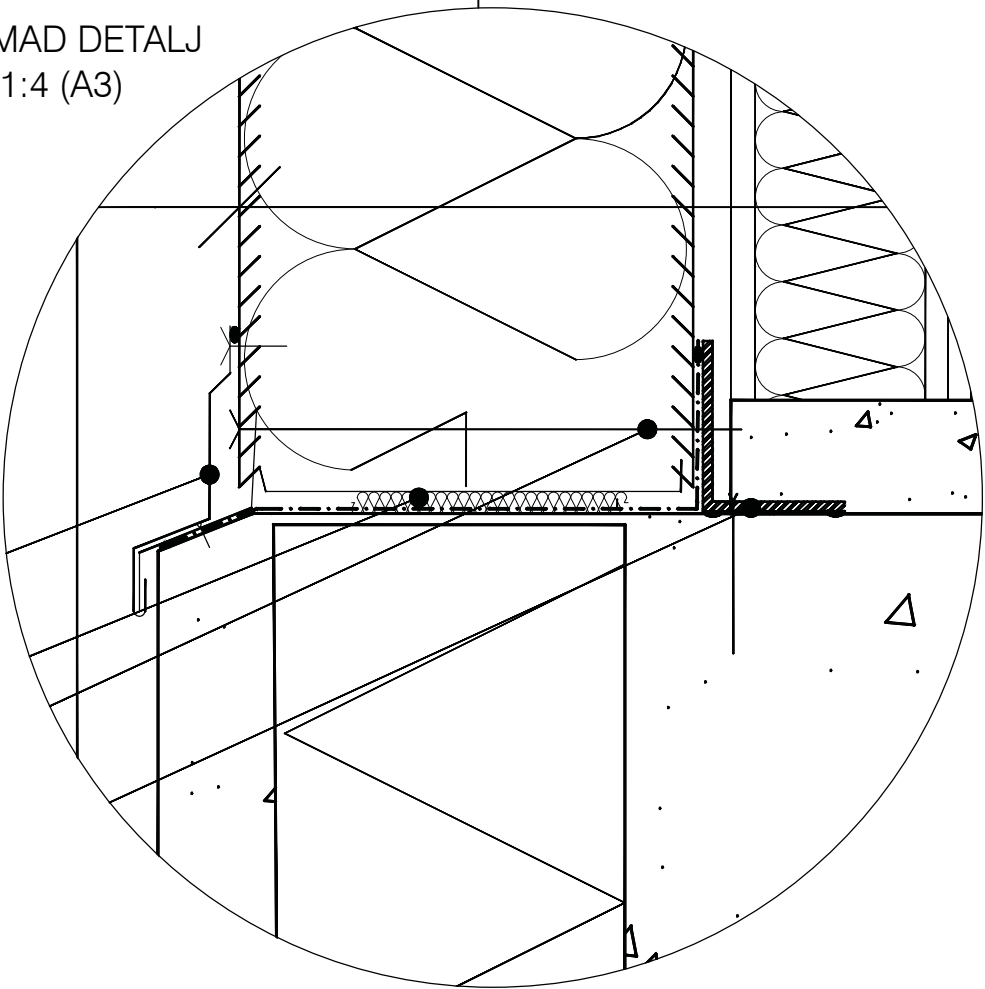
PRINCIPMÖTE FASAD OCH SOCKEL
SKALA 1:20 (A3)



DETALJERNA VISAR MÖTET MELLAN FASADEN OCH SOCKELN. FRAMFÖR FASADEN SYNS DET SKYDDANDE PERFORERADE CORTÉNSTÅLET. DETTA SKYDD STRÄCKER SIG UPP TILL FÖRSTA BJÄLKLAGET OCH I MARKEN FÄSTS DET MED ETT VINKELJÄRN TILL GRUNDPLATTAN.

DEN INZOOMADE DETALJEN HAR SKALA 1:2 I A1 OCH 1:4 PÅ A3. HÄR KAN TÄTSKIKTET URSKILJAS SOM DRAS MELLAN SANDWICHELEMENT OCH BETONGSOCKELN.

INZOOMAD DETALJ
SKALA 1:4 (A3)



BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN
EXAMENSARBETE				
-				
GÖTEBORG				
CHALMERS			B13	
BYGGINGENJÖR			VT 2016	
EXAMENSARBETE			SIGN	
-			-	
KURS NR	ARKX04	RITAD AV	S.G & S.L	HANDLAGGARE
DATUM	2016-05-23	ANSVARIG	GUNNELID OCH LARSSON	J. LARSSON
PRINCIPMÖTE FASAD OCH SOCKEL				
-				
-				
SKALA	1:20 (A3)	NUMMER	A002	I BET
				-

V6
ENTRÉPARTI
SKAL 1:20 (A3)

240 PAROC SANDWICHELEMENT
20 LUFTSPALT
13 UTVÄNDIG GIPS
90 MINERALULL
2x13 GIPS

TÄCKPLÅT
INFÄSTNINGSSKRUV
U-PROFIL

15 PARKETT PÅ FOAM
60 PÅGJUTNING
260 HÅLDÄCKSBJÄLKLAG

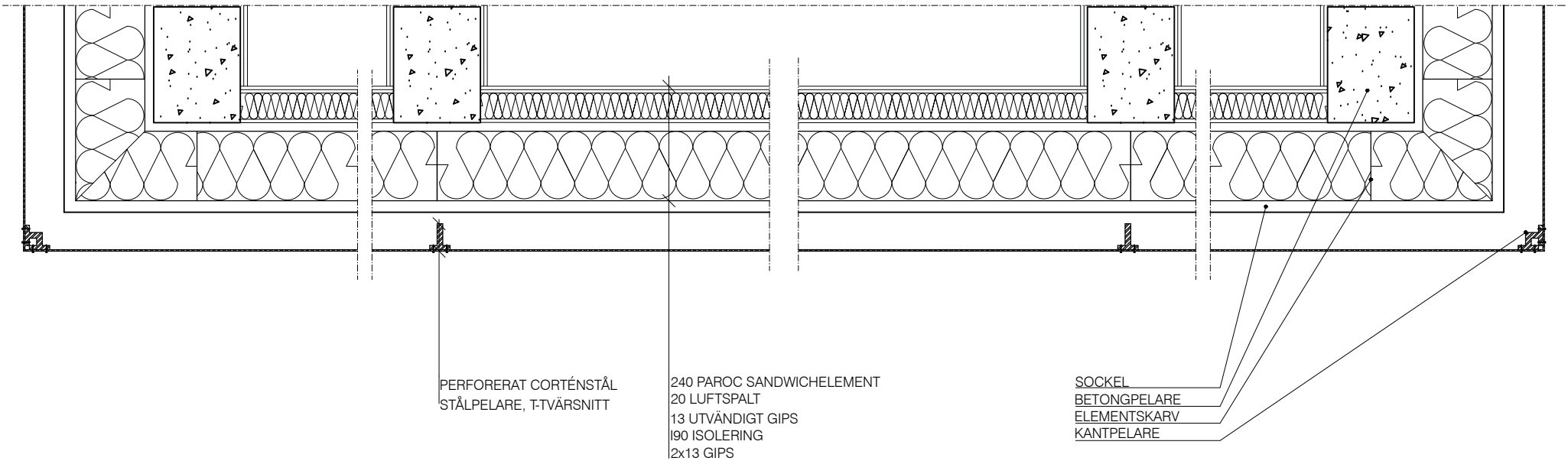
15 YTSKIKT PÅ FOAM
60 PÅGJUTNING
150 BETONGPLATTA

DETALJERNA VISAR MÖTET MELLAN FASADEN OCH SOCKELN. FRAMFÖR FASADEN SYNS DET SKYDDANDE PERFORERADE CORTÉNSTÅLET. DETTA SKYDD STRÄCKER SIG UPP TILL FÖRSTA BJÄLKLAGET OCH I MARKEN FÅSTS DET MED ETT VINKELJÄRN TILL GRUNDPLATTAN.

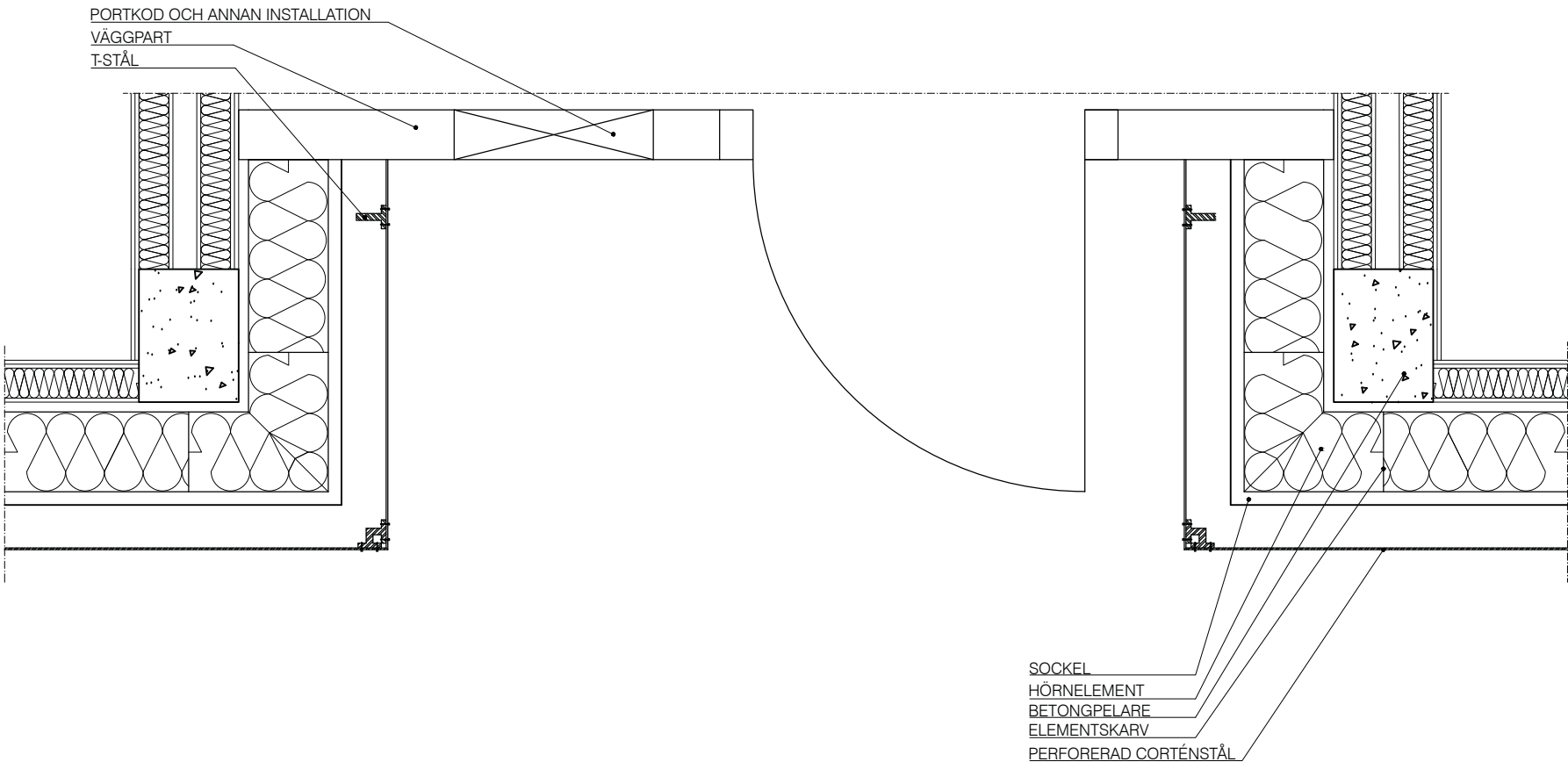
CORTÉNSTÅLET UTFORMNING DRAS IN VID ENTRÉDÖRREN. ÄVEN SOCKELN DRAS IN FÖR ATT UNDVIKA EN EVENTUELL KÖLDBRYGGA..

