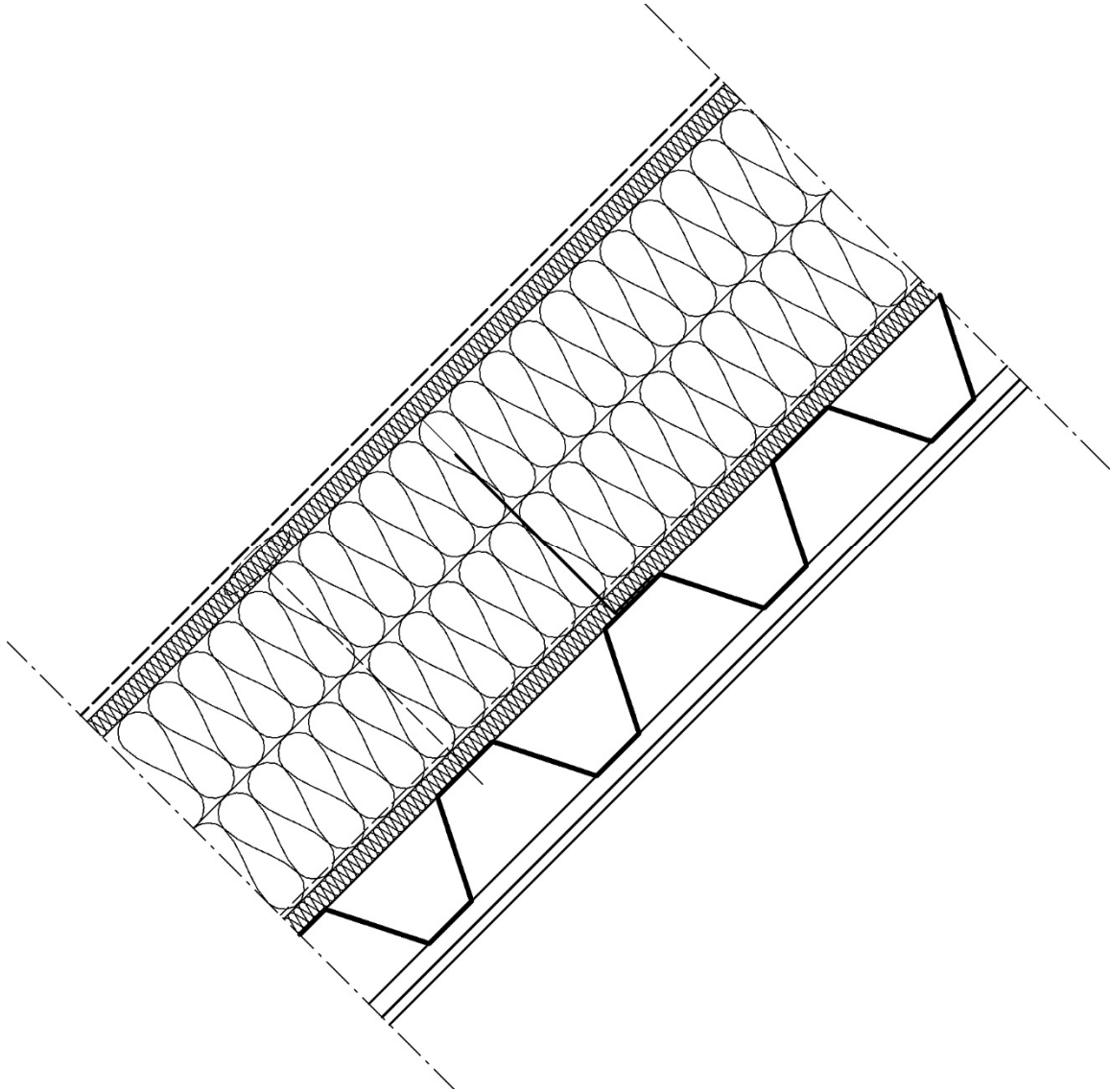




CHALMERS



Varmtak på småhus

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet Byggingenjör

KRISTOFFER ANDERSSON
HAMPUS BÖRJESSON

Varmtak på småhus

KRISTOFFER ANDERSSON
HAMPUS BÖRJESSON

Avdelning Byggnadsdesign
Institutionen för arkitektur
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg 2017

Warm roofs on detached houses
KRISTOFFER ANDERSSON, 1995 (FÖR CPL)
HAMPUS BÖRJESSON, 1994 (FÖR CPL)

© KRISTOFFER ANDERSSON

© HAMPUS BÖRJESSON

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

Omslag:

Figuren illustrerar basuppbyggnaden av den typ av varmtak som behandlas i denna rapport. Figuren finns även beskriven i avsnitt 3.2.1.

Chalmers

Göteborg, Sweden 2017

Sammandrag

Användning av fuktsäkra konstruktioner vid småhusbyggnation är viktigt. En sådan fuktsäker konstruktion skulle kunna vara ett varmtak med korrugerad plåt som bärrighet. För att ett tak ska kunna användas på ett småhus krävs det att både de tekniska och de estetiska kraven som ställs på ett småhustak uppfylls. För att se om det går att uppfylla alla dessa krav har detta examensarbete genomförts. Genom regelbunden kontakt med en referensgrupp bestående av kunniga personer ifrån byggbranschen och information från diverse informationskällor har sex stycken olika taktyper undersökts.

Först undersöktes ett varmtak med papp som ytskikt. Utifrån denna takkonstruktion togs sedan fem andra taktyper fram. De olika taktyper som undersökts är tak med ytskikt av bandtäckt plåt, grönt tak, tak med PIR-isolering, papptak, papptak med tvåstegstätning, papptak med trekantslist samt tak med tegelpannor. Sedan har arbetet fortsatt genom att det tagits fram exempel på detaljlösningar på möte mellan tak och långsida, tak och gavel samt taknock.

Resultatet av arbetet visar att det går att använda denna typ av varmtak på småhus med taklutning på 45° om vissa anpassningar görs. Av de sex taktyper som undersökts kan de flesta användas utan större anpassningar men två av taktyperna var svårare att anpassa till ett tak med 45° lutning. Dessa var det gröna taket och taket med takpannor. Gröna tak klarar en lutning på 27° utan att speciallösningar krävs, vilket gör att lösningar för gröna tak med lutning större än 27° inte har arbetats fram i detta examensarbete. De problemen som uppstår i lösningen med takpannorna har att göra med infästningen av ströläkten samt takets tyngd. I rapporten presenteras två förslag på hur infästningen av läkten skulle kunna se ut men dessa behöver testas för att bekräfta om de är fungerande.

Ett varmtak med en uppbyggnad som i detta examensarbete kan bli dyrare än vanligare taktyper då det är många stålkomponenter i konstruktionen. Men denna taktyp är fuktsäker, har bra U-värde, få köldbryggor samt har en lång hållbarhet om det monteras på rätt sätt.

Nyckelord: Varmtak, småhus, oventilerat tak, industritak, typdetaljer och takkonstruktion

Abstract

The usage of moisture proof constructions when building detached houses is important. One moisture proof construction that could be used is a warm roof with corrugated sheet. If this type of roof is going to be able to be used on detached houses both the technical and the aesthetic requirements need to be fulfilled. The purpose with this bachelor thesis is to see if it is possible to fulfill these requirements. Using a reference group has seven types of warm roofs been investigated.

The seven roof types that has been investigated is felt roofs, steel sheet roofs, green roofs, roofs with roof tiles, felt roofs with two step sealing and felt roofs with triangular strips. The work started with drawing detailed drawings of all the different roof types. When all the roof types had been drawn the work was continued by drawing details of the ridge and the meeting between the roof and the external walls.

The results show that it with some adjustments is possible to use this kind of roof on detached houses with a roof pitch of 45°. Two of the roof types that was investigated is more difficult to use on 45° roofs. The green roof can't be used on roofs with higher pitch then 27° without special adjustments being made. The other roof type that was difficult to get to work was the roof with roof tiles. Attaching the battens without damaging the roof felt is something that is hard to do. In this report there are some examples of how this might be achieved.

A warm roof like this might become more expensive than a regular roof but if it's constructed in the right way it's more secure against moisture, has better U-value and fewer thermal bridges.

Keywords: warm roof, detached house, roof construction, details, industrial roofs

Förord

Detta examensarbete har varit väldigt kul och lärorikt för oss. Tillsammans har vi hittat en del problem som vi varit tvungna att lösa och med hjälp av flera erfarna personer inom branschen har vi löst många av dem.

Vi vill tacka vår handledare Magnus Persson som hjälpt och stöttat oss genom hela arbetet. Vi vill även tacka Tomas Fors och Mikael Olofsson på Paroc, Niklas Eriksson på Lindab, Tobias Karlsson på Icopal, Björn Edström på MalmströmEdström samt Magnus Nellström på White Arkitekter. Utan era kunskaper och idéer hade detta examensarbete varit svårt att genomföra.

Innehållsförteckning

Sammandrag	I
Abstract.....	II
Förord	III
Innehållsförteckning	IV
1. Inledning	1
1.1. Bakgrund.....	1
1.2. Problemformulering.....	1
1.3. Syfte, avgränsningar	1
1.4. Metod	3
2. Byggnadskomponenter i baskonstruktionen	4
2.1. Isolering	4
2.1.1. U-värdeskrav.....	4
2.1.2. Olika typer av isolering.....	5
2.2. Korrugerad plåt	7
2.2.1. Lastfördelning beroende på plåtens riktning.....	8
2.3. Diffusionsspärr/ångspärr	8
2.4. Tätskiktsmatta	8
2.5. Mekanisk infästning.....	9
2.6. Taksäkerhet	9
2.7. Vattenavrinning	10
3. Utformning av detaljer.....	11
3.1. Basdetaljen steg för steg	11
3.1.1. Steg för steg papptak.....	11
3.1.2. Invändig komplettering	13
3.2. Olika typer av varmtak.....	14
3.2.1. Basdetalj på varmtak med tätskiktspapp.....	14
3.2.2. Bandtäckt plåt	15
3.2.3. Tvåstegstätning	16
3.2.4. Tegelpannor	17
3.2.5. Gröna tak.....	19
3.2.6. Papptak med trekantslist	20
3.3. Anslutning mellan tak och vägg	21
3.3.1. Olika infästningstyper.....	21
3.3.2. Möte tak och träregelvägg med takfot	22
3.3.3. Möte tak och vägg av bärande murverk med takfot	26
3.3.4. Anslutning med tvåstegstätning.....	28
3.4. Taknock	29
3.5. Gavel.....	30
3.5.1. Gavel träregelvägg.....	30
3.5.2. Gavel murad vägg.....	32
4. Avslutning och analys.....	33
5. Källförteckning	35
6. Figurförteckning	37
Bilaga 1 Vindlastberäkning	
Bilaga 2	

1. Inledning

I det inledande kapitlet presenteras bakgrunden till varför detta examensarbete har gjorts samt en beskrivning av arbetets syfte, avgränsningar och de metoder som använts. Detta för att klargöra vad som har undersökts och hur arbetet har utförts.

1.1. Bakgrund

Idag används varmtak i stort sett bara på byggnader med låglutande tak där lutningen skapas av varierande tjocklek på det översta isoleringslagret (Petersson, 2013). Vid småhusbyggnation är det istället parallelltak eller kalla tak som är de dominerande taktyperna då dessa alltid byggs med viss lutning. Båda dessa taktyper består i stort sett alltid av delar i organiskt material vilka riskerar att ruttna om de utsätts för fukt. Den typ av varmtak som denna rapport beskriver är uppbyggd av korrugerad plåt, plastfolie, isolering och tätskikt. Eftersom denna takuppbyggnad till skillnad från parallell- och kalltak inte består av några organiska material är den inte lika känslig för fukt.

Efter en omfattande undersökning av det svenska byggnadsbeståndet lade boverket 2009 fram ett förslag på samhällsmål för bland annat fukt och mögel. Undersökningen kom fram till att 36 % av alla småhus hade problem med fukt varav 15 % hade fuktproblem på vinden. Ett av de förslag på delmål som lades fram var:

”År 2020 ska byggnader och deras egenskaper inte påverka hälsan negativt. Därför ska det säkerställas att:

– Fukt inte medför problem i inomhusmiljön genom att skapa förutsättningar för mögel och bakterier eller emissioner från material. Andelen byggnader med fuktskador av betydelse för inomhusmiljön ska år 2020 vara lägre än 5 % av totala byggnadsbeståndet” (Boverket, 2009).

För att uppnå detta mål krävs det en ökning av fuktsäkra konstruktioner. Ett sätt att motverka fuktproblem är att använda sig av konstruktioner utan organiska material. De typer av tak som behandlas i denna rapport är sådana typer av konstruktioner.

1.2. Problemformulering

Går det att använda varmtak vid byggnation av småhus och fortfarande uppfylla de estetiska och tekniska krav som ställs på ett småhustak.

1.3. Syfte, avgränsningar

Examensarbetets syfte är att undersöka om den typ av varmtak som vanligtvis används på industribyggnader med låglutande tak går att använda vid byggnation av småhus med större lutning på taket.

Förslag på detaljlösningar kommer att tas fram på varmtak med en basuppbyggnad av korrugerad plåt, isolering och tätskikt. Från basuppbyggnaden kommer detaljer med sex andra takuppbyggnader att ritas. De olika takkonstruktionerna är tak med PIR-isolering istället för stenull, tvåstegstättning, tvåstegstättning och trekantslist, bandtäckt plåt, takpannor samt en lösning för ett grönt tak. Alla detaljer förutom den för det gröna taket kommer ritas med en taklutning på 45°. Detta för att 45° är en vanlig lutning vid detaljplaner på småhus. Om konstruktionen fungerar vid 45° lutning går den med stor sannolikhet också att anpassa för tak med lägre lutning. Detaljen för gröna tak kommer tas fram för den högsta lutning som går att använda utan speciallösningar.

Vid utformningen av detaljer kommer den korrugerade plåten ligga med sin bärighet på gavlarna, vilket innebär att plåten läggs i samma riktning som taknocken. Detta för att utformningen av mötet mellan vägg och tak blir enklare att utföra. Detaljerna på anslutning mellan tak och vägg ritas bara på basuppbyggnaden och tvåstegstättningen då de andra taktyperna antas kunna lösas på liknande sätt. Samt att de skillnader som uppstår kan lösas med hjälp av hus AMA.

Detaljer kommer ritas för anslutning mellan basdetaljen och två olika väggtyper. De väggtyper som kommer ritas är träregelvägg samt tegelvägg med bakmur av lättklinkerblock. Detta för att dessa två väggtyper är vanliga på småhus. Detaljerna på möte med träregelvägg kommer att ritas med takfot medan mötet med tegelväggen kommer ritas utan takfot.

I examensarbetet har isoleringstjocklekar i taket valts för att taket ska ha ett U-värde på max $0,13 \text{ W/m}^2\text{K}$.

1.4. Metod

Arbetet startades genom att med hjälp av handledare Magnus Persson identifiera problem som skulle kunna uppstå vid högre lutning på varmtak samt sex stycken olika taktyper som kunde passa på ett småhus. För att kunna ta fram bra detaljlösningar på de olika taktyperna kontaktades ett antal kunniga personer verksamma inom relevanta företag i byggbranschen för att ingå i en referensgrupp. I referensgruppen för detta arbete ingick Tomas Fors från PAROC som har bra kunskaper om isolering, Tobias Karlsson från ICOPAL som arbetar med tätskiktsmattor, Niklas Eriksson från Lindab som kan mycket om bärande plåt och andra plåtdetaljer samt Sebastian Lejonmark som arbetar på SFS intec med mekaniska infästningar. Med hjälp av denna referensgrupp identifierades ytterligare problem som behövde lösas.

Detaljlösningarna ritades i Revit och genom regelbunden kontakt med handledare och referensgruppens medlemmar diskuterades och omarbetades detaljerna tills de uppfyllde alla de krav som ställs på en takkonstruktion. De första detaljerna som togs fram var på ett snitt mitt i taket, detta för att tydligt visa hur de olika takkonstruktionerna är uppbyggda.

Först ritades en basdetalj med tätskiktsmatta som ytskikt. Detta för att den typen av uppbyggnad är den minst komplicerade av de olika taktyperna och för att den är vanligt förekommande. Från denna basdetalj togs sedan detaljer för de andra taktyperna fram. Information om de olika byggnadsdelarna samlades från etablerade tillverkares hemsidor samt från medlemmarna i referensgruppen.

När referensgruppen samt handledaren var nöjda med detaljlösningarna på ett snitt i taket kontaktades arkitekten Björn Edström och byggingenjören Magnus Nellström. Detaljlösningarna diskuterades med Edström och Nellström och med hjälp av deras respons redigerades detaljerna.

För att få fram relevant information om takkonstruktionerna har det utöver referensgruppen även hämtats information från trovärdiga hemsidor samt i tryckt litteratur.

2. Byggnadskomponenter i baskonstruktionen

Ett tak består av flera byggnadsdelar. I detta avsnitt beskrivs de olika byggnadsdelar som varmtaken använder. De olika materialen som har studerats i detta examensarbete är isolering, korrugerad plåt, ångspärr, tätskiktsmatta, mekanisk infästning, taksäkerhet samt takavvattning.

2.1. Isolering

Isolering används för att minska takets värmeledningsförmåga. I denna rapport används två olika typer av isolering; mineralull och PIR. En genomgång av dessa två isoleringstyper samt en förklaring av U-värden och U-värdeskrav finns i denna del.

2.1.1. U-värdeskrav

För att beskriva hur bra isolerad en byggnadsdel är används U-värde. U-värdet är byggnadsdelens värmegenomgångskoefficient ($\text{W/m}^2\text{K}$) (Isover, 2017). Ju lägre U-värde, desto bättre isolerad är byggnadsdelen. För att beskriva hur bra isolerat ett helt hus är används den genomsnittliga värmegenomgångskoefficient, U_m . U_m räknas ut genom att alla byggnadsdelars U-värden adderas ihop och alla köldbryggor räknas med (Petersson, 2013). I BBR (Boverkets Byggregler) upplaga 22 från 2015 finns det specifika krav för energianvändning som i sin tur ger krav för vad olika byggnader får ha som högsta U_m -värde. Enligt tabellen nedan går det att läsa att det är högre krav för småhus än vad det är för industrier.

Tabell 1 U_m -värdeskrav för klimatzon 4 som innefattar Göteborg (Boverket, 2015)

9:24 Zon IV

Tabell 9:24a Byggnader som har annat uppvärmningssätt än elvärme, zon IV

	Byggnadens specifika energianvändning [$\text{kWh/m}^2 A_{\text{temp}}$ och år]	Genomsnittlig värmegenomgångskoefficient (U_m) [$\text{W/m}^2 \text{K}$]	Klimatskärmens genomsnittliga luftläckage vid 50 Pa tryckskillnad [l/s m^2]
Bostäder			
Småhus	80	0,40	Enligt avsnitt 9:25
Småhus där A_{temp} är mindre än 50 m^2	Inget krav	0,33	0,6
Flerbostadshus	75	0,40	Enligt avsnitt 9:25
Flerbostadshus där A_{temp} är 50 m^2 eller större och som till övervägande delen (>50 % A_{temp}) innehåller lägenheter med en boarea om högst 35 m^2 vardera	80	0,40	Enligt avsnitt 9:25
Lokaler			
Lokal där A_{temp} är mindre än 50 m^2	Inget krav	0,33	0,6
Lokaler	65 ¹⁾	0,60	Enligt avsnitt 9:25

Det finns inget specifikt krav för ett tak eller en vägg vid nybyggnation bara inte kravet för U_m -värdet överskrids. Detta gör att det går att kompensera dåligt isolerade väggar med ett välisolerat tak (Fors, 2017). Däremot vid ombyggnation finns det mer specifika krav för varje byggnadsdel, se tabell nedan.

Tabell 2 U-värdeskrav vid ombyggnation (Boverket, 2015)

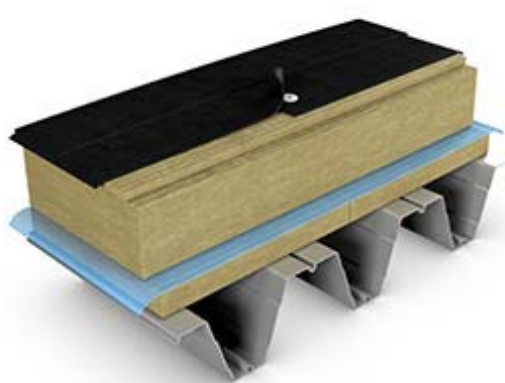
Tabell 9:4 U_i [W/m²K]

U_i	Byggnad med annat uppvärmningssätt än elvärme	Byggnad med elvärme där A_{temp} är 51–100 m ²
U_{tak}	0,13	0,08
$U_{vägg}$	0,18	0,10
U_{golv}	0,15	0,10
$U_{fönster}$	1,3	1,1
$U_{ytterdörr}$	1,3	1,1

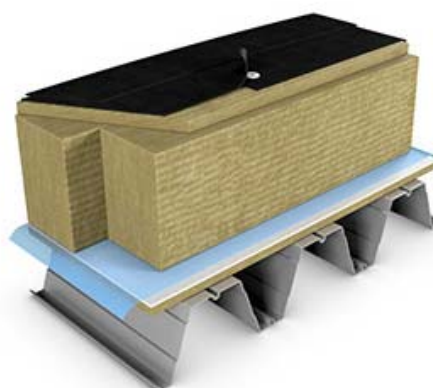
2.1.2. Olika typer av isolering

Vid byggnation av industritak används ofta stenull som isolering (Fors, 2017). Stenull har många bra egenskaper som gör det till ett bra material att använda som isolering. Stenull består av diabas som är svart granit (wikipedia, 2016). Stenullsisolering finns både som lösull och isolerskivor. Fördelar med att isoleringen består av sten är att det är helt oorganiskt vilket betyder att det varken kan absorbera eller lagra fukt. Det är också brandsäkert och brandklassas som obrännbart material. Stenull har också en väldigt bra isoleringsförmåga när det gäller värme, ljud och brand. Stenullsisolering har också lång hållbarhet vilket är bra ur miljösynpunkt (PAROC AB, 2016). Den är också formstabil vilket gör att isoleringen kan tryckas ihop utan att skivorna går sönder (Fors, 2017). Detta gör att det är möjligt att gå på taket under tiden som taket läggs.

I ett industritak består ofta isoleringens uppbyggnad av en hårdare board i botten, isoleringsskivor i mitten samt ytterligare en hård board ovanpå isoleringen som sedan tätskiktet läggs direkt ovanpå. Det har börjat bli mer vanligt att använda sig av lameller istället för ”vanliga” isoleringsskivor vid byggnation av industritak. Lameller är relativt nytt på marknaden och görs i samma maskin som vanliga isoleringsskivor. Isoleringsskivor finns bara i tjocklekar upp till 180 mm då detta är den största tjocklek som går att tillverka (PAROC AB, 2016).



Figur 2 Isoleringsuppbyggnad med isoleringsskiva (PAROC AB, 2016).



Figur 1 Isoleringsuppbyggnad med lamell (PAROC AB, 2016).

En lamell är en isoleringsskiva som tagits och skurits av i mått upp till 450 mm och sedan vänds 90°. Detta gör att den nya skivan(lamellen) får en mycket tjockare tjocklek än vad en vanlig skiva kan ha. För att uppnå samma isoleringstjocklek med vanliga skivor som med lameller behöver flera lager av isoleringsskivor läggas. Detta kan undvikas genom att använda sig av lameller och är ett bra alternativ när bättre isoleringsförmåga vill uppnås (Fors, 2017).

Lameller fungerar bra på låglutande tak men blir ett problem när lutningen ökar. Vid en kraftig lutning så som 45°, som används i detaljerna i detta arbete blir det problem med att få fast lamellerna. Varje lamell får inte en infästning i sig vilket gör att konstruktionen inte håller ihop tillräckligt bra (Olofsson & Fors, 2017). Därför är det bättre att använda sig av vanliga isoleringsskivor, då det kommer sitta åtminstone en infästning i varje skiva vilket gör att konstruktionen håller ihop bättre.

