

# FRAMTIDENS TAKTERRASSER OCH GRÖNA TAK

*-Materialvalval för isolering och tätskikt i ett hållbarhetsperspektiv*



**Anders Carlsson Jürke**

**2021-09-30**

# FÖRORD

Denna rapport är framtagen inom ett projekt som finansierats av Svenska Byggbranschens Utvecklingsfond, SBUF (SBUF projekt 13944).

Projektledare är Anders Carlsson Jürke och författare är Emma Brycke och Anders Carlsson Jürke, Skanska Sverige AB. Författarna arbetar till vardags med projektering och byggnadsfysikfrågor i husbyggnadsprojekt.

Projektet har stöd av referensgruppen bestående av:

David Grimheden, Veidekke

Caroline Sundqvist, Zengun

Nida Markus, Sisab

Julia Dalin, Skanska

Linus Torstensson, Raxsystems (Dry-It)

Roger Nilsson, Tätskiktsgarantier Norden

Hosein Aminy, Takcentrum

Hans Månsson, BMI group

Mikael Kemp Nordic Waterproofing

Vi har också haft stor hjälp av flera leverantörer som bidragit med kunskap och kommit med input. Vi vill också rikta ett stort tack till de personer som ställt upp och svarat på frågor och enkäter.

Vi vill rikta ett stort tack till alla deltagare i projektet som medverkat i workshop, svarat på frågor och bidragit med sina olika kompetenser och kunskapsområden.

Författarna

September 2021

# SAMMANFATTNING

Mängden takterrasser och gröna tak ökar stadigt. Samtidigt är inträngande vatten genom tak, platta tak, terrasser och gårdsbjälklag en av de byggdelarna med flest skador i våra byggnader. Takterrasser och låglutande tak ställer bland annat mycket höga krav på vattentäthet och vattenavledning.

Samtidigt är klimatfrågan en stor samhällsutmaning. För att minska utsläppen av växthusgaser är det viktigt att använda material med så låg klimatpåverkan som möjligt, samtidigt som det är viktigt att inte behöva bygga om konstruktioner i onödan. I denna förstudie har därför vanliga byggtekniker som idag används för isolering och tätskikt i konstruktioner för takterrasser och gröna tak utvärderats med avseende på klimat, arbetsmiljö och kvalitet.

En omvärldsbevakning har utförts för att undersöka hur konstruktionerna utformas idag. Även klimatpåverkan har utretts genom en analys av klimatbelastning för framställning av de olika materialen. Arbetsmiljörisker har utvärderats genom att fråga personer i branschen och en workshop har hållits med referensgruppen där klimat, arbetsmiljö och kvalitet har diskuterats.

Klimatbelastningen har utvärderats för flera olika isolerings- och tätskiktssupbyggnader. Valen av material är baserat på vad studien kommit fram till om arbetsmiljö och kvalitet, samt vilken koldioxidpåverkan respektive material har.

I projektet har vi kommit fram till att det inte är typen av uppbyggnad som påverkar resultatet i slutändan gällande kvalitet utan det främst är projektering och utförande. Detaljprojektering av detaljer för tätskikten är mycket kritisk och behöver lämnas stor omsorg. Det är också mycket viktigt att ett färdigställt tätskikt behandlas på rätt sätt under byggtiden, för att minska risken för mekaniska skador på tätskiktet innan överbyggnaden kommer på plats.

För klimatbelastningen från isolerings- och tätskiktssupbyggnaden är det framförallt isolervälet och till viss del tätskiktet samt infästningsmetod som påverkar värdena. Klimatbelastningen kan även sänkas genom att använda återbrukade material där det är möjligt.

Ett sätt att förbättra arbetsmiljön kan vara att använda mindre varmasfalt, dock är detta en beprövad lösning som används i många tak idag så detta val får bedömas i varje enskilt fall. Tätskiktssupbyggnader med omvänt tak, alltså att isoleringen ligger ovanför tätskiktet, kan vara ett bra alternativ både med avseende på miljö och arbetsmiljö då man minskar mängden klister som används i konstruktionen och kan välja isolering med lägre koldioxidbelastning.

# INNEHÅLL

1. INLEDNING .....	6
1.1 BAKGRUND .....	6
1.2 MÅL OCH SYFTE.....	6
1.3 AVGRÄNSNINGAR OCH DEFINITIONER.....	6
1.4 LÄSANVISNINGAR .....	7
2. GENOMFÖRANDE .....	8
2.1 OMVÄRLDSANALYS .....	8
2.2 WORKSHOP .....	8
2.3 KLIMATANALYS.....	8
2.4 ARBETSMILJÖANALYS.....	8
2.5 SLUTSEMINARIUM .....	8
3. OMVÄRLDSANALYS.....	9
3.1 KRAV PÅ TAKTERRASSER OCH GRÖNA TAK .....	9
3.2 TAKTERRASSERS OCH GRÖNA TAKS INGÅENDE DELAR .....	10
3.2.1 Överbyggnad.....	10
3.2.2 Tätskikt.....	10
Enlagstäckning- .....	10
Tvålagstäckning-.....	10
Undre tätskikt-.....	10
3.2.3 Isolering .....	11
3.2.4 Underkonstruktion /bjälklag .....	11
Betongbjälklag.....	11
Underlag av trapetsprofilerad plåt .....	11
Träbjälklag. ....	11
Takstolar/uppstolpat tak av trä .....	11
Takelement och hybridkonstruktioner.....	11
3.3 OLIKA ISOLERINGS- OCH TÄTSKIKTSUPPBYGGNADER .....	12
3.3.1 Normaltak.....	12
3.3.2 Kompakttak .....	12
3.3.3 Omvänt tak .....	13
3.3.4 Duotak.....	13
3.3.5 Kallt tak .....	14
3.4 OLIKA TERRASSÖVERBYGGNADER.....	14
3.4.1 Gröna tak.....	14
3.4.2 Tung överbyggnad.....	14
3.4.3 Platsgjuten betong .....	14
3.4.4 Löslagda plattor .....	15
3.4.5 Trätrall .....	15
3.4.6 Exponerat tätskikt .....	15
3.5 TÄTSKIKT .....	15
3.5.1 Bitumentätskikt och tätskiktsmattor .....	15
Tätskiktsmatta.....	15
SBS.....	16
APP.....	16
Gjutasfalt och asfaltsmastix .....	16
3.5.2 Takdukar .....	17

PVC.....	17
TPO/FPO.....	17
Gummiduk-EPDM.....	17
3.5.3 Flyttapplicerade tätskikt.....	17
3.6 ÅTERVINNING AV TÄTSKIKT.....	18
3.6.1 Återvinning av bitumentätskikt.....	18
3.5.2 Återvinning av PVC.....	18
3.6.3 Återvinning av TPO.....	18
3.6.4 Återvinning av EPDM.....	18
3.7 ISOLERING.....	18
3.7.1 Mineralull.....	18
3.7.2 EPS.....	19
3.7.3 XPS.....	19
3.7.4 PIR.....	19
3.7.5 Cellglas.....	19
3.8 ÅTERVINNING AV ISOLERING.....	19
3.8.1 Återvinning av mineralull.....	19
3.8.2 Återvinning av cellplastisolering.....	19
3.8.1 Återvinning av cellglas.....	20
3.9 ÖVRIGA MATERIAL I TAKTERRASSER.....	20
3.9.1 Varmasfalt.....	20
3.9.2 Kallasfalt.....	20
3.9.3 PU-lim och skumlim.....	20
3.9.4 Primer.....	21
3.9.5 Dräneringsmatta.....	21
3.9.6 Fiberduk.....	21
3.9.7 Rotskydd.....	21
<b>4 KLIMATANALYS- NULÄGE.....</b>	<b>22</b>
4.2 KLIMATDEKLARATION AV BYGGNADER.....	22
4.3 MILJÖVARUDEKLARATION.....	23
4.4 STATUS PÅ PRODUKTSPECIFIK KLIMATDATA.....	23
<b>5 KLIMATPÅVERKAN AV MATERIAL I TAKTERRASSER.....</b>	<b>24</b>
5.4 METOD- KLIMATANALYS.....	24
5.1.1 Klimatpåverkan från olika kategorier av material.....	24
Övre tätskikt.....	25
Nedre tätskikt.....	26
Isolering.....	27
Övrigt material.....	28
<b>6 ARBETSMILJÖANALYS.....</b>	<b>30</b>
6.4 ENKÄTUNDERSÖKNING.....	30
6.5 SAMMANFATTNING AV ENKÄTUNDERSÖKNING.....	32
<b>7 WORKSHOP.....</b>	<b>33</b>
7.4 GENOMFÖRANDE WORKSHOP.....	33
7.5 RESULTAT WORKSHOP.....	33
7.5.1 Gruppdiskussioner.....	33
Klimatgasutsläpp.....	33
Arbetsmiljö.....	34
Fuktsäkerhet.....	34

7.5.2	<i>Framgångsfaktorer för byggnation av takterrasser</i> .....	35
<b>8</b>	<b>JÄMFÖRELSE MELLAN OLIKA TAKUPPBYGGNADER</b> .....	<b>36</b>
8.4	VALDA UPPBYGGNADER .....	36
8.5	KLIMATBELASTNING FRÅN KOMPAKTTAK .....	37
8.6	KLIMATBELASTNING FRÅN DUOTAK .....	39
8.7	KLIMATBELASTNING FRÅN OMVÄNT TAK .....	42
8.8	SAMMANFATTANDE RESULTAT FRÅN KLIMATANALYS AV OLIKA BYGGDELAR .....	43
<b>9</b>	<b>SLUTSATSER OCH FÖRSLAG TILL VIDARE STUDIER</b> .....	<b>44</b>
9.1	DISKUSSION OCH SLUTSATSER .....	44
9.2	FÖRSLAG TILL VIDARE STUDIER .....	45
<b>10</b>	<b>LITTERATURFÖRTECKNING</b> .....	<b>46</b>

# 1. INLEDNING

## 1.1 Bakgrund

Mängden takterrasser och gröna tak ökar stadigt. I takt med att städer förtätas och gröna ytor i staden försvinner ökar intresset för takterrasser för vistelse, för grönytor i form av gröna tak och kanske även odling. En takterrass kan i viss mån ersätta en ”trädgård” på marken.

Idag föreskrivs allt mer miljöstadsdelar med gröna lösningar som bland annat kan bidra till mötesplatser för rekreation, biologisk mångfald och samtidigt möta klimatförändringar.

Enligt boverkets skrift ”kartläggning av fel, brister och skador inom byggsektorn” är inträngande vatten genom tak, platta tak, terrasser och gårdsbjälklag en av de byggdelarna med flest skador i våra byggnader. Takterrasser och låglutande tak ställer bland annat mycket höga krav på vattentätthet och vattenavledning. Fuktskador påverkar livslängden på byggnaden men även inomhusmiljön och hälsan hos människor i byggnaderna.

Samtidigt är klimatfrågan en stor samhällsutmaning. Det långsiktiga klimatmålet för Sverige innebär att vi senast år 2045 inte ska ha några nettoutsläpp av växthusgaser till atmosfären, för att därefter uppnå negativa utsläpp. För byggbranschens del anger ”Färdplan för fossilfri konkurrenskraft– bygg och anläggningssektorn” att klimatgasutsläppen ska visa en tydligt minskande trend redan år 2025, år 2030 ska klimatgasutsläppen vara halverade och 2045 ska de vara noll.

För att minska utsläppen av växthusgaser är det viktigt att använda material med så låg klimatpåverkan som möjligt, samtidigt som det är viktigt att inte behöva bygga om konstruktioner i onödan. En fuktskada kommer att, vid sanering och åtgärdande, ytterligare bidra till klimatgasutsläppen, då man måste åtgärda med nya material och många av de befintliga materialen i den fuktskadade konstruktionen måste kasseras. Därför är det viktigt att bygga med rätt kvalitet för att förhindra läckage. Samtidigt är arbetsmiljön för de som arbetar med tätskikt viktigt. Många tätskiktsarbeten som utförs inkluderar heta arbeten med de risker det innebär.