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN
EXAMENSARBETE				
-				
GÖTEBORG				
CHALMERS			B13	
BYGGINGENJÖR			VT 2016	
EXAMENSARBETE			-	
SIGN			-	
KURS NR	RITAD AV		HANDLÄGGARE	
ARKX04	S.G & S.L		J. LARSSON	
DATUM	ANSVARIG			
2016-05-23	GUNNELID OCH LARSSON			
MÖTE FASAD OCH SOCKEL ENTRÉN				
-				
-				
SKALA	NUMMER			I BET
1:20 (A3)	A003			-

H3
HORIZONTALSNITT FASADUTFORMNING
SKALA 1:20 (A3)



H4
HORIZONTALSNITT ENTRÉPARTI
SKALA 1:20 (A3)



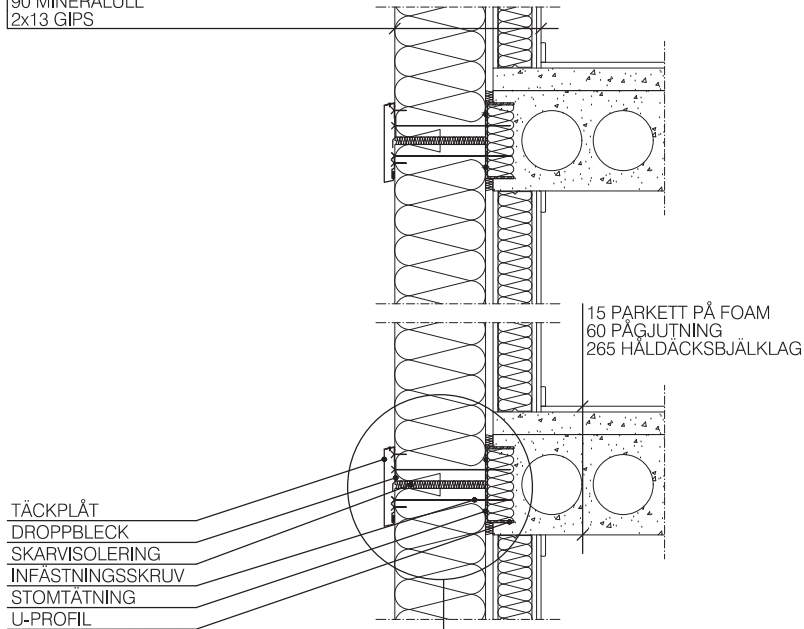
HÖRNELEMENT OCH DESS
UTFORMNING SKER ENLIGT PAROCS
TYPDETALJER.

ENTRÉN HAR BREDD PÅ 3 ST
SANDWICHELEMENT. ALLTSÅ 3600 MM
DÄR DÖRREN ÄR INDRAGEN SÅ ATT
HELA ENTRÉPARTIET HAMNAR UNDER
OVAN LIGGANDE BJÄLKLAG. DETTA
FUNKERAR SOM VÄDERLEKSSKYDD.
HELA ENTRÉPARTIET INSTALLERAS SOM
ETT STORT PARTI MED PORTKOD OCH
DYLIKT INTEGRERAT I PARTIET.

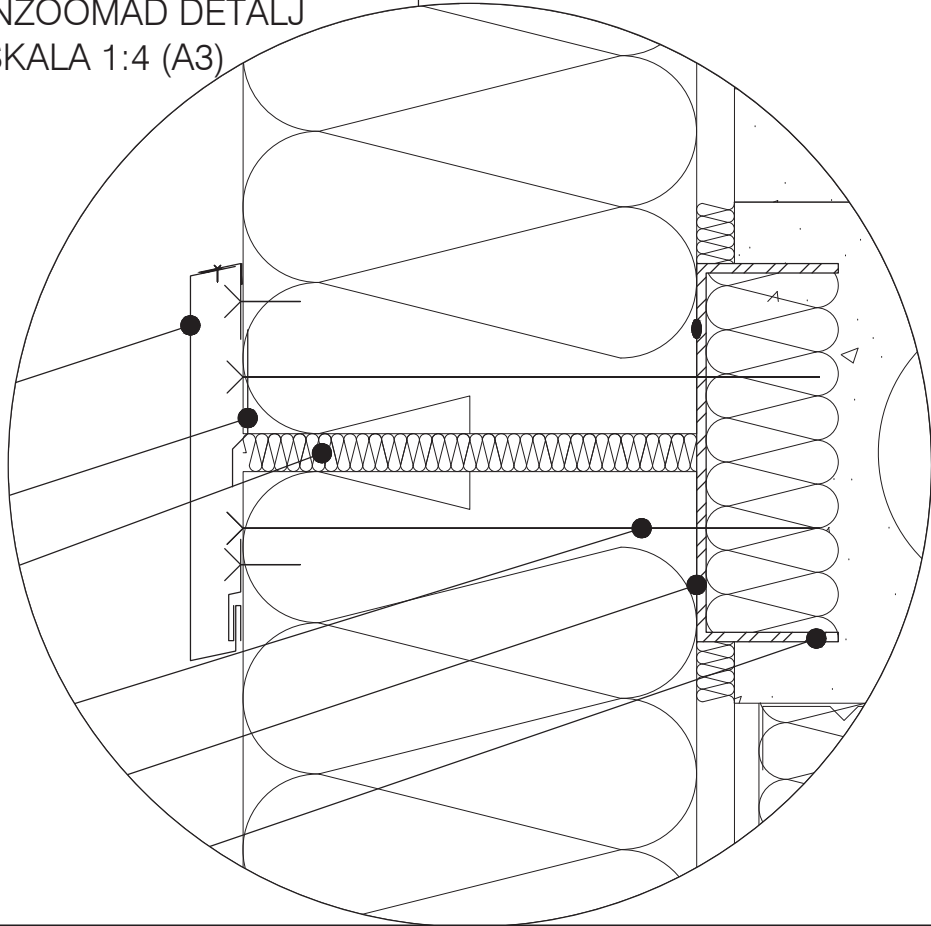
BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN
EXAMENSARBETE				
- GÖTEBORG				
CHALMERS			B13	
BYGGINGENJÖR			EXAMENSARBETE	
SIGN			VT 2016	
KURS NR			RITAD AV	HANDLÄGGARE
ARKX04			S.G & S.L	J. LARSSON
DATUM			ANSVARIG	
2016-05-23			GUNNELID OCH LARSSON	
HORIZONTELLA SEKTIONER 1:A PLAN				
-				
SKALA			NUMMER	I BET
1:20 (A3)			A004	-

V1
YTTERVÄGG, BJÄLKLAG
SKALA 1:20 (A3)

240 PAROC SANDWICHELEMENT
20 LUFTSPALT
13 UTVÄNDIG GIPS
90 MINERALULL
2x13 GIPS

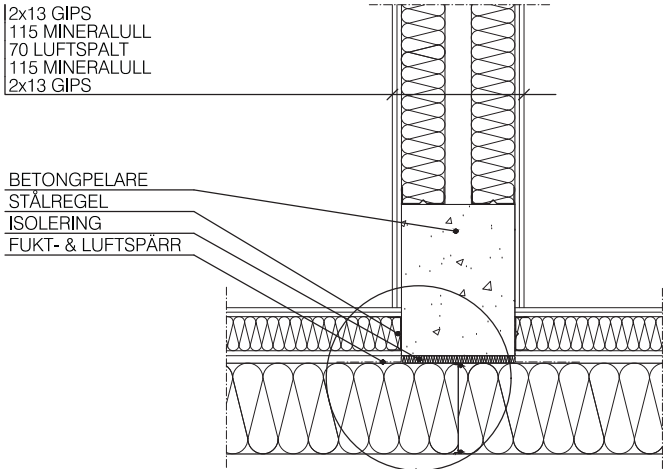


INZOOMAD DETALJ
SKALA 1:4 (A3)

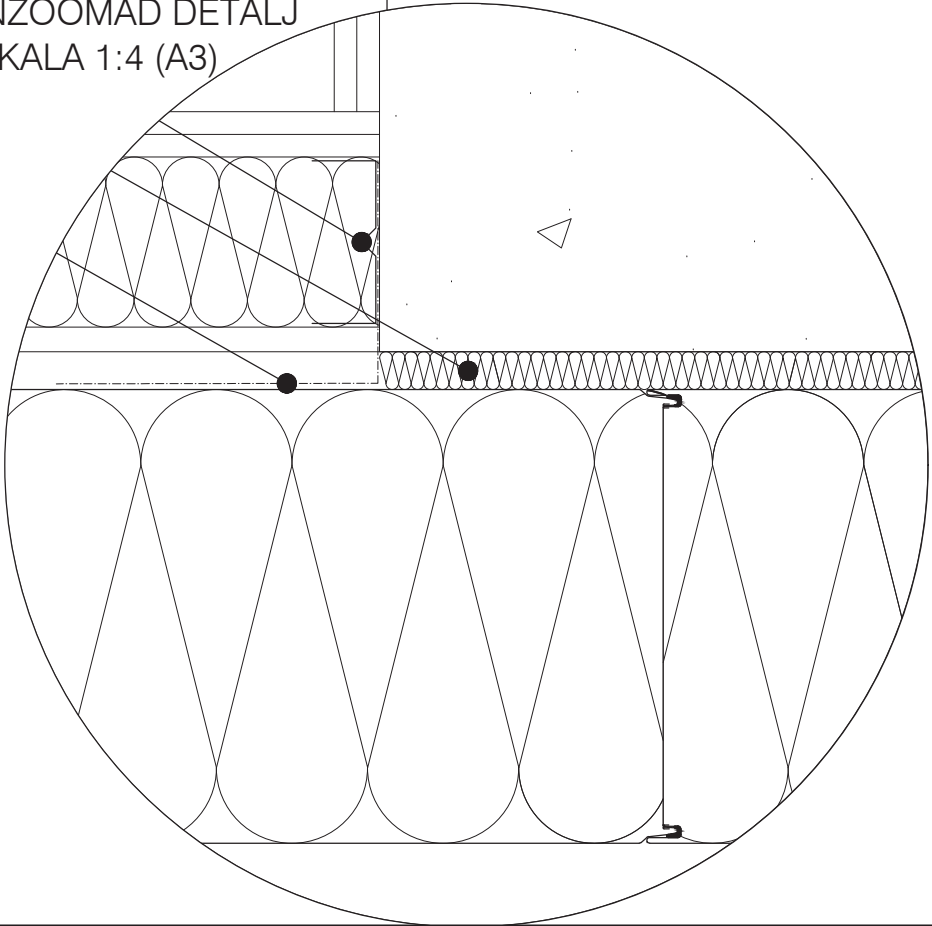


H1
MÖTE YTTERVÄGG, PELARE & INNERVÄGG
SKALA 1:20 (A3)

2x13 GIPS
115 MINERALULL
70 LUFTSPALT
115 MINERALULL
2x13 GIPS



INZOOMAD DETALJ
SKALA 1:4 (A3)



V1
I DETALJEN VISAS FASADENS MÖTE
MED BJÄLKLAGET.