En nyare typ av isolering som börjat användas mer och mer i Sverige är PIR. PIR är en skiva bestående av fast polyuretanskum som både har bättre värmeisoleringsförmåga och är lättare än stenull. Nackdelen med PIR är att den är betydligt sämre än stenull ur brandsynpunkt. För att kunna använda sig av PIR måste isoleringen skyddas från brand med hjälp av brandisolering. Ett alternativ är att använda sig av ett skikt av stenullisolering (board) under PIR-isoleringen för att på så sätt skydda den mot brand (Fors, 2017).

Tabell 3 visar två exempel från PAROC där ena exemplet använder sig bara av stenull och i det andra alternativet en blandning av stenull och PIR. I tabellen syns det tydligt att PIR är lättare i vikt och att det krävs mindre mängd isolering för att uppnå samma isoleringsförmåga men också att det är dyrare.

Tabell 3 Sammanställning av U-värde, tjocklek, vikt och pris på isolering (Fors, 2017)

Isoleringslösning med U-värde								
PAROC ROB 100 alt ROB 8	30	30	30	30	30	30	30	30
PAROC ROL 30	200	220	240	270	300	340	390	450
TOTAL TJOCKLEK mm	230	250	270	300	330	370	420	480
Vikt kg/m ²	18	19	21	23	25	27	30	35
Brutto pris	305,55	339,5	381,75	426,35	463,8	419,15	576,6	645,85
U värde, W/m ² *K	0,152	0,141	0,131	0,119	0,109	0,098	0,087	0,076
PAROC ROB 80	20	20	20	20	20	20	20	20
ECOPIR XIS 022 aj	130	150	160	190	200	220	250	290
TOTAL TJOCKLEK mm	150	170	180	210	220	240	270	310
Vikt kg/m ²	8	9	9	10	11	11	12	14
Brutto pris/m ²	559,00	569,00	601,00	722,00	729,00	794,00	916,00	1042,00
U värde, W/m ² *K	0,158	0,139	0,131	0,118	0,107	0,098	0,087	0,075

2.2. Korrugerad plåt

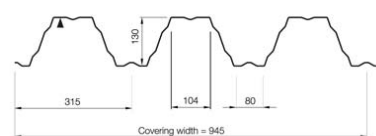
Korrugerad plåt är den bärande delen i takkonstruktionen. Den fästs i stommen och kan placeras med bärigheten både horisontellt och vertikalt. Det finns flera olika typer av korrugerad plåt med varierande storlek. Vilken plåt som bör användas anpassas beroende på spännvidder mellan upplagen, vilka laster som verkar på taket och vart huset är placerat. Plåtens maxlängd bestäms av hur stora plåtar som kan transporteras vilket i Sverige är tolv meter. Plåtens längd kan därför väljas till allt under tolv meter. (Eriksson, 2017).

Vid tunga laster riskerar plåten att böjas ned och för att klara kravet som enligt Eurocode har ett gränsvärde på $L/200$ kan andra dimensioner på plåten användas vilket kan leda till att den klarar större laster. Ett annat alternativ är att stärka upp plåtarna genom att överlappa dem eller använda sig av ett extra upplag för att hålla upp taket (Eriksson, 2017).



Figur 6 Exempel på hur en korrugerad plåt kan se ut (Lindab, 2017)

I detaljerna i denna rapport har en plåt med höjden 130 mm använts och med en täckande bredd på 945 mm (Lindab, 2017). Plåtens höjd har inte valts med hjälp av beräkningar utan har bara uppskattats till 130 mm då denna plåt är en standardplåt. Den korrugerade plåten har brandklass A2 vilket innebär att det inte går att antända. Däremot klassas taket enligt REI och då måste plåten skyddas för att det skall kunna klassas som bärande (Eriksson, 2017). Brandklassning enligt REI innebär att konstruktion ska behålla sin bärighet, täthet och isoleringsförmåga under en viss tid. Detta har gjorts i examensarbetet genom att fästa gipsskivor som innertak på undersidan av den korrugerade plåten.

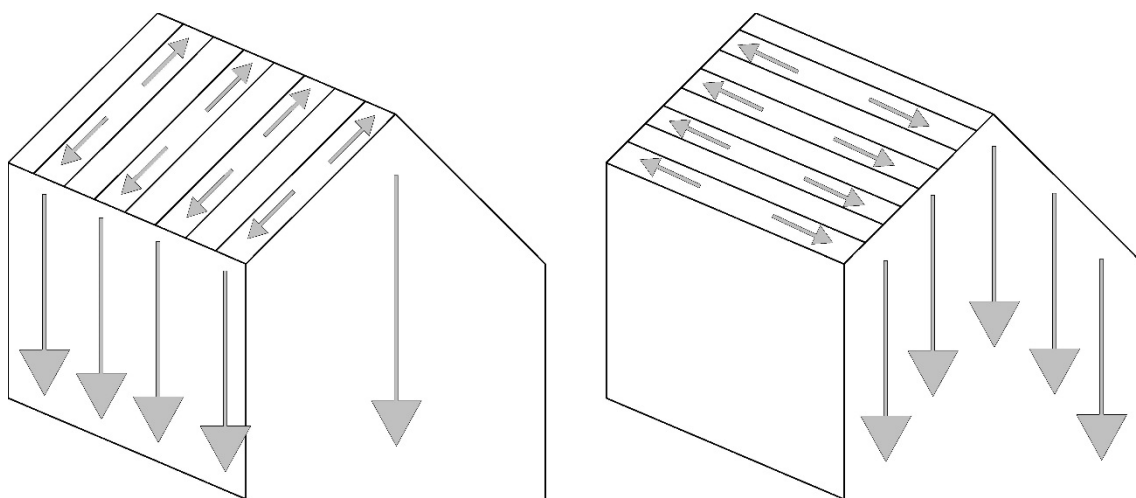


Figur 7 Olika mått som går att variera för att få olika egenskaper på plåten (Lindab, 2017)

2.2.1. Lastfördelning beroende på plåtens riktning

I figurerna nedan visas två olika sätt som lasten på ett plåttak kan föras ner till marken. Bilden till vänster illustrerar en takuppsbyggnad där den korrugerade plåten ligger mellan en balk inock och byggnadens långsidor. Precis som i ett traditionellt tak med takstolar går krafterna i denna takuppsbyggnad ner i marken via långsidorna.

I bilden till höger ligger istället plåten mellan gavlarna vilket gör att det är dessa som tar lasten istället för långsidorna. Om spannet mellan gavlarna blir för långt kommer det behövas en bärande vägg eller en pelare för att minska avståndet mellan plåtupplagen. Tillåtet spann för en 130 mm hög plåt är sex till åtta meter beroende på vilka laster som verkar på plåten (Lindab, 2017). Fördelen med att ha plåten som i detta exempel är att ingen balk behövs i nock för att hålla upp konstruktionen samtidigt som anslutning mellan vägg och tak blir lättare att genomföra (Edström, 2017).



Figur 3 Illustration av hur krafter överförs från ett plåttak via väggarna ner till marken beroende på hur plåten placeras. Författarnas egen illustration.

2.3. Diffusionsspärr/ångspärr

Fukt kommer inte bara från utsidan utan även från insidan av huset. Varm inomhusluft har ofta högre fukthalt än kall utomhusluft och detta gör att fukten vill vandra ut för att skapa jämnvikt, denna process kallas diffusion. För att förhindra diffusion av fukten genom taket används en diffusionsspärr/ångspärr vilket hindrar fukten från att ta sig in i konstruktionen (Isover, 2014). För att undvika problem med kondens placeras ångspärren max 1/3 in i isoleringen från den varma sidan. Fördelen med att ha folien en bit in i konstruktionen och inte direkt liggande på den korrugerade plåten är att risken för att göra hål på folien när saker fästs genom plåten minskas (Olofsson & Fors, 2017). För att säkerställa att det blir tätt vid skarvarna brukar skarvarna överlappas med 500 mm (Lejonmark, 2017).

2.4. Tätskiktsmatta

Tätskiktsmattan är det översta lagret i konstruktionen som skyddar konstruktionen från fukt i form av regn utifrån. I varmtak placeras tätskiktet direkt på isoleringen vilket gör att konstruktionen inte blir ventilerad. De vanligaste typerna av tätskiktsmattor är 1- eller 2-lags bitumen takduk och PVC-takduk. PVC-duk används vid stora takytor annars är det vanligare att någon typ av bitumenduk används (Icopal, 2017).

2.5. Mekanisk infästning

Mekanisk infästning används för att hålla ihop de olika lagren i taket. Infästningen går igenom alla lagren av isolering och fästs i den korrugerade plåten. Detta gör att det blir ett litet hål på ångspärren men detta anses inte vara av någon större betydelse då skruven hjälper till att täta hålet (Lejonmark, 2017). Ovanpå den mekaniska infästningen klistras sedan tätskiktet. Infästningen består av en teleskopshylsa och en skruv. Teleskopshylsan gör att infästningen kan tryckas ihop till viss del utan att den förstörs. Detta är viktigt då isoleringen som bär tätskikten inte är helt fast utan komprimeras när den utsätts för tillfälliga laster. Om infästningarna hade varit helt fasta samtidigt som isoleringen komprimerades hade skador i tätskiktet uppstått vid infästningarna.

Dimensioneringen av infästningarna tar hänsyn till taklutning, bröstning, topografi och vindhastighet. Dimensioneringen görs individuellt för varje byggnad då dessa faktorer varierar. Vid höga lutningar krävs det mer infästningar än vid låga då de krafter som verkar på taket ökar. I examensarbetet har SFS Intec hjälpt till att räkna på antalet infästningar på ett exempelhus på 150 m² beläget i Göteborg med taklutning 45°. Med dessa förutsättningar skulle ett tak behöva cirka fyra infästningar per kvadratmeter. För mer detaljerad information om hur infästningar ska placeras med mera se bilaga.

Alla typer av tätskikt använder i stort sätt samma sorts infästning men mindre skillnader kan förekomma. Även i plåttak används infästning med teleskopshylsor (Lejonmark, 2017). Beroende på vilken typ av isolering som används behövs det olika mycket infästningar. När mineralullskivor används, som är det vanligaste i Sverige, behövs det en infästning per isoleringsskiva. Vid användning av PIR behövs det upp till sex stycken infästningar per skiva på grund av att PIR har större risk att deformeras med tiden (Lejonmark, 2017).

2.6. Taksäkerhet

”Taksäkerhet innebär att med säkra fallskydd för tak kunna beträda och arbeta på tak med hjälp av fasta taksäkerhetsanordningar.” (Taksäkerhetskommittén, 2017)

Att alla arbetsmoment sker under säkra former är något som är ytterst viktigt både för den som utför arbetet och för byggherren. Vid arbeten på tak finns risk för fallskador. För att alla arbeten på tak ska utföras på ett säkert sätt har taksäkerhetskommittén tagit fram en branschstandard för hur taksäkerheten ska se ut. Taksäkerhetskommittén består av företag och organisationer som använder sig av taksäkerhetslösningar i sin dagliga verksamhet eller företag som tillverkar och säljer taksäkerhetsprodukter (Taksäkerhetskommittén, 2017).

Taksäkerhetskommitténs branschstandard tar hänsyn till lagstiftningar, föreskrifter, regler samt de standarder som finns. De lagstiftningar som berör taksäkerhet är arbetsmiljölagen, plan och bygglagen, ordningslagen samt lagen om skydd mot olyckor (Boverket, 2014). Byggnadens byggnadsår påverkar vilka av boverkets regler som ska uppfyllas. En sammanfattning av de taksäkerhetskrav som gäller gavs ut 2010 av boverket (Boverket, 2010).

Idag limmas majoriteten av taksäkerheten på papptak då detta gör att hål i tätskiktet undviks (Edström, 2017). För småhus med högst sju meter upp tillnock och högre taklutning än 6° ska det finnas något sätt att ta sig upp på taket och någon form av infästning för livlina (Taksäkerhetskommittén, 2015).

2.7. Vattenavrinning

Regnvattnet som kommer på taket måste på något sätt avlägsnas. Det vanligaste sättet är att detta sker med hjälp av hängrännor som leder vattnet till stuprännor som är placerade i husets hörn. Ett alternativ till hängrännor är infälld avrinning vilket innebär att rännan är dold. Denna typ av vattenavrinning blir vanligare och vanligare på tegelbyggnader (Edström, 2017). Ett annat alternativ är att vattenavrinningen sker med hjälp av en ståldränna. Denna list leder vattnet till stuprören och används oftast på traditionella papptak. Många typer av takavvattningsalternativ behandlas i hus AMA och de går att tillämpa på den typ av varmtak som presenteras i denna rapport (Svensk byggtjänst, 2015).

3. Utformning av detaljer

I denna del beskrivs ett antal detaljer. Detaljerna är framtagna för att försöka uppfylla de krav som ställs på ett småhus tak. Både de tekniska och de estetiska kraven. Ritningarna som tas upp i detta kapitel finns även som bilagor i slutet av rapporten. De taktyper som presenteras i denna del är, basdetaljen som är ett traditionellt papptak, tak med bandtäckt plåt, tak med tvåstegstätning, tak med takpannor, grönt tak samt papptak med trekantslist.

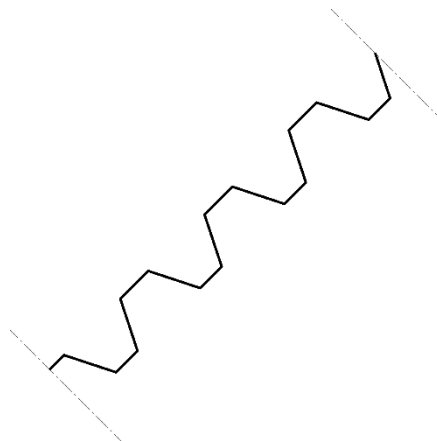
3.1. Basdetaljen steg för steg

I denna rapport används ett industritak med ytskikt av papp som bas för alla detaljer. Detta för att denna typ av tak är vanligt på industribyggnader och för att den är den minst komplicerade taktypen. Med denna konstruktion som bas tas de fem andra taktyperna fram för att visa olika alternativ på taktyper som kan användas på småhus. För att visa tydligt hur baskonstruktionen är uppbyggd illustreras hur taket byggs upp i steg för steg här nedan.

3.1.1. Steg för steg papptak

1. Lägg plåten.

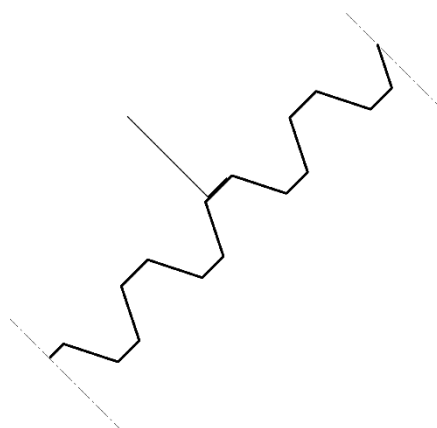
Den korrugerade plåten fästs på stommen. Plåten kan placeras med bärigheten både horisontellt och vertikalt beroende på hur stommen är konstruerad. I figuren är bärigheten placerad horisontellt.



Figur 4 Steg 1 i utförandet av basdetaljen. Författarnas egen illustration.

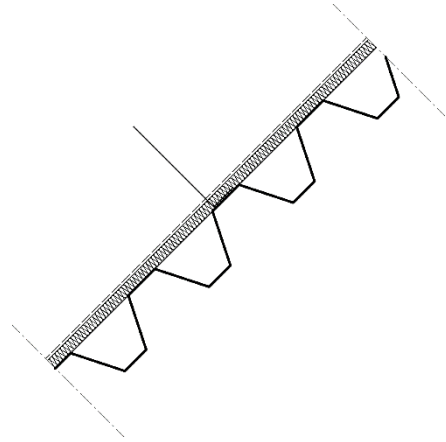
2. Fäst skjuvbeslag.

Skjuvbeslagen fästs i plåten för att motverka att de överliggande skikten glider ner från plåten. Dessa behöver ha en höjd av minst halva isoleringens tjocklek för att säkerställa att isoleringen inte börjar glida. Vid fler lager av isoleringsskivor behöver skjuvbeslagen gå upp över halva översta isoleringsskivans höjd. Detta för att hindra översta skivan från att glida. De placeras med ett avstånd på fem meter. Vid takfoten behöver skjuvbeslaget gå upp och möta tätskiktet (Olofsson & Fors, 2017). Skjuvbeslagen behövs endast vid höga lutningar på taket då risken för att skivorna ska glida vid låga lutningar är betydligt lägre.



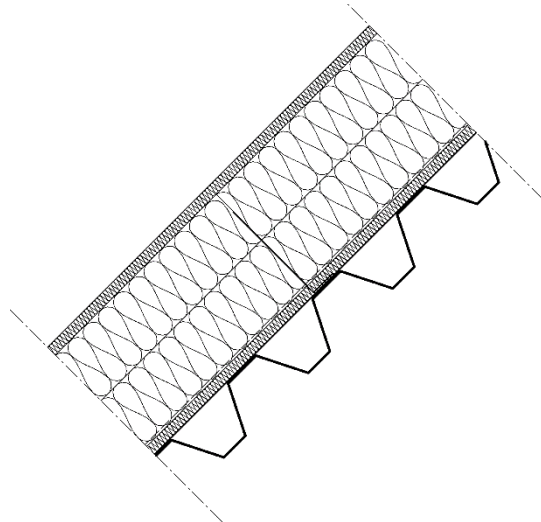
Figur 5 Steg 2 i utförandet av basdetaljen. Författarnas egen illustration.

3. Lagg takboard och plastfolie.
En underlagsboard läggs ovanpå plåten för att motverka att isoleringen böjs ner i plåten. Den gör också att plastfolien får en plan yta att läggas på. Plastfolien läggs ovanpå boarden och hindrar fukt inifrån byggnaden att ta sig upp i konstruktionen där den kan kondensera och orsaka problem.



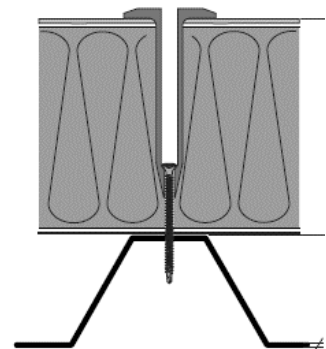
Figur 6 Steg 3 i utförandet av basdetaljen.
Författarnas egen illustration.

4. Lagg isoleringsskivor och takboard.
Isoleringen läggs ovanpå plastfolien. En takboard läggs ovanpå isoleringen för att göra taket gångbart.



Figur 7 Steg 4 i utförandet av basdetaljen.
Författarnas egen illustration.

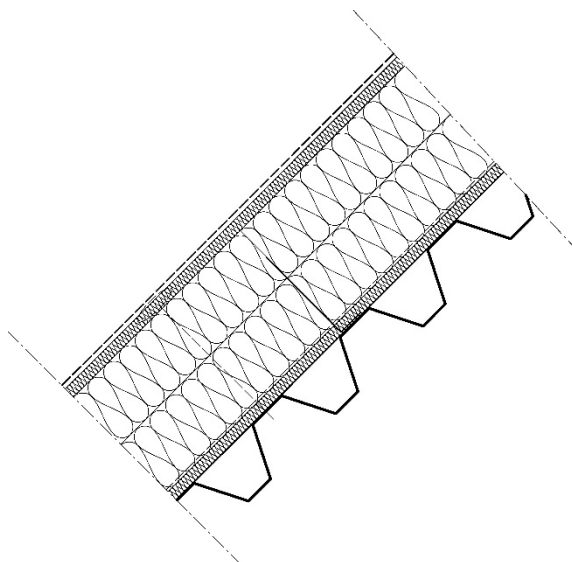
5. Mekanisk infästning.
Med hjälp av mekanisk infästning fästs alla de tidigare lagren ihop vilket gör att takkonstruktionen hålls ihop och inte lyfter från underlagsplåten. Den mekaniska infästningen pressar ihop alla lagren och hindrar fukt från att tränga in i konstruktionen och konstruktionen anses då vara tät.



Figur 8 Exempel på mekanisk infästning. (SFS intec, 2017)

6. Tätskikt.

För att göra konstruktionen tät klistras ett tätskikt längst upp på konstruktionen. I detta fall av är tätskiktet en takpapp.

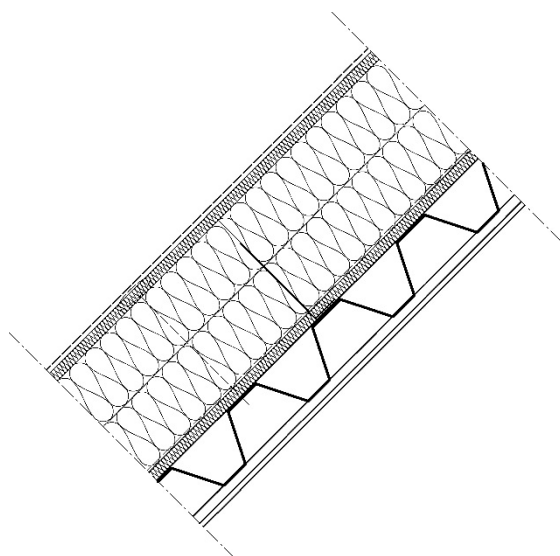


Figur 9 Steg 5 i utförandet av basdetaljen.
Författarnas egen illustration.

3.1.2. Invändig komplettering

7. Stålprofil S25 läkt innertak och gips.

Under den högprofilerade plåten fästs en ställäkt med ett centrumavstånd på 300 mm för att underlätta installationer i taket. På dessa fästs sedan ett undertak av gips. På så sätt skyddas plåten mot brand och byggnaden får ett mer traditionellt innertak.



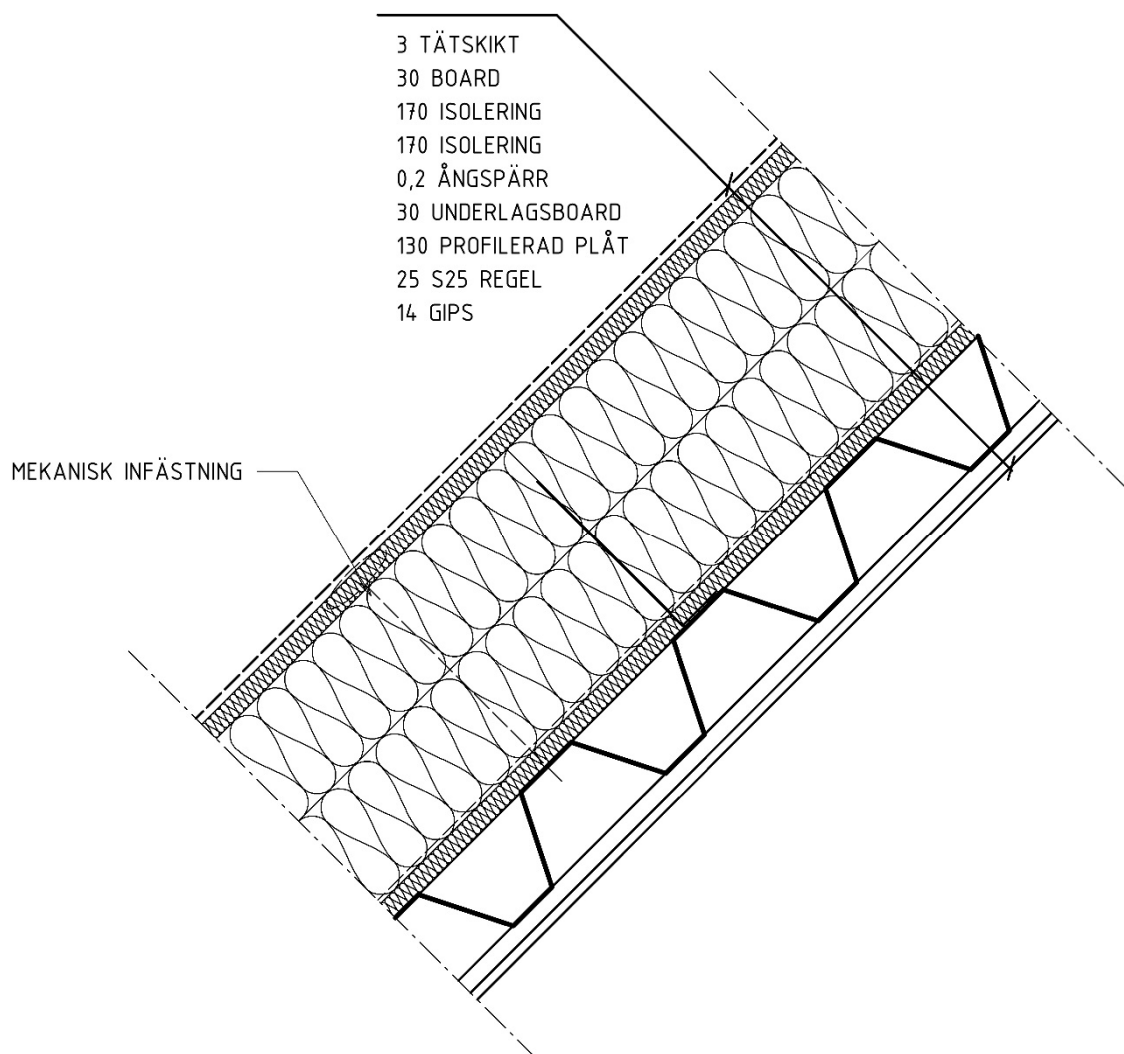
Figur 10 Steg 6 i utförandet av basdetaljen.
Författarnas egen illustration.