## 1.2 Mål och Syfte

Då mängden takterrasser ökar är det viktigt att de byggs på ett hållbart sätt, både när det gäller arbetsmiljö, livslängd, robusthet, innemiljö och klimatgasutsläpp. Denna förstudie syftar till att utvärdera robusta principupbyggnader för hur en takterrass kan utformas.

Studiens huvudsyfte är att underlätta för entreprenörer att utforma och producera hållbara takterrasslösningar på ett produktionsvänligt sätt. Målet är ett enklare montage med mindre heta arbeten. Samtidigt behöver risken minimeras för att fuktskador uppstår under byggnadens livslängd. Konstruktionerna ska också vara lämpliga ur ett klimatperspektiv.

## 1.3 Avgränsningar och definitioner

Projektet är en förstudie och ger därför inte en heltäckande utredning av takterrasser utan syftar till att ge uppslag till förbättringar som kan utredas vidare i fortsatta studier.

Projektet är avgränsat till att utreda de produkter som finns på svenska eller europeiska marknaden idag. Projektet utreder hur de kan användas för att förbättra arbetsmiljön, klimatgasutsläpp och kvalitet.

Produkterna som utreds i projektet är framförallt isolering, tätskikt och montering av dessa. Eftersom överbyggnader kan variera väldigt mycket har vi inte utrett påverkan från dem utan koncentrerat arbetet till de klimatskiljande delarna i konstruktionen. Projektet utreder

konstruktioner som är lämpliga för persontrafik. Uppbyggnader för till exempel tunga trafikklaster ställer högre krav på hållfasthet mm vilket inte tas hänsyn till i detta projekt.

I detta projekt har klistring av isolering och tätskikt analyserats då det är vanligt i takterrasser idag. Mekaniska fästdon är inte med i analysen då mekaniskt infästa eller löslagda tätskikt i vissa fall kan leda till att eventuella läckage lättare sprider sig i konstruktionen.

Utredningen har avgränsats till nyproduktion och därför baseras utredningen av klimatgasutsläpp på de olika materialen som ingår, och framställningen av materialen. Analysen har utförts som en ”vagga till grind” analys och därför är inte hela livscykeln analyserad.

Tre olika typer av tätskiktuppbyggnader för takterrasser och gröna tak studeras i detta SBUF-projekt.

- Kompakttak
- Duotak
- Omvänt tak

Det är de här tre uppbyggnaderna som vanligtvis används i takterrasser och gröna tak idag.

## 1.4 Läsanvisningar

Denna rapportens inledning finns i kapitel 1 samt kapitel 2 som ger snabb överblick över genomförandet av projektets olika delar. I kapitel 3 finns en övergripande beskrivning av gröna tak och takterrasser och dess ingående material samt egenskaper. En del information är grundläggande för området och personer som dagligen jobbar med takterrasser, tätskikt osv behöver inte läsa hela kapitlet utan kan nöja sig med utvalda delar. I kapitel 4 finns en beskrivning av klimatanalys, och en inventering av nuläget för hur detta område hanteras. Klimatanalys för de ingående materialen i takuppbyggnaden finns i kapitel 5. Arbetsmiljöanalys finns i kapitel 6 som är baserat på information från personer som arbetar med tätskiktsarbeten på olika sätt. I kapitel 7 finns en sammanställning av den workshop som hållits med projektets referensgrupp som består av skadeutredare, inköpare, tätskiktsentreprenörer, försäljare, försäkringsbolag och beställare. En jämförelse mellan olika takterrassuppbyggnader, som baseras på resultatet från tidigare kapitel, återfinns i kapitel 8. Kapitel 9 innehåller diskussion, slutsats och förslag till fortsatta studier. Rapportens litteraturförteckning finns i kapitel 10.



## 2. GENOMFÖRANDE

### 2.1 Omvärldsanalys

Som inledning till detta SBUF-projekt har en omvärldsbevakning genomförts, med genomgång av tidigare utvecklingsprojekt och handböcker inom området. Vi har även gjort en övergripande översyn av marknaden för tätskikt och isolering för att se hur takterrasser och gröna tak utformas idag. Fokus har främst varit på isolering och tätskikt, överbyggnaden har därför inte undersökts lika ingående.

### 2.2 Workshop

I samband med ett av referensgruppsmötena hölls en workshop. Diskussionerna behandlade följande område:

- Klimatgasutsläpp
- Arbetsmiljö
- Fuktsäkerhet

Workshopen började med en genomgång av projektet och sedan en diskussion där vi pratade om områdena ovan. För att alla skulle få komma till tals gick vi laget runt där man fick berätta.

Då referensgruppen består av olika intressenter i branschen var det många intressanta diskussioner.

### 2.3 Klimatanalys

Klimatanalys har utförts för olika materialval gällande tätskikt och isolering. Analysen har utförts som en vagga till grind analys, alltså för framställning av materialen. För att kunna jämföra totala utsläppen från olika byggdelar som används till takterrasser och gröna tak har även analyser gjorts av olika tätskikts- och isoleringsuppbyggnader.

### 2.4 Arbetsmiljöanalys

För att ta in kunskap från de som utför arbete med tätskikt har vi skickat ut en enkät till takläggare och arbetsledare inom tätskiktsbranschen. På grund av pandemirestriktioner har det varit svårt att få till intervjuer med personliga möten och därför skickade vi ut en enkät med ett antal öppna frågor där personerna själva fått fylla i vad de vill dela med sig av för erfarenheter.

### 2.5 Slutseminarium

Mot slutet av projektet hölls ett slutseminarium med referensgruppen där rapporten och utfört arbete presenterades.

### 3. OMVÄRLDSANALYS

Detta kapitel beskriver takterrassers olika delar och utformning samt vilka material man kan välja i tätskikts- och isoleringsuppbyggnad utifrån vad som används på marknaden idag. Det finns också en kort beskrivning av möjlighet för återvinning av de olika material som används i uppbyggnaderna.

#### 3.1 Krav på takterrasser och gröna tak

Enligt boverkets Kartläggning av fel, brister och skador inom byggsektorn är de mest kostsamma fel, brister och skador i byggsektorn ”inträngande vatten genom tak, platta tak, terrasser och gårdsbjälklag”. (Boverket, Kartläggning av fel, brister och skador inom byggsektorn, 2018)

Takterrasser och gröna tak består av olika delar. Båda varianterna är ett yttertak med överbyggnad, alltså någon typ av konstruktion ovanpå tätskiktet. En takterrass är en yta där människor kan vistas. Gröna tak är ett tak med växter ovanpå tätskiktet. Samma regler gäller för gröna tak som för ”vanliga tak” men frågan är om man behöver en högre nivå på kvalitet på en konstruktion för takterrasser?

Enligt nu gällande BBR (BBR 29, BFS 2011:6 med ändringar till och med BFS 2020:4), finns begreppet terrass med i kapitel 3 för tillgänglighet och kapitel 5 för brandsäkerhet och kapitel 7 för bullerskydd. I kapitel 6 för Hygien, hälsa och miljö finns inte terrass nämnt utan när det gäller fuktsäkerhet är det reglerna för yttertak som gäller:

”6:5325 Yttertak och vindsutrymmen

Allmänt råd: Vid val av material och detaljutformning för yttertak bör hänsyn tas till taklutningen. Om taktäckning sker med material som kan skadas av is så bör detta beaktas vid utformningen av taket. ”

Det står också allmänt om fukt i BBR:

”6:51 Allmänt

Byggnader ska utformas så att fukt inte orsakar skador, lukt eller mikrobiell växt som kan påverka hygien eller hälsa. (BFS 2014:3). ”

Vid utformning av tak måste alltså både säkerhet mot fuktskador och isbildning hanteras. Man måste även ta hänsyn till brand och tillgänglighet.

I många fall finns konflikter mellan reglerna för tillgänglighet (bland annat tröskelhöjder) och kraven på fuktsäkerhet (se ovan). Vatten ska inte kunna rinna in i byggnaden eller skada dess ingående material.

Mer information om hantering av fuktsäkerhet i kombination med tillgänglighet och de utmaningar som det ger finns i SBUF-projektet 12979 ”Tillgänglighet och fuktsäkerhet, en utmaning vid entré-, balkong- och terrassdörrar. (Ljungquist, 2016)

Det är mycket viktigt att utföra takterrasser och på ett kvalitetsmässigt hållbart sätt. Då det är en komplicerad byggdel med varierande belastning, användning och många olika ingående delar och detaljer ställer det extra höga krav på de personer som projekterar och bygger takterrassen.

## 3.2 Takterrassers och gröna taks ingående delar

I denna del beskrivs kortfattat olika delar i uppbyggnaden av tak.

### 3.2.1 Överbyggnad

Överbyggnaden för terrasser kan bestå av många olika material och på många takterrasser blandas olika överbyggnader, se *Figur 1*.



**Figur 1: Exempel på en takterrass med olika typer av överbyggnader, gångvägar med beläggning av platsgjutet betong och grus samt planteringslådor och spaljéer mm.**

I det här projektet har vi valt att utreda konstruktioner för överbyggnader som är avsedda för gångtrafik. Gårdsbjälklag såsom innergårdar och garagebjälklag ställer andra typer av krav då belastningen på konstruktionen blir högre. Urvalet av material för denna typ av konstruktion blir på grund av de höga lasterna begränsad, därför har vi valt att koncentrera arbetet till tak med planteringar eller som är avsedda för gångtrafik.

### 3.2.2 Tätskikt

Tätskikt är det täta skiktet i ett tak, alltså det som leder bort vattnet. Ofta består tak av mer än ett tätskiktsslager varför en kort beskrivning av de olika tätskiktstyperna kommer här:

**Enlagstäckning**- ett tätskikt som läggs i ett lager på underlaget. Olika typer av infästningar förekommer, det kan vara svetsat, klistrat, mekaniskt infäst med fästdon eller löst utlagt på underlaget.

**Tvålagstäckning**- tätskiktet består då av två lager. Första lagret, underlagspapp, fungerar som en temporär tätning innan tätskiktet är helt färdigt och det kan också fungera som en extra säkerhet om det slutliga tätskiktet, alltså ytpappen, läcker. Det första lagret är ofta av en tunnare kvalitet än yttätskiktet. Tvålagstäckning förekommer endast för biumentätskiktsmattor (Arfvidsson, J, 2017)

**Undre tätskikt**- kallas också **temporärt tätskikt** eller **byggvätning**. Detta är ett tätskikt som läggs direkt på bjälklaget för att skydda byggnaden mot inläckande vatten. Ofta vill man skydda byggnaden från vatten för att kunna påbörja invändiga arbeten innan takarbetena är klara. Det kallas också temporärt tätskikt eller byggvätning då det främst är ett tätskikt som används under byggtiden. När sen det riktiga tätskiktet kommer på plats så kan det undre tätskiktet hindra eventuellt inläckande vatten i de övre lagren från att nå känsliga konstruktioner under. Det undre tätskiktet fungerar också som ångspärr då det är placerat under isoleringen och alltså hindrar varm fuktig luft inifrån byggnaden att ta sig ut i isoleringen.

### 3.2.3 Isolering

Det finns många olika typer av isolering som används i takkonstruktioner. Val av isoleringen görs utifrån flera faktorer där både hårdhet, brandegenskaper och fuktegenskaper måste beaktas.