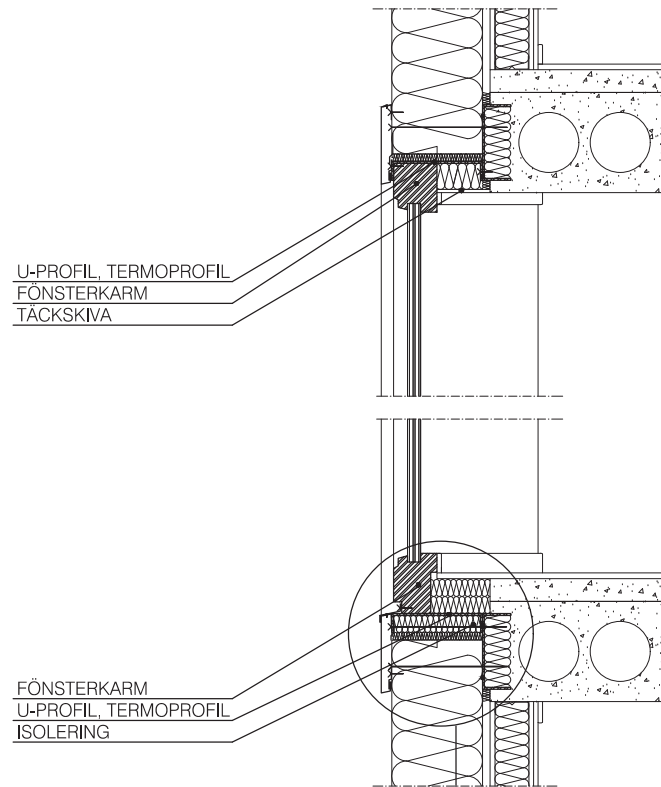
I FÖRSTORINGEN KAN BÄRNINGEN AV
SANDWICHELEMENTEN,
STOMTÄTNINGEN OCH TÄCKPLÅTEN
SES. DEN INGJUTNA U-PROFILEN ÄR
INVÄNDIGT FÖRSEDD MED ISOLERING
FÖR ATT MÖJLIGGÖRA ANVÄNDNING
AV SJÄLVBORRANDE SKRUV.

H1
I DETALJEN VISAS FASADENS MÖTE
MED EN AV PELARNA I BYGGNADEN.

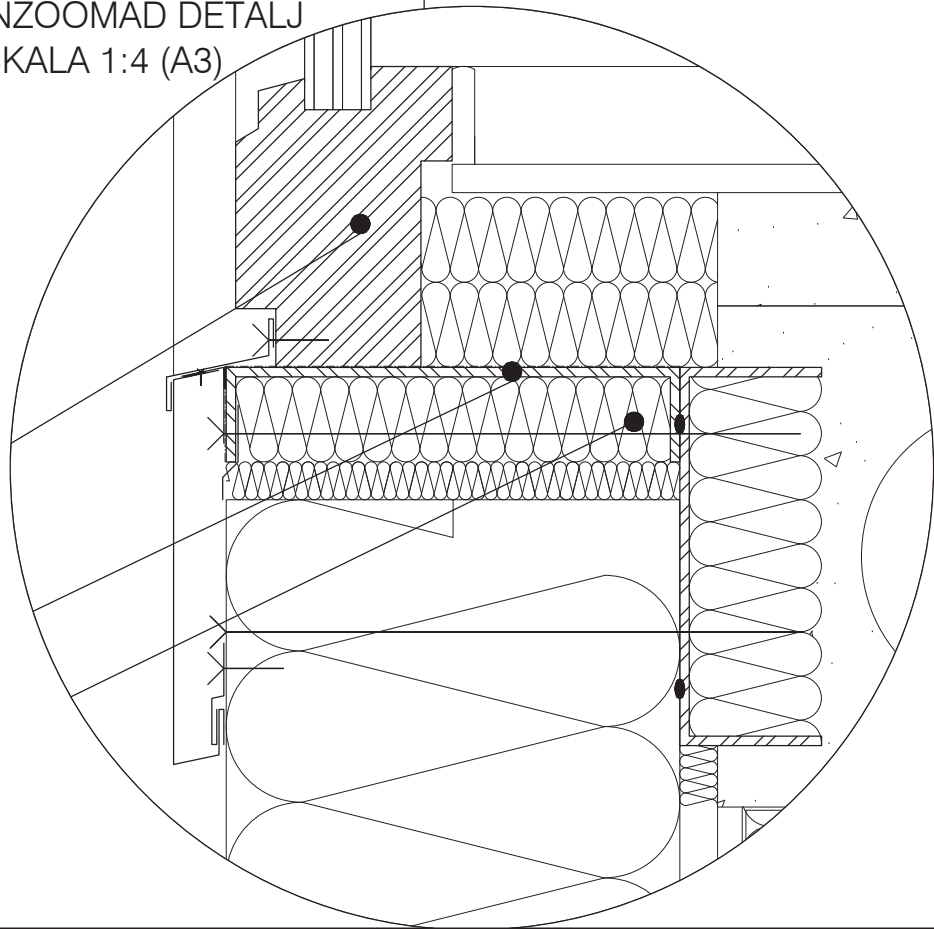
I FÖRSTORINGEN SYNS SKARVEN
MELLAN TVÅ SANDWICHELEMENT, OCH
MÖTET MELLAN DEN INVÄNDIGA
VÄGGEN MOT PELAREN. MAN KAN
ÄVEN SE LUFTSPÄRREN, SOM ANVÄNDS
FÖR ATT TÄTA MOT LUFTSPALTEN
BAKOM PELAREN

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN
EXAMENSARBETE				
-				
GÖTEBORG				
CHALMERS				
BYGGINGENJÖR			B13	
EXAMENSARBETE ARKX04			VT 2016	
SIMON GUNNELID & SIMON LARSSON			-	
KURS NR	RITAD AV		HANDLAGGARE	
ARKX04	S.G. & S.L.		J. LARSSON	
DATUM	ANSVARIG			
2016-05-23	GUNNELID & LARSSON			
DETALJER FÖR FASADSYSTEM				
-				
SKALA	NUMMER			BET
1:20 (A3)	A005			-

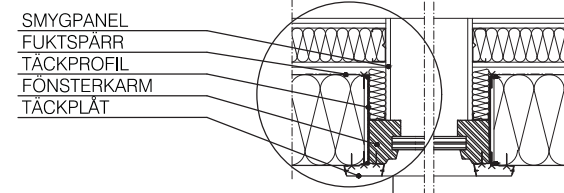
V2
YTTERVÄGG, FÖNSTER, BJÄLKLAG
SKALA 1:20 (A3)



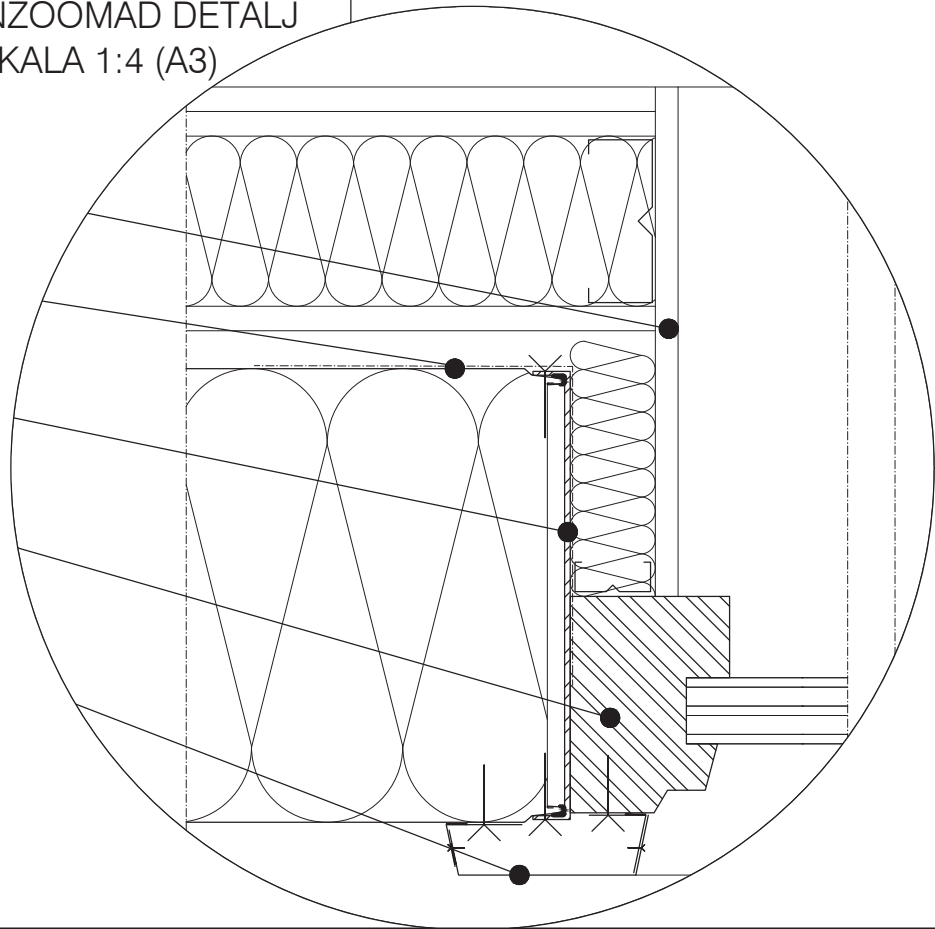
INZOOMAD DETALJ
SKALA 1:4 (A3)



H2
YTTERVÄGG, FÖNSTER
SKALA 1:20 (A3)



INZOOMAD DETALJ
SKALA 1:4 (A3)



V2
DETALJEN VISAR FÖNSTRETS MÖTE
MED FASADEN.

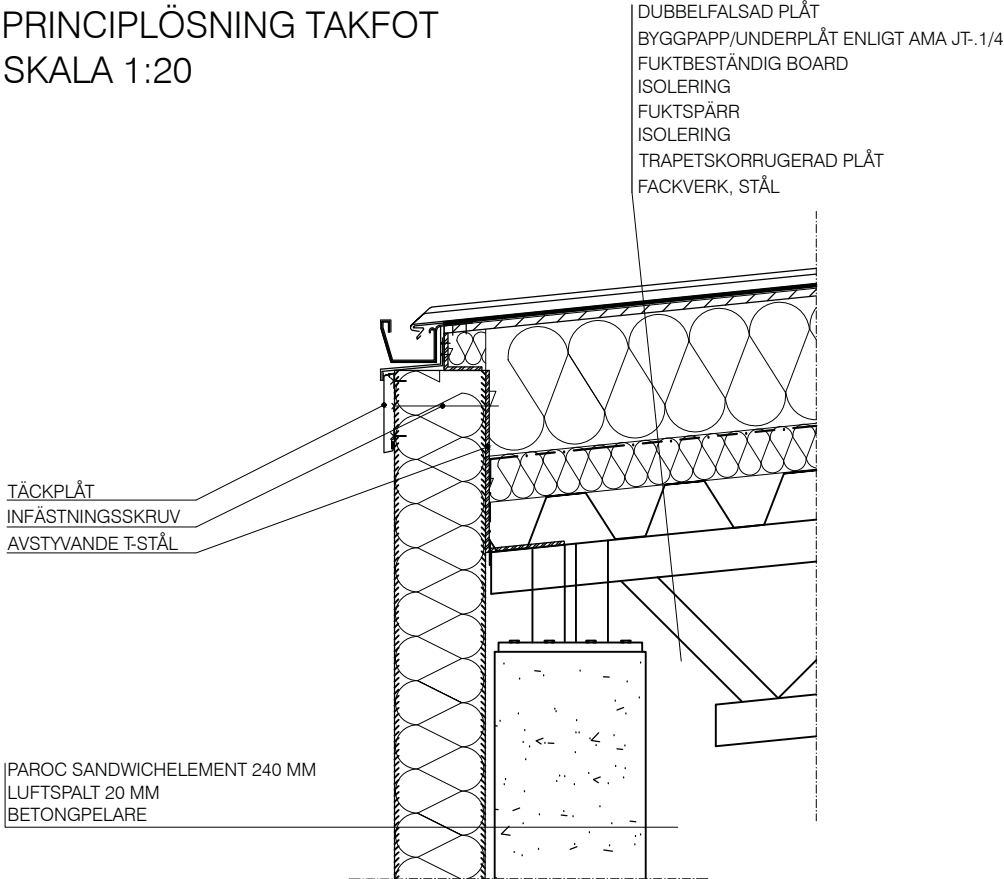
I FÖRSTORINGEN KAN FUKTSPÄRREN
MELLAN TERMOPROFILER OCH
FÖNSTRET SES. TERMOPROFILER SOM
FÖNSTRET STÅR PÅ, FÅSTS I DEN
INGJUTNA U-PROFILER. MELLAN DESSA
PROFILER SITTER EN STOMTÄTNING
SOM FUKTSPÄRREN LEDS GENOM.