3.2. Olika typer av varmtak

Från basdetaljen har fem andra taktyper tagits fram med antingen annat ytskikt eller annan typ av isolering. Detta för att kunna visa att varmtak går att variera på flera olika sätt.

3.2.1. Basdetalj på varmtak med tätskiktspapp

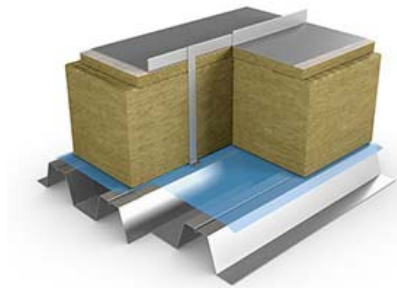
Denna typ av varmtak är den som används som basdetalj. Detta för att det är den vanligaste uppbyggnaden på varmtak och för att den är relativt enkel att utforma. Det enda som tillkommer för att konstruktionen ska klara högre lutning är skjuvbeslagen som sitter med cirka fem meters mellanrum. Skjuvbeslagen motverkar att isoleringen glider ner från plåten. De olika byggnadsdelarna fästs ihop med hjälp de mekaniska infästningen.



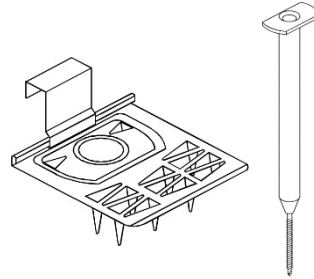
Figur 11 Basdetaljen på varmtak med tätskiktspapp. Författarnas egen bild.

3.2.2. Bandtäckt plåt

När bandtäckt plåt används som ytskikt läggs plåten direkt på tätskiktsmattan. För att hålla fast den bandtäckta plåten måste den fästas i den underliggande plåten på något sätt och det går att göra detta på olika sätt. Ett alternativ är en infästning som går mellan underlagsplåten och den bandtäckta plåten (se figur 12 nedan) men detta ger en köldbrygga genom konstruktionen och bör därför undvikas.

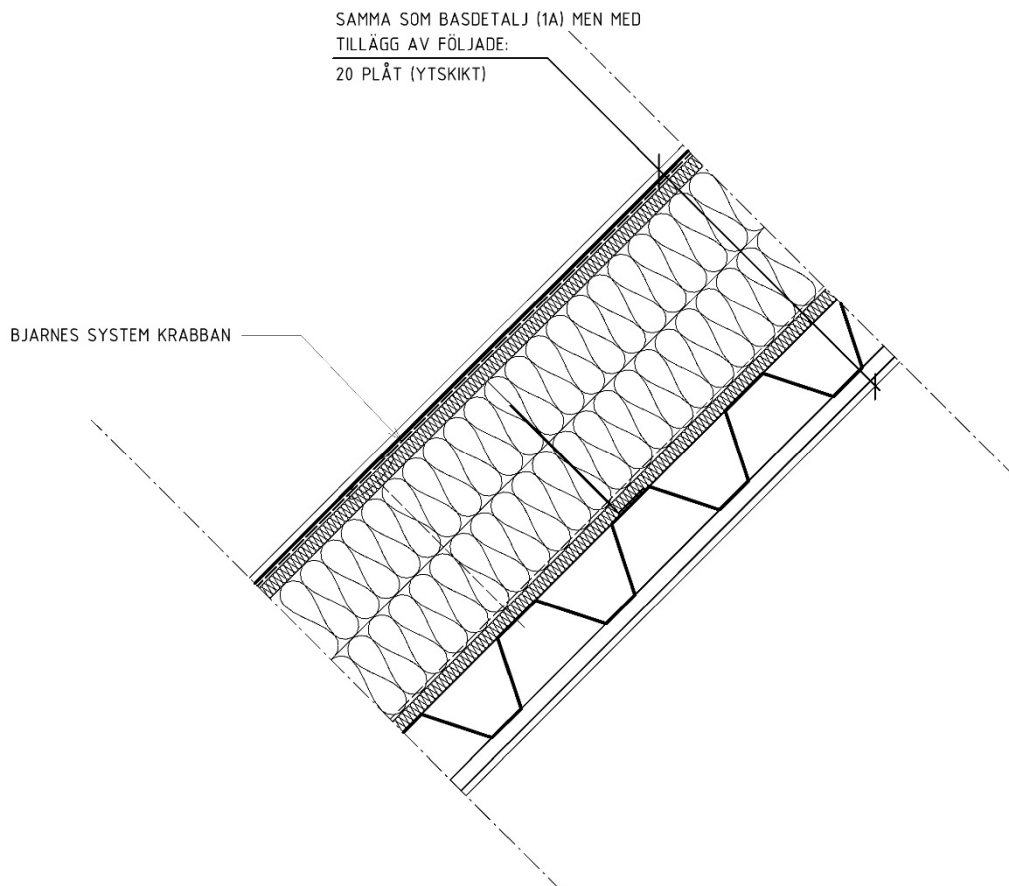


Figur 12 Exempel på industritak med bandtäckt plåt (PAROC AB, 2016)



Figur 13 Infästningsanordning krabban (Bjarnessystem, 2017).

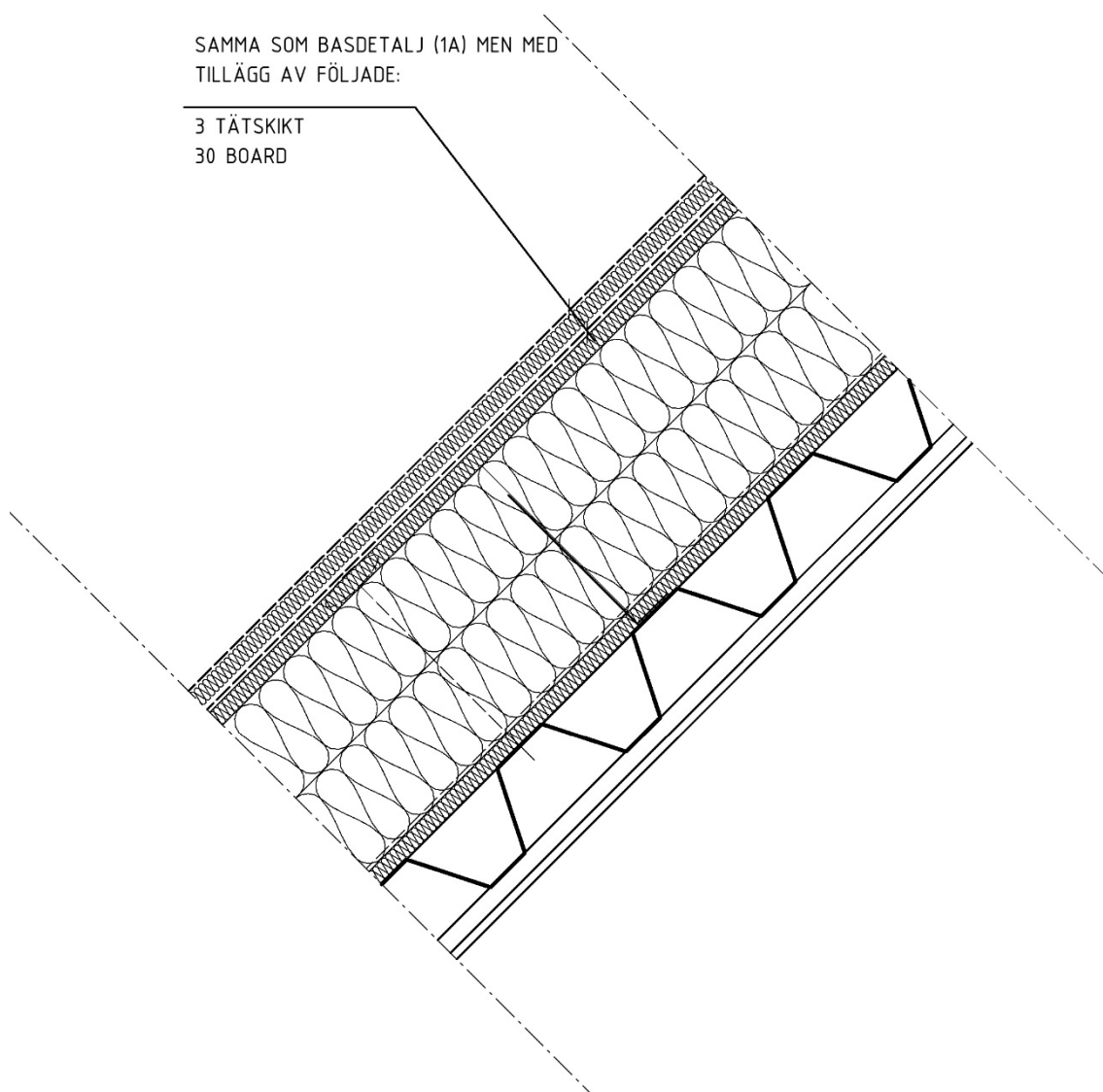
Ett annat alternativ för att fästa plåten är att använda sig av Bjarnes system "Krabban" (Eriksson, 2017). Detta är en mekanisk infästning fast med en extra anordning som håller plåten på plats se figur 13. I detaljerna i denna rapport har detta alternativt använts då den gör att inga genomgående infästningar utöver den mekaniska infästningen behövs. Utöver infästningen för plåten är det inte några större skillnader mellan denna konstruktion och takpappskonstruktionen.



Figur 14 Detalj på varmtak med bandtäckt plåt som ytskikt. Författarnas egen bild.

3.2.3. Tvåstegstätning

För att öka säkerheten vid eventuella skador av ytskiktet kan tvåstegstätning användas. Tvåstegstätning innebär att det i konstruktionen finns ett extra tätskikt som vid skador på översta tätskiktet stoppar vatten från att komma ner i resten av konstruktionen. Fördelen med att endast översta delen av taket utsätts för vatten vid en eventuell skada är att taket inte förlorar hela sin isoleringsförmåga. Det går också att laga läckan utan att behöva byta eller torka all isolering då endast översta takboarden blir påverkad av vattnet.

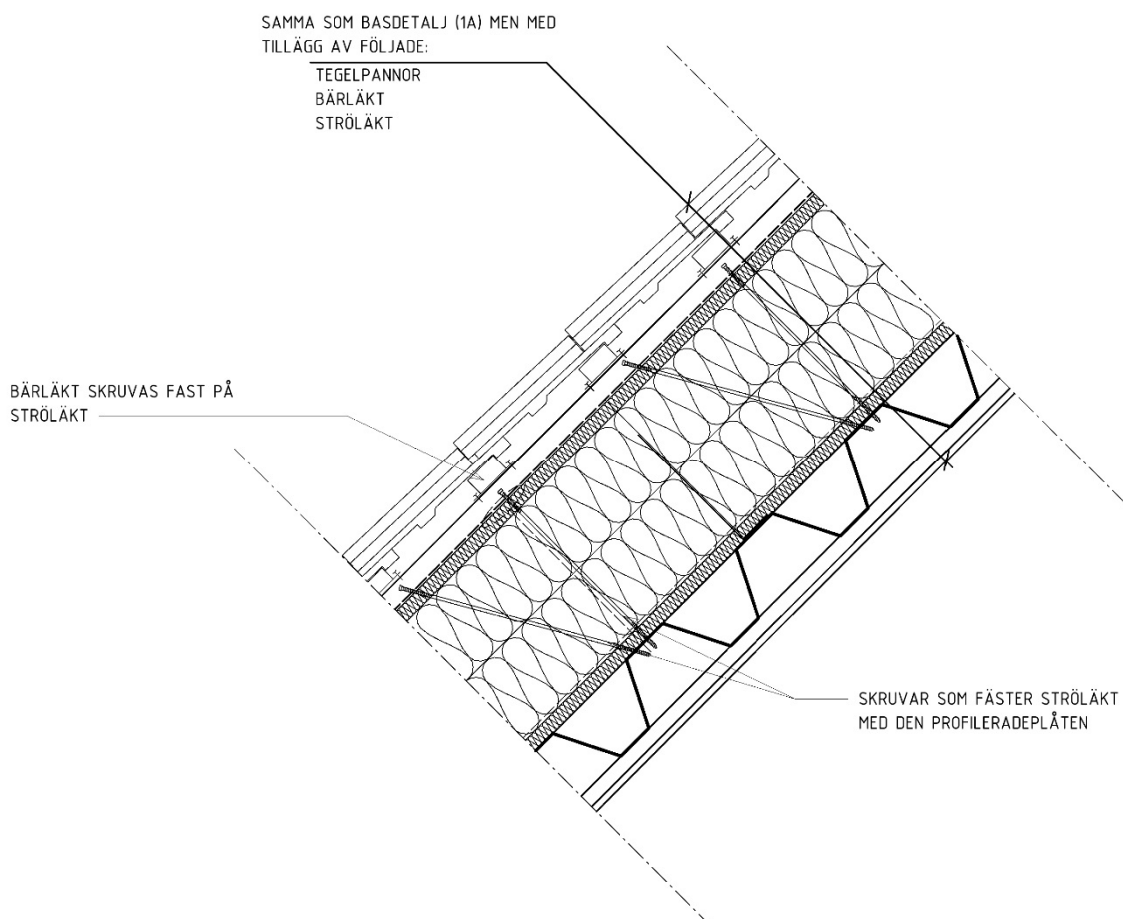


Figur 15 Detalj på varmtak med tvåstegstätning. Författarnas egen bild.

3.2.4. Tegelpannor

Om tegelpannor ska fästas på taket behövs ströläkt och bärläkt ovanpå baskonstruktionen för att ha något att lägga takpannorna på. Det kan bli problem med att fästa ströläkten ovanpå taket i och med den höga lutningen då detta ger stora skjuvkrafter. Vikten av takpannorna är ett problem då den uppgår till nästan tio gånger vikten för ett vanligt tätskiktstak (Lejonmark, 2017). Infästningarna måste gå igenom tätskiktet och isoleringsskikten eftersom dessa inte är formstabila. Den mekaniska infästningen är gjord för att kunna komprimeras tillsammans med isoleringen och blir på så vis lite rörlig. Detta försvårar infästningen av ströläkten som måste vara fast. Om infästningen görs genom tätskiktet riskerar fukt att ta sig in i konstruktionen vilket kan skapa stora problem. (Nellström, 2017)

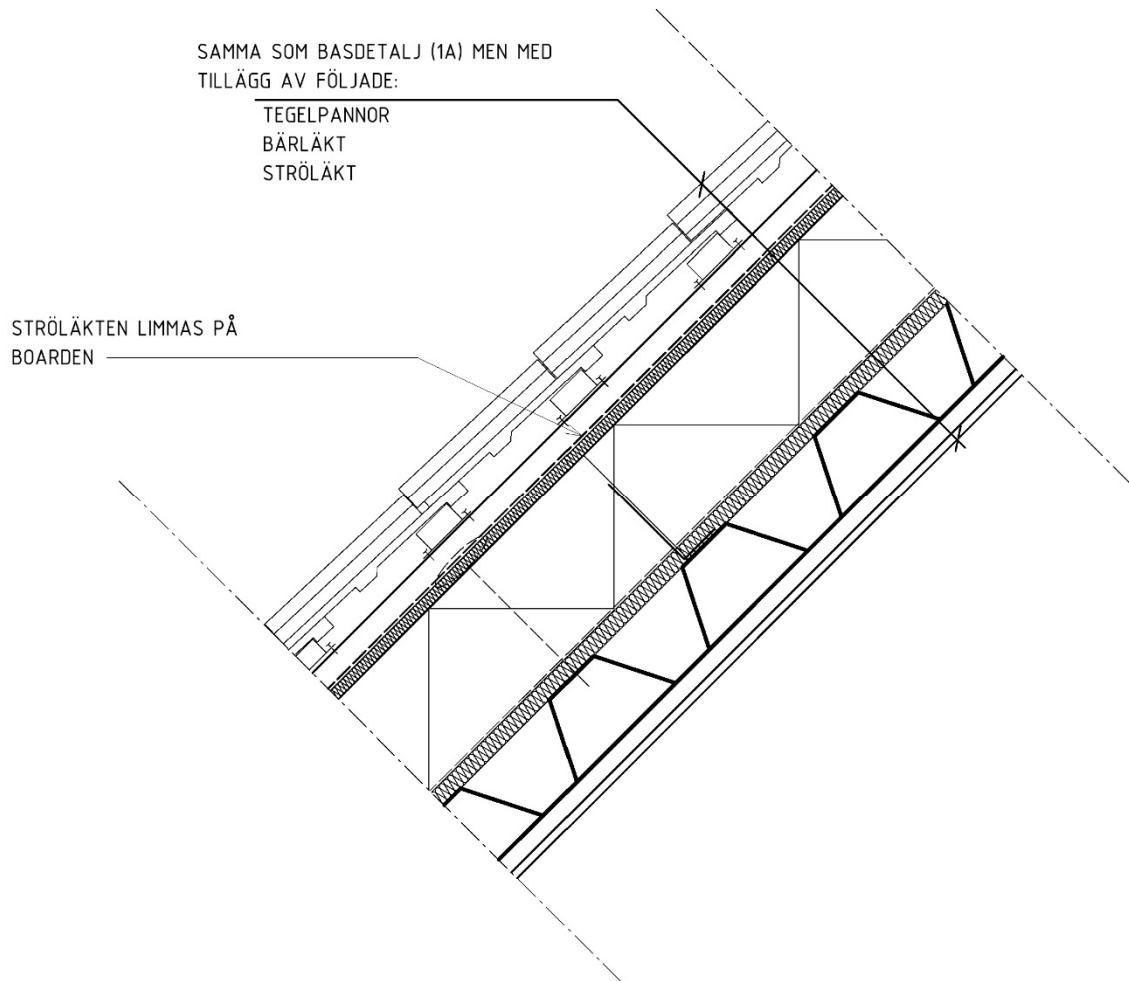
Ett alternativ skulle kunna vara en infästning bestående av en skruv som sitter vinkelrätt mot plåten och en som sitter med en vinkel. Detta gör att infästningen klarar av både horisontal-, vertikal- och sugkrafter. Detta är ingen konventionell taklösning men en liknande lösning finns hos PAROCs fasadsystem och borde i praktiken kunna användas även vid byggnation av tak (Olofsson & Fors, 2017). Men problem kan uppstå eftersom infästningarna går igenom tätskiktet.



Figur 16 Detalj på varmtak med takpannor med genomgående infästning. Författarnas egen bild.

Ett annat alternativ är att ha plywoodskivor under tätskiktet och fästa läkten i dessa. Men eftersom plywood består av organiska material kan problem med röta och mögel uppstå vilket borde undvikas (Lejonmark, 2017). Att hål görs i tätskiktet i båda infästningsförslagen är också ett stort problem eftersom taket inte har en luftspalt där fukt kan ta sig ut (Nellström, 2017).

En annan lösning som skulle kunna fungera är att läkten limmas direkt på tätskiktet på ett liknande sätt som taksäkerheten. Dock finns fortfarande problemet med hur skjuvkrafterna från takplattorna ska tas upp. En förändring som skulle kunna göra att konstruktionen klara större skjuvkrafter är att byta isoleringen till PIR. Då PIR har både större skjuvhållfasthet och större formstabilitet än stenull.



Figur 17 Detalj på varmtak med takpannor med limmad läkt. Författarnas egen bild.

Att vikten av tegeltaket blir betydligt större än de andra taktyperna gör att nedböjningen av plåten blir större. För att motverka plåtens nedböjning går det att minska avståndet mellan upplagen genom att till exempel lägga till ett upplag i mitten av plåten. Ett annat sätt att minska plåtens nedböjning är att överlappa plåten i skarvarna då detta gör att plåtens styvhet ökar. För att nedböjningen inte ska bli för allvarlig krävs det att beräkningar genomförs på takkonstruktionen.

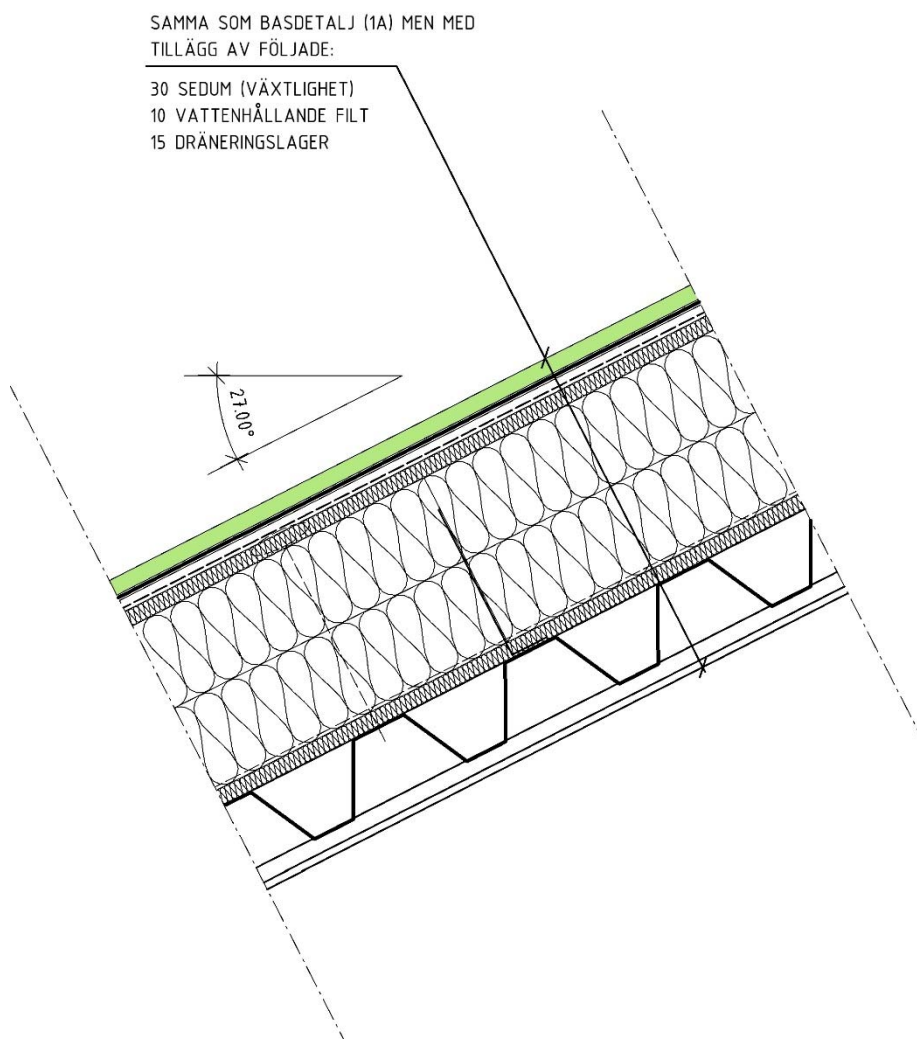
3.2.5. Gröna tak

Gröna tak är tak som är täckt med någon typ av växter. Förutom att denna typ av tak är estetiskt tilltalande finns det flera andra fördelar. Gröna tak ökar den urbana biologiska mångfalden, underlättar dagvattenhantering och förlänger tätskiktets livslängd (Scandinavian Green Roof Institute, 2017). Uppbyggnaden ser ut som basdetaljen förutom att det ovanpå tätskiktsmattan finns ett vegetationssystem. Det finns flera olika sorters vegetationssystem bland annat sedumtak, biotoptak och sedum-örtgrästak. Beroende på vilket system som används begränsas vilken lutning som taket kan ha. (Vegtech, 2017) ”Med

standardlösningar så är det empiriskt visat att 27 grader är det som sedumtaket klarar av. Samtidigt har det anlagts tak som överstiger 27 grader, men då krävs det bevattningslösningar och speciallösningar i form av vattenstopp och vägledning av vattnet” (Stein, 2017). I examensarbetet kommer inte speciallösningar för sedumtak tas med utan endast standardlösningar med en lutning på 27°.