### 3.2.4 Underkonstruktion/bjälklag

Underkonstruktionen för takterrassen eller det gröna taket är en viktig del. För större byggnader utgörs bjälklaget ofta av betong, men lösningar med trä, plåt eller olika typer av element och hybridkonstruktioner förekommer också.

I det här projektet har vi valt att i huvudsak jämföra olika isolerings och tätskiktssupbyggnader varför vi inte kommer att göra en djupare analys av olika typer av bjälklag eller underkonstruktioner för tak. Några olika typer av konstruktioner på bjälklag beskrivs nedan.

#### **Betongbjälklag**

För stora byggnader är det vanligt med bjälklag i betong. Bjälklaget kan vara både platsgjutet eller prefabricerat, exempelvis håldäckselement. Det kan också vara plattbärlag där man gjuter platsgjuten betong ovanpå en tunnare prefabricerad platta. Betong kan också gutas ovanpå ett trapsetsprofilerad plåt, ett så kallat kombideck.

Fördelen med betong är att det är ett stabilt underlag att bygga vidare på, det är enkelt att klistra eller på annat sätt fästa in byggtätningen eller det temporära tätskiktet. Materialet är oorganiskt och relativt tätt varför det är okänsligt för fukt och skyddar konstruktionen under.

#### **Underlag av trapsetsprofilerad plåt**

Trapsetsprofilerad plåt kan användas som underlag för normaltak och kompakttak. Det används oftast på större hallar och andra stora byggnader utan takterrass på taket.

#### **Träbjälklag.**

Träbjälklag kan vara utformade på olika sätt. En variant är KL-trä som är korslimmat trä. Bjälklag av KL-trä kan användas som underlag till takkonstruktioner. Det finns även lätta takelement med stomme av trä eller limträreglar och som kommer färdigisolerade och med tätskikt ut på bygget, så att endast tätskiktsskarvarna behöver kompletteras på byggarbetsplatsen.

Då trä är känsligt för fukt och kan bli fuktskadat vid läckage är terrassbjälklag i trä relativt ovanligt, förutom i små byggnader. (Träguiden, 2021)

#### **Takstolar/uppstolpat tak av trä**

Tak med råspont, så kallade kalla tak med kallvind eller parallelltak där taket ventileras med uteluft bakom råsponten är mycket vanligt på mindre hus men även på flerbostadshus och andra mindre kommersiella fastigheter. Det är ett relativt vanligt underlag för gröna tak men mindre vanligt för takterrasser.

#### **Takelement och hybridkonstruktioner**

Det finns ett flertal hybridkonstruktioner eller typer av element som används till takkonstruktioner.

Som oorganiska alternativ till trä finns bland annat element uppbyggda av stålram med cellglasisolering och är därför mer tålig mot fukt jämfört med organiska material. Det sparar också vikt och bjälklagstjocklek jämfört med betongbjälklag eftersom isolering och bäring finns i samma skikt. (Foamglas, 2021)

### 3.3 Olika isolerings- och tätskiktssupbyggnader

I denna del beskrivs olika isolerings- och tätskiktssupbyggnader i tak utifrån hur de brukar utformas idag.

#### 3.3.1 Normaltak

I ett normaltak ligger tätskiktet ovanpå värmeisoleringen. Då tätskiktet ligger ovanpå isoleringen är det viktigt att tryckhållfastheten på isoleringen är tillräcklig för den tänkta belastningen. Eftersom tätskiktet ligger ovanpå isoleringen behövs en ångspärr under isoleringen som hindrar luft inifrån byggnaden att komma ut i konstruktionen och kondensera i isoleringen. (Capener, 2021)

#### 3.3.2 Kompakttak

I takterrasser och gröna tak används ofta kompakttak. Kompakttak har en uppbyggnad likt normaltaket men isoleringen är då helklistrad för att få ett kompakt tätt homogent lager tillsammans med ångspärr, isolering och tätskikt. Isoleringen som används är ofta PIR eller cellglas. Båda klarar temperaturen för att läggas i varmasfalt. Vid användning av cellglas är isoleringen i sig så tät att ingen ångspärr under isoleringen behövs. (Capener, 2021) Vid användning av PIR som inte är lika tät används alltid ångspärr under isoleringen. Om isoleringen ska klistras med varmasfalt används ofta en bitumenbaserad ångspärr, såsom underlagspapp eller ett lager gjutasfalt.



**Figur 2: Exempel på kompakttak under uppförandet. PIR isolering används som helklistras och varje lager har förskjutna skarvar mot underliggande lager. Detta utförande ger ett kompakt skikt av tätskikt och isolering som minskar risken för fuktgenomträngning i konstruktionen.**

Ett kompakttak med cellglas ska enligt tillverkare ge två- till trefaldig säkerhet då både isolering och därmed hela uppbyggnaden är tät (Foamglas, 2006). För den totala tätheten är det också viktigt att skarvarna mellan isolerskivorna inte glipar och behöver därför också fyllas med klistor. Glipor kan annars leda till omfördelning av fukt i konstruktionen och att eventuella läckage lättare rinner vidare i isoleringen. (Samuelsson, I, 2007)



### 3.3.3 Omvänt tak

I ett omvänt eller inverterat tak ligger tätskiktet under isoleringen. Det innebär att tätskiktet är skyddat från höga temperaturväxlingar, belastning, nötning och solljus. Omvänt tak används framförallt till takterrasser och gårdsbjälklag och innergårdar (Arfvidsson, J, 2017).

Då isoleringen monteras ovanpå tätskiktet fästs den inte mekaniskt utan hålls på plats av vikten från överbyggnaden, den kan också i en del fall klistras till underlaget.



**Figur 3: Isolering och påbörjad fyllning på omvänt tak. Fyllningen håller isoleringen på plats och skyddar isoleringen från brandpåverkan, därför är det en fördel att täcka över isoleringen så fort som möjligt efter utläggningen.**

Vid omvänt tak väljs en isolering med låg vattenabsorption, ofta XPS då den även klarar högre laster. Dränerande isolering kan användas och läggs då i undre lagret av isolering om det är flera lager. Dränerande skikt läggs både under och över isoleringen. Över isoleringen för att dränera bort vatten från överbyggnaden och under isoleringen för att hålla den torr. (Capener, 2021)

Tätskiktet ligger på den varma sidan av isoleringen och vattnet som rinner på tätskiktet är då i de flesta fall skyddat från frysning om utrymmet under terrassen är uppvärmd. Därför bör invändig avvattning användas vid omvänt tak. Om avvattningen dras ut genom exempelvis en sarg är frysrisker mycket stora då dränagevattnet går från varma tätskiktet och ut från byggnaden till det kalla klimatet utanför. Avvattning kan också utföras över fri kant, alltså utan sarg. Detta är vanligt på gårdsbjälklag där vattnet rinner ut på sidan av byggnader eller indragna takterrasser där vattnet leds ner i hängränna.

### 3.3.4 Duotak

I ett duotak finns det isolering både över och under tätskiktet. Duotak är alltså ett mellanting mellan normaltak/kompakttak och omvänt tak. Oftast helklistras isolering av PIR eller cellglas under tätskiktet och ovanpå tätskiktet läggs XPS eller EPS. (Capener, 2021)

### 3.3.5 Kallt tak

Kallt tak är när taktäckningen är ventilerad på baksidan, detta gäller exempelvis kallvind och parallelltak med en luftspalt mellan isolering och råspont. Principen för kalla tak är att temperaturen under taktäckningen ska följa temperaturen ute. (Björk, 2006)

## 3.4 Olika terrassöverbyggnader

### 3.4.1 Gröna tak

Gröna tak delas ofta in i intensiva och extensiva typer. Skillnaden ligger främst i vilket underhåll som behövs, där intensiva anläggningar behöver insatser för underhåll flera gånger per år medan extensiva underhålls mer sporadiskt. Till exempel är en plantering med perenner och buskar intensiv medan en sedummatta och vissa örter är extensiv. (Capener, 2021)



**Figur 4: Exempel på grönt tak.**

### 3.4.2 Tung överbyggnad

Gårdsbjälklag förekommer ofta på innergårdar, över ett garage, och liknar takterrass med skillnaden att gårdsbjälklag ofta har tyngre överbyggnad, med lastfördelande bärlager, och där fordonstrafik kan förekomma. Gårdsbjälklag som utsätts för trafiklaster kommer inte att behandlas i detta projekt.

Tak med mycket tjocka och tunga överbyggnader är ofta utformade som omvänt tak, alltså med isoleringen ovanför tätskiktet. Se *Figur 3*.

### 3.4.3 Platsgjuten betong

Platsgjuten betong som överbyggnad är relativt vanligt. Mellan tätskikt och betong läggs då ett glidlager, exempelvis dubbla lager PE-folie alternativt PE-folie och fiberduk. Ofta används också dräneringsmatta mellan tätskikt och betong. En fördel med betong är att tätskiktet blir skyddat av betongen, nackdelen är att det blir mycket svårt att komma åt tätskiktet för inspektion och eventuella åtgärder då betongen behöver rivas för att komma åt tätskiktet.



**Figur 5: Terrassyta med platsgjuten betong.**

### 3.4.4 Löslagda plattor

Plattor av betong eller klinker kan läggas på distansplattor på tätskiktet. Detta förekommer framförallt på mindre ytor såsom indragna terrasser. Fördelen är att man får både en obrännbar taktäckning samtidigt som det är lätt att lyfta på plattorna och komma åt tätskiktet för inspektion.

### 3.4.5 Trätrall

Trätrall är vanligt förekommande. Nackdelen är att trä är brännbart så det är inte alltid möjligt att använda med hänsyn till brandkrav. Ibland läggs ett lager betong eller singel mellan trall och tätskikt för att hindra brandspridning i konstruktionen. Ofta läggs trallens regler direkt på tätskiktet, med ett mellanlägg av tätskiktsmatta och skydd mellan tätskikt och trä. Ett annat vanligt alternativ är att lägga lastfördelande betongplattor eller distansklossar under träreglarna, även i detta fall läggs ett skyddsskikt mellan tätskikt och plattan.

### 3.4.6 Exponerat tätskikt

Ett tätskikt som är direkt utsatt för nederbörd och solljus räknas som exponerat. Det saknar alltså en överbyggnad som täcker yta. Dock kan vissa tätskikt med enklare överbyggnader också räknas som exponerade. Detta gäller till exempel trätrall, tunna sedummattor, och tunna lager med singel eller sten ovanpå tätskiktet. (AB Tätskiktsgarantier i Norden, 2021)

## 3.5 Tätskikt

Tätskikt finns av flera olika typer. En vanlig uppdelning är i tätskiktsmatta, takduk och flytande tätskikt. Tätskiktsmatta är ofta gjorda av bitumen och det som i dagligt tal kallas takpapp. (Arfvidsson, J, 2017). Det finns även tätskiktsmattor av andra material, till exempel med ytskikt av EPDM gummi och baksida av bitumen (Resitrix, 2021).

Takdukar är ofta tunnare än tätskiktsmattor och kan vara tillverkade av olika material, både bitumen, plast eller gummi osv. (Arfvidsson, J, 2017)

### 3.5.1 Bitumentätskikt och tätskiktsmattor

#### **Tätskiktsmatta**

En av de vanligaste tätskiktstyperna är bitumentätskikt. Det är denna typ som i dagligt tal kallas takpapp. Produkterna består ofta av en polyesterstomme belagd med bitumen. Produkterna kan klistras med varmasfalt eller svetsas med öppen låga. (Arfvidsson, J, 2017) Klisterprodukter har ofta



sandad baksida medan svetsprodukter har en plastbeläggning på baksidan som smälter när man svetsar bakom tätskiktet (AB Tätskiktsgarantier i Norden, 2021). Svetsningen gör att baksidan av bitumen i tätskiktsmattan smälter och därmed fäster till underlaget. Produkter som ska vara exponerade är ofta belagda med skiffergranulat på ovansidan, alltså krossad sten, för att hindra att solljus bryter ner produkten.