H2
DETALJEN VISAR FÖNSTRETS MÖTE
MED FASADEN, I ETT HORISTONTELLT
SNITT.

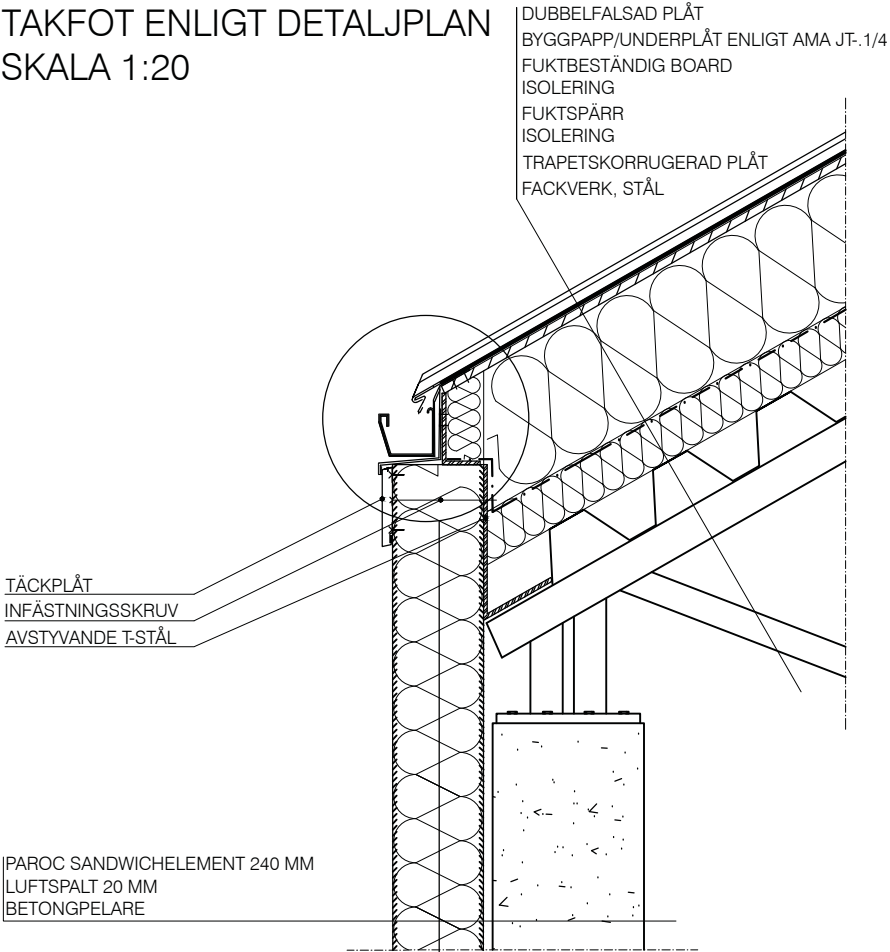
I FÖRSTORINGEN KAN MAN SE
STÅLPROFILERNA SOM SITTER I
SANDWICHELEMENTENS SPONTAR OCH
FUKTSPÄRREN SOM LÖPER FRAM TILL
FÖNSTRET

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN
EXAMENSARBETE				
-				
GÖTEBORG				
CHALMERS				
BYGGINGENJÖR			B13	
EXAMENSARBETE ARKX04			VT 2016	
SIMON GUNNELID & SIMON LARSSON			-	
KURS NR	RITAD AV		HANDLAGGARE	
ARKX04	S.G. & S.L.		J. LARSSON	
DATUM	ANSVARIG			
2016-05-23	GUNNELID & LARSSON			
DETALJER, FÖNSTER I FASAD				
-				
-				
SKALA	NUMMER			BET
1:20 (A3)	A006			-

PRINCIPLÖSNING TAKFOT
SKALA 1:20



V4
TAKFOT ENLIGT DETALJPLAN
SKALA 1:20



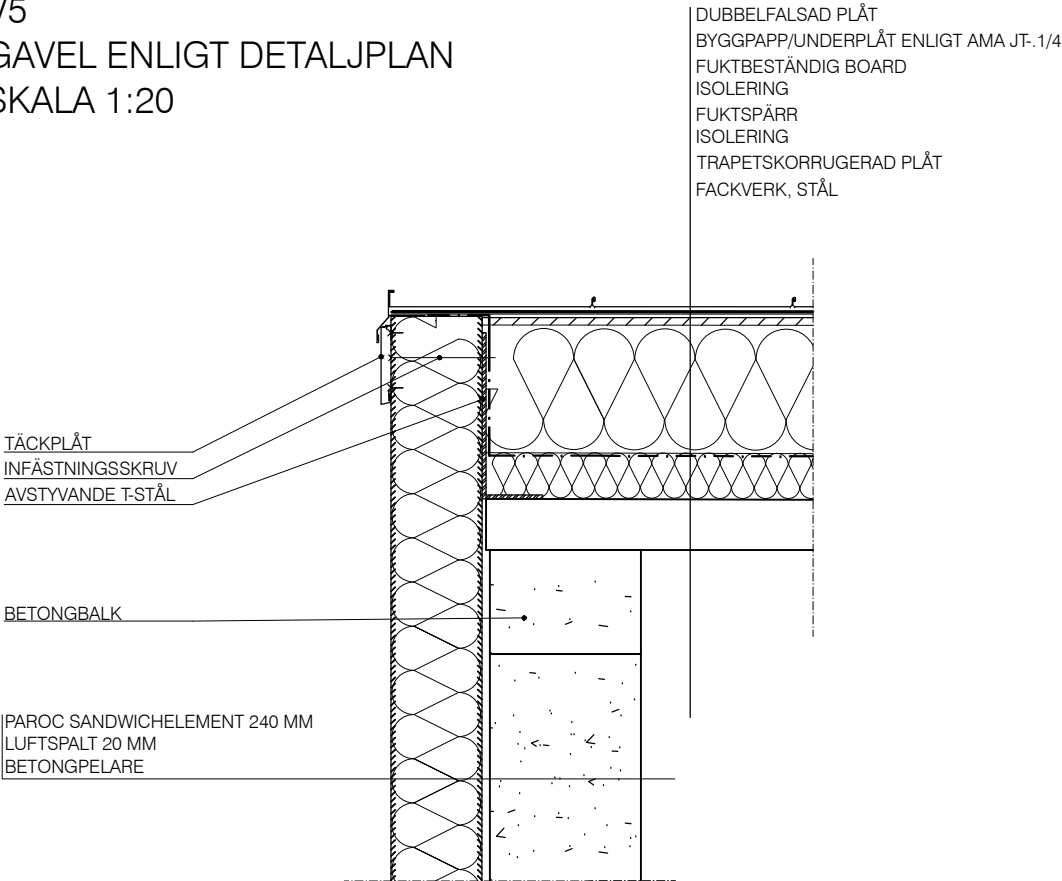
TAKFOT
TAKFOT UTFORMAS ENLIGT
HUSAMA JT.-1/4. I DEN
SCHEMATISKA DETALJ RITAS
TAKLUTNINGEN MED 6 GRADER.

GAVEL
UTFORMAS MED EN NERDRAGEN
PLÅTDETALJ SOM DRAS NER ÖVER
KANTBESLAGET.

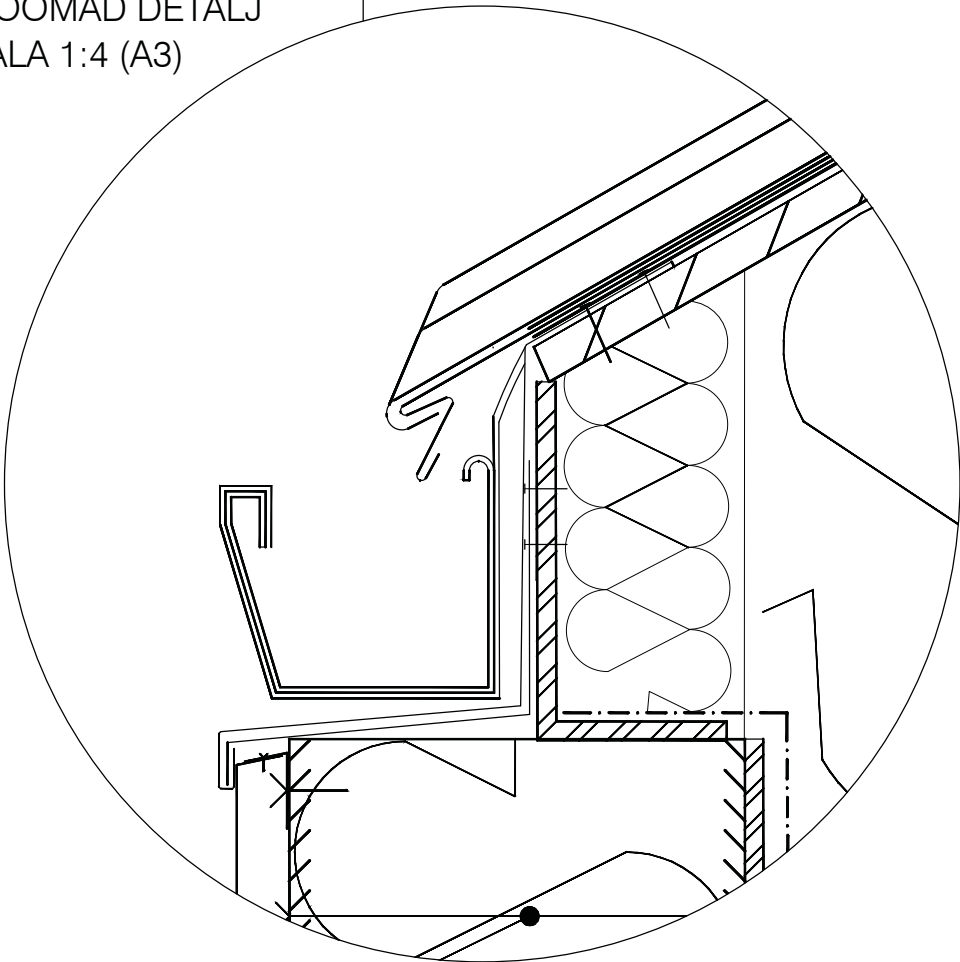
TAKFOT ENLIGT DETALJPLAN
REDOVISAR TAKFOT KORRIGERAD
ENLIGT DETALJPLANENS
TAKLUTNING. (I ENLIGHET MED
BÅDA DETALJPLANER NÄMND I
ARBETET).