Figur 18 Exempel på ett grönt industritak med underlag av plåt.



Figur 19 Detalj på grönt varmtak. Författarnas egen bild.

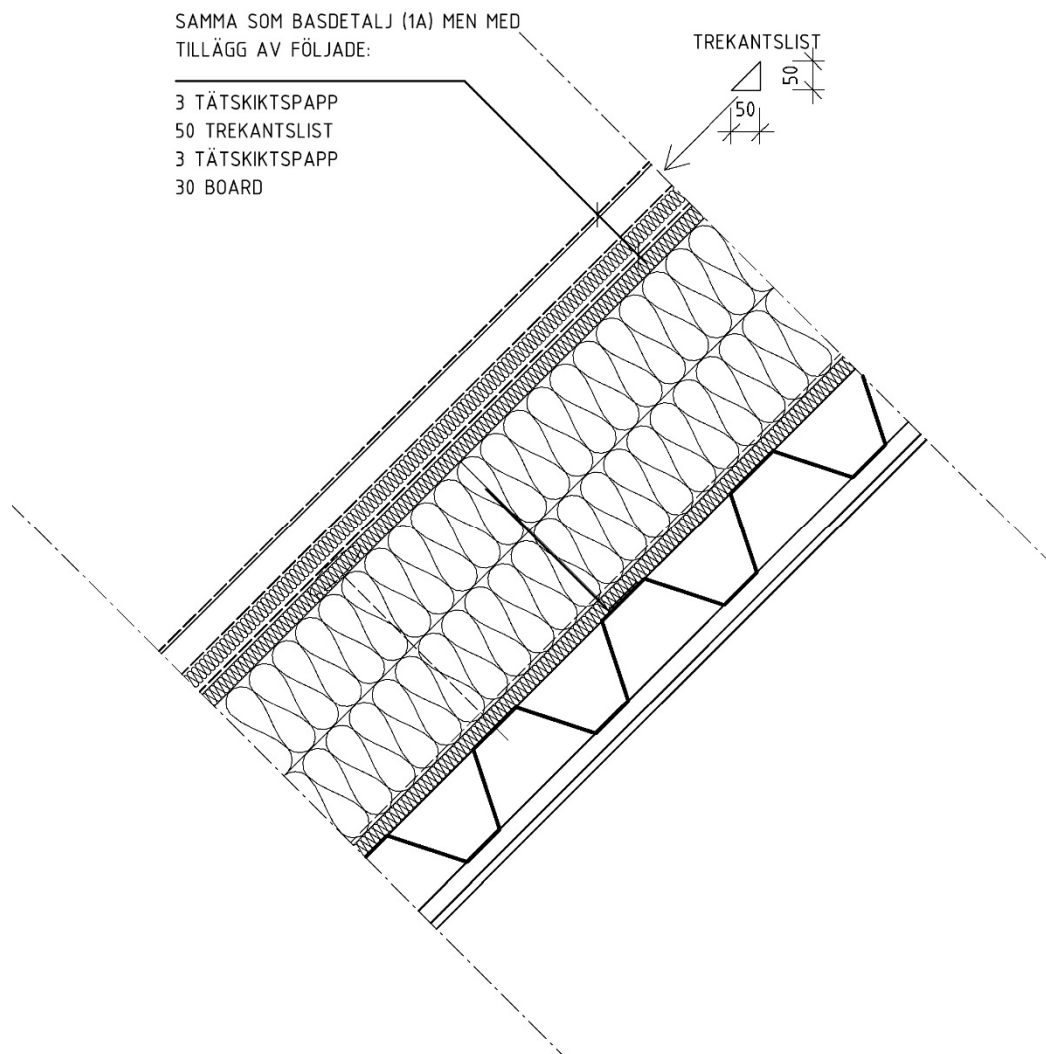
3.2.6. Papptak med trekantslist

En variant på papptak är papptak med trekantslist. I denna typ av tak används trekantslister för att skapa mönster på taket. Det ger taket ett utseende av ett tak i äldre stil. Mönstret skapas genom att pappens skarvar viks över en trekantslist detta gör att skarvarna blir tydligt markerade. Traditionellt används trekantslister i trä men det finns även trekantslister i andra material, till exempel stål.

Detaljlösningen med trekantlist nedan är en variant av den tidigare visade detaljen med tvåstegstätning som skyddar bra mot fukt eftersom konstruktionen klarar eventuella skador på översta lagrets tätskikt. Papptak med trekantlist fungerar även på basdetaljen.



Figur 20 Illustration av trekantlist (Icopal, 2017).



Figur 21 Detalj på varmtak med trekantlist. Författarnas egen bild.

3.3. Anslutning mellan tak och vägg

Anslutningen mellan tak och vägg är en viktig detalj att lösa. Dels för att ingen fukt ska kunna ta sig in i konstruktionen antingen som vatten utifrån eller som vattenånga inifrån byggnaden. Men också för att anslutningen är viktigt ur utseende synpunkt då takfoten är något som tydligt syns på byggnaden. Denna rapport kommer redovisa anslutning mellan varmtak och antingen träregelväggar eller väggar av bärande murverk.

Detaljerna på anslutning mellan tak och vägg kommer utgå från taket med basuppbyggnaden. Att lägga på andra ytskikt än takpapp är inget som påverkar hur anslutningen mellan taket och väggen ser ut. Några anpassningar måste göras när taket med tvästegstättningen möter vägg för att skador på översta tätskiktet ska upptäckas.

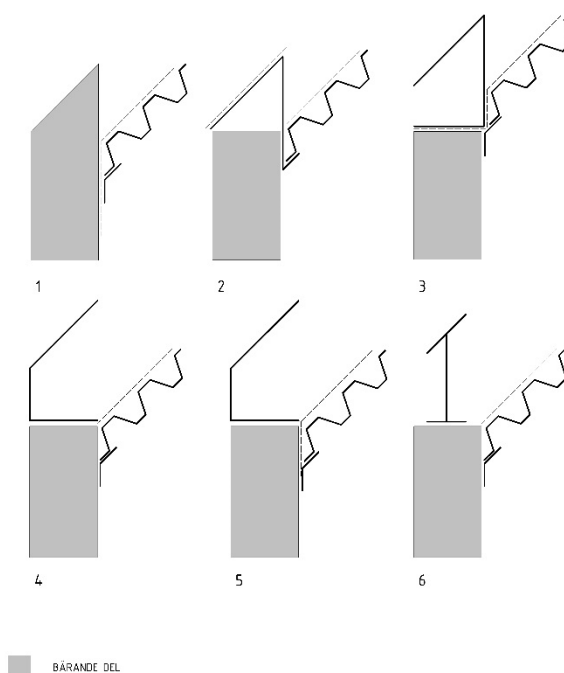
3.3.1. Olika infästningstyper

Det finns alltid någon form av infästning mellan tak och vägg. Här nedan finns sex exempel på hur en sådan infästning skulle kunna se ut. Hur bra en infästning är påverkas av följande faktorer: hur många olika sorters komponenter som krävs, hur stora köldbryggor det blir och slutligen hur bra takkonstruktionen skyddas mot fukt. Av de sex alternativ som utifrån dessa fyra faktorer är alternativ ett, fem och sex att föredra (se figur 22) beroende på vilken typ av stomme du har. Har huset lätta väggar, t.ex. träregelvägg är alternativ ett det lättaste alternativet då de andra alternativen kan bli onödigt avancerade. Medan vid tunga väggar, t.ex. tegelvägg med bakmur är alternativ fem och sex att föredra då dessa alternativ ger små köldbryggor, då de ger längst väg för kylan att vandra. Det går också relativt lätt att fästa in saker i C-profilen samt I-profilen och plastfolien kan både anslutas med väggens tätskikt eller klämmas fast under stålprofilen.

I-profilen i alternativ sex blir en stabilare profil än C-profilen i alternativ fem då en I-stålprofil är stabilare än en C-stålprofil.

En ytterligare fördel med I-profilen är att isolering kan placeras på utsidan av profilen vilket gör att köldbryggan blir mindre än i C-profilen. (Nellström, 2017). I alternativ två, tre och fyra går plåten från tätskiktsmattan och direkt ner till innertaket och skapar då en större köldbrygga än den i alternativ fem och sex. I underkant på stålprofilen bör ett dräneringshål finnas för att fukt som mot all förmodan kommit in i konstruktionen ska kunna ta sig ut.

I detaljerna i denna rapport har en C- eller I-profil placerats ytterst i takkonstruktionen. Denna profil sammanbinder taket med väggen och fungerar även som ett avslutande skjuvbeslag. För att säkert skydda takkonstruktionen från fukt inifrån



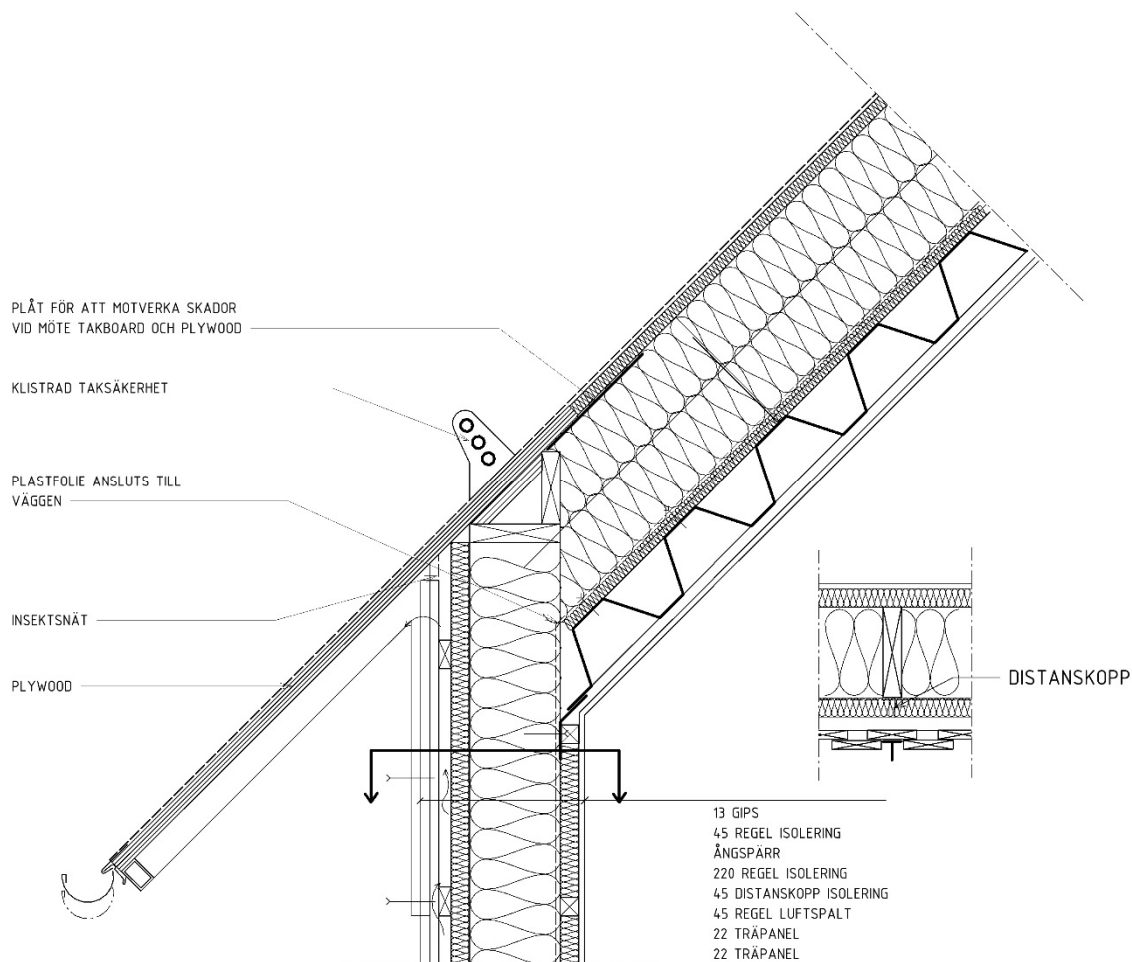
Figur 22 Olika infästningar mellan vägg och korrugerad plåt. Författarnas egen bild.

byggnaden krävs det att plastfolien i taket antingen kläms fast under stålprofilen eller ansluts till plastfolien i väggen.

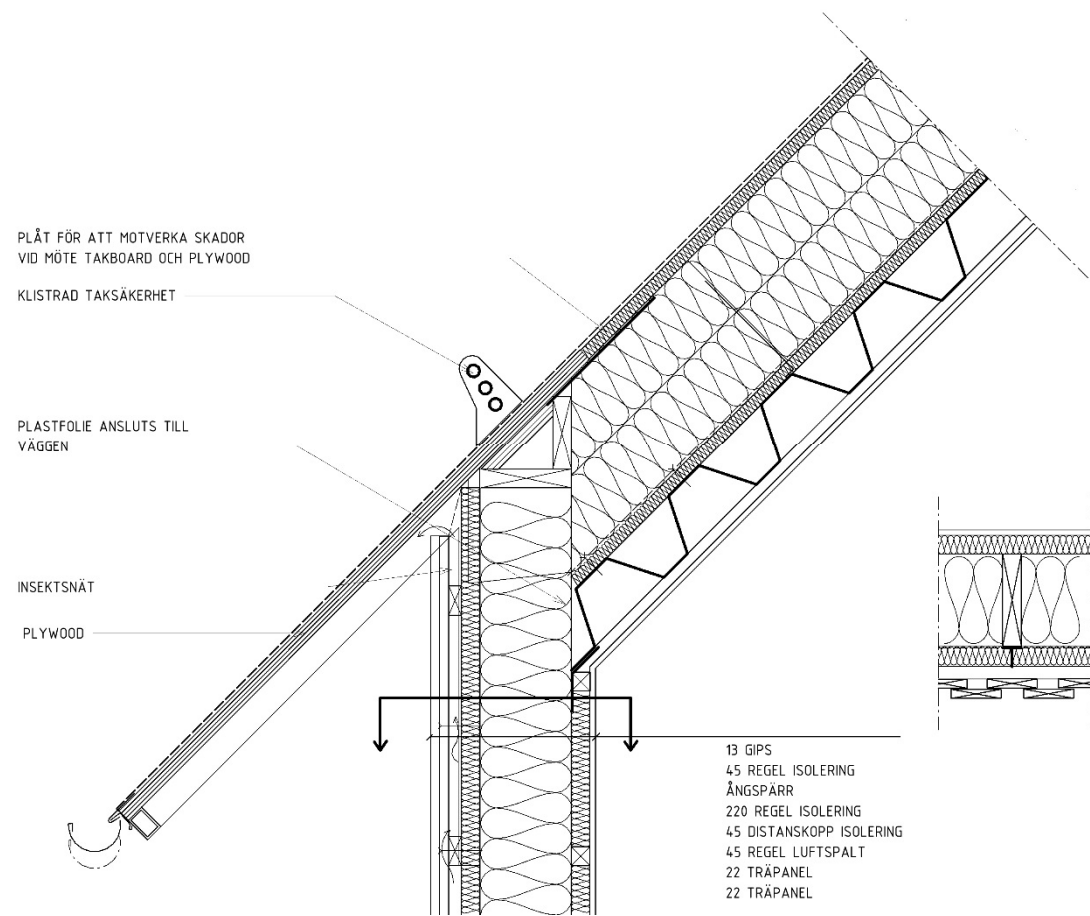
Den undre vinkelplåten (se figur 22) finns inte på grund av infästning av den korrugerade plåten utan är till för att mötet mellan taket och väggens ytskikt ska bli snyggt. Denna plåt skruvas inte fast i både vägg och tak utan bara i väggen. Detta för att den korrugerade plåten kan röra sig lite i sidled och ytskikten riskerar att spricka om vinkelplåten sitter fast i både tak och vägg. Ytskikten fästs bara i vinkelplåtens hörn vilket gör att den inte riskerar att spricka om den korrugerade plåten skulle röra lite på sig.

3.3.2. Möte tak och träregelvägg med takfot

Nedan redovisas tre olika sätt att skapa en takfot där varmtak möter träregelvägg. I de två första detaljerna placeras stålprofilen ovanpå väggen och en konsol används för att skapa en takfot. Ovanpå konsolen placeras någon typ av skiva som sedan tätskiktet kan läggas på. Konsolen kan utformas och placeras på flera olika sätt beroende på vilket utseende som eftersträvas. I de två första detaljerna visas ett alternativ med synlig konsol och ett alternativ med dold konsol.

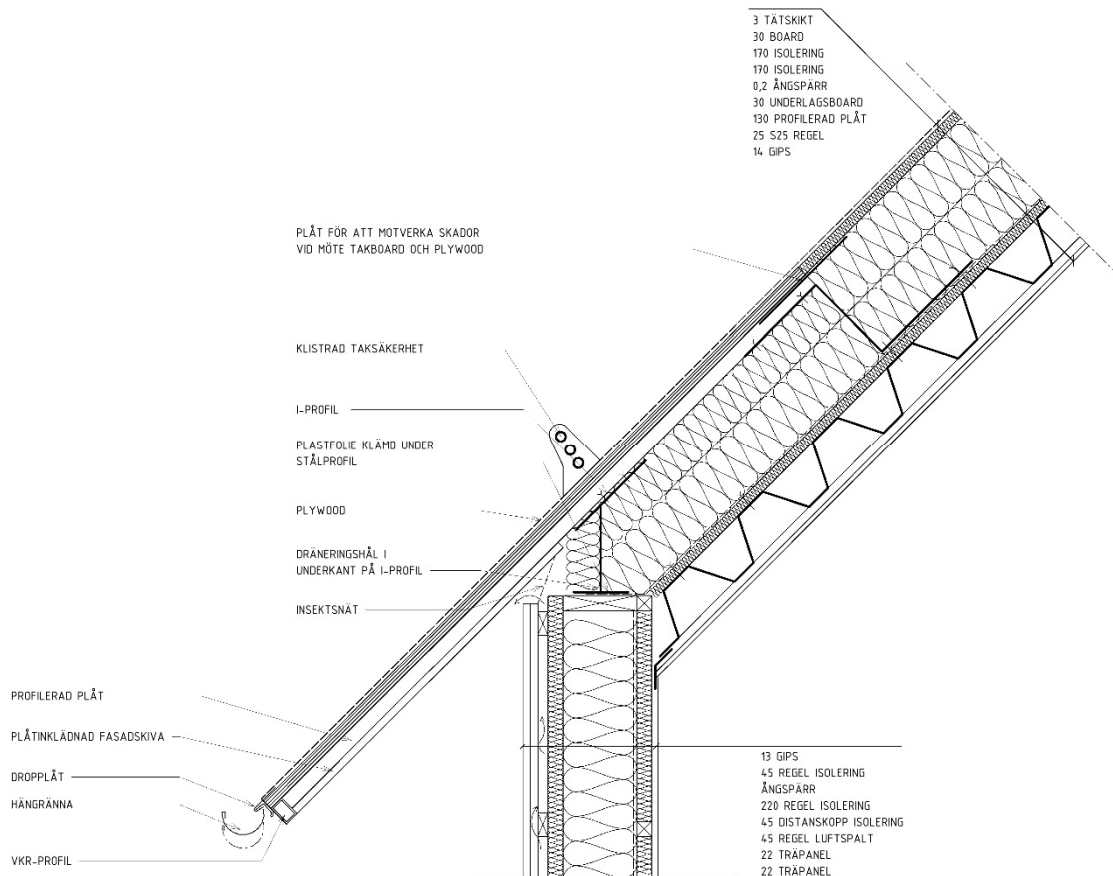


Figur 23 Detalj på takfot med synlig utvändig konsol. Författarnas egen bild.



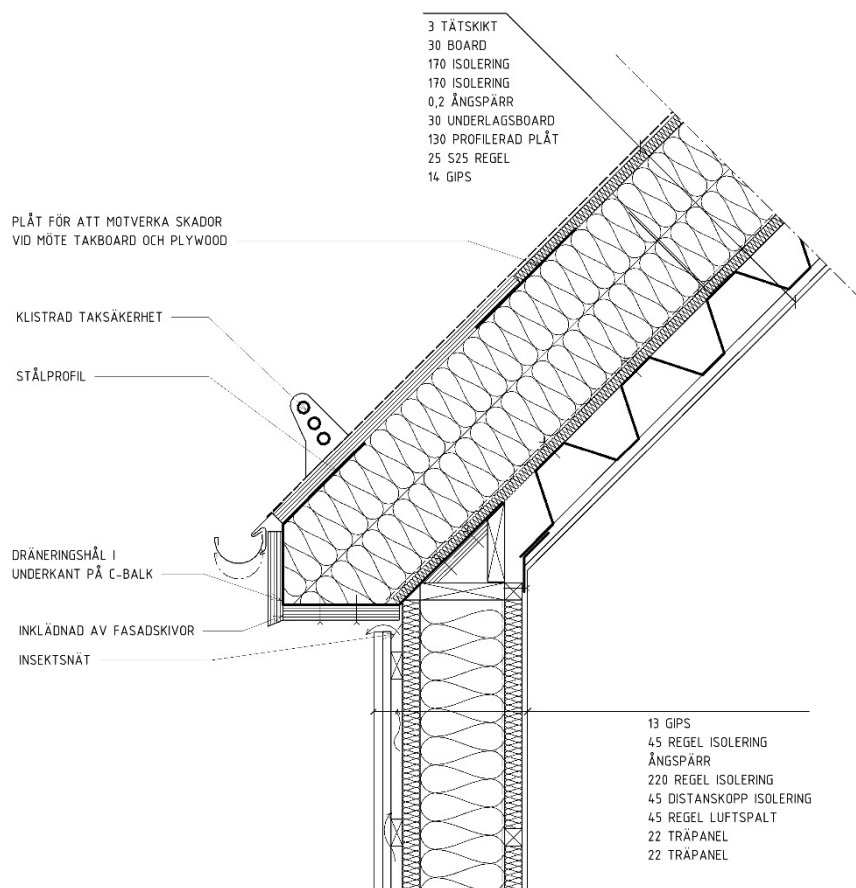
Figur 24 Detalj på takfot med dold utvändig konsol. Författarnas egen bild.

I den tredje detaljen med träregelvägg skapas takfoten istället av en utstickande korrugerad plåt. För att plåten ska klara av att sticka ut från I-profilen krävs en extra infästningspunkt. I detaljen nedan görs detta med hjälp av en Z-profil som placeras en bit upp i takkonstruktionen. Precis som i föregående detalj läggs en fasadskiva ovanpå plåten som sedan tätskiktet kan ligga på. För att dölja den utstickande plåten kan den kläs in med någon typ av fasadskiva.