Tätskiktsmatta kan monteras både med svetsning, klistring och/eller med mekaniska fästdon. (Arfvidsson, J, 2017)

Det finns även kompositgummi-matta med ytskikt av EPDM och undersida av bitumen, den påminner därför om bitumenmattorna men har ett ytskikt av gummi. Den finns i olika varianter och kan fästas mekaniskt, svetsas eller klistras. Skarvarna varmluftsvetsas. (Resitrix, 2021).

Takpapp av bitumen finns som både enlags- och tvålagstäckning. Enlagstäckning innebär att ett lager tätskikt räcker som färdigt tätskikt. Tvålagstäckning består av två lager där det undre lagret ofta är av tunnare kvalitet och kan användas som skydd under byggtiden innan sista lagret läggs på. Tvålagstäckning anses som en tätare uppbyggnad än enlagstäckning då det består av två täta lager.

### **SBS.**

Många av de tätskiktsmattor som används idag är av SBS-typ, vilket står för Styren-Butadien-Styren. Detta är en polymermodifierad bitumen vilket innebär att ett syntetgummi blandats i bitumenet för att ge bättre egenskaper vid både höga och låga temperaturer. (Arfvidsson, J, 2017)

### **APP.**

APP är en plast, ataktisk polypropen, som blandas med bitumen. Normalt används ca 30% APP men det varierar beroende på typ av produkt men även av bitumenkvaliteten. (Capener, 2021)

APP är jämfört med SBS inte lika flexibel vid låga temperaturer, och är därför mest lämpligt där höga temperaturer förekommer och mer vanligt förekommande i varmare länder än i Sverige (Arfvidsson, J, 2017). En fördel som APP har jämfört med SBS är att materialet klarar solstrålning. Därför behövs ingen skyddsbeläggning och APP är bland annat lämplig på exponerade tak. (Capener, 2021)

### **Gjutasfalt och asfaltmastix**

Gjutasfalt är en varm massa som gjuts ut direkt på underlaget, den kan både läggas för hand och med maskin. Sammansättningen är gjord för att hindra bildning av blåsor och bubblor vilket gör att den blir tät utan komprimering. Huvudingrediens är bitumen med olika tillsatser, däribland polymerer, stenmaterial, sand mm.

Gjutasfalt finns som olika typer. Dels med stenstorlek på upp till 11mm som kan användas som slitlager. Även asfaltmastix förekommer som är en blandning med mindre ballast och därför inte lika slittålig. Den används mer som ett tätskikt och då inbyggd under överbyggnaden eller annat skyddande lager. Man kan även använda mastix som underlag för gjutasfaltsbeläggning. (asfaltskolan 2021)

### 3.5.2 Takdukar

Takdukar finns av många olika typer. Takdukar är tunnare och ofta lättare än tätskiktsmattor och görs därför ofta på bredare och längre rullar vilket ger ett snabbare montage än mattor. Tjockleken på dukar är ofta 1,2-1,8mm. (Arfvidsson, J, 2017)

Några vanliga typer av takduk finns beskrivna nedan.

#### **PVC**

Den vanligaste typen av takduk i dag är tillverkad av plynvylchlorid (PVC). En fördel med PVC är att de har relativt goda brandegenskaper (den är dock brännbar) men en nackdel är att mjukgörare behövs. (Arfvidsson, J, 2017)

PVC-duken består av bland annat klor och eten. Man tillsätter också olika mjukgörare, och fyllmedel mm vid tillverkningen. Dukarna varmluftsvetsas vid monteringen och därmed tätas skarvar och genomföringar. Vanlig tjocklek på PVC dukar är 1,2-2,0 mm. (Capener, 2021)

#### **TPO/FPO**

Termoplastisk eller flexibel polyetylen (TPO respektive FPO) framställs från polypropen eller polyeten. (Capener, 2021) TPO är flexibelt och ingen mjukgörare behöver tillsättas, dock är brandegenskaperna relativt dåliga varför brandhämmande tillsatser behövs. (Arfvidsson, J, 2017) Vid tillverkningen tillsätts också UV-stabilisatorer, fyllmedel och färgämne. Vanlig tjocklek är 1,5-2,0 mm. (Capener, 2021)

#### **Gummiduk-EPDM**

EPDM består av eten-propen-gummi. (Arfvidsson, J, 2017). Vid tillverkningen vulkas syntetgummit till stabila bindningar som gör att duken blir mycket elastisk och beständig. Materialet går inte att smälta och har hög motståndskraft mot solljus och kemikalier. (Capener, 2021). EPDM dukar levereras på rulle eller i förtillverkade måttbeställda paneler till större takytor som minskar behovet av skarvar på takytan. Montering sker ofta med mekanisk infästning i skarvar och skarvsvetsning. (Arfvidsson, J, 2017). Det finns även kompositgummi-matta med ytskikt av EPDM och undersida av bitumen, denna är en typ av tätskiktsmatta och beskrivs under avsnitt om bitumentätskikt och tätskiktsmattor.

Även Butylgummidukar har använts som tätskikt på tak men används inte längre på den svenska marknaden. (Nevander & Elmarsson, 2006)

### 3.5.3 Flytapplicerade tätskikt

Det finns en mängd olika flytapplicerade tätskikt för tak. Det är dock relativt ovanligt i Norden. Produkterna kan vara av olika typer exempelvis epoxy, akrylat, polyuretan eller polyuera. (Capener, 2021).

Många flytapplicerade produkter är tvåkomponents som blandas på plats och ger hälsopåverkande emissioner vid utläggningen. I det här projektet har vi valt att framförallt jämföra traditionellt lagda tätskiktprodukter som monteras från rulle.

Även asfaltmastix och gutasfalt kan användas som tätskikt och appliceras då på underlaget i smält form. (Arfvidsson, J, 2017)

## 3.6 Återvinning av tätskikt

I denna del beskrivs återvinningsmetoder för olika typer av tätskikt.

### 3.6.1 Återvinning av bitumentätskikt

Både APP och SBS bitumen går att återvinna. Det går att samla in gamla bitumenprodukter från rivning som rensas, skärs ner och sedan smälts och blandas med jungfruligt material i tillverkningsprocessen av nya bitumentätskikt. (Icopal, 2021). Det finns också metoder för att återvinna bitumen från takpapp till asfalt i vägbeläggningar. (tarpaper, 2021)

### 3.5.2 Återvinning av PVC

PVC dukar kan återvinnas genom att rengjord produkt smälts ner och används i produktionsprocessen. Det finns också inarbetade system för inhämtning och återvinning av takmembran.

Återvinningsbarheten för PVC beror till stor del på vad produkten innehåller för tillsatser, såsom mjukgörare och värmestabilisatorer. Äldre takdukar är i regel svårare att återvinna jämfört med nya takdukar på grund av detta. Enligt PVC-forum är ca 70% av de takdukar som finns installerade idag återvinningsbara, det är dock svårt att återvinna då det saknar ekonomiska incitament för att ta hand om gamla takdukar vid byte. Den uttjänta takduken ligger vanligtvis kvar som underlag för den nya duken vid renovering eller takbyte. (Ikem, 2021)

### 3.6.3 Återvinning av TPO

TPO går att återvinna. Spill från nyproduktion kan återanvändas i framställningen av nya takdukar. Uttjänta TPO dukar kan malas ner och användas i framställning av andra produkter såsom skyddsskikt. Att uttjänta dukar inte används till framställning av nya membran beror på att materialet åldras och eventuella föroreningar från återvinningsprocessen. (Soprema, 2021)

### 3.6.4 Återvinning av EPDM

Tätskikt av EPDM kan återvinnas på flera olika sätt. En duk som har varit ballasterad, alltså löst lagd på underlaget, kan återanvändas om den är i bra skick. Duken kan även malas ner och användas vid framställning av ny gummiduk. Det är också möjligt att blanda materialet med plaster för att öka slagseghet och elasticitet. (Sealeco, 2021)

## 3.7 Isolering

Isolering finns av olika typer, framförallt används olika cellplaster eller cellglas i takterrasser och gröna tak. I tak med lägre belastning och mindre trafik, såsom traditionella normaltak, är också mineralullsisolering vanligt förekommande.

### 3.7.1 Mineralull

Mineralull finns generellt i två typer, stenull och glasull. Stenull utvinns ur sten som smälts ner i tunna trådar och binds ihop med ett bindemedel. Glasull framställs på samma sätt men från glas istället. (Björk, 2006). Det finns en del skillnader mellan stenull och glasull, bland annat tryckhållfasthet och brandegenskaper. Stenull används ofta i tak då det ofta tål högre laster och är mer brandsäkert än glasull. Varken glasull eller stenull brinner men glasull kan brytas ner vid brand medan stenull klarar högre temperaturer och därför ofta används av brandskäl.

Mineralull är känsligt för dynamisk last och har jämfört med andra isoleringsmaterial låg hållfasthet varför det inte ska utsättas för regelbunden dynamisk last, exempelvis gångtrafik. (SIS, 2021) Mineralull används därför inte i takterrasser.

En tunnare skiva av hård stenull används ofta i tak som en brandavskiljande lager mellan tätskikt och cellplast i tak. (Björk, 2006)

### 3.7.2 EPS

EPS är samma som frigolit, alltså expanderad polystyren. Materialet består av små kulor av polystyren som innehåller luft och därmed isolerar (Björk, 2006). Stora fördelen med EPS är att det är billigt, det har dock dåliga brandegenskaper då det är relativt lättantändligt och branden kan spridas mycket snabbt i konstruktionen. EPS beläggs ofta med ett lager stenullsboard under tätskiktet för att skydda konstruktionen från brandspridning. (Martinsson. L, 2015)

Till nackdelarna hör att EPS har relativt låg tryckhållfasthet jämfört med andra cellplaster och kan därför vara ett sämre alternativ i takterrasser med höga laster.

EPS finns också som dränerande skivor som innehåller mer löst sammansatta kulor för att ge en dränerande funktion. (Martinsson. L, 2015)

### 3.7.3 XPS

XPS är en cellplast som består av extruderad polystyren. Den har därför sluten cellstruktur och består av små gasfyllda celler. Tryckhållfastheten är betydligt högre än för EPS. XPS har låg fuktupptagning och används ofta i konstruktioner där isoleringen ligger ovanför tätskiktet såsom omvänt tak och duotak. (Björk, 2006)

### 3.7.4 PIR

PIR är en cellplast som består av fast polyuretanskum. PIR är vanligt förekommande i takterrasser eftersom det har hög hållfasthet och en mycket bra isolerande förmåga. Det har sluten cellstruktur vilket gör isoleringen relativt tät mot vattengenomträngning. (Clase, 2010). Jämfört med EPS och XPS tål PIR högre temperaturer varför den ofta är ett bra alternativ i tak och takterrasser, där den kan helklistras med varmasfalt. (Martinsson. L, 2015)

### 3.7.5 Cellglas

Cellglas framställs av skummat glas. Två stora fördelar är att det är helt obrännbart och har mycket hög tryckhållfasthet. Materialet är också vattentätt. (SIS, 2021) Cellglas används ofta i en helklistrad konstruktion tillsammans med gjutasfalt och tätskiktet. (Capener, 2021)

## 3.8 Återvinning av isolering

I denna del beskrivs återvinningsmetoder för olika typer av isoleringsmaterial.

### 3.8.1 Återvinning av mineralull

Stenull kan återvinnas genom att smältas ner och tillverka ny stenull. (Rockwool, 2021) Det går också att riva isär isoleringen och återanvända som lösull. Ett alternativ är också att återbruka mineralullspill på byggarbetsplatsen, till exempel grunda med mineralullspill på ett bjälklag innan lösullsisolering (Paroc, 2021). Återvinning av mineralull görs framförallt på spill från ny isolering. Äldre isolering från rivning är svårare att återvinna då den kan innehålla föroreningar eller andra material.