INZOOMAD DETALJ
SKALA PÅ DENNA INZOOMNING ÄR
1:2 I A1 OCH SKALA 1:4 I A3

V5
GAVEL ENLIGT DETALJPLAN
SKALA 1:20

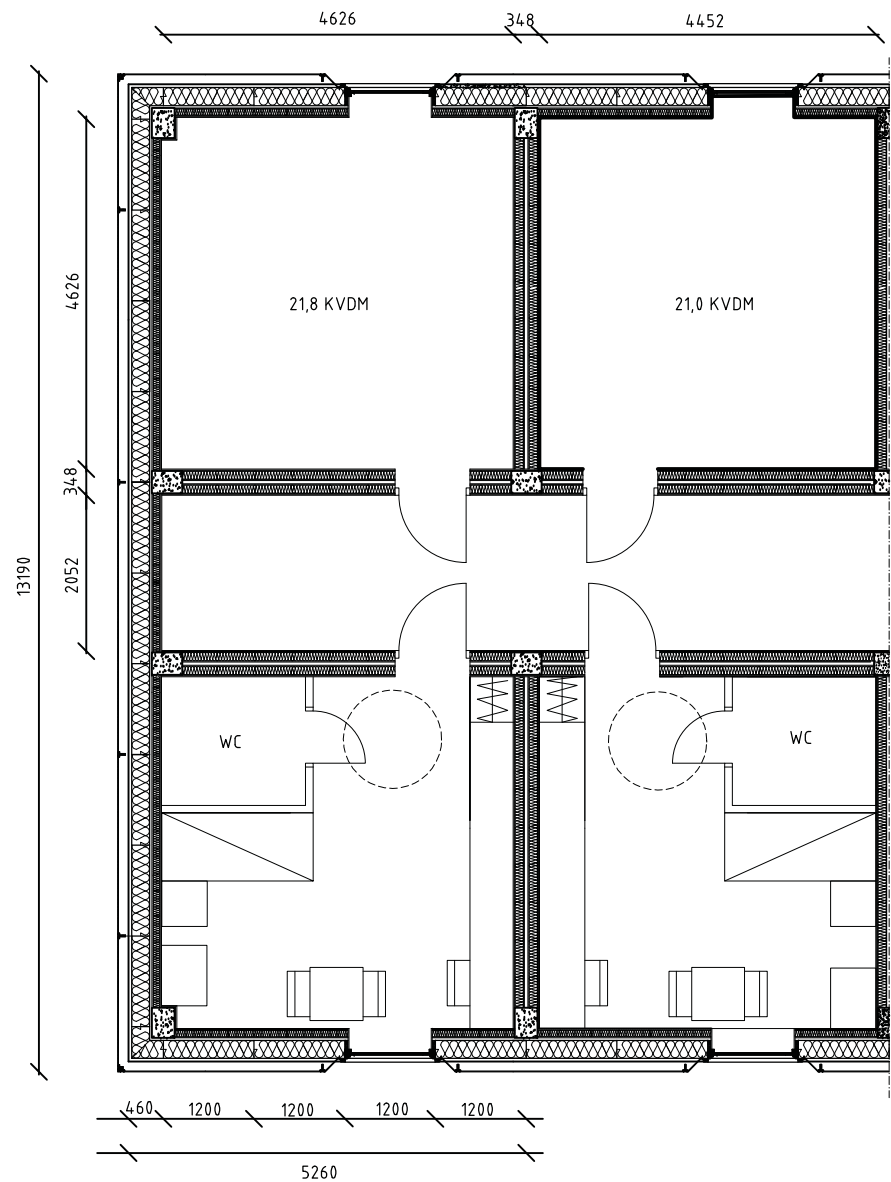


INZOOMAD DETALJ
SKALA 1:4 (A3)



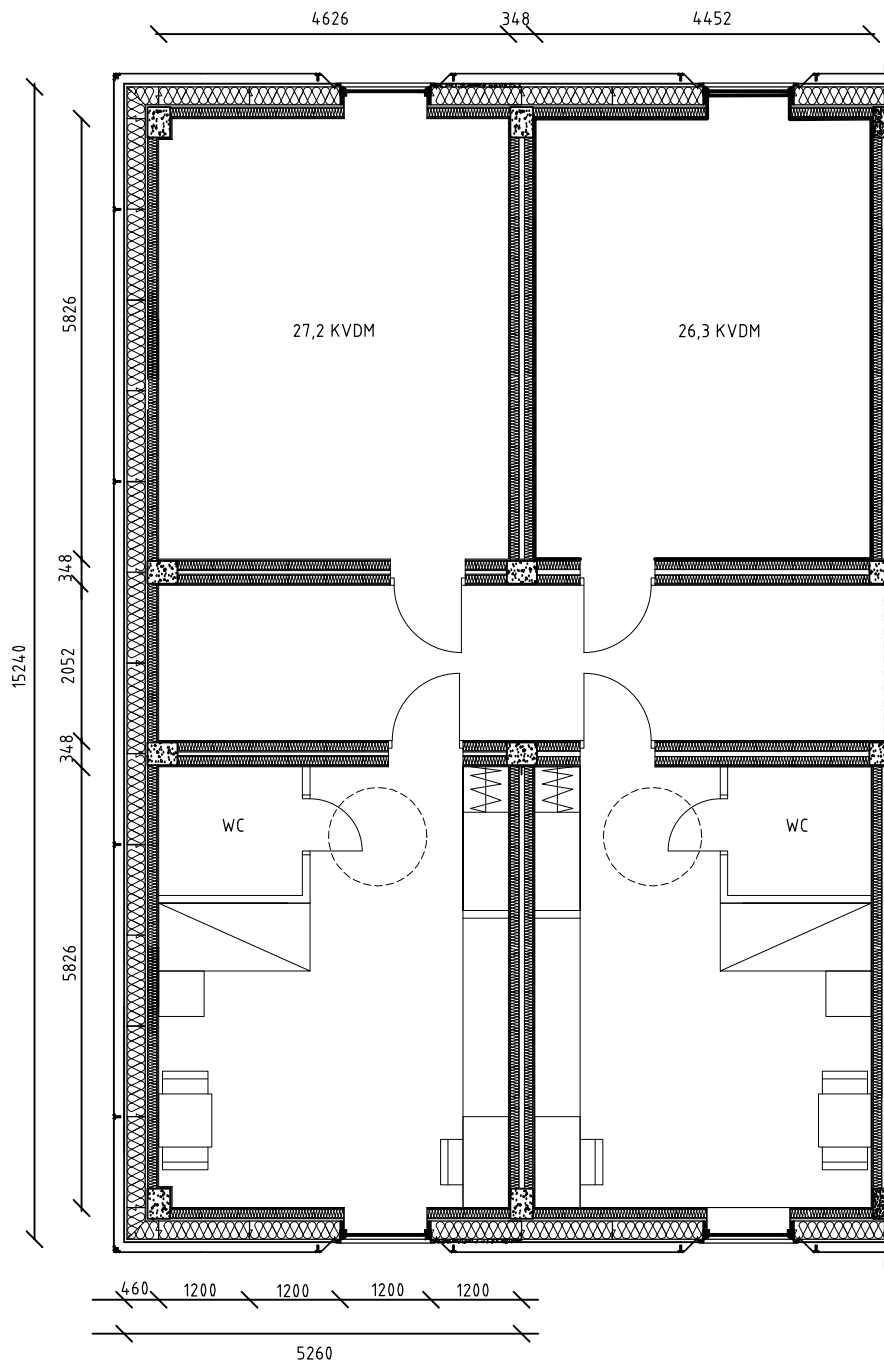
BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN
EXAMENSARBETE				
-				
GÖTEBORG				
CHALMERS				
BYGGINGENJÖR			B13	
EXAMENSARBETE			VT 2016	
SIGN				
-				
KURS NR	RITAD AV	HANDLÄGGARE		
ARKX04	S.G & S.L	J. LARSSON		
DATUM	ANSVARIG			
2016-05-23	GUNNELID OCH LARSSON			
TAKDETALJER				
-				
-				
SKALA		NUMMER		I BET
1:20 (A3)		A007		-

PLEJADGATAN
PRINCIPLÖSNING VÅNINGSPÅN
SKALA 1:100 (A3)



PRINCIPLÖSNING SOM UPFYLLER DE KRAV SOM FINNS SPECIFIERADE I DETALJPLANEN FÖR PLEJADGATAN. PLANLÖSNINGEN ÅR EN OMARBETAD VERSION AV DEN WHITE ARKITEKTER RITADE FÖR PLEJADGATAN. MÅTTEN I OVANKANT ÅR INNEMÅTT OCH I UNDERKANT YTTERMÅTT.

VARHOLMSGATAN
PRINCIPLÖSNING VÅNINGSPÅN
SKALA 1:100 (A3)



PRINCIPLÖSNING SOM UPFYLLER DE KRAV SOM FINNS SPECIFIERADE I DETALJPLANEN FÖR VARHOLMSGATAN. PLANLÖSNINGEN ÅR SAMMA SOM DEN RITAD AV WHITE ARKITEKTER FÖR PLEJADGATAN. MÅTTEN I OVANKANT ÅR INNEMÅTT OCH I UNDERKANT YTTERMÅTT.

HÅR KAN STUDERAS TVÅ OLIKA PLANLÖSNINGAR ÖVER ETT VÅNINGSPÅN. SKILLNADERNA DESSA I MELLAN ÅR ATT ETT ELEMENT EXTRA I DJUPLED. DETTA ÖKAR BREDDEN PÅ DESSA FLERBOSTADSHUS. VILKET ÄVEN PÅVERKAR BOAREAN.