Figur 25 Detalj på takfot av utstickande korrugerad plåt. Författarnas egen bild

I den fjärde detaljen med träregelvägg skapas takfoten genom att C-profilen förlängs utanför väggen. I denna detalj döljs C-profilen genom att den kläs med fasadskivor. Detta underlättar även eventuella infästningar som kan komma utanpå takfoten, till exempel hängrännan. En nackdel med denna takfot är att den kalla C-profilen på grund av stålets höga värmeledningsförmåga bidrar till en stor köldbrygga (Petersson, 2013).

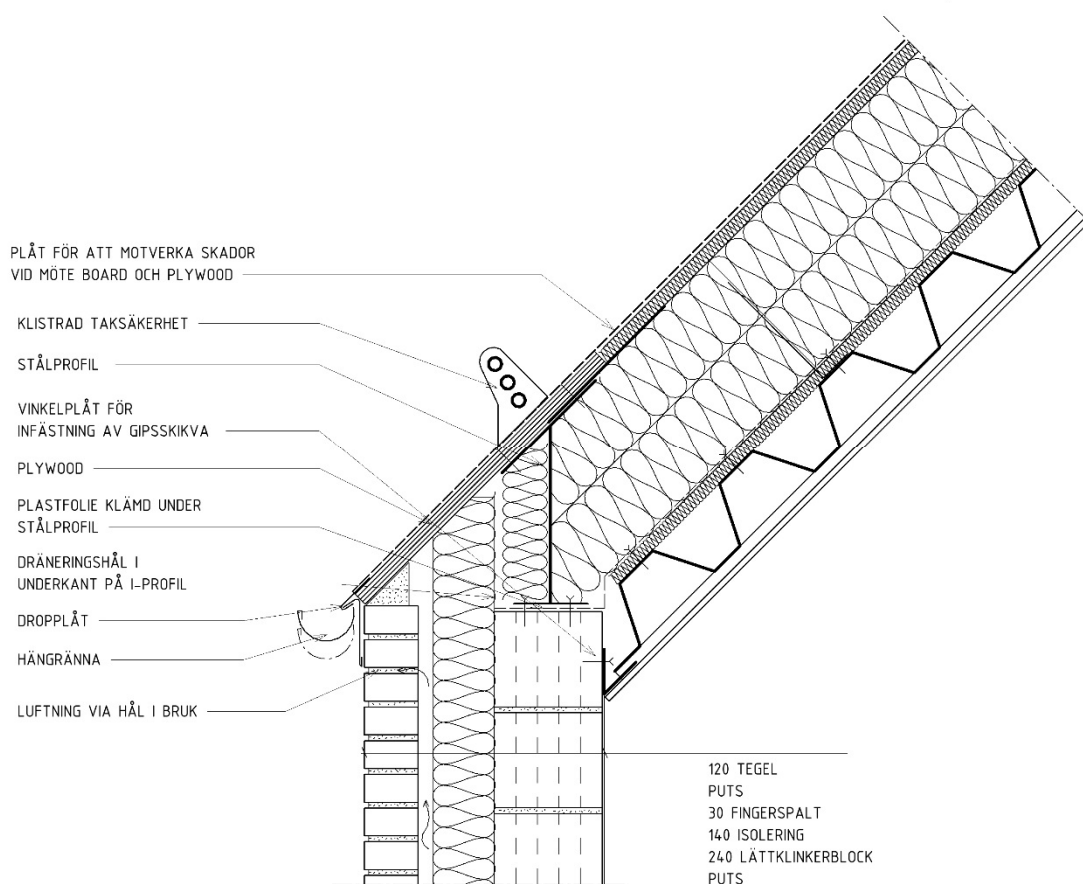


Figur 26 Detalj på takfot av utstickande C-profil. Författarnas egen bild.

3.3.3. Möte tak och vägg av bärande murverk med takfot

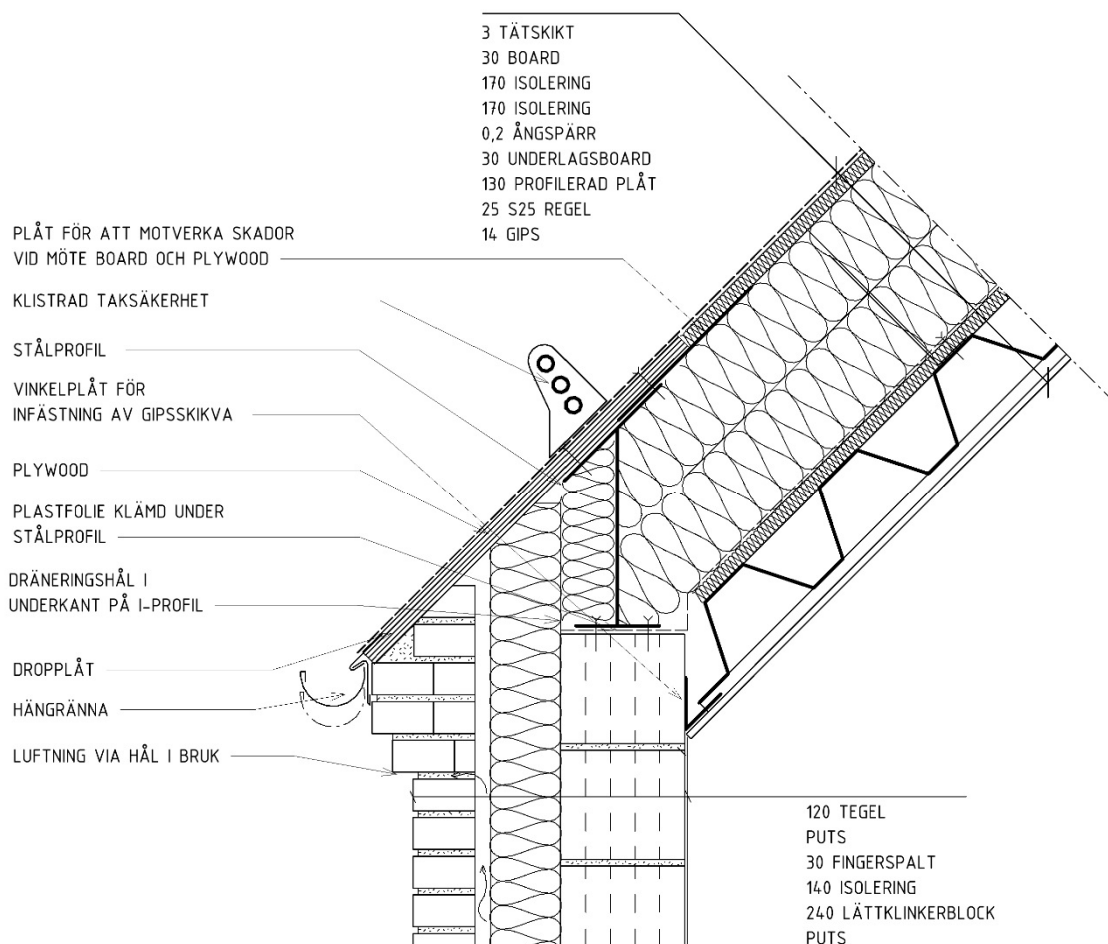
Möte med vägg av bärande murverk ger inga större skillnader än möte med träregelvägg. Precis som i anslutning med träregelvägg avslutas takkonstruktionen med en C-profil eller I-profil men istället för att fästa profilen ovanpå en träregel fästs den i överkant på barmuren av lättklinkerblock.

Nedan redovisas två olika varianter på anslutning mellan varmtak och vägg av bärande murverk. I den första detaljen möter varmtaket en rakt murad vägg. Hängrännan är högre mot väggen än utsidan för att vattnet vid eventuella översvämningar i rännan ska rinna ut över kanten och inte in mot väggen. Om det ändå skulle läcka in mot väggen finns en plåt bakom hängrännan för att stoppa vatten från att rinna ner i luftspalten (Edström, 2017).



Figur 27 Detalj på rakt avslut. Möte mellan murad tegelvägg och varmtak. Författarnas egen bild.

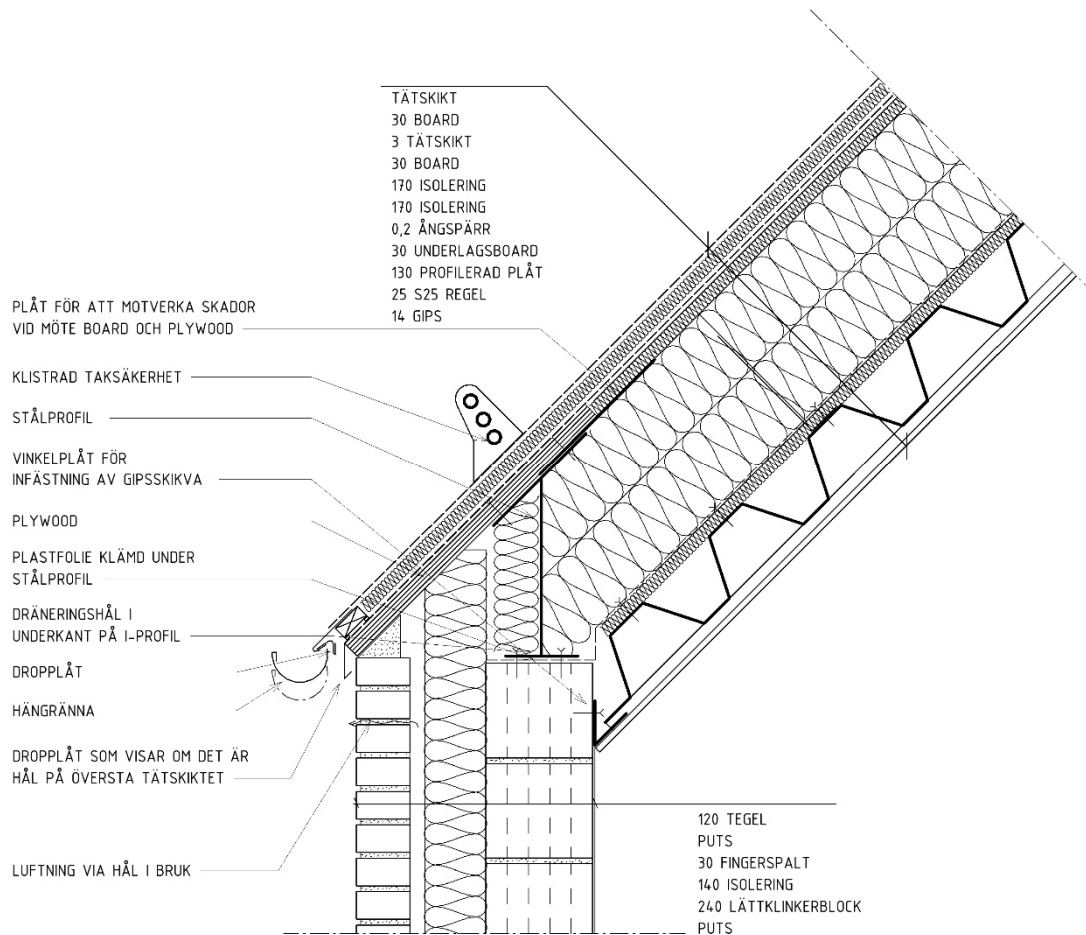
Den andra detaljen har ett mer markerat avslut på grund av att väggen svänger ut i ovankant. Då hängrännan har en lutning på tre till fem millimeter per meter är det ur ett estetiskt perspektiv bra om minst två tegelstenar ligger i samma linje bakom rännan för att minska risken för att rännans lutning ska noteras. Precis som på detaljen med rakt avslut finns en plåt bakom rännan för att skydda fasaden vid eventuella översvämningar i rännan.



Figur 28 Detalj på utåtgående avslut. Möte mellan murad tegelvägg och varmtak. Författarnas egen bild.

3.3.4. Anslutning med tvåstegstätning

Anslutningen mellan vägg och tak med tvåstegstätning kommer att se annorlunda ut, eftersom det på något sätt måste gå att se om det blivit hål på det översta tätskiktet. Detta görs i detaljen nedan med hjälp av en dropplåt som är placerad bakom hängrännan. Om det går hål på det översta tätskiktet kommer vattnet rinna långsamt genom boarden ut via dropplåten. Att boarden fördröjer vattnet gör att det kommer droppa från dropplåten även när det har slutat regna. På så sätt går det att identifiera att det har gått hål på översta tätskiktet.

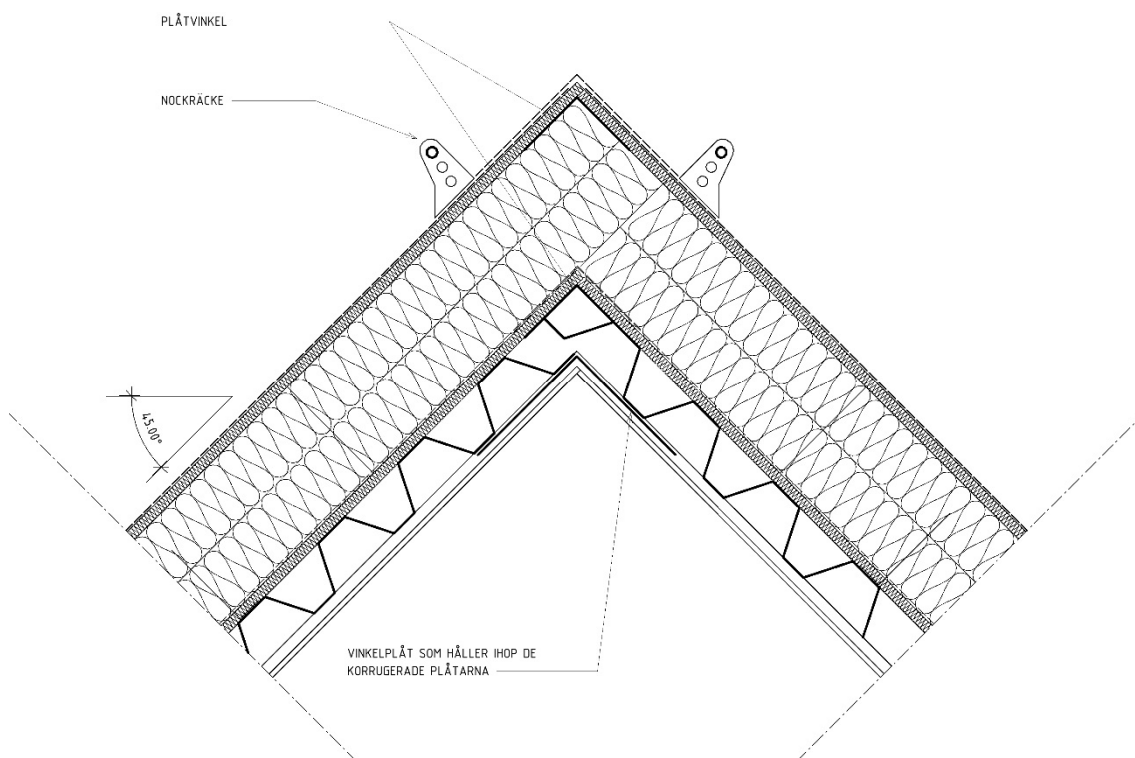


Figur 29 Detalj på tvåstegstätning Möte mellan murad tegelvägg och varmtak.
Författarnas egen bild.

3.4. Taknock

Utformningen av taknock på varmtak är en förhållandevis enkel detalj, jämfört med en ventilerad taknock, då ingen ventilation måste finnas. I ventilerade tak måste ventilation ske antingen via luftventiler eller via en öppning vid taknock.

Vid öppningar i taknock finns det en viss risk att regn kan ta sig in i takkonstruktionen. Eftersom varmtak inte behöver någon luftning kan taknocken göras helt tät och därför blir risken att få in vatten i konstruktionen mindre. I detaljen nedan fästs de mötande plåtarna i en vinkelprofil som fungerar som en takbalk. Översta tätskiktslagret viks övernocken för att göra konstruktionen tät. Näranocken limmas också ett nockräcke för att de krav som ställs på taksäkerhet ska uppfyllas. För att taknocken ska hålla sin form placeras ett antal stålprofiler i isoleringen.



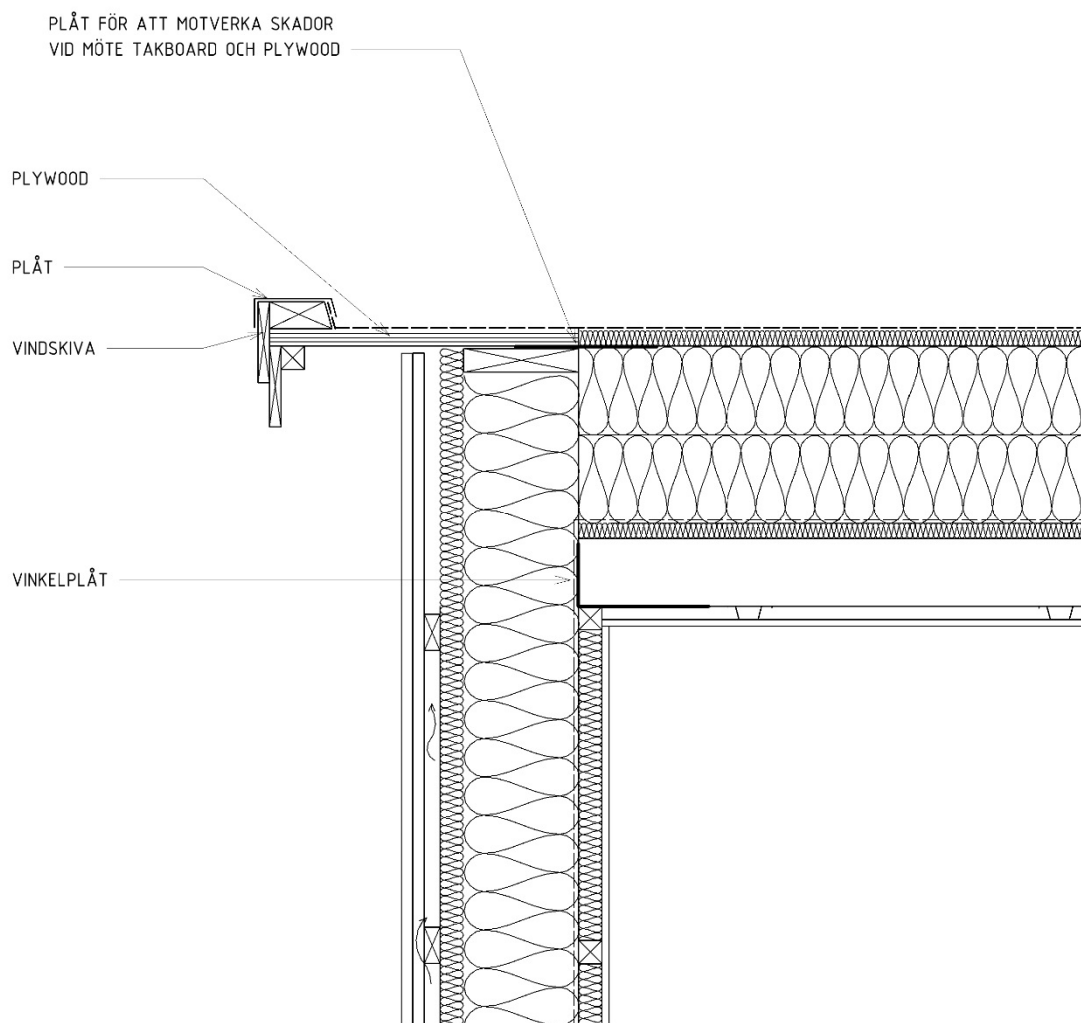
Figur 30 Detalj på taknock. Författarnas egen bild.

3.5. Gavel

Den korrugerade plåten vilar på gavlarna och på något sätt måste kraften kunna föras över från plåten till väggen. Nedan visas fyra exempel på hur en gaveldetalj kan utformas.

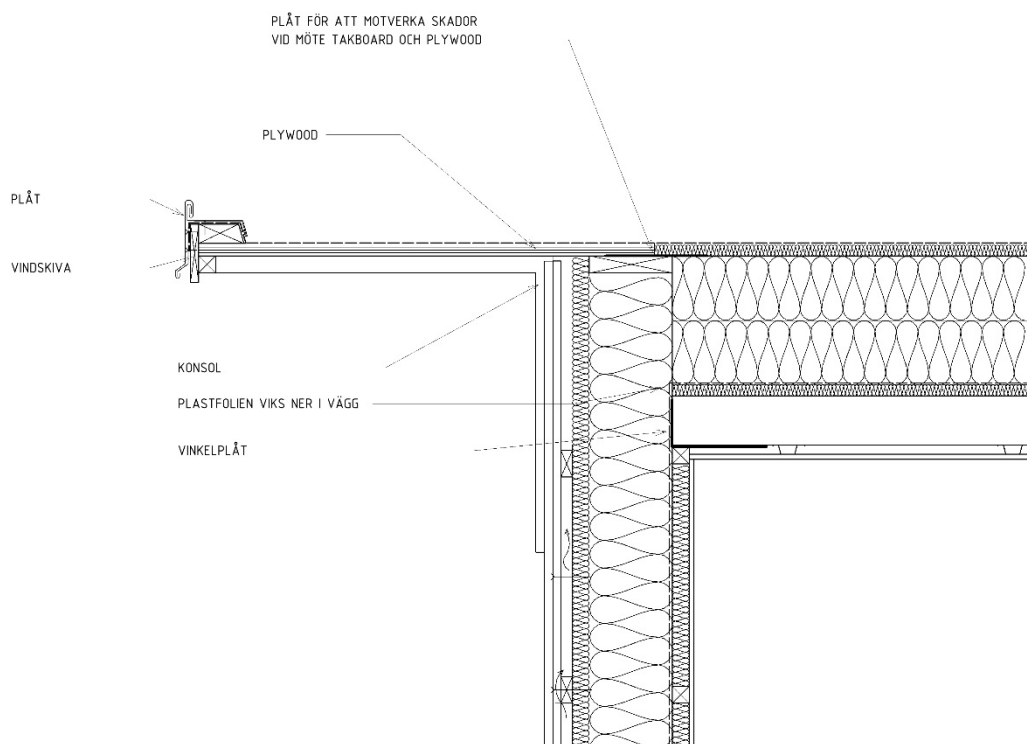
3.5.1. Gavel träregelvägg

I detaljerna där varmtaket möter en träregelvägg fästs plåten i en vinkelprofil som sitter på träregelstommen. Denna profil fästs innan innersta skiktet i väggen, vilket gör att den är dold när väggen är färdigbyggd. Att plåten fästs i en profil gör att väggen går ända upp till tätskiktet, vilket gör att inget annat avslut behövs på taket. Plastfolien kan lätt anslutas till plastfolien i väggen. I den första detaljen skapas takfoten med hjälp av en utstickande fasadskiva som sitter i regeln längst upp i väggen.

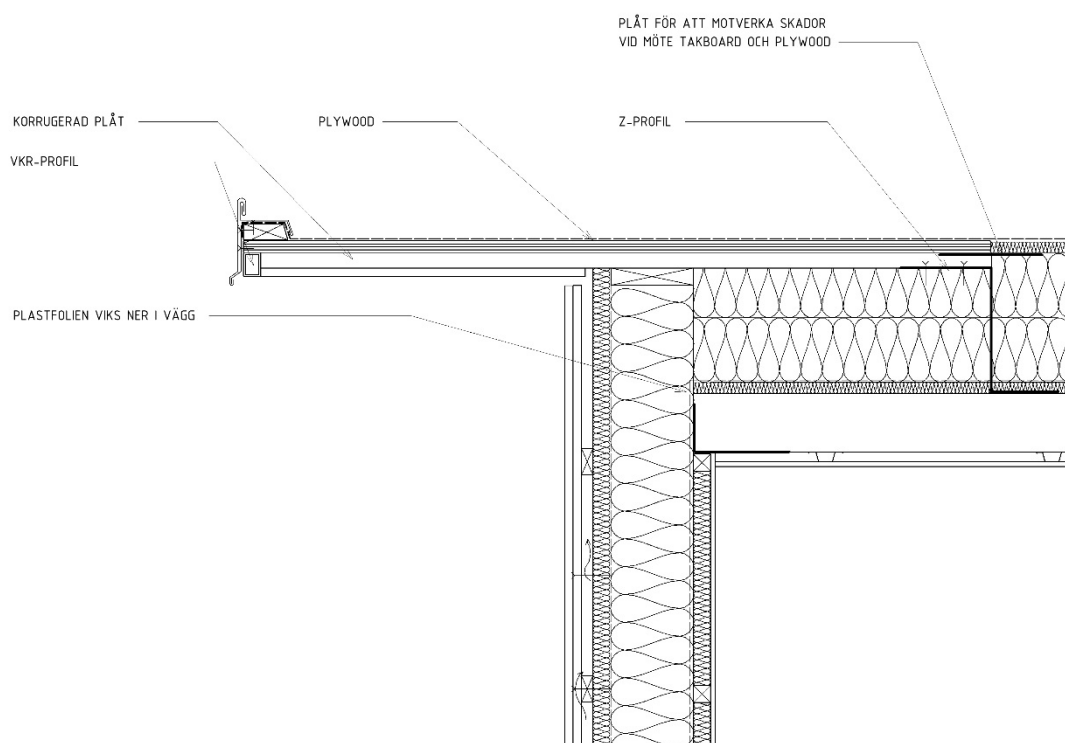


Figur 31 Detalj på gavelanslutning träregelvägg med kort taksprång. Författarnas egen bild.