### 3.8.2 Återvinning av cellplastisolering

Återvinning av cellplast kan göras på olika sätt. Kasserad cellplastisolering går idag i huvudsak till förbränning som energiåtervinning. (A. Jansson, 2019). Idag materialåtervinns mindre än en procent av plastavfallet från byggsektorn. (M. Ahlm, 2021)

Återvinning av materialet i termoplaster, exempelvis EPS och XPS, kan utföras på två olika sätt: antingen mekanisk eller kemisk återvinning. Vid mekanisk återvinning mals materialet ner och används i en ny tillämpning, detta påverkar inte den kemiska sammansättningen i materialet och passar därför bäst för flöden med likartade material och rena material till exempel överskott och spill från byggarbetsplatser eller fabriker. (A. Jansson, 2019).

Kemisk återvinning innebär att man löser upp molekylstrukturen i materialet och det kan därför användas som råvara vid framställning av ny plast. Kemisk återvinning passar där materialet inte kan återvinnas mekaniskt. (A. Jansson, 2019) En fördel med kemisk återvinning av cellplast är att man kan avlägsna föroreningar och gifter, exempelvis flamskyddsmedel, ur det återvunna materialet. (IKEM, 2021)

Skivor av PIR eller PUR som är en hårdplast har mer begränsad möjlighet till återvinning än EPS och XPS som är Termoplaster då hårdplaster inte kan smältas ner för återvinning. (Brandskyddsföreningen, 2021)

Hela och rena PIR skivor kan dock återbrukas som isolering. Materialet kan också malas ner och pressas till nya hårdare skivor. Malet material kan också blandas med andra material, exempelvis med cement för att ge isolerande bruk. (PU Nordic, 2021)

### 3.8.1 Återvinning av cellglas

Cellglasisolering kan återanvändas som isolering. Ett alternativ är också att återvinna isoleringen genom att använda krossad cellglas som lättfyllning eller isolerande fyllning i till exempel markupbyggnader (Foamglas, 2021)

## 3.9 Övriga material i takterrasser

Här presenteras olika material i tak som kan användas i andra tillämpningar än tätskikt och isolering, framförallt olika klister för tätskikt och isolering samt dräneringsmattor och annat som är viktigt för uppbyggnaden av hela taket men som även kan ingå i överbyggnaden.

### 3.9.1 Varmasfalt

Varmasfalt består av oxiderad bitumen, vilket framställs genom att genomblåsa destillerad bitumen med varm luft. Detta ger en hårdare produkt med mer gummilika egenskaper (Bokalders. V, 2014).

På arbetsplatser smälts block av oxiderad bitumen i gryta och värms upp till en temperatur på mellan 190-230°C. Varmasfalten hälls ut på underlaget innan man lägger ut tätskiktet eller isoleringen. Åtgången av asfalt är ca 2kg/m<sup>2</sup> vid klistring av tätskikt (Mataki, 2021)

### 3.9.2 Kallasfalt

Det asfaltsklister som används i kallt tillstånd innehåller organiska lösningsmedel. (Bokalders. V, 2014). Limmet, eller kallklistret, innehåller också bitumen och mineralfyllningsmedel. Vid klistring av isolerskivor kan klistret både punkt- eller strängklistras alternativt fördelas på hela ytan. Normal åtgång är ca 700-1000g/m<sup>2</sup>. (Takcentrum, 2021)

### 3.9.3 PU-lim och skumlim

Skumlim och PU-lim är baserat på polyuretan som sprutas ut på underlaget. Mängden lim som används utgår från behovet enligt vindlastberäkning. (Bauder, 2021) Limmet kan ersätta mekanisk infästning av isoleringen och är snabbt och effektivt att applicera. Det finns både PU-lim i vätskeform och som appliceras som skum. (Takcentrum, 2021)

PU-skum har traditionellt använts i byggsaum. Många av de byggsaum som använts har historiskt innehållit isocyanater och ftalater och andra ämnen som kan ha påverkan på hälsan. Många företag

miljöanpassar dock sina produkter alltmer (Bokalders, V, 2014). Därför är det bra att om möjligt använda PU-produkter som har låg hälsopåverkan.

#### 3.9.4 Primer

Det finns olika sorters primer, bland annat baserad på bitumen, akryl eller epoxi. Primern ökar vidhäftningen till underlaget för klistrade produkter (Capener, 2021). En vanlig primer vid takarbeten är asfaltsprimer. Asfaltsprimer är baserad på bitumen och lösningsmedel. (BMI, 2021) Det finns också vattenbaserad primer för bitumentätskikt (Takcentrum, 2021)

#### 3.9.5 Dräneringsmatta

En dräneringsmatta är tillverkad av plast och innehåller håligheter så att vatten kan rinna mellan underlaget och överbyggnaden. Ofta placeras dräneringsmattan direkt ovanpå tätskiktet eller isoleringen. Dräneringsmattan har funktionen att den ska dränera bort vatten från underlaget men en del produkter är även fukthållande för de fall då eventuell vegetation på taket behöver det. (Capener, 2021)

#### 3.9.6 Fiberduk

Geotextil eller fiberduk används i tak av flera olika anledningar. Den kan användas för att separera olika lager i överbyggnaden så de inte blandas eller som mekaniskt skydd och glidskikt (Svenskageotech, 2021)

#### 3.9.7 Rotskydd

Rotskydd kan läggas ut för att skydda tätskiktet från penetrerande rötter. En del tätskikt har inbyggd rotspärr med samma funktion. Det finns både kemiska rotskydd som innehåller rothämmande kemikalier och mekaniska skydd som kan läggas ut på ytan. Även gjutasfalt kan läggas ut som rotskydd. Skyddsbetong används ibland som skydd ovanför tätskikt men kan i en del fall inte räknas som rotskydd då betongen kan spricka och vittra och förlora sin skyddande funktion mot genomväxande rötter (Capener, 2021)

## 4 KLIMATANALYS- NULÄGE

Takterrasser kan byggas på många olika sätt och med olika komponenter. I detta projekt studeras klimatgasutsläpp av vanliga komponenter som kan ingå i uppbyggnad av takterrasser.

I detta kapitel presenteras en genomgång av klimatdeklarationer och hur koldioxidutsläpp för en produkt kan redovisas. I nästkommande kapitel 5 presenteras en genomlysning av klimatgasutsläpp för en rad olika komponenter som kan ingå i takterrassuppbyggnader.

Vid undersökning av olika produkter och information av klimatgasutsläpp är det tydligt att framtagandet av EPD:er, vilket bland annat visar koldioxidutsläpp för en produkt, är något som idag (2021) inte finns tillgängligt för alla produkter och alla leverantörer. I samtal med olika leverantörer är det dock tydligt att detta är något som jobbas med och kommer framöver bli mer vanligt att ta fram för produkter.

### 4.2 Klimatdeklaration av byggnader

Enligt Boverket planerar regeringen att införa krav på klimatdeklaration vid uppförande av nya byggnader. Detta innebär att byggherrar skall redovisa vilken påverkan på klimatet en byggnad har. Syftet med denna lag är att minska klimatpåverkan från byggskedet. Boverket bidrar med verktyg och vägledning och är bland annat i process med att ta fram en öppen klimatdatabas där byggbranschen kan hämta generiska klimatdata för resurser i byggskedet (Boverket- Klimatdeklaration av byggnader, 2021).

Enligt boverket ger en klimatdeklaration byggherren fördjupad kunskap om olika resursflöden i byggnaden, dess klimatpåverkan och en dokumenterad klimatprestanda. En tidig klimatberäkning ger ett underlag för att kunna ta beslut om hur byggnadens klimatpåverkan kan minska (Boverket- Frågor och svar om klimatdeklaration, 2021).

Livscykeln för en byggnad kan delas in i tre huvudskede:

- Byggskedet
- Användningsskedet
- Slutskedet

Dessa skede delas i sin tur in i moduler som beskriver processerna i livscykeln. Boverket skriver på sin hemsida att en klimatdeklaration omfattar hela byggskedet, vilket innebär att fem moduler i byggskedet (A1-A5) enligt den europeiska standarden SS-EN 15978:2011 ska omfattas (Boverket- Frågor och svar om klimatdeklaration, 2021).

Boverket skriver vidare att klimatdeklarationen är avgränsad till byggnadens klimatskärm, bärande konstruktionsdelar och innerväggar. Det betyder till exempel att byggnadens installationer inte ingår (Boverket- Frågor och svar om klimatdeklaration, 2021).

I ett tidigt skede kanske det inte är känt vilka produkter som skall byggas in. Vid dessa tillfälle kan generisk data, genomsnittsdatabas användas. Boverket jobbar på att ta fram en databas med generiska data för klimatdeklaration. Då det är känt vilka produkter som skall byggas in kan den generiska datan bytas ut till produktspecifik klimatdata, miljövarudeklarationer för produkten (EPD). Om produktspecifik klimatdata saknas skriver Boverket att man kan använda generisk data. (Boverket- Frågor och svar om klimatdeklaration, 2021).

Boverket jobbar med att ta fram en databas för generiska värden som fastställs 1 juni 2021. Den generiska data som används i databasen anges av Boverket kommer att vara konservativt satt, med



relativt höga genomsnittsvärden för att stimulera användandet av produktspecifika data i den slutliga klimatdeklarationen (Boverket- Frågor och svar om klimatdeklaration, 2021).

### 4.3 Miljövarudeklaration

Som tidigare nämnt kan man i de fall man vet vilka produkter som skall byggas in och då informationen finns använda produktspecifika klimatdata, miljövarudeklaration (EPD).

En miljövarudeklaration (EPD) för en byggprodukt beskriver produktens miljöpåverkan ur hela dess livscykel. En EPD kan avgränsas till att bara omfatta vissa delar av en produkts livscykel (Boverket- Mer om miljövarudeklaration för byggprodukter (EPD), 2021).

En EPD, vilket står för Environmental Product Declaration, består av tre delar:

- Produktdatablad
- Metodval
- Resultat från bedömning av klimatpåverkan

EPD:er från olika tillverkare måste omfatta samma kriterier för att resultat skall kunna jämföras (Boverket- Mer om miljövarudeklaration för byggprodukter (EPD), 2021).

En del EPD:er beskriver alla olika skeden. I vissa EPD:er finns endast värdena för skede A1-A3, alltså framställning av materialet.

### 4.4 Status på produktspecifik klimatdata

Då detta SBUF-projekt genomförs år 2021 är det vid kontakt med tillverkare och återförsäljare av olika produkter tydligt att efterfrågan av EPD:er har ökat den senaste tiden. Vid detta projekts framtagande är det fortfarande många leverantörer och tillverkare av produkter som inte har framtagna EPD:er för sina produkter, eller endast för ett urval av dem. Många av de tilltalade nämner dock att det är något som planeras att tas fram inom en överskådlig tid, detta då efterfrågan fortsätter att öka.



## 5 KLIMATPÅVERKAN AV MATERIAL I TAKTERRASSER

I detta projekt skall olika takterrasser studeras med avseende på klimatpåverkan i form av klimatgasutsläpp, arbetsmiljö och fuktaspekter. I detta avsnitt skall materialen i takterrasser studeras med avseende på klimatpåverkan.