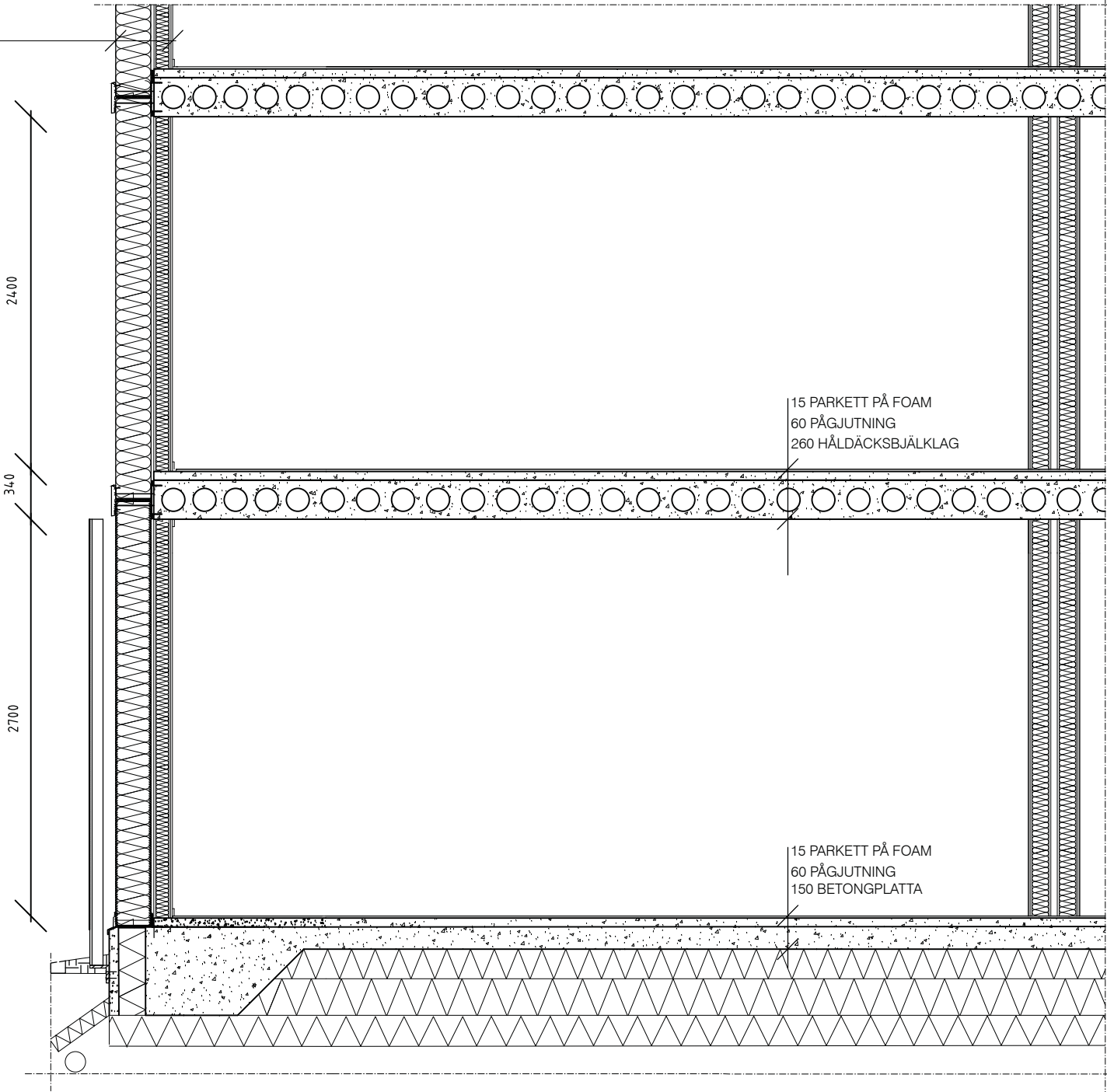
HÖRNLÄGENHETERNA BLIR LITE STÖRRE ÅN DE ÖVRIGA LÄGENHETERNA.

KORRIDOREN ÅR BREDARE ÅN VAD SOM KRÅVS ENLIGT SVENSK STANDARD; SS 914221:2006 SS 914222:2007 OCH DETTA ÅR FÖR ATT SKAPA EN TREVLIG KORRIDORRYMD.

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN
EXAMENSARBETE				
- GÖTEBORG				
BYGGINGENJÖR			BI3	
EXAMENSARBETE			VT 2016	
-			SIGN	
KURS NR	ARKX04	RITAD AV	S.G & S.L	HANDLÄGGARE
DATUM	2016-05-23	ANSVARIG	GUNNELID OCH LARSSON	J. LARSSON
PRINCIPLÖSNING VÅNINGSPÅN				
-				
-				
SKALA	NUMMER		I BET	
1:100 (A3)	A008		-	

PRINCIPLÖSNING VÅNINGSPÅN
SKALA 1:40 (A3)

240 PAROC SANDWICHELEMENT
20 LUFTSPALT
13 UTVÄNDIG GIPS
90 MINERALULL
2x13 GIPS



VISAR EN PRINCIPLÖSNING GENOM ETT VERTIKALT SNITT GENOM BOSTADSBYGGNADEN. ENLIGT DETALJPLANEN PÅ PLEJADGATAN SKALL BOTTENVÅNINGEN HA EN BJÄLKLAGSHÖJD PÅ 2700 MM. ÖVRIGA VÅNINGAR ÄR SATTA TILL 2400 MM.

NEDERSTA VÅNINGEN HAR TAKHÖJD PÅ 2700 MM ENLIGT DETALJPLAN. RÖSTERANDE VÅNINGAR HAR HÖJD PÅ 2400 MM.

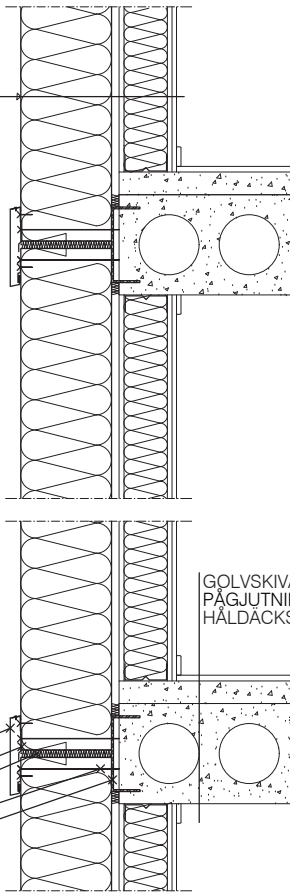
BJÄLKLAGSTJÖCKLEKEN ÄR 340 MM OCH BESTÅR AV ETT HDF-ELEMENT MED EN, PÅ PLATS, PÅGJUTNING. DETTA BJÄLKLAG ÄR UTFÖRT ENLIGT SVENSK BETONG OCH ÄR VALT FÖR ATT DE KLARAR LJUDKLASS B FÖR STEG- OCH TRANSMISSIONSLJUD.

AVSKRIVNINGAR:
INFÄSTNINGEN AV ELEMENTEN DÅ DESSA INTE ÖVERENSSTÄMMER MED DEN SLUTGILTIGT VALDA.

ISOLERINGEN UNDER BETONGPLATTAN RÄKNAS FRAM AV K OCH HAR INTE BEHANDLATS AV FÖRFATTARNA.

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN
EXAMENSARBETE				
GÖTEBORG				
BYGGINGENJÖR			B13	
EXAMENSARBETE			VT 2016	
SIGN			-	
KURS NR	ARKX04	RITAD AV	S.G & S.L	HANDLAGGARE
DATUM	2016-05-23	ANSVARIG	GUNNELID OCH LARSSON	J. LARSSON
PRINCIPSEKTION				
-				
-				
SKALA	1:40 (A3)	NUMMER	A009	I BET
				-

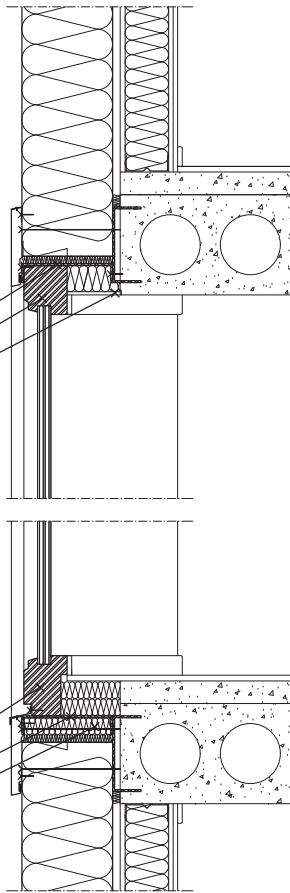
YV1
PAROC SANDWICHELEMENT 240 MM
LUFTSPALT 20MM
GIPSSKIVA 13MM
MINERALULL 115MM
GIPSSKIVA, 2ST,13MM



TÄCKPLÅT
DROPPBLECK
SKARVISOLERING
INFÄSTNINGSSKRUV
U-PROFIL

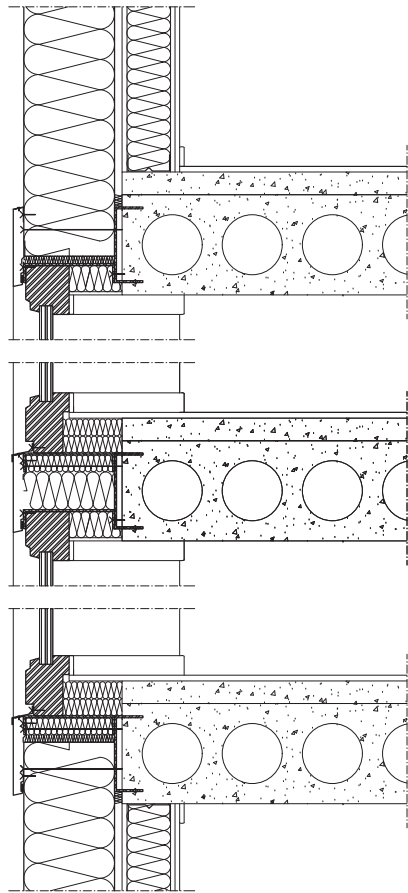
V1
VERTIKALT SNITT, YTTERVÄGG

U-PROFIL, TERMOPROFIL
FÖNSTERKARM
TÄCKSKIVA



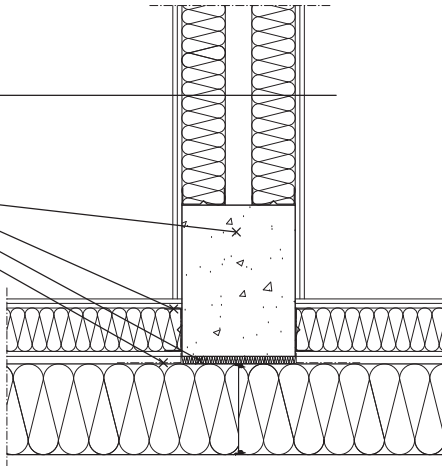
FÖNSTERKARM
U-PROFIL, TERMOPROFIL
ISOLERING

V2
VERTIKALT SNITT, YTTERVÄGG, FÖNSTER



V3
VERTIKALT SNITT, YTTERVÄGG, 2 x FÖNSTER

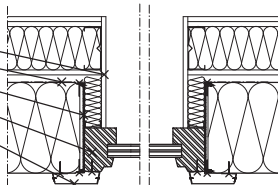
IV1
GIPSSKIVA 2ST, 13MM
MINERALULL 115MM
LUFTSPALT 70MM
MINERALULL 115MM
GIPSSKIVA, 2ST,13MM



BETONGPELARE
STÅL BEGEI
ISOLERING
FUKT- & LUFTSPÄRR

H1
HORISONTELLT SNITT, YTTERVÄGG, MÖTE PELARE & INNERVÄGG

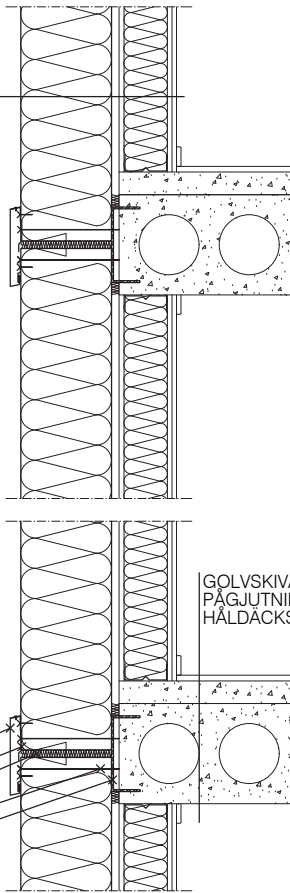
TÄCKSKIVA
FUKTSPÄRR
TÄCKPROFIL
FÖNSTERKARM
TÄCKPLÅT



H2
HORISONTELLT SNITT, YTTERVÄGG, FÖNSTER

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN
EXAMENSARBETE				
-				
GÖTEBORG				
CHALMERS				
BYGGINGENJÖR				BI3
EXAMENSARBETE				VT 2016
- SIMON GUNNELID & SIMON LARSSON -				
KURS NR ARKX04	RITAD AV S.G. & S.L.		HANDLAGGARE J. LARSSON	
DATUM 2016-04-21	ANSVARIG GUNNELID & LARSSON			
FASADDETALJER				
-				
-				
SKALA A3 1:20	NUMMER A010		BET -	