I den andra detaljen skapas takfoten med en konsol som håller upp fasadskivor, på liknande sätt som i figur 21. Denna lösning gör att takfoten kan göras längre än föregående detalj.



Figur 32 Detalj på gavelanslutning träregelvägg med taksprång av konsol. Författarnas egen bild.

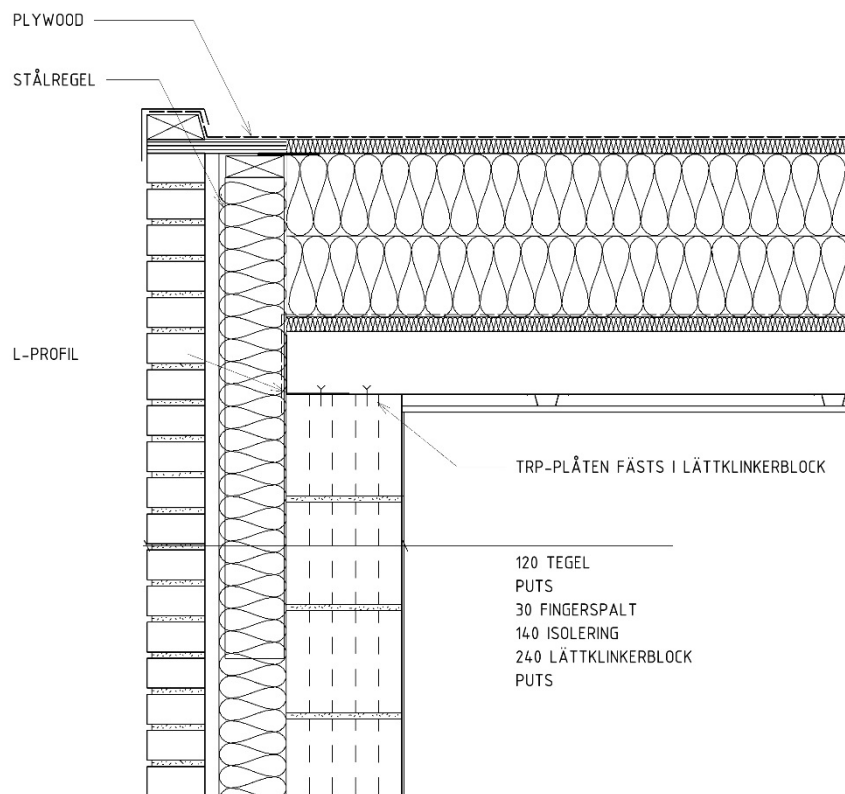


Figur 33 Detalj på gavelanslutning träregelvägg med kort takfot av utstickande korrugerad plåt. Författarnas egen bild.

I den tredje detaljen skapas takfoten med hjälp av en korrugerad plåt som sticker ut. Även denna detalj kan utformas så att taksprånget blir längre än den första detaljen.

3.5.2. Gavel murad vägg

Vid gavelanslutning till murad vägg kan plåten vila på bakhallen om denna är skuren i samma vinkel som taklutningen. På stålregeln som är fäst i bakhallen placeras en plywood som gör att avslutningen kan ske enligt hus AMA. Plastfolien i taket kläms under stålprofilen som ligger under den korrugerade plåten. Denna lösning är bra ur isoleringssynpunkt eftersom inga stora genomgående köldbryggor finns.



Figur 34 Detalj på gavelanslutning murad vägg. Författarnas egen bild.

4. Avslutning och analys

Anledningen till varför ingen undersökt om denna typ av varmtak är applicerbar på småhus kan ha att göra med att byggbranschen är väldigt traditionsstyrd. Det kan också vara så att det är svårt att uppfylla de arkitektoniska krav som ställs på ett tak. De flesta i Sverige har en bestämd bild över hur ett tak ska se ut och kan vara svårt att bygga något som ser annorlunda ut. Ett annat problem är om de tekniska lösningarna bidrar till mer problem än de löser. Eftersom de traditionella taktyperna funnits under lång tid har branschen erfarenhet av de problem som kan uppstå och hur de kan undvikas. För att kunna bryta dessa traditioner och införa nya alternativ måste det finnas lösningar som är säkra och fungerar.

Vi tror att de takkonstruktioner som vi har ritat mycket väl skulle kunna användas på småhus. Alla konstruktioner förutom den med takpannor på borde vara genomförbara. De fördelar som vi ser med denna typ av varmtak är framför allt att de inte innehåller några organiska material och har mycket få genomgående köldbryggor.

Men trots flera fördelar så finns det också nackdelar. En nackdel är att taket kan bli dyrare än ett traditionellt tak på grund av alla delar av stål och vissa annorlunda lösningar som kan försvåra arbetet för entreprenören. Men samtidigt tror vi att när alla plåtdelar är på plats går resten av taket snabbt att bygga, då det i stort sett bara är att lägga de olika lagren på den korrugerade plåten.

En annan nackdel är om fukt av någon anledning skulle ta sig in i konstruktionen kan det vara besvärligt att bli av med den då taket är oventilerat. Även om konstruktionen inte har några delar av organiskt material kan fukt skapa problem.

Något som skulle kunna tala emot användandet av denna typ av tak är dess utseende. Men som vi har visat med våra detaljer går det att variera takets utseende på flera olika sätt genom att byta ytskikt. Dock uppstår det problem om takplattor ska fästas på taket. Då takplattornas vikt är betydligt större än de andra ytskikten så bidrar detta till att plåtens nedböjning blir mycket större vilket kan vara svårt att klara av. Hur stort detta problem är måste dock undersökas närmare innan det går att avgöra om konstruktionen är genomförbar.

Ett annat problem som kan vara svårare att lösa är hur läkten ska fästas ovanpå takkonstruktionen. Eftersom läkten måste vara fast infäst går det inte att fästa den med hjälp av de mekaniska infästningar som finns i konstruktionen. Att läkten fästs ovanpå tätskiktet gör också att alla infästningar som fästs i läkten och den underliggande korrugerade plåten måste gå igenom tätskiktet vilket innebär att fukt kan ta sig in i konstruktionen. Det är svårt att få hålen vid skruvarna helt täta vilket gör att hål i tätskiktet bör undvikas. Då taket inte har av luftning bör alla risker för att få in fukt i konstruktionen övervägas noga innan taket byggs. Det kanske går att undvika problemet med hål i tätskiktet om man har ett lager ovanpå tätskiktet som det går att fästa läkten i. Dock behövs detta lager fästas på något sätt. Ett alternativ skulle kunna vara att limma detta lager ovanpå tätskiktet. Ett annat alternativ skulle kunna vara att limma läkten på ett liknande sätt som taksäkerheten är limmad. I båda dessa förslag måste den mekaniska infästningen klara av att komprimeras av tyngden från takpannorna.

Det kanske trots allt är bättre att använda sig av en traditionell takkonstruktion om byggnaden ska ha ett tak med takpannor då det inte finns något enkelt sätt att fästa läkten på i ett varmtak. Vid de andra ytskikten som vi har med i rapporten borde dock varmtak vara ett bra alternativ då det inte krävs allt för stora anpassningar för att de ska klara en lutning på 45°. Även om inte alla småhus byggs med varmtak i framtiden är det bra att alternativet finns.

Idag finns det färdiga sandwichelement som är gjorda för att användas i tak. Detta är något som vi inte har tittat på men som eventuellt skulle kunna underlätta användandet av varmtak på småhus.

Även om denna typ av varmtak som behandlas i detta examensarbete kan vara något dyrare än andra taktyper tror vi ändå att det kan finnas en marknad för denna typ av tak då konstruktion är fuktsäker, välisolerad och har få köldbryggor. Det är också en konstruktion som kan hålla i många år om allt monteras på rätt sätt.

5. Källförteckning

- Bjarnessystem. (den 24 04 2017). *bjarnessystem.se*. Hämtat från Produkt Krabban:
<http://www.bjarnessystem.se/produkter/krabban>
- Boverket. (2010). *Säkerhet på tak*. Karlskrona: Boverket.
- Boverket. (den 20 maj 2014). *Taksäkerhet*. Hämtat från Boverket.se:
<http://www.boverket.se/sv/byggande/sakerhet/taksakerhet/>
- Boverket. (den 01 Mars 2015). *boverket.se*. Hämtat från Energihushållning:
<http://www.boverket.se/globalassets/vagledning/kunskapsbanken/bbr/bbr-22/bbr-avsnitt-9>
- Boverket. (den 01 Maj 2015). *Regelsamling för byggande, BBR*. Hämtat från Boverket.se:
<http://www.boverket.se/globalassets/publikationer/dokument/2015/regelsamling-for-byggande-bbr-2015.pdf>
- Edström, B. (den 5 5 2017). Idér kring anslutning vägg möte tak. (K. Andersson, & H. Börjesson, Intervjuare)
- emrahus. (den 14 Mars 2017). *emrahus.se*. Hämtat från Passivhus och energihus – bara sunt förnuft: <http://www.emrahus.se/passivhus/>
- Eriksson, N. (den 20 04 2017). Respons på detaljer. (K. Andersson, & H. Börjesson, Intervjuare)
- Fors, T. (den 17 02 2017). Isolering hos paroc. (K. Andersson, & H. Börjesson, Intervjuare)
- Icopal. (den 1 juni 2017). *Listtäckning*. Hämtat från icopal.se:
<http://www.icopal.se/Produkter/branta/yttertak/listtackning.aspx>
- Icopal. (den 1 Juni 2017). *Tätskikt och system för låglutande tak*. Hämtat från icopal.se:
<http://www.icopal.se/Gamla%20sidor/Produktsortiment/laglutande/tatskiktsmattor.aspx>
- Isover. (den 06 Mars 2014). *isover.se*. Hämtat från Så här undviker du fuktproblem:
<http://www.isover.se/news/sa-har-undviker-du-fuktproblem>
- Isover. (2017). *U-värdeberäkningar*. Hämtat från Isover: <http://www.isover.se/u-vardesberakning>
- Lejonmark, S. (den 21 april 2017). Respons på detaljer. (H. B. Andersson, Intervjuare)
- Lindab. (den 09 05 2017). *lindab.se*. Hämtat från Produktfakta - högprofil:
<https://itsolution.lindab.com/LindabWebProductsDoc/PDF/Documentation/BuildingProducts/se/Technical/lhp130.pdf>
- Lindab. (den 20 04 2017). *Lindab.se*. Hämtat från LHP 130 :
<http://www.lindab.com/se/pro/products/pages/lhp-130.aspx>
- Nellström, M. (den 12 maj 2017). Byggingenjör WHITE. (K. Andersson, Intervjuare)
- Olofsson, M., & Fors, T. (den 19 04 2017). Respons på detaljer. (K. Andersson, & H. Börjesson, Intervjuare)
- PAROC. (den 07 03 2017). *www.paroc.se/knowhow/brand*. Hämtat från www.paroc.se:
<http://www.paroc.se/knowhow/brand>
- PAROC AB. (den 1 Oktober 2016). *PAROC.se*. Hämtat från PAROC PROOF:
www.paroc.se/-/media/Files/Brochures/Sweden/Paroc-proof-roof-solutions-SE.ashx
- Persson Lindgren, C. (2010). *Bygg fuktsäkra takkonstruktioner*. Sverige: Skanska Sverige AB.
- Petersson, B.-Å. (2013). *Tillämpad Byggnadsfysik*. Göteborg: Studentlitteratur AB.
- Scandinavian Green Roof Institute. (den 22 Maj 2017). *Om gröna tak*. Hämtat från greenroof.se: <http://greenroof.se/om-grona-tak/>
- SFS intec. (den 17 maj 2017). *www.sfsintec.biz*. Hämtat från Filer för nedladdning:
https://www.sfsintec.biz/sfs_download/media/sv/general_media/downloadcenter

/sfs_intec_mo_sv/prislista_katalog_bygg/katalog__l_glutande_tak__engelska_.pdf

Stein, J. (den 10 04 2017). Information om Sedumtak. (K. Andersson, & H. Börjesson, Intervjuare)

Svensk byggtjänst. (2015). *AMA hus 14*. Stockholm: AB Svensk byggtjänst.

Taksäkerhetskommittén. (2015). *Branschstandard - Taksäkerhet*. Stockholm: Taksäkerhetskommittén.

Taksäkerhetskommittén. (den 11 Maj 2017). *Branschstandard för taksäkerhet*. Hämtat från taksakerhet.se: <http://www.taksakerhet.se/>

Taksäkerhetskommittén. (den 11 Maj 2017). *medlemmar i tsk*. Hämtat från taksakerhet.se: http://www.taksakerhet.se/om_tsk/medlemmar-i-tsk/

Vegtech. (den 21 04 2017). *vegtech.se*. Hämtat från gröna tak - Sedumtak: <http://www.vegtech.se/grona-tak---gardar/sedumtak/>

wikipedia. (den 4 Juni 2016). *wikipedia.se*. Hämtat från Mineralull: <https://sv.wikipedia.org/wiki/Mineralull>

Örnhall, H. (2015). *Bostadsbestämmelser 2015*. Malmö: AB Svensk Byggtjänst.

6. Figurförteckning

Figur 1 Isoleringsuppbyggnad med lamell (PAROC AB, 2016).	6
Figur 2 Isoleringsuppbyggnad med isoleringsskiva (PAROC AB, 2016).....	6
Figur 3 Illustration av hur krafter överförs från ett plåttak via väggarna ner till marken beroende på hur plåten placeras. Författarnas egen illustration.	8
Figur 4 Steg 1 i utförandet av basdetaljen. Författarnas egen illustration.....	11
Figur 5 Steg 2 i utförandet av basdetaljen. Författarnas egen illustration.....	11
Figur 6 Steg 3 i utförandet av basdetaljen. Författarnas egen illustration.....	12
Figur 7 Steg 4 i utförandet av basdetaljen. Författarnas egen illustration.....	12
Figur 8 Exempel på mekanisk infästning. (SFS intec, 2017)	12
Figur 9 Steg 5 i utförandet av basdetaljen. Författarnas egen illustration.....	13
Figur 10 Steg 6 i utförandet av basdetaljen. Författarnas egen illustration.....	13
Figur 11 Basdetaljen på varmtak med tätskiktspapp. Författarnas egen bild.....	14
Figur 12 Exempel på industritak med bandtäckt plåt (PAROC AB, 2016)	15
Figur 13 Infästningsanordning krabban (Bjarnessystem, 2017).....	15
Figur 14 Detalj på varmtak med bandtäckt plåt som ytskikt. Författarnas egen bild.....	15
Figur 15 Detalj på varmtak med tvåstegstätning. Författarnas egen bild.....	16
Figur 16 Detalj på varmtak med takpannor med genomgående infästning. Författarnas egen bild.	17
Figur 17 Detalj på varmtak med takpannor med limmad läkt. Författarnas egen bild...	18
Figur 18 Exempel på ett grönt industritak med underlag av plåt.	19
Figur 19 Detalj på grönt varmtak. Författarnas egen bild.	19
Figur 20 Illustration av trekantlist (Icopal, 2017).	20
Figur 21 Detalj på varmtak med trekantlist. Författarnas egen bild.	20
Figur 22 Olika infästningar mellan vägg och korrugerad plåt. Författarnas egen bild. .	21
Figur 23 Detalj på takfot med synlig utvändig konsol. Författarnas egen bild.	22
Figur 24 Detalj på takfot med dold utvändig konsol. Författarnas egen bild.....	23
Figur 25 Detalj på takfot av utstickande korrugerad plåt. Författarnas egen bild.....	24
Figur 26 Detalj på takfot av utstickande C-profil. Författarnas egen bild.....	25
Figur 27 Detalj på rakt avslut. Möte mellan murad tegelvägg och varmtak. Författarnas egen bild.	26
Figur 28 Detalj på utåtgående avslut. Möte mellan murad tegelvägg och varmtak. Författarnas egen bild.	27
Figur 29 Detalj på tvåstegstätning Möte mellan murad tegelvägg och varmtak. Författarnas egen bild.	28
Figur 30 Detalj på taknock. Författarnas egen bild.	29
Figur 31 Detalj på gavelanslutning träregelvägg med kort taksprång. Författarnas egen bild.	30
Figur 32 Detalj på gavelanslutning träregelvägg med taksprång av konsol. Författarnas egen bild.	31
Figur 33 Detalj på gavelanslutning träregelvägg med kort takfot av utstickande korrugerad plåt. Författarnas egen bild.....	31
Figur 34 Detalj på gavelanslutning murad vägg. Författarnas egen bild.....	32



VINDLASTBERÄKNING

SS EN 1991-1-4/NA:2010

Skapad av: Sebastian Lejonmark - SFS intec AB

den 19 april 2017

KUND

SFS INTEC AS

KONTAKTPERSON

PROJEKT

HAMPUS

Ansvarsfriskrivning

Ansvar

Denna beräkning är gjord med hjälp av en standardiserad beräkningsmodell. Beräkningen har tagits fram av SFS intec med hjälp av IT-program baserad på information från beställaren. Informationen som använts redovisas i vindlastberäkningen. Det åligger beställaren att säkerställa att underlaget överensstämmer med de angivna värdena i beräkningen.

SFS Intec AS

Hampus

Skapad av: Sebastian Lejonmark - SFS intec AB



Vindlastberäkning

SS EN 1991-1-4/NA:2010

Datum:	19 apr 2017
Kund:	SFS Intec AS
Projekt:	Hampus
Byggnadens höjd (m):	10
Byggnadens längd (m):	15
Byggnadens bredd (m):	10
Taktyp:	Sadeltak >5°, Vinkel (grader): 45°
Typ av underlag:	Plåt 0,70 mm
Takplåtsprofil:	Arcelor Hacierco 135/310 (310mm)
Koefficient för inre tryck (Cpi):	Icke lufttät konstruktion med normala öppningar (Cpi=0,2)
Terrängtyp:	Terrängtyp II
Byggnadens läge:	Göteborg Importgatan 15 L Göteborg Sweden
Aktuell vindhastighet (m/s):	25
Platsrelaterade lastfaktorer:	Altitud: 3m Calt: 1,000 Co: 1,0 Cdir: 1,0 Cseason: 1,0
Karateristiskt vindtryck (Qp):	0,84 kN/m2
Säkerhetsfaktor:	Sekundära konstruktionselement, säkerhetsklass 1 (YQ=1,25)

Infästningar för isolerskivor

Typ av isolerskiva:	Kombinationstak
Skivstorlek isolering (m):	1,2x2,4
Isolertjocklek (mm):	200
Tjocklek befintlig uppbyggnad/isolering (mm):	0

Tätskiktsinfästning

	Hörnzon	Randzon	Mittzon	Takås
Totalyta/Beräknad tätskiktsarea (m2)	27 / 30	33 / 36	65 / 73	26 / 29
Wtot (kN/sqm)	1,79	2,31	1,47	1,47
Tätskikt:	MonoPM	MonoPM	MonoPM	MonoPM
Bricka/Hylsa:	SFS intec RP45 (650N, 180mm)	SFS intec RP45 (650N, 180mm)	SFS intec RP45 (650N, 180mm)	SFS intec RP45 (650N, 180mm)
Infästning:	SFS intec BS-4,8 (718N, 70mm)	SFS intec BS-4,8 (718N, 70mm)	SFS intec BS-4,8 (718N, 70mm)	SFS intec BS-4,8 (718N, 70mm)
Infästningar/kvadratmeter (st):	3,67	3,67	3,67	3,67
Avstånd mellan infästningsrader (mm):	880	880	880	880
CC-avstånd mellan infästningar (mm):	310	310	310	310
Antal infästningar (st):	98	120	239	96