### 5.4 Metod- klimatanalys

I detta projekt studeras klimatgasutsläpp för olika komponenter som är vanliga att använda i uppbyggnad av takterrasser. Detta har gjorts genom att studera EPD:er för olika produkter och leverantörer. I detta projekt är det klimatgasutsläpp i skede A1-A3 som har studerats. Anledningen till att vi valt A1-A3 är för att vi vill jämföra materialen mellan varandra och därför är det faserna från utvinning av materialet fram till att det tillverkats som vi tittat på. Denna typ av livscykelanalys brukar kallas för från vagg till grind analys (Heinke, 2018) Det är ibland endast värden för A1-A3 som presenteras i EPDerna för olika produkter och därför är klimatpåverkan från de andra faserna svåra att utreda för de materialen.

För vissa material har ej EPD:er funnits tillgängligt, då har Boverkets klimatdatabas använts med sina generiska värden. Vid användning av Boverkets värden är det de konservativa värden som använts, värden har hämtats från Boverket under försommaren 2021. Boverkets klimatdatabas har ett stort utbud av produktdata dock finns inte alla material tillgängliga där utan kategorier av material redovisas. Då Boverkets databas använts har man därför använt den kategori av material som överensstämmer. I vissa fall har inte EPD funnits för materialet och ej heller har det funnits representerat på Boverkets hemsida och det blir då svårt att göra en adekvat bedömning av koldioxidutsläppen. En del uppgifter har hämtats från annan litteratur inom området, till exempel boken Byggekologi (Bokalders, V, 2014) där en del generiska uppgifter anges. I något enstaka fall har en bedömning gjorts vilket förklaras i avsnittet. Då källorna varierar kan också resultaten på klimatgasutsläpp variera från de presenterade värdena. De värden som anges i rapporten bör ses som vägledande och vid en analys inför ett projekt bör man i första hand använda aktuella värden från leverantörerna.

Produktkategorier som studeras är tätskikt, isolering och övriga material. För dessa kategorier har produkter studerats som kan vara förekommande i olika takterrassuppbyggnader.

Först presenteras en sammanställning som gjorts gällande de olika materialen gällande koldioxidpåverkan under skede A1-A3, specifika leverantörsnamn kommer inte att presenteras utan endast produkttypen. I de fall olika leverantörer har redovisat olika koldioxidutsläpp för en produkt har ett medelvärde tagits fram som redovisas i nedan tabeller. En genomgång av olika möjliga uppbyggnader redovisas därefter i kapitel 8 i denna rapport vilket visar på möjliga sammansättningar av material för olika takterrass typer och därmed koldioxidutsläpp som olika takterrassuppbyggnader kan ge.

#### 5.1.1 Klimatpåverkan från olika kategorier av material

För att få en bättre översikt över olika kategorier av material har vi valt att dela in klimatpåverkan från olika produkttyper. Produkttyperna som vi främst vill jämföra är tätskikt och isolering. Även övriga material såsom primer, klister och olika typer av mattor, fiberdukar finns presenterat.

## Övre tätskikt

För det vattenförande tätskiktet, alltså det övre tätskiktet finns klimatgasutsläpp i följande tabell:

**Tabell 1: Redovisning av koldioxid- ekvivalenter för övre tätskikt**

Övre tätskikt	EPD/ Boverkets klimatdatabas	Utsläpp CO2- ekvivalenter A1-A3	Vikt/ Omräkningsfak- tor	Utsläpp Co2- ekvivalenter A1-A3 per m2
Enlagstäckning Takpapp, Enskiktstäckning	Boverkets klimatdatabas	0,8125 kg Co2-ekv/ kg	5,5 kg/m2	4,47 kg Co2- ekv/m2
Tvålagstäckning Underlagspapp+ ytpapp	Boverkets klimatdatabas	0,85 kg Co2-ekv/kg 0,7 kg Co2-ekv/kg	4,0 kg/m2 5,0 kg/m2	3,4 kg Co2- ekv/m2+ 3,5 kg Co2- ekv/m2
Tvålagstäckning YEP3500+SEP4700 Svetsas	EPD tillgänglig	5,57 kg Co2-ekv/m2	3,5 kg/m2 4,7 kg/m2	5,57 kg Co2- ekv/m2
Tvålagstäckning YEP2500+SEP4000 Klistras	EPD tillgänglig	5,99 kg Co2- ekv/m2	2,5 kg/ m2 4,0 kg/m2	5,99 kg Co2- ekv/ m2
Tvålagstäckning YEP3500+YEP3500 Svetsas	EPD tillgänglig	3,97 kg Co2-ekv/ m2	3,5 kg/ m2 3,5 kg/m2	3,97 kg Co2- ekv/ m2
Tvålagstäckning YEP2500+YEP2500 Klistras	EPD tillgänglig	3,38 kg Co2-ekv/ m2	2,5 kg/ m2 2,5 kg/ m2	3,38 kg Co2- ekv/ m2
Enlagstäckning YEP6500 Svetsas	EPD tillgänglig	3,04 kg Co2-ekv/ m2	-	3,04 kg Co2- ekv/ m2
Enlagstäckning SEP5500 Svetsas	EPD tillgänglig	2,57 kg Co2-ekv/ m2	-	2,57 kg Co2- ekv/ m2
Kompositgummi- matta av EPDM med undersida av bitumen, Klistras i bitumen Alt. mekanisk infästning (EPDM-bitumen)	EPD tillgänglig	7,99 kg Co2-ekv/ m2	3,5 kg/ m2 Tjocklek 3,1mm	7,99 kg Co2- ekv/ m2
Kompositgummi- matta av EPDM med undersida av bitumen, självklistrande (EPDM-bitumen)	EPD tillgänglig	8,1 kg Co2-ekv/ m2	2,75 kg/ m2 Tjocklek 2,5mm	8,1 kg Co2-ekv/ m2

**Tabell 2: Redovisning av koldioxid- ekvivalenter för övre tätskikt forts.**

Övre tätskikt	EPD/ Boverkets klimatdatabas	Utsläpp CO2- ekvivalenter A1-A3	Vikt/ Omräknings- faktor	Utsläpp Co2- ekvivalenter A1-A3 per m2
Enlagstäckning EPDM-duk (lösagd)	EPD tillgänglig	1,1 mm 6,99 kg/m2 1,5 mm 9,43 kg/m2	-	1,1 mm 6,99 kg Co2-ekv/ m2 1,5 mm 9,43 kg Co2-ekv/ m2
Enlagstäckning PVC-duk	EPD tillgänglig	4,47 kg Co2/ m2 1,5 mm	-	4,47 kg Co2/ m2
Enlagstäckning APP	EPD tillgänglig	6,51 kg Co2/ m2	-	6,51 kg Co2/ m2
Enlagstäckning TPO	EPD tillgänglig	4,23 kg Co2/ m2	-	4,23 kg Co2/ m2
Enlagstäckning Butyl	EPD tillgänglig	3,71 kg Co2/m2	-	3,71 kg Co2/m2

I tabellen ovan har vissa montagemetoder angetts, materialet för montage som klister är dock ej med i värdena listade i tabellen ovan.

### Nedre tätskikt

För tätskiktet i botten under isoleringen, alltså det nedre tätskiktet, temporära tätskiktet, eller byggtätningen finns klimatgasutsläpp i följande tabell:

**Tabell 3: Redovisning av koldioxid- ekvivalenter för nedre tätskikt, temporärt tätskikt**

Nedre tätskikt	EPD/ Boverkets klimatdatabas	Utsläpp CO2- ekvivalenter A1-A3	Vikt/ Omräknings- faktor	Utsläpp Co2- ekvivalenter A1-A3 per m2
Enlagstäckning YEP2500 Klistras	EPD tillgänglig för tvålagstäckning	1,69 kg Co2-ekv/ m2* <sup>(1)</sup>	-	1,69 kg Co2-ekv/ m2 * <sup>(1)</sup>
Enlagstäckning YEP3500 Svetsas	EPD tillgänglig	1,71 kg Co2-ekv/ m2	-	1,71 kg Co2-ekv/ m2
Enlagstäckning YEP4000 Svetsas	EPD tillgänglig	2,01 kg Co2/ m2	-	2,01 kg Co2/ m2
Enlagstäckning Underlagspapp	Boverkets klimatdatabas	0,85 kg Co2/ kg	4,0 kg/m2	3,4 kg Co2/ m2
Asfaltmastix 10 mm lager, tätskikt (BPM93)	EPD tillgänglig	108 kg Co2-ekv/ 1000 kg asfalt	2000-3000 kg/m3. * <sup>(5)</sup> : 25 kg för 10 mm , 1m2. (25x0,108)	2,70 kg Co2-ekv/ 10 mm gjutasfalt 1m2
Enlagstäckning Alu-Bitumen	Byggekologi	1,582 Co2/ kg	0,7kg/m2	1,11 kg Co2/ m2
PE-folie	Byggekologi	3,299 Co2/ kg	0,2kg/m2	0,66 kg Co2/ m2

\* <sup>(1)</sup> Uppskattad siffra utifrån en halvering av tvålagstäckning med YEP2500.

\*<sup>(5)</sup> Uppskattad siffra.

I tabellen ovan har vissa montagemetoder angetts, materialet för montage som klister är dock ej med i värdena listade i tabellen ovan.

## Isolering

Värden för isolering finns i tabellen nedan.

**Tabell 4: Redovisning av koldioxidekvivalenter från olika isoleringsmaterial:**

Isolering	EPD/ Boverkets klimatdatabas	Utsläpp CO2- ekvivalenter A1-A3	Vikt/ Omräknings- faktor	Utsläpp Co2- ekvivalenter A1-A3 per m <sup>3</sup>
Cellglas (Klistras i varmasfalt)	EPD tillgänglig (Med redovisning av GWP-total)	1,45 kg Co2-ekv/ kg (Tryckhållfasthet ≥ 500 kPa) Vilket används i denna tabell för utsläpp Co2- ekvivalenter A1-A3 per m <sup>3</sup> .	95 kg/m <sup>3</sup>  Klimatpåverkan från nya EPD räknas om för att kunna jämföras med äldre, nytt värde blir 1,505 kg Co2-ekv/ kg	143 kg Co2-ekv/m <sup>3</sup>
Pir (Klistras i varmasfalt)	EPD tillgänglig	11,6 kg Co2-ekv/ m <sup>2</sup> 120 mm skiva * <sup>(2)</sup> 11,984 kg Co2-ekv/ m <sup>2</sup> 120 mm skiva * <sup>(3)</sup> (Tryckhållfasthet ≥ 120 kPa)	8,3 skivor på 1000mm	99,7 kg Co2-ekv/m <sup>3</sup> * <sup>(3)</sup>
XPS	EPD tillgänglig	3,7 kg Co2-ekv/ m <sup>2</sup> 33mm skiva 250 kPa (Tryckhållfasthet 250 kPa)	Använt omvandlingsfaktor I EPD 2,8 för att få XPS250. 30,3 skivor på 1000 mm.	103,6 kg Co2- ekv/m <sup>3</sup> * <sup>(4)</sup>
Dränerande cellplast	EPD tillgänglig	86 kg Co2-ekv/ m <sup>3</sup> (Tryckhållfasthet 80 kPa)	23,5 kg/ m <sup>3</sup>	86 kg Co2-ekv/m <sup>3</sup>
EPS 80	EPD tillgänglig	1,63 kg Co2-ekv/ m <sup>2</sup> för 38 mm skiva 80kPa	26,3 skivor på 1000 mm.	42,9 kg Co2-ekv/m <sup>3</sup>
EPS 120	EPD tillgänglig	1,63 kg Co2-ekv/ m <sup>2</sup> för 38 mm skiva 80kPa 26,31 skivor på 1000 mm.	Använt omvandlingsfaktor i EPD 1,31 för att få EPS120.	56,2 kg Co2-ekv/m <sup>3</sup> * <sup>(4)</sup>
EPS 200	EPD tillgänglig	1,63 kg Co2-ekv/ m <sup>2</sup> för 38 mm skiva 80kPa 26,31 skivor på 1000 mm.	Använt omvandlingsfaktor i EPD 1,88 för att få EPS200.	80,6 kg Co2-ekv/m <sup>3</sup> * <sup>(4)</sup>
Stenull	EPD tillgänglig	1,11 kg Co2-ekv/m <sup>2</sup> 40 mm skiva 25kg/m <sup>3</sup>	25 skivor på 1000mm	27,5 kg Co2-ekv/m <sup>3</sup>

\* <sup>(2)</sup> Värde utan påslag. Påslag på 3 % skall göras enligt leverantör för att få relevant värde.