YV1
PAROC SANDWICHELEMENT 240 MM
LUFTSPALT 20MM
GIPSSKIVA 13MM
MINERALULL 115MM
GIPSSKIVA, 2ST,13MM

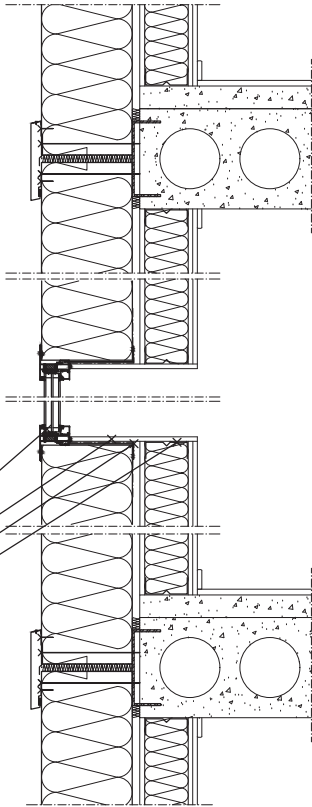


TÄCKPLÅT
DROPPBLECK
SKARVISOLERING
INFÄSTNINGSSKRUV
U-PROFIL

V1
VERTIKALT SNITT, YTTERVÄGG

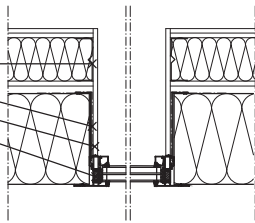
GOLVSKIVA, 15MM
PÅGJUTNING 60MM
HÅLDACKSBJÄLKLAG 260MM

ALUMAN IF-79-HI
FÖNSTERSKIVA
ÄNGSPÄRR
STÅL BEGEL



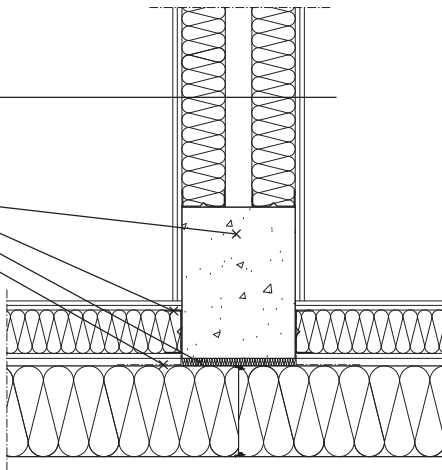
V2
VERTIKALT SNITT, YTTERVÄGG, FÖNSTER

STÅL BEGEL
ÄNGSPÄRR
FÖNSTERSKIVA
ALUMAN IF-79-HI



H2
HORISONTELLT SNITT, YTTERVÄGG, FÖNSTER

IV1
GIPSSKIVA 2ST, 13MM
MINERALULL 115MM
LUFTSPALT 70MM
MINERALULL 115MM
GIPSSKIVA, 2ST,13MM



BETONGPELARE
STÅL BEGEL
ISOLERING
FUKT- & LUFTSPÄRR

H1
HORISONTELLT SNITT, YTTERVÄGG, MÖTE PELARE & INNERVÄGG

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN
EXAMENSARBETE				
-				
GÖTEBORG				
CHALMERS				
BYGGINGENJÖR			B13	
EXAMENSARBETE			VT 2016	
- SIMON GUNNELID & SIMON LARSSON -				
KURS NR ARKX04	RITAD AV S.G. & S.L.		HANDLAGGARE J. LARSSON	
DATUM 2016-04-21	ANSVARIG GUNNELID & LARSSON			
DETALJER				
-				
-				
SKALA A3 1:20	NUMMER A011			BET -

YV1
PAROC SANDWICHELEMENT 240 MM
LUFTSPALT 20MM
GIPSSKIVA 13MM
MINERALULL 115MM
GIPSSKIVA, 2ST,13MM

TÄCKPLÅT
DROPPBLECK
SKARVISOLERING
INFÄSTNINGSSKRUV
U-PROFIL

GOLVSKIVA, 15MM
INSTALLATIONSGOLV 150MM,
INKLUSIVE 22MM GOLVSPÅNSKIVA
HÅLDACKSBJÄLKLAG 200MM

V1
VERTIKALT SNITT, YTTERVÄGG

U-PROFIL, TERMOPROFIL
FÖNSTERKARM
TÄCKSKIVA

FÖNSTERKARM
U-PROFIL, TERMOPROFIL
ISOLERING

V2
VERTIKALT SNITT, YTTERVÄGG, FÖNSTER

TÄCKSKIVA
FLUKTSPARR
TÄCKPROFIL
FÖNSTERKARM
TÄCKPLÅT

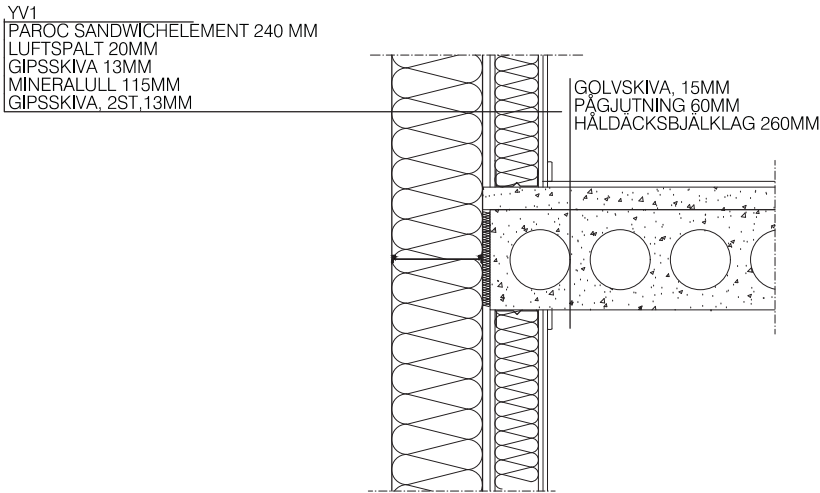
H2
HORIZONTELLT SNITT, YTTERVÄGG, FÖNSTER

IV1
GIPSSKIVA 2ST, 13MM
MINERALULL 115MM
LUFTSPALT 70MM
MINERALULL 115MM
GIPSSKIVA, 2ST,13MM

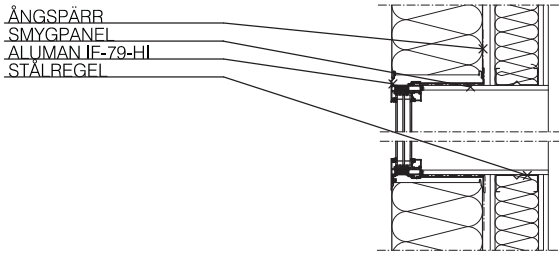
BETONGPELARE
STÅL BEGEL
ISOLERING
FLUKT- & LUFTSPARR

H1
HORIZONTELLT SNITT, YTTERVÄGG, MÖTE PELARE & INNERVÄGG

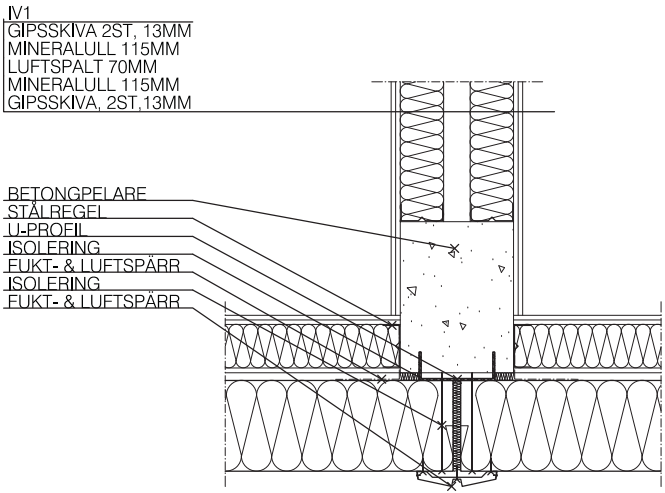
BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN
EXAMENSARBETE				
-				
GÖTEBORG				
CHALMERS				B13
BYGGINGENJÖR				VT 2016
EXAMENSARBETE				
SIMON GUNNELID & SIMON LARSSON				
KURS NR	RITAD AV		HANDLAGGARE	
ARKX04	S.G. & S.L.		J. LARSSON	
DATUM	ANSVARIG		GUNNELID & LARSSON	
2016-04-21				
DETALJER				
-				
-				
SKALA	NUMMER		BET	
A3 1:20	A012		-	