Summering infästningar (st): 553 st

Linjärinfästning för sarg och hinder

Metod:	-
Total sarglängd (m):	50
Totalt antal infästningar (st):	0

SFS Intec AS

Hampus

Skapad av: Sebastian Lejonmark - SFS intec AB

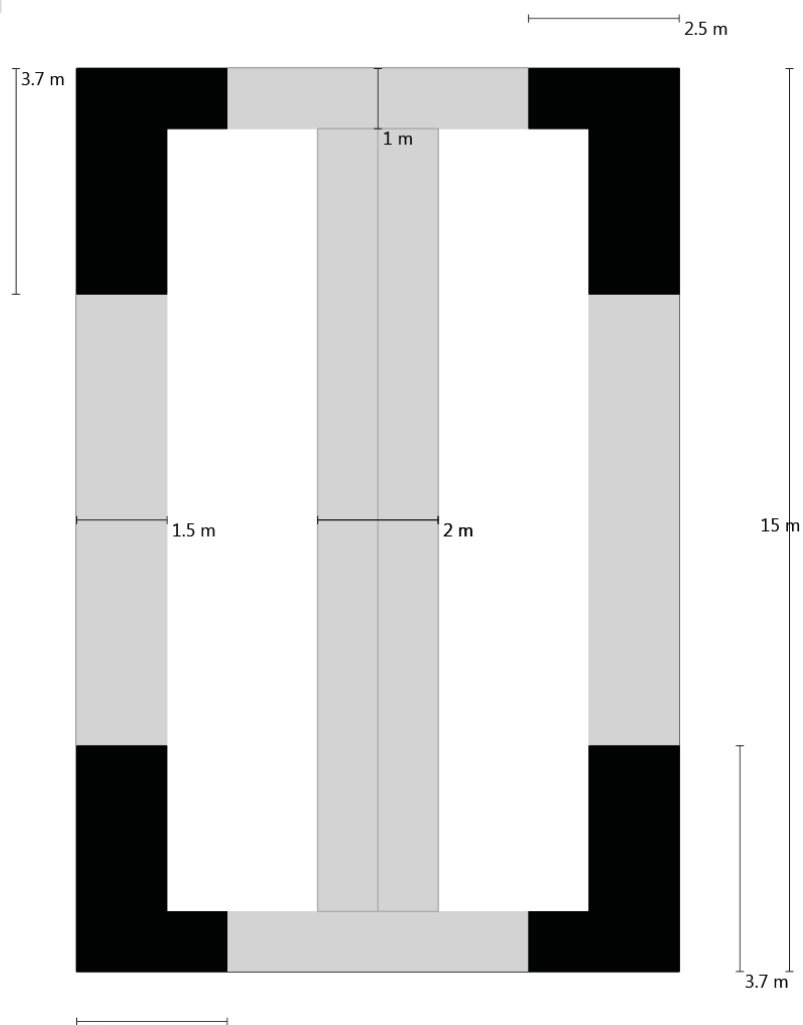
Vindlastberäkning

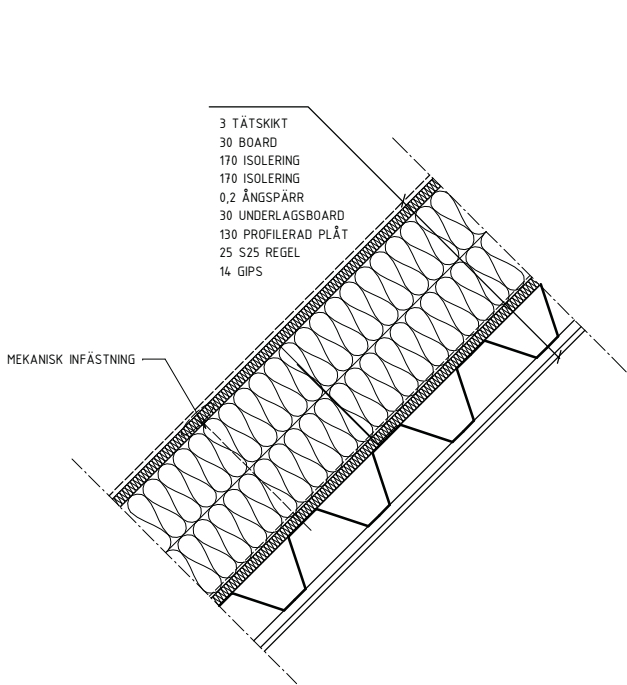
SS EN 1991-1-4/NA:2010

Takplan - Infästningsmönster tätskikt

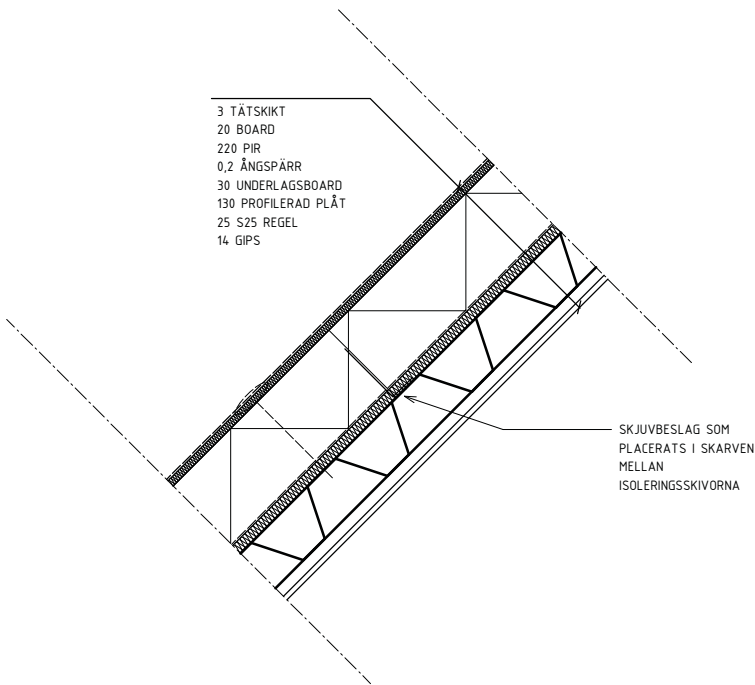
Datum:	19 apr 2017			
Kund:	SFS Intec AS			
Projekt:	Hampus			
	Hörnzon	Randzon	Mittzon	Takås
Totalyta/Beräknad tätskiktsarea (m ²)	27 / 30	33 / 36	65 / 73	26 / 29
Wtot (kN/sqm)	1,79	2,31	1,47	1,47
Tätskikt:	MonoPM	MonoPM	MonoPM	MonoPM
Bricka/Hylsa:	SFS intec RP45 (650N, 180mm)	SFS intec RP45 (650N, 180mm)	SFS intec RP45 (650N, 180mm)	SFS intec RP45 (650N, 180mm)
Infästning:	SFS intec BS-4,8 (718N, 70mm)	SFS intec BS-4,8 (718N, 70mm)	SFS intec BS-4,8 (718N, 70mm)	SFS intec BS-4,8 (718N, 70mm)
Infästningar/kvadratmeter (st):	3,67	3,67	3,67	3,67
Avstånd mellan infästningsrader (mm):	880	880	880	880
CC-avstånd mellan infästningar (mm):	310	310	310	310
Antal infästningar (st):	98	120	239	96

 Hörnzon

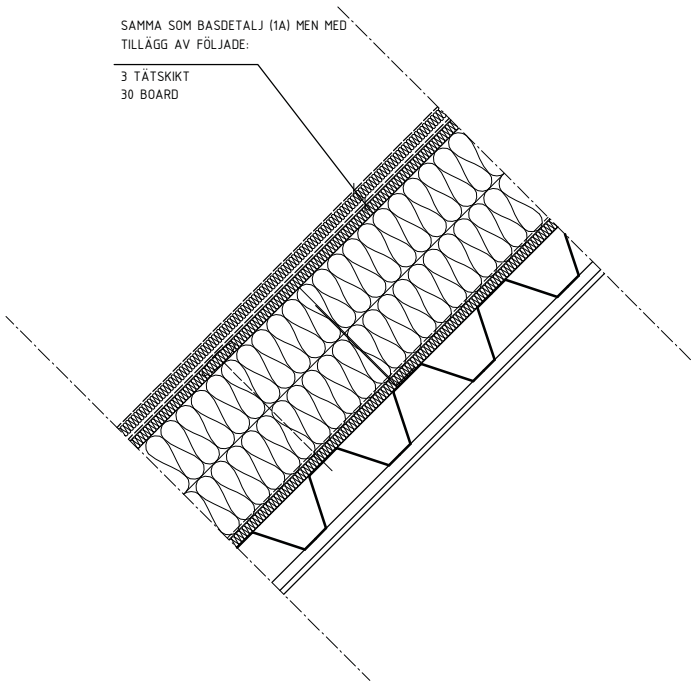
 Randzon




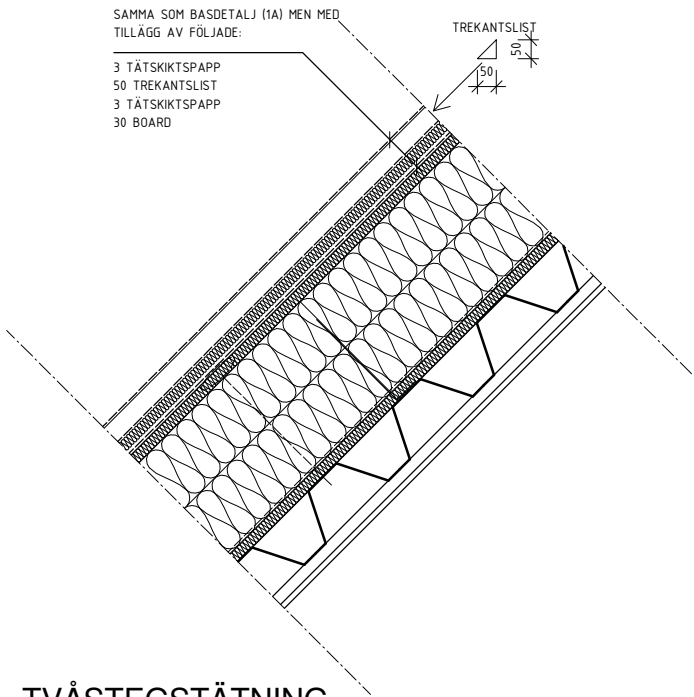
1A BASDETALJ
1 : 10



1B PIR ISOLERING
1 : 10

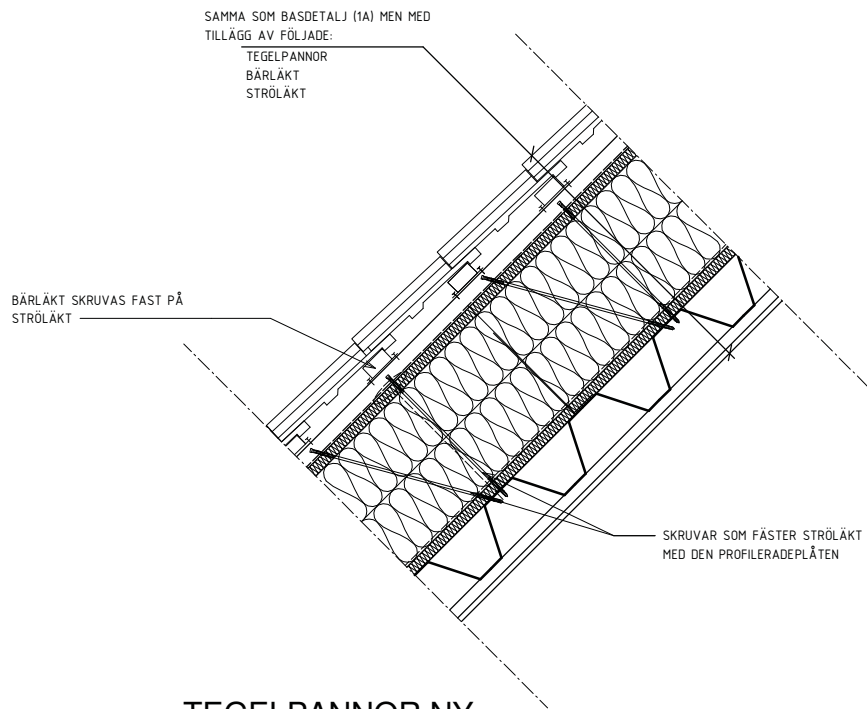


2A TVÅSTEGSTÄTNING
1 : 10

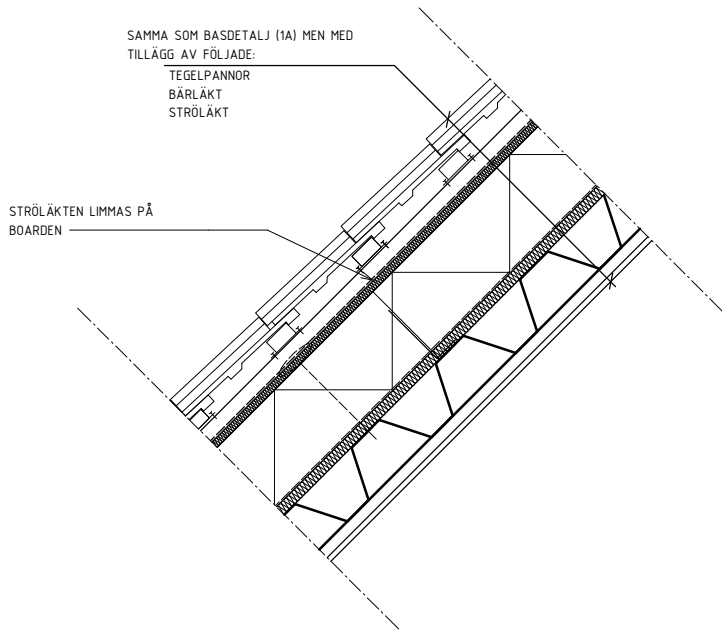


2B TVÅSTEGSTÄTNING
TREKANTSLIST
1 : 10

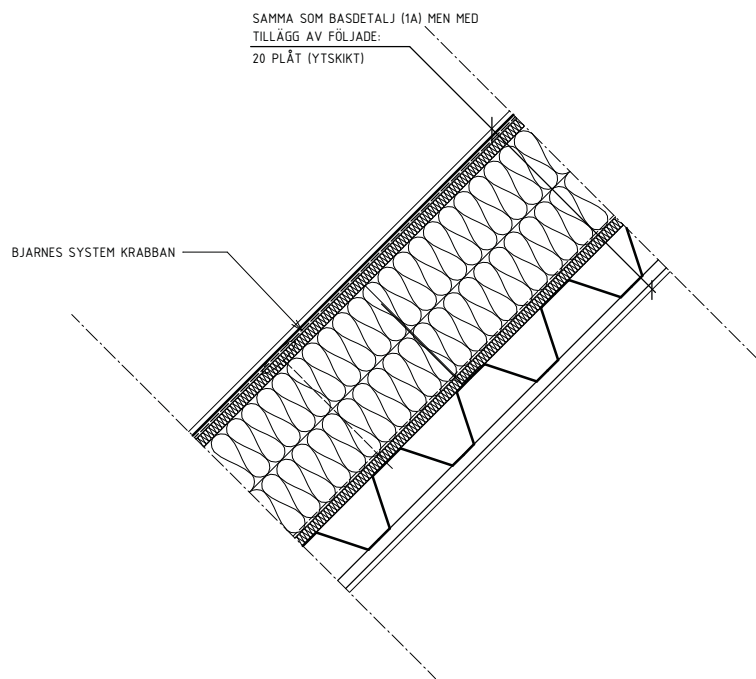
CHALMERS		
PROJEKT ARKX04	REDAKTÖR HB KA	ANSVARIG M. PERSSON
2017-05-29		
OLIKA YTTSKIKT SNITT I TAK		
SKALA 1:10	NUMMER A101	BET 1