\* <sup>(3)</sup> Värde inklusive påslag 3 % enligt leverantör.

\* <sup>(4)</sup> Inklusive omvandlingsfaktor

I tabellen ovan har vissa montagemetoder angetts, materialet för montage som klister är dock ej med i värdena listade i tabellen ovan.

I tabellen finns listat isolermaterial som är mer och mindre vanligt att använda i takterrasskonstruktioner. Dessa olika typer har valts ut för att visa på skillnaderna hos olika isolermaterial. Tryckhållfastheten för skivorna i tabellen ovan varierar och även ur den synvinkeln kan materialen passa bättre och sämre i olika uppbyggnader.

## Övrigt material

Övriga material som är intressanta, men inte passar in under tätskikt eller isolering att studera finns i följande tabell.

**Tabell 5: Redovisning av koldioxidekvivalenter från övriga material:**

Övriga material	EPD/ Boverkets klimatdatabas	Utsläpp CO2- ekvivalenter A1- A3	Vikt/ Omräknings- faktor	Utsläpp Co2- ekvivalenter A1-A3
Fiberduk klass N2	Byggekologi (polypropen)	2,825 Co2-ekv/ 2 kg asfalt	140g/m2	0,39 kg Co2-ekv/ m2
Dräneringsmatta	EPD tillgänglig	2,33 kg Co2-ekv/ kg	-	2,33 kg Co2-ekv/ kg
Asfaltsprimer Lösningssmedels- baserad * <sup>(6)</sup>	Byggekologi	1,057 Co2-ekv/ kg	0,3 kg/m2	0.32 kg Co2-ekv /m2 per lager
Asfaltmastix 10 mm lager, tätskikt (BPM93)	EPD tillgänglig	108 kg Co2-ekv/ 1000 kg asfalt	2000-3000 kg/m3. * <sup>(5)</sup> : 25 kg för 10 mm , 1m2. (25x0,108)	2,70 kg Co2-ekv/ 10 mm gjutasfalt 1m2
Gjutasfalt 30mm lager, skyddsskikt (PGJA8)	EPD tillgänglig	78 kg Co2-ekv/ 1000 kg asfalt	2000-3000 kg/m3. * <sup>(5)</sup> : 75 kg för 30 mm , 1m2. (75x0,078)	5,85 kg Co2-ekv/ 10 mm gjutasfalt 1m2
Varmasfalt	Byggekologi	0,427 Co2-ekv/ kg	Ca 2kg/m2	0,854 kg Co2-ekv /m2 per lager
Asfaltsklister (kallklister)	Byggekologi	1,057 Co2-ekv/ kg	Ca 1kg/m2* <sup>(8)</sup>	1,057 kg Co2-ekv /m2 per lager
PU-lim/Skumlim * <sup>(7)</sup>	EPD tillgänglig	5,37kg/kg	Ca 0,2kg/m2* <sup>(8)</sup>	1,074 kg/m2 per lager

\*<sup>(5)</sup> Uppskattad siffra.

\*<sup>(6)</sup> Bitumenbaserad primer finns även som vattenbaserad, här presenteras endast lösningssmedelsbaserad.

\*<sup>(7)</sup> PU-lim finns som två typer, som flytande eller som expanderande skum, här presenteras endast värden för skumlim.

\*(8) Åtgång varierar beroende på leverantör och kan även variera beroende på vindlastberäkning mm. Värdena som anges är uppskattade.

## 6 ARBETSMILJÖANALYS

### 6.4 Enkätundersökning

För att studera arbetsmiljön har vi valt att skicka ut en enkät till takläggare eller personer som arbetat som takläggare alternativt plåtslagare eller arbetsledare. Detta har gjorts för att veta hur de som utför arbetet upplever arbetsmiljön och närliggande omständigheter som kan påverka arbetet med tätskiktsutförandet.

Vi hade i förväg skrivit 7 frågor att diskutera kring. Frågorna har varit öppna frågor där personerna fått fylla i vad de vill ge oss för information.

Totalt har vi fått in svar från 4 personer från olika företag och med bred erfarenhet av tätskiktsarbeten.

Nedan redovisas frågorna med svar från respondenterna:

**-Vilka typer av tätskikt har du erfarenhet av? Exempel: takpapp, takduk, flytapplicerat tätskikt, annat?**

*"Vi arbetar och har erfarenhet av takpapp, takduk, gummiduk, Mastix och gjutasfalt."*

*"-Bauders självklistrande system och deras system med varmasfalt, Pvc, TPO, Icopals Helklistrade system med gryta. Icopal 1-lagstäckningar. Resitrix, Sealeco olika typer av deras system. Mastix, Gjutasfalt."*

*"-Takpapp och takduk "*

*"-Papp, duk, flytande"*

**-Vilken typ av tätskikt har du mest erfarenhet av?**

*"-takpapp, takduk"*

*"-Pvc duk, TPO duk, helklistrade system i varmasfalt, 1 lag täckningar och 2-lagstäckningar"*

*"-Takpapp"*

*"-Papp, mastix"*

**-Vad anser du är den största arbetsmiljörisken i arbetet med tätskikt? Exempel: brand, fall från hög höjd, emissioner(luftföroreningar), förslitningsskador, annat?**

*"-Egentligen är det en kombination av allt det du skriver ovan, det gäller att vi och montörer är medvetna om risker. Vid en tillfällen så skulle vi önska mer erfarenhet från föreskrivande led, det ritas in lösningar som inte alltid är bra ur utförande synpunkt."*

*"-Arbeten med gryta är nog en av dom större riskerna, då montörerna ofta får brännskador. Brand är också stor risk vid trånga utrymmen. "*

*"-Förslitningsskador "*

*"-Brand och brännskador "*

**-Om du fick välja, vad är det då i arbetsmiljön vid tätskiktsarbeten du helst vill ändra på? Detta kan Tex vara mindre heta arbeten, mindre tunga lyft osv.**

*”-Heta arbeten och framför allt arbete med asfaltsgryta, med gryta smälter/kokar vi asfalt på tak och terrasser. Det är en risk ur brand synpunkt och vad det egentligen påverkar hälsa för montörer är svårt att säga. Det finns utredningar som säger att det inte ska vara någon fara vid god ventilation, det hoppas och tror vi stämmer men osäkerheten finns ju där. Sen när det gäller tunga lyft så är det ett fysiskt arbete och hur man ska komma runt det är svårt att säga.”*

*”-Mindre heta arbeten, få bort grytor/varmasfalt och använda kallklister/PU-lim istället. Eller självklistrande tätskikt där man endast behöver svetsa skarvarna.”*

*”-Få bort arbeten med Gryta (Smält SBS-modifierad asfalt) Dålig arbetsmiljö.”*

*”- Tydligare avgränsade och bättre förberedda arbetsplatser. Idag är det ofta trångt och smutsigt där tätskikt ska monteras. Bra hade varit med en städad yta som är betongren och med väderskydd och riktiga till- och frånvägar.”*

**-Är det någon information som ofta saknas i arbetet med tätskikt som hindrar arbetet så man får lösa saker på plats? Detta kan exempelvis vara ritningsdetaljer, info från leverantör mm.**

*”-Bristfälliga/knapphändiga ritningar är ett problem, vad det beror på vet jag inte riktigt. Upplever att det som ritas inte alltid uppfyller normen och går att utföra enligt AMA och leverantörers anvisningar. Där har branschen mycket att jobba med anser jag, entreprenör in tidigare i objektet kanske? Vet att det kan vara svårt men tror det skulle hjälpa till.”*

*”- Oftast är det ritat fel eller så saknas det detaljer på visa delar. Detta gör att vi får lösa det på plats. Bristen hos konstruktörer kan vara ofta när dom inte vet så mycket om tätskikt och tätskiktsgarantier. Detta har vi sett allt för ofta.”*

*”-Detaljlösningar får ofta lösas på plats. Och blir ofta väldigt dåliga lösningar.”*

*”-Anslutningar mot vertikaler och angränsande ytor är ofta oklara. Ofta saknas de höjder och fria mått som är krav från leverantörer och garantisystem.”*

**-Finns det något som kan förbättras i samarbete och överlämning till andra yrkesgrupper. Kan exempelvis vara snickare, plåtslagare, stomleverantör, den som bygger terrasöverbyggnaden osv.**

*”- Att andra yrkesgrupper blir medvetna om tätskikt och hur känsligt materialet är. Tänker på att inte använda det som arbetsytor / materialupplag te.x Information lämnas till vår beställare men lämnas informationen vidare till beställarens andra UE? ”*

*”-När det handlas upp tätskikts entreprenörer så avtalar man i kontraktet när tätskiktsentreprenören har provtryckt en yta och gemensam syn med beställare och när andra entreprenörer ska t.ex. göra markarbeten eller liknade så tar dom över ansvaret för ytrona. Om det plåtslagare eller snickare arbeta på dessa ytor så får berörda personer skydda dessa ytor där dom ska arbeta. Väldigt viktigt att detta följs upp och som beställare ställa krav för dom skall arbeta på dessa ytor måste göra en arbetsberedning innan dom får biträda dessa ytor.”*



*”-Dialog är ju alltid att föredra. En bra dialog bidrar ju ofta till ett bra arbetsklimat och då blir resultatet som oftast bra..”*

*”-De måste vara införstådda med vilka krav som ställs på konstruktionen från garantier och försäkringsbolag. Det brister ofta i respekt för tätskiktet.”*

**-Är det någon information du vill dela med dig av till andra yrkesgrupper eller roller i projektet, det kan till exempel vara önskemål till projektörer eller beställare, för att underlätta arbetet med tätskikt?**

*”- Svårt att säga något specifikt, men se svaret på fråga 5 som är lite samma frågeställning”*

*”-Att man har mer respekt för varandras arbeten på byggena. Vi har sett att så mycket nonchalans. Vill även att mer projektörer och arkitekter läser på om tätskikt vad man får göra och inte göra. Om dom ritar ett visst tak system så är det bra om dom vet vad som gäller för just det tak systemet, gå igenom deras montageanvisningar. Då slipper man avvikelser och kanske ännu tråkigare stora läckage som kostar massa onödiga pengar.”*

*”-Bestäm tidigt vilken Entreprenör som man har för avsikt att anlita för projektet och låt dom i möjligaste mån vara med i projektering. Det är den erfarenhet som jag har.”*

*”-projekteringen måste bli bättre och noggrannare. De höjder som gäller ska respekteras och tätskiktet ska skyddas efter fördigställandet.”*

## 6.5 Sammanfattning av enkätundersökning

Vi har i detta avsnitt gjort sammanfattning av de viktigaste slutsatserna från enkätundersökningen.

-Respondenterna har erfarenhet av många olika typer av tätskikt, både matta och dukar samt flytapplicerat, såsom gjutasfalt.

-Takmattor och takdukar är de vanligaste tätskikten hos respondenterna.

-När det gäller arbetsmiljö så är kokning av asfalt i gryta en stor risk.

-Brandrisk nämns också.

-Brister i ritningar är vanligt förekommande, både felritat och saknade detaljer

- Att andra yrkesgrupper och beställare behöver veta vad man får göra på ett tätskikt och hur känsligt tätskiktet är.

-Bland förbättringar nämns också arkitekter och konstruktörers kompetens om tätskikt.