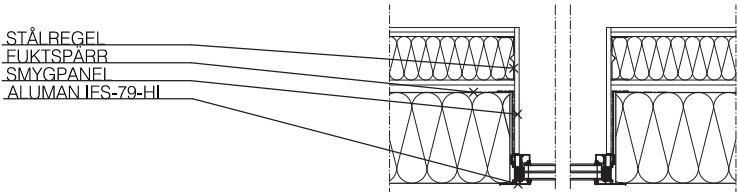
V1
VERTIKALT SNITT, YTTERVÄGG



V2
VERTIKALT SNITT, YTTERVÄGG, FÖNSTER

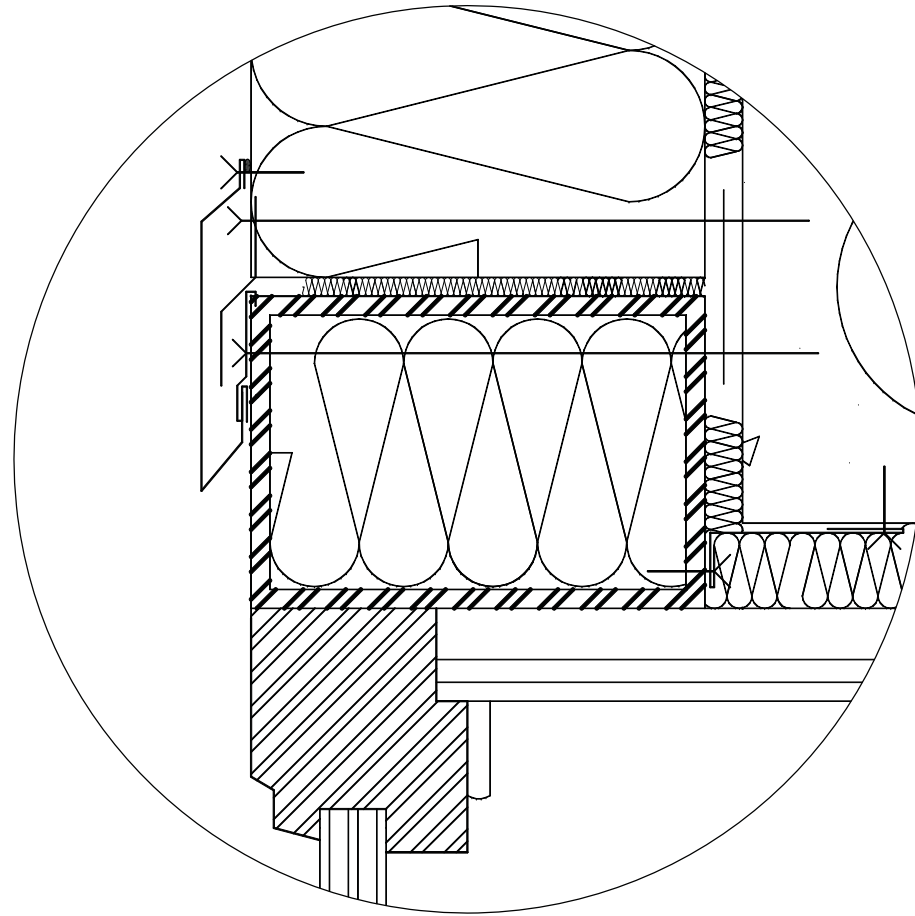
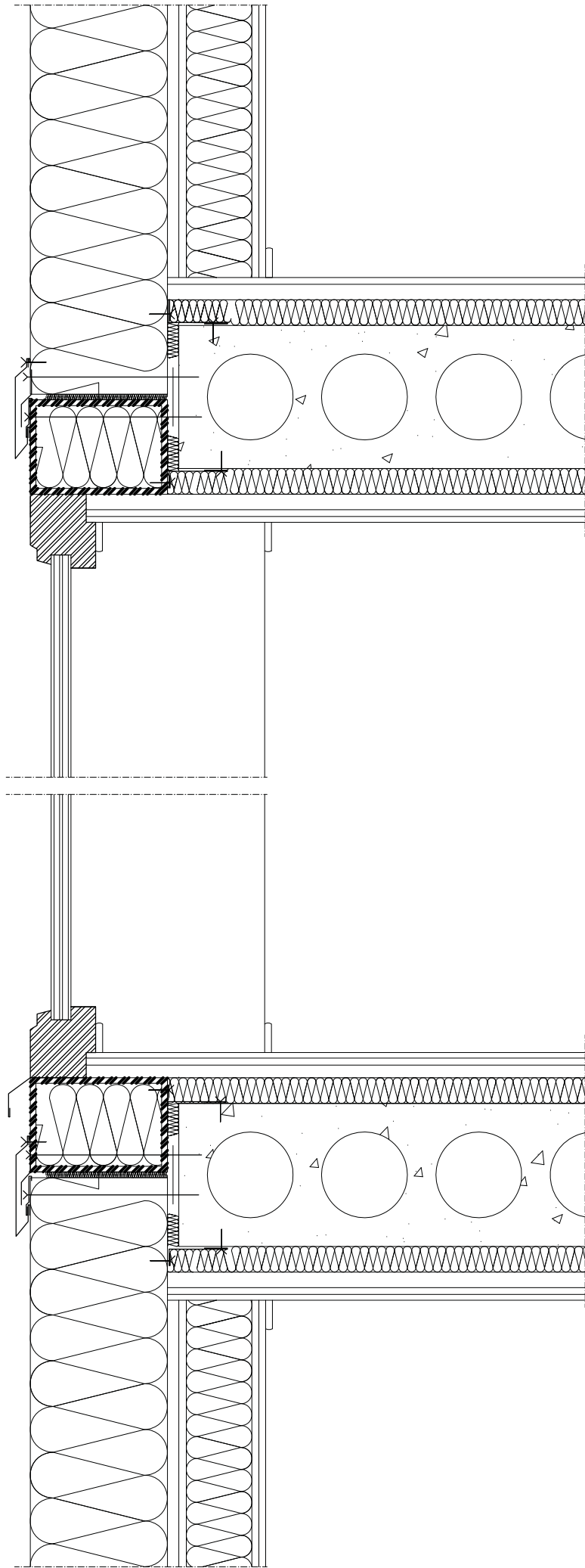


H1
HORISONTELLT SNITT, YTTERVÄGG, MÖTE PELARE & INNERVÄGG



H2
HORISONTELLT SNITT, YTTERVÄGG, MÖTE PELARE & INNERVÄGG

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN
EXAMENSARBETE				
-				
GÖTEBORG				
CHALMERS				
BYGGINGENJÖR			BI3	
EXAMENSARBETE			VT 2016	
SIMON GUNNELID & SIMON LARSSON -				
KURS NR ARKX04	RITAD AV S.G. & S.L.		HANDLAGGARE J. LARSSON	
DATUM 2016-04-21	ANSVARIG GUNNELID & LARSSON			
DETALJER				
-				
-				
SKALA A3 1:20	NUMMER A013			BET -



BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN
EXAMENSARBETE				
- GÖTEBORG				
CHALMERS				
BYGGINGENJÖR			B13	
EXAMENSARBETE			VT 2016	
- SIMON GUNNELID & SIMON LARSSON -				
KURS NR	RTAD AV		HANDLAGGARE	
ARKX04	S.G. & S.L.		J. LARSSON	
DATUM	ANSVARIG			
2016-05-21	GUNNELID & LARSSON			
FÖSTERMODUL, PRINCIP				
-				
-				
SKALA	NUMMER			BET
A3 1:10	A014			-

Bilaga 15

Vk 2

Omfattar samlingslokaler och lokaler där de kan antas befinna sig personer med begränsad eller inte god lokalkännedom, men som anses kunna sätta sig själva i säkerhet och anses förväntas vara i vaket tillstånd. Verksamhetsklassen delas ytterligare in i tre stycken underklasser, 2A, 2B och 2C. Vid mindre än 150 personer är det 2A, fler än 150 personer i lokalen 2B och om det vid fler än 150 personer och där även alkohol serveras 2C. Lokaler för studie- och fritidsaktiviteter kan innefattas av klasserna 2A samt 2B (Örnhall, 2012).

Vk 4

Innefattar byggnader där personer kan anses sova i byggnaden men inte ha god kännedom om denna. Exempelvis innefattar denna klass hotell, vandrarhem och andra tillfälliga bostäder (Örnhall, 2012).

Bilaga 16

Brandceller och utrymningsvägar

Inom brandsäkerhet delas byggnader ofta upp i brandceller. Med en brandcell menas en avskild del av en byggnad i vilken en brand kan fortlöpa och utvecklas utan att den sprids vidare till andra delar av byggnaden. Brandcellen innefattas av hela omslutningsarean, alltså innefattas bjälklag, tak, golv och väggar, inklusive dörrar och fönster. Deras utformning skall vara sådan att personer i intilliggande brandcellen kan evakuera byggnaden säkert under hela brandförloppet. Ytterväggar och dess fasadbeklädning skall vid brand endast i begränsad omfattning utveckla värme och rök. För detta avses möjligheten att utrymning och släckningsarbetet kan ske på ett tillfredställande sett (Örnhall, 2012).

En utrymningsväg är en utgång till en plats fri från brand och brandgaser, en så kallad säker plats. I lokaler där de vistas personer mer än bara tillfälligt, inklusive bostäder, skall det finnas minst två oberoende utrymningsvägar. Det skall även finnas minst en utrymningsväg per plan i byggnader med mer än en våning. I flerbostadshus med tillhörande tvättstugor, garage och andra gemensamma utrymmen inräknas dessa som lokaler där de boende vistas mer än tillfället vilken medför kravet att även dessa skall ha minst två oberoende utrymningsvägar (Örnhall, 2012).



SVENSK BRAND & SÄKERHETS
CERTIFIERING AB



CERTIFIKAT

System 5, enligt avsnitt 6, gällande "Conformity assessment - Fundamentals of product certification" ISO Guide 67:2004

Nr 10-575

Svensk Brand- och Säkerhetscertifiering AB certifierar att:

Inbrottsskyddande vägg

Paroc Security Panel AST S 200/240 0,6/0,5

uppfyller kraven i klass 2 enligt

Svenska Stöldskyddsföreningens

SSF 1047, utgåva 2, Inbrottsskyddande väggar

Certifikatsinnehavare är

Paroc Panelsystem AB

556534-9999

Certifikatet gäller till och med 2016-12-31

Stockholm 2011-01-20



Jan-Olof Danielsson
Verkställande direktör



1631
EN 45011



SVENSK BRAND & SÄKERHETS
CERTIFIERING AB



CERTIFICATE

System No 5, complying with section 6, in "Conformity assessment - Fundamentals of product certification" in ISO Guide 67:2004

No. 10-575

Svensk Brand- och Säkerhetscertifiering AB certifies that the:

Burglar protective walls
Paroc Security Panel AST S 200/240 0,6/0,5

fulfils the requirements in grade 2 according to

Svenska Stölskyddsföreningens
SSF 1047, utgåva 2, Burglar protection walls

Certificate holder is

Paroc Panelsystem AB
556534-9999

Certificate is valid until 2016-12-31

Stockholm 2011-01-20


Jan-Olof Danielsson
Managing Director



1631
EN 45011



SVENSK BRAND & SÄKERHETS
CERTIFIERING AB



CERTIFIKAT

System 5, enligt avsnitt 6, gällande "Conformity assessment - Fundamentals of product certification" ISO Guide 67:2004

Nr 10-576

Svensk Brand- och Säkerhetscertifiering AB certifierar att:

Inbrottsskyddande vägg

Paroc Security Panel AST E 240 0,6/0,5

uppfyller kraven i klass 2 enligt

Svenska Stölskyddsföreningens

SSF 1047, utgåva 2, Inbrottsskyddande väggar

Certifikatsinnehavare är

Paroc Panelsystem AB

556534-9999

Certifikatet gäller till och med 2016-12-31

Stockholm 2011-01-20


Jan-Olof Danielsson
Verkställande direktör



1631
EN 45011



SVENSK BRAND & SÄKERHETS
CERTIFIERING AB



CERTIFICATE

System No 5, complying with section 6, in "Conformity assessment - Fundamentals of product certification" in ISO Guide 67:2004

No. 10-576

Svensk Brand- och Säkerhetscertifiering AB certifies that the:

Burglar protective walls

Paroc Security Panel AST E 240 0,6/0,5

fulfils the requirements in grade 2 according to

Svenska Stöldskyddsföreningens

SSF 1047, utgåva 2, Burglar protection walls

Certificate holder is

Paroc Panelsystem AB

556534-9999

Certificate is valid until 2016-12-31

Stockholm 2011-01-20


Jan-Olof Danielsson
Managing Director



1631
EN 45011



SVENSK BRAND & SÄKERHETS
CERTIFIERING AB



CERTIFIKAT

System 5, enligt avsnitt 6, gällande "Conformity assessment - Fundamentals of product certification" ISO Guide 67:2004

Nr 06-92

Svensk Brand- och Säkerhetscertifiering AB certifierar att:

**Inbrottsskyddande vägg
Paroc Security Panel IIP**

uppfyller kraven i klass 3 enligt

Svenska Stöldskyddsföreningens
SSF 1047, utgåva 2, Inbrottsskyddande väggar

Certifikatsinnehavare är

Paroc Panelsystem AB
556534-9999

Certifikatet gäller till och med 2016-12-31

Stockholm 2012-01-01


Jan-Olof Danielsson
Verkställande direktör





SVENSK BRAND & SÄKERHETS
CERTIFIERING AB



CERTIFICATE

System No 5, complying with section 6, in "Conformity assessment - Fundamentals of product certification" in ISO Guide 67:2004

No. 06-92

Svensk Brand- och Säkerhetscertifiering AB certifies that the:

**Burglar protective walls
Paroc Security Panel IIP**

fulfils the requirements in grade 3 according to

Svenska Stöldskyddsföreningens
SSF 1047, utgåva 2, Burglar protection walls

Certificate holder is

Paroc Panelsystem AB
556534-9999

Certificate is valid until 2016-12-31

Stockholm 2012-01-01


Jan-Olof Danielsson
Managing Director