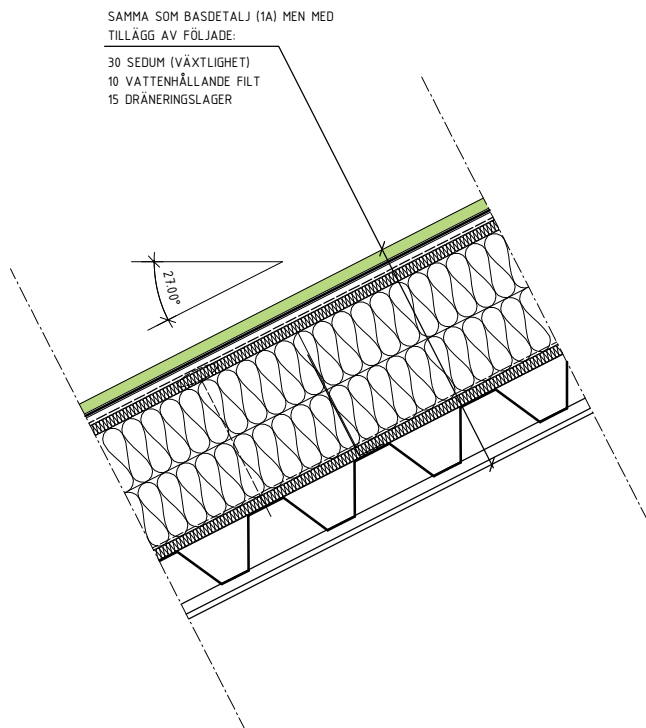
3A TEGELPANNOR NY
INFÄSTNING
1 : 10



3B TAKPANNOR PIR
1 : 10

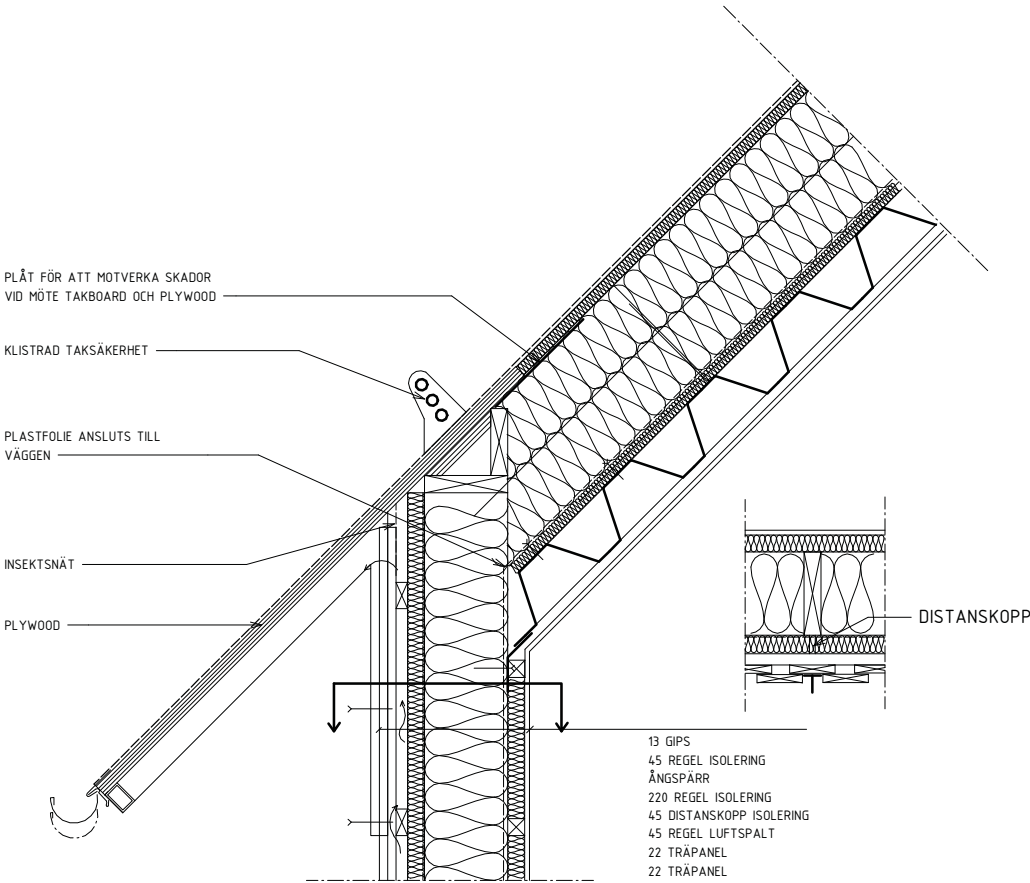


4 PLÅTTAK
1 : 10

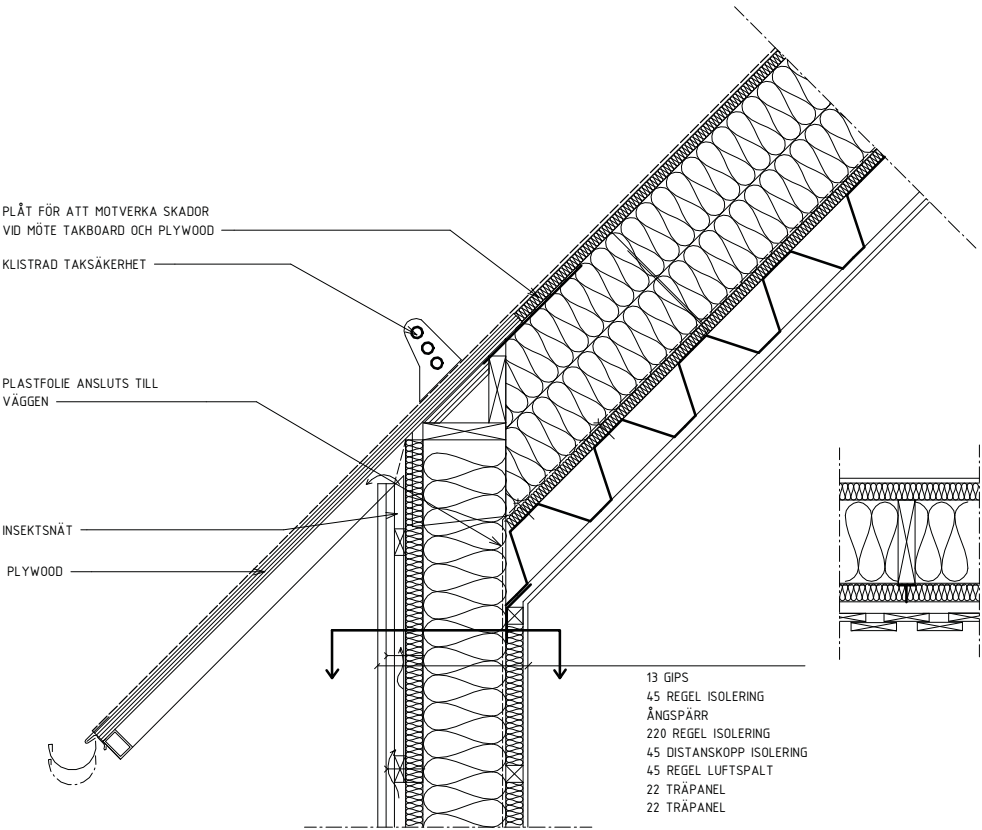


5 GRÖNTTAK
1 : 10

CHALMERS		
PROJEKT ARKX04	REVISOR HB KA	ANSVARIG M. PERSSON
05/29/17 OLIKA YTSKIKT SNITT I TAK		
SKALA	NUMMER A102	BET



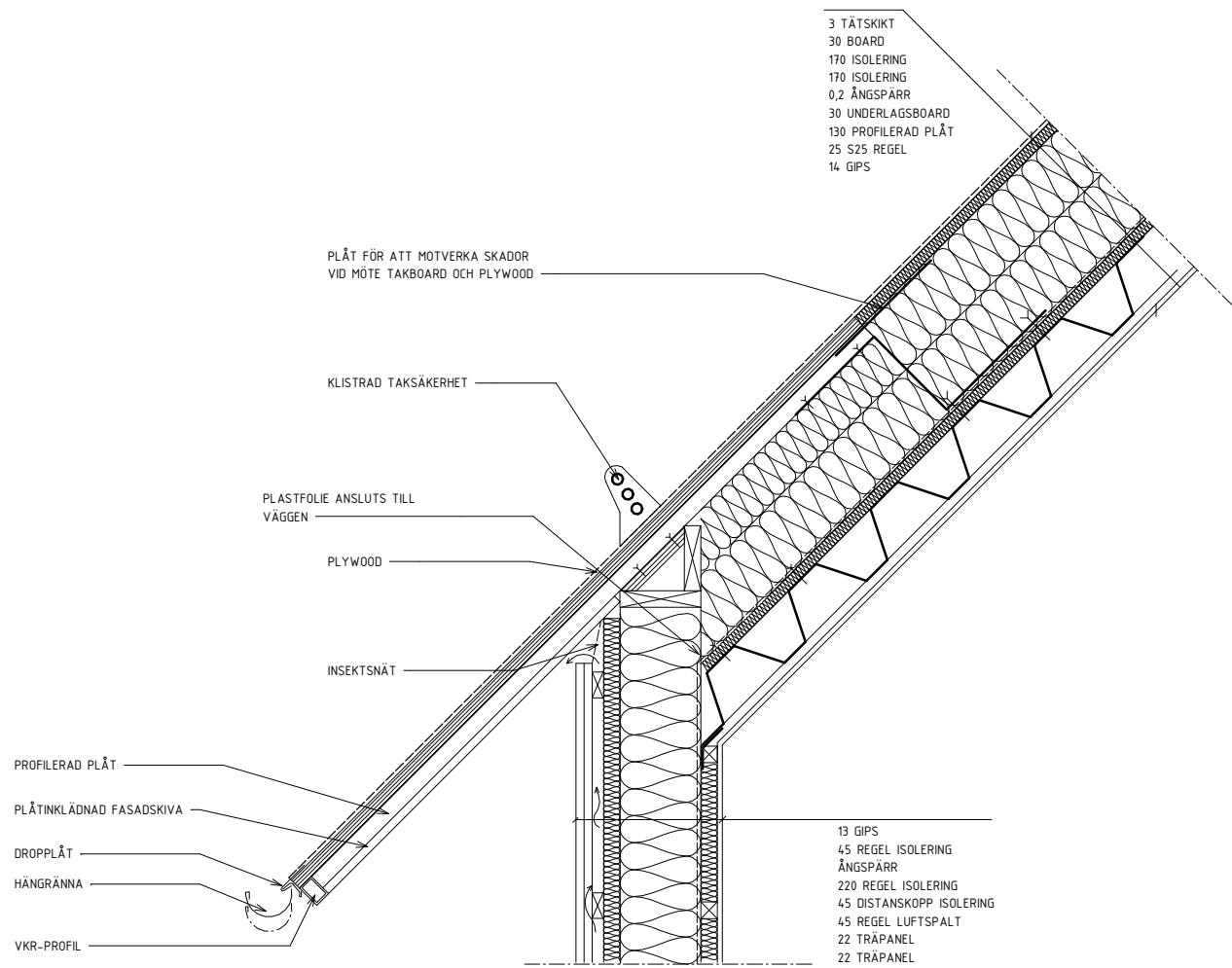
SYNLIG KONSOL
1 : 10



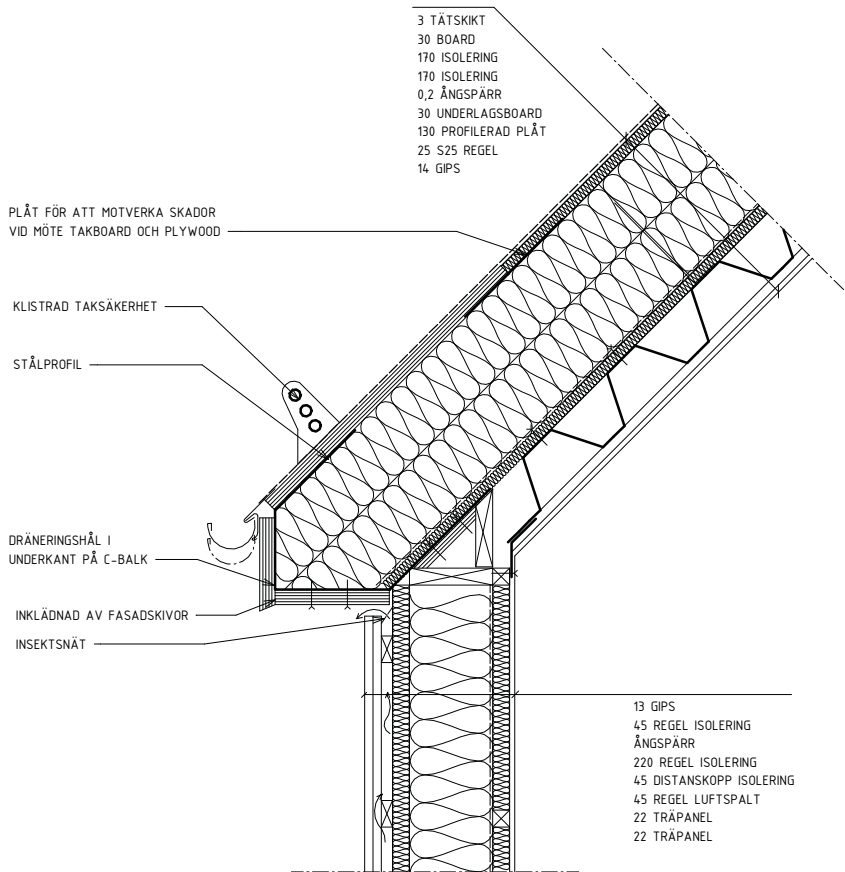
DOLD KONSOL
1 : 10

MÖTE TAK OCH TRÄREGELVÄGG

CHALMERS		
PROJEKT	REVISOR	ANSVARIG
ARKX04	HB KA	M.PERSSON
04/27/17	HB KA	
TRÄREGELVÄGG		
1		
SKALA	NUMMER	BET
1:10	A103	



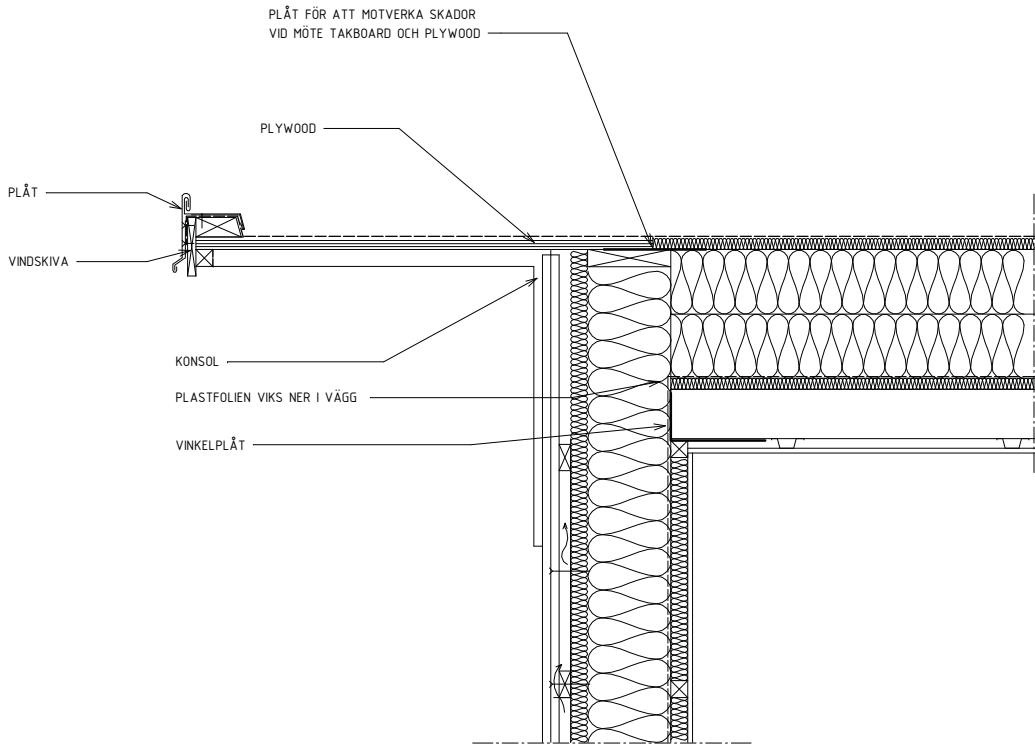
TAKFOT AV PROFILERAD PLÅT
1 : 10



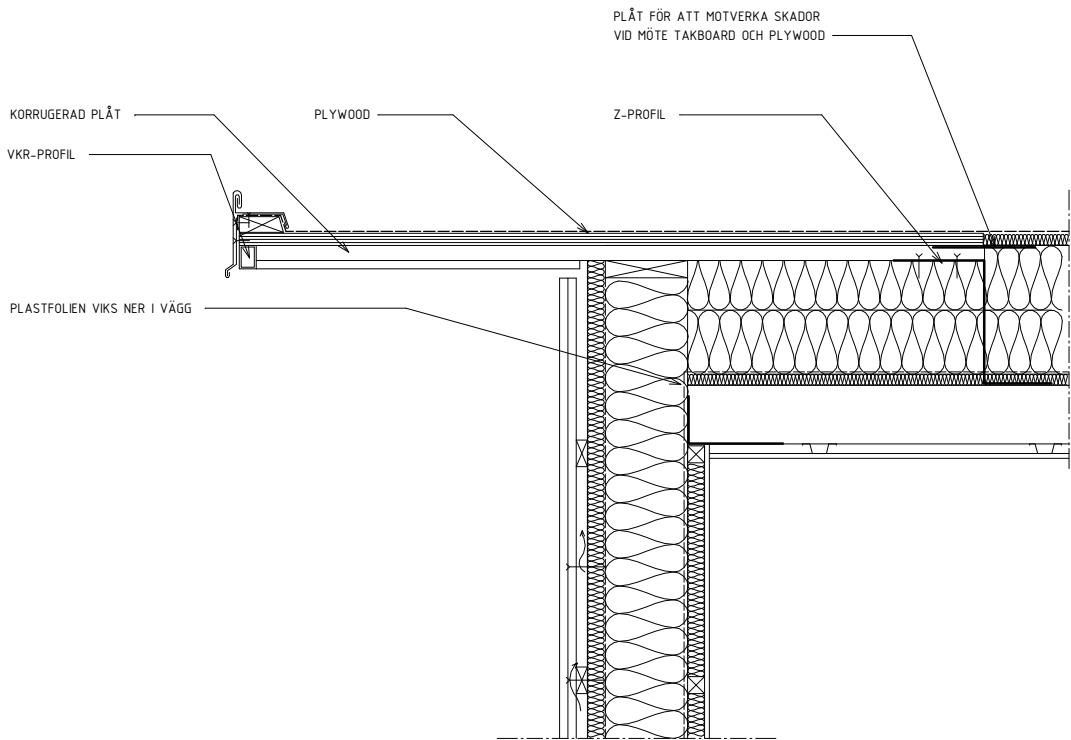
TAKFOT AV C-PROFIL
1 : 10

MÖTE TAK OCH TRÄREGELVÄGG

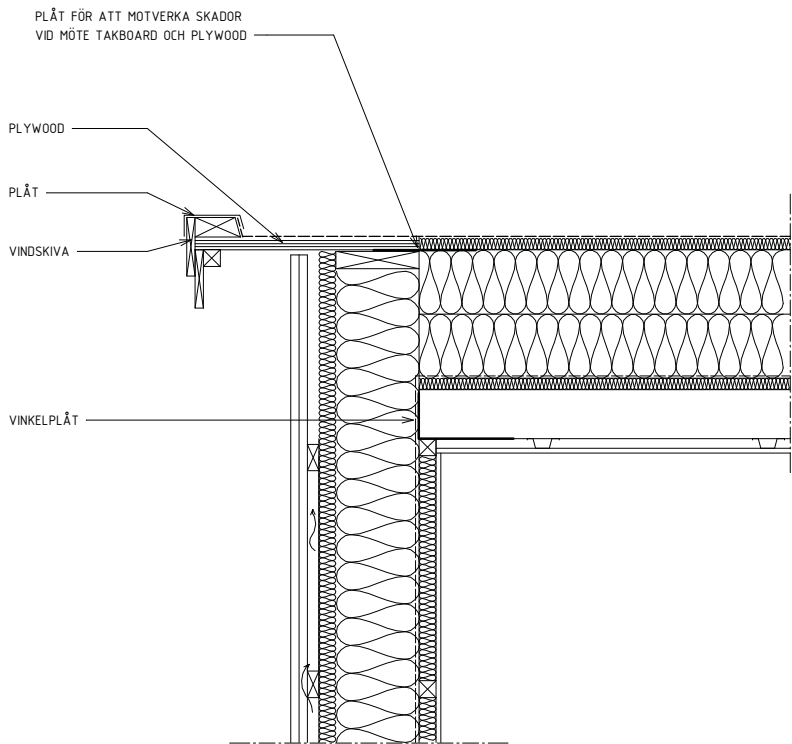
CHALMERS		
ARKX04	HB KA	M.PERSSON
05/05/17	HB KA	TRÄREGELVÄGG
2		
SKALA 1:10	NUMMER (A1) A104	BET



GAVEL TRÄREGLVÄGG 2
1 : 10

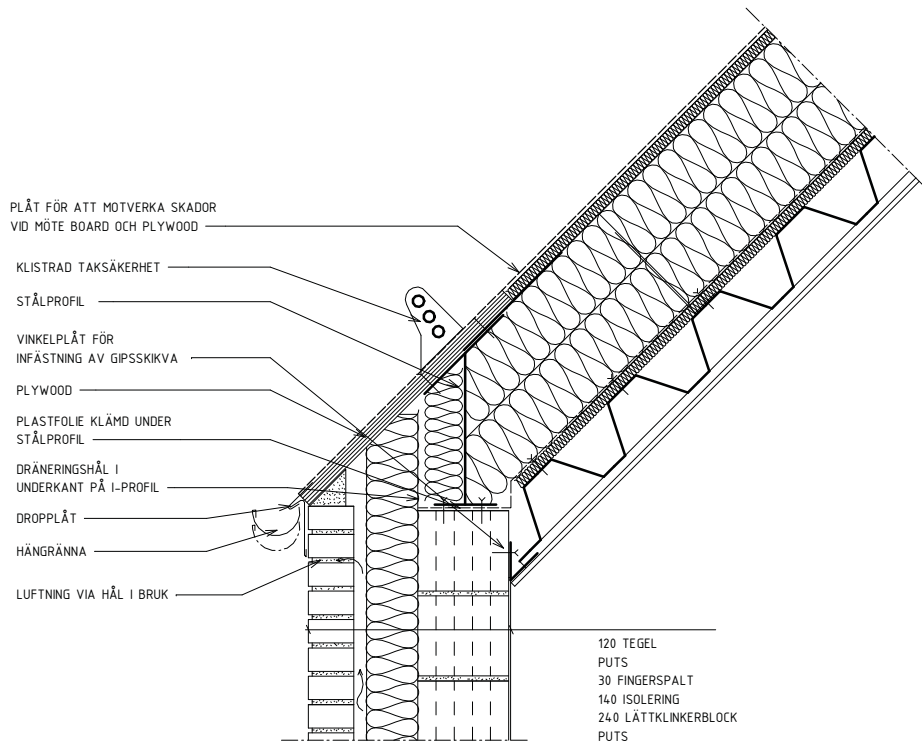


GAVEL TRÄREGLVÄGG 3
1 : 10

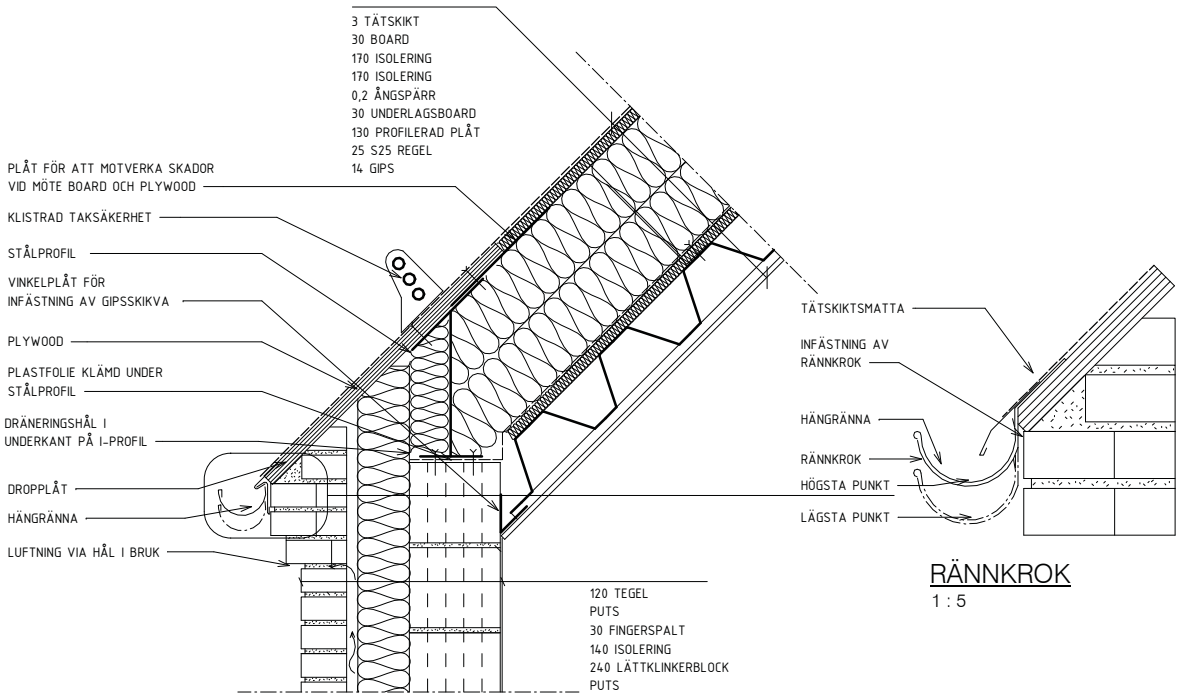


GAVEL TRÄREGLVÄGG 1
1 : 10

CHALMERS		
ARKX04	HB KA	M.PERSSON
05/22/17	HB KA	
GAVEL TRÄREGLVÄGG		
SKALA 1:10	NUMMER A105	BET



RAKT AVSLUT
1 : 10

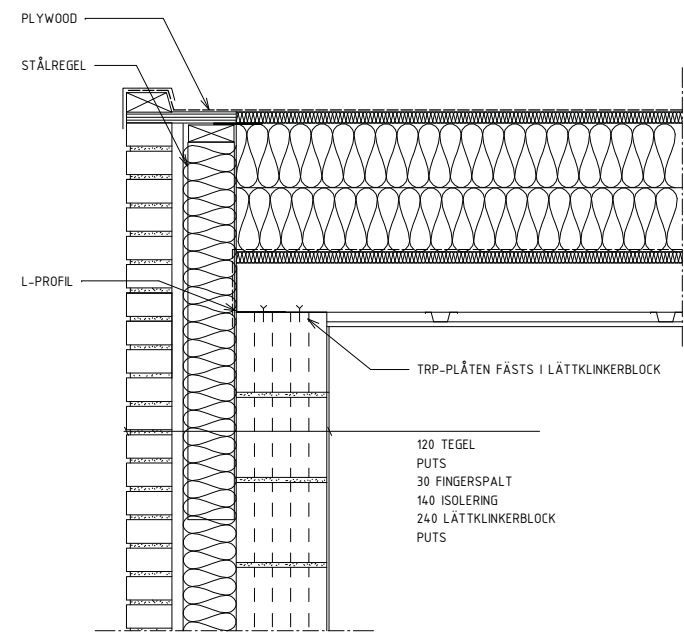


RÄNNKROK
1 : 5

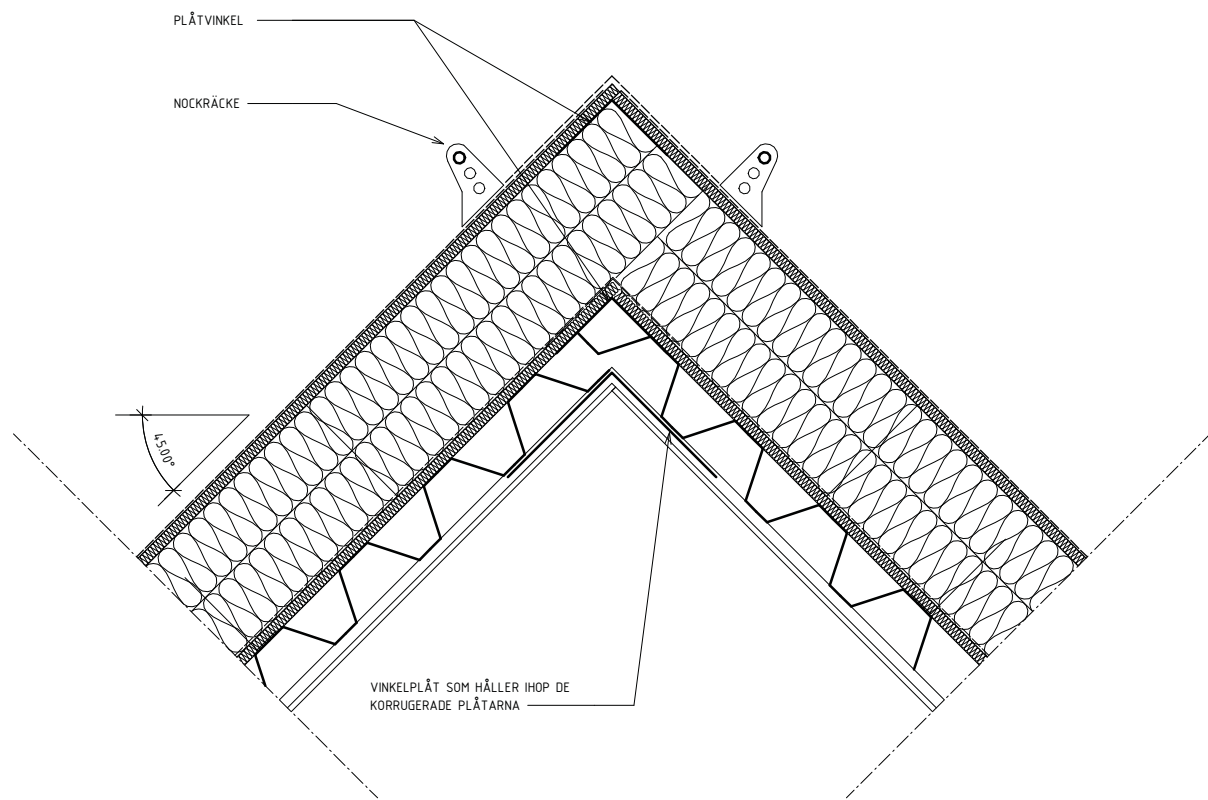
UTÅTGÅENDE AVSLUT
1 : 10

MÖTE TAK OCH TEGELVÄGG

CHALMERS		
PROJEKT ARKX04	REVISOR HB KA	ANSVARIG M.PERSSON
05/02/17 HB KA		
TEGELVÄGG		
SKALA 1:10	NUMMER A106	BET 1

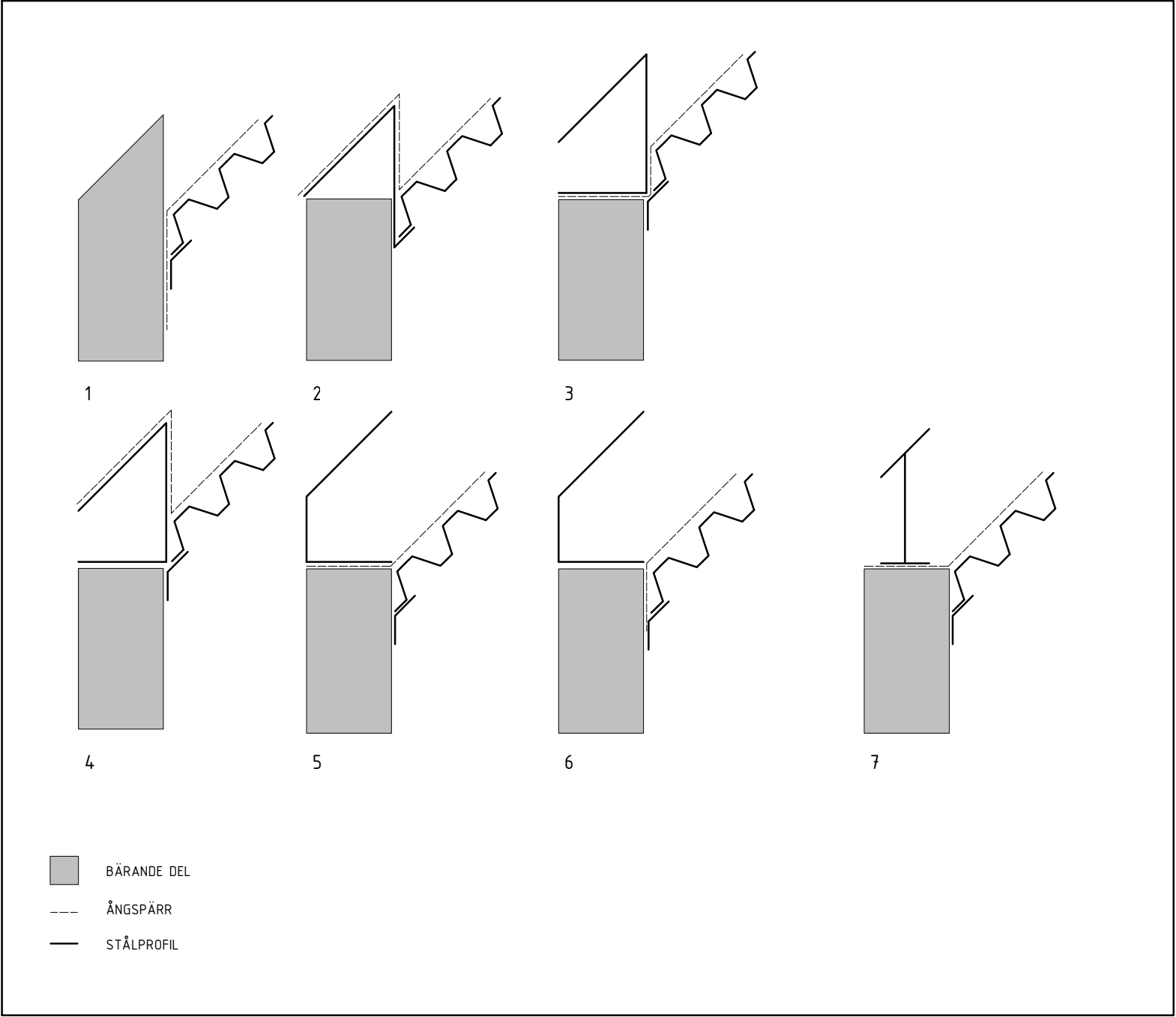


GAVEL TEGELVÄGG
1 : 10



Taknock
1 : 10

CHALMERS		
ARKX04	HB KA	M.PERSSON
05/18/17	HB KA	
Gavel teglvägg + taknock		
SKALA	107	BET



Infästning plåt
1 : 10

CHALMERS		
PROJEKT ARKX04	REVISOR HB KA	ANSVARIG M.PERSSON
DATUM 05/05/17	REVISOR HB KA	
PLÅT INFÄSTNINGSLTERNATIV		
SKALA (A1)	NUMMER A108	BET 1