## 7 WORKSHOP

För att ta del av erfarenhet och kunskap samt att diskutera aktuella frågeställningar anordnades en workshop med personer i branschen. Denna workshop tjänade även till att diskutera fördelar och nackdelar med olika uppbyggnader för takterrasser.

Deltagare på workshoppen utgjordes av referensgruppen i projektet vilket består av skadeutredare, inköpare, tätskiktsentreprenörer, försäljare, försäkringsbolag och beställare.

### 7.4 Genomförande workshop

Denna workshop ägde rum digitalt via teams. Workshoppen började med en genomgång av projektet. Under genomgången av projektet presenterades principuppbyggnader av olika typer av takterrasser. Kompakttak, duotak och omvänt tak presenterades tillsammans med möjliga variationer av uppbyggnaden. En introduktion kring klimatgasutsläpp och de metoder och svårigheter som stötts på i projektet presenterades också.

Efter presentation av projektet genomfördes diskussioner som sammanfattas i detta kapitel. Diskussionerna behandlade följande område:

- Klimatgasutsläpp
- Arbetsmiljö
- Fuktsäkerhet

För dessa punkter diskuterades för och nackdelar samt presenterades erfarenheter och tidigare kunskap av deltagare på workshoppen.

### 7.5 Resultat workshop

Detta avsnitt presenterar vad som diskuterades och presenterades under workshoppen. Notera att detta är en sammanställning över workshopdeltagarnas åsikter.

#### 7.5.1 Gruppdiskussioner

Då antalet deltagare var ett hanterbart antal valdes att ha diskussionerna i helgrupp istället för att dela upp i smågrupper.

##### Klimatgasutsläpp

- EPD:er och framtiden
  - I nuläget är många leverantörer på god väg med att ta fram EPD:er för sina material. Dock kommer det att ta tid innan det finns på flertalet produkter samtidigt upplever leverantörer att efterfrågan av EPD:er och den tillhörande informationen efterfrågas i en allt större utsträckning. Leverantörer prioriterar de material som används mest och ger större ytor, vilket i de flesta fall även ger störst påverkan. Material som anses mindre betydelsefulla kommer att ta längre tid innan man som leverantör kan ha framme EPD:er för. Dessa material som anses ger en mindre påverkan lyfts också som frågande om hur stor betydelse de har i en klimatkalkyl och anses i diskussion kanske inte är avgörande för resultatet. Ett material som lyfts som exempel är primer som används mot betongytor. Det anses i detta projekt att förslagsvis kunna bortses ifrån.
  - Det anses svårt att ta fram EPD:er på alla ingående komponenter i en takterrassuppbyggnad. Möjligheten att ta fram EPD:er för hela system diskuteras som en möjlighet i framtiden.
  - Vid inköp av produkter anses information som kan utläsas i EPD:er som värdefull information och att denna info finns är viktigt.

- I nuläget finns inte EPD:er framme på allt material, en möjlighet som lyfts på mötet för att bemöta detta problem är att titta på komponenter i det aktuella material som saknar EPD, för att försöka bilda sig en uppfattning av vad det aktuella materialet kan ge i koldioxidutsläpp.
- För att komma vidare med framtagande av EPD:er är det lämpligt att entreprenörer och användare av produkter sätter krav och önskemål på vad som vill efterfrågas tillsammans med tidsangivelser. Att sätta upp tidsatta mål hjälper leverantörer att se vilken efterfråga som finns.
- System att titta på
  - I diskussioner lyfts tanken om att undersöka andra alternativ än helklistrade lösningar. Undersöka mer okända system lyfts som en tanke.
- Problem som kan uppstå
  - Det blir oftare problem med små takterrasser än större på grund av den begränsade yta som råder och det blir litet och trångt tillsammans med genomföringar och annat som skall finnas plats på en liten yta. För större ytor blir upplevs det inte bli lika mycket problem då det är större ytor och mer plats.

### Arbetsmiljö

- Arbetsmiljö som aspekt anses vara en viktig parameter att beakta.
- Lösningar som ej behöver byggas om eller har ett stort behov av renovering är ett fördelaktigt alternativ.
- Tidsåtgång för utförande av arbete är en faktor som bör tas i beaktande.
- Faktorer som är viktiga för att få till en bra arbetsmiljö lyfts som rätt utrustning och funktion tillsammans med rätt kunskap och utbildning hos de som skall utföra arbetet.
- Betydelsefullt vid montaget är hur takterrassen skall användas både under produktionskedet och i driftskedet. Redan tidigt i planeringen av uppbyggnad av takterrassen behöver det tas hänsyn till och beakta hur takterrassen är tänkt att användas under produktion och under driftskedet. Man behöver beakta aspekter så som om uppbyggnaden fungerar att gå på och huruvida man kan lagra material på den i produktionsfasen.

### Fuktsäkerhet

- Det är sällan som stora öppna ytor läcker, oftast är läckage kopplade till arbetsmoment och till där det är genomföringar, sarger eller detaljer.
- På diskussionerna lyfts att det inte enbart är uppbyggnad av takterrasser som har betydelse för fuktsäkerheten utan även storlek och användning av takterrassen. Detta är parametrar som behöver tas hänsyn till vid val av uppbyggnad.
- Under diskussionerna diskuteras de olika systemen i detta projekt duotak, kompakttak och omvänt tak och hur de fungerar ur fuktsynpunkt. I diskussionerna framgår det att det är svårt att säga vilket av systemen som funkar bäst då det inte enbart beror på uppbyggnaden utan även graden av projektering och utförandet. Det är av stor vikt för ett bra montage att det finns en tydlig gränsdragning av vilken disciplin som skall utföra vilka arbetsuppgifter, och att det samtidigt finns en helhetssyn. Viktigt vid val av utformning och uppbyggnad av takterrass är också att beakta avvattningslösningar. Vilken typ av avvattning har man tänkt sig oh vilka möjligheter finns.
- För att få till en bra lösning är det av vikt att material som används för detaljer är av passande kvalitet. Exempel som nämns är att använda rostfria tätningar och att uppdrag av tätskikt täcks in med plåt.
- Det anges att det inte är ovanligt att detaljer kommer sent och ofta får man lösa problemen på plats. Detta kan medföra att man inte tänker på de långsiktiga konsekvenserna av ett

visst arbetsmoment, vilket kan leda till inläckage om man exempelvis behövt göra en håltagning och inte tätat ordentligt. Alla genomföringar och moment som påverkar tätskiktet bör finnas med på ritningar.

- Utrymme under takterrassen bör beaktas vid val av uppbyggnad och utformning. Med avseende på om det finns särskilda krav på utformning eller uppbyggnad.
- Olika uppbyggnader
  - Omvända tak, duotak och kompakttak är alla fungerande lösningar men kan passa olika bra i olika fall.
  - Omvända tak
    - Risk för spridning av ett eventuellt läckage är liten. Vid läckage blir det oftast ett lokalt läckage då tätskiktet är som sammansatt med betongen.

### 7.5.2 Framgångsfaktorer för byggnation av takterrasser

Utifrån de diskussioner som hölls på workshopen kunde ett antal framgångsfaktorer för att få till ett bra takterrassmontage utläsas.

Skede	Framgångsfaktorer
Projekteringsskedet	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Redan tidigt ta fram en tydlig plan hur takterrassen skall användas både under produktion och i driftskede. Skall exempelvis ytan användas som upplag under produktionsskedet behöver detta tas hänsyn till i val av uppbyggnad. Att ha en rätt och passande uppbyggnad med avseende på funktion är viktigt.</li> <li>• Beakta redan tidigt vilka avvattningslösningar som är aktuella och möjliga.</li> <li>• Beakta vilka ytor som finns under takterrassens placering och undersök om detta ställer några speciella krav på uppbyggnad eller arbetsmoment. Att beakta exempelvis är om det är tillåtet att bränna asfaltsbeläggning, för sjukhusmiljöer har det förekommit begränsningar gällande detta.</li> <li>• Det är av vikt att under projekteringen få med sig tillhörande detaljer. Blir det något inläckage är oftast vid detaljer som det läcker in.</li> </ul>
Montageskedet	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Viktigt med tydliga gränsdragningar för utförandet så att inget lämnas ogjort. Av vikt är även att någon har en helhetssyn för att kunna se på helheten för terrassen.</li> <li>• Rätt utbildning, kunskap och utrustning hos de som skall utföra montaget är av stor vikt.</li> </ul>

## 8 JÄMFÖRELSE MELLAN OLIKA TAKUPPBYGGNADER

I detta kapitel jämförs klimatgasutsläpp för olika isolerings- och tätskiktuppbyggnader. För att kunna studera olika möjliga uppbyggnader av takterrasser har vi utifrån rapportens resultat på de olika delarna valt vissa materialkombinationer. Urvalet av material i studien är baserat på tidigare kapitelns analys av koldioxidbelastning, arbetsmiljö och fuktsäkerhet. Då det saknas EPD för ett flertal produkter och tidigare tabellvärden för de olika ingående materialen är baserade på olika källor, blir resultatet från klimatanalysen av uppbyggnaden något osäker. På grund av de olika osäkerheter som finns bör inte de värden som presenteras här användas i klimatanalys i projekt, utan ska endast ses som en översikt över hur klimatbelastningen för olika tätskikts- och isoleringsuppbyggnader kan variera.

### 8.4 Valda uppbyggnader

Vid jämförelsen studeras tre olika typer av uppbyggnader för takterrasser.

- Kompakttak
- Duotak
- Omvänt tak

Utifrån de materialparametrar som redovisats i tabellerna i **kapitel 5** har möjliga sammansättningar satts ihop för att visa på sammansatta koldioxidutsläpp för varierande uppbyggnader för de olika takterrastyperna.

Vi har valt att som tätskikt använda tätskiktsmattor och olika typer av klister som kan användas i kombination med den typen av tätskikt. Tätskiktsdukar har inte tagits med i analysen. Tätskiktsmattor av SBS-modifierad bitumen har relativt låga koldioxidutsläpp jämfört med olika takdukar och har därför valts. Vi har också valt svetsad variant av tätskiktsmattor då arbetsmiljöanalysen visat att klistring med varmasfalt är en stor arbetsmiljörisk. För att jämföra flera tätskikt utförs också analys av tätskiktsmatta av EPDM med bitumenbaksida. Till skillnad från mattan av SBS-modifierad bitumen har tätskiktsmattan med yta av EPDM relativt hög koldioxidbelastning varför de tillsammans presenterar en bredd av hur klimatbelastningen kan variera mellan olika typer av tätskikt. Tätskikt för inbyggnad har valts, varför vi utgår från att överbyggnaden skyddar tätskiktet från bland annat solljus. Därför har inte granulerade tätskikt som används i exponerade tillämpningar jämförts. Infästning av isolering sker med klistring i de fall isolering ligger under tätskiktet. Vid klistring av isolering har tre olika varianter av klister jämförts: varmasfalt, bitumenbaserat kallklister och skumlim. När det gäller bitumenbaserat kallklister och skumlim visar tabell 5 nästan samma värde, 1,057 respektive 1,074. Därför har vi antagit samma värde för båda typerna av klister: 1,07 kg Co<sub>2</sub>-ekv /m<sup>2</sup> per lager klister. De båda klisterna kallas därför kallklister i analysen. Vid analys av resultaten ska man tänka på att mängden klister kan variera beroende på bland annat dimensionerande vindlaster eller olika handhavande, därför är resultaten för klister osäkra. De kan dock ge en indikation om hur olika typer av klister varierar i koldioxidbelastning.

På omvänt tak och duotak har vi utgått från att isoleringen ovanför tätskiktet är ballasterad, alltså hålls kvar av tyngden från överbyggnaden. För att förenkla analysen har värden för bitumenprimer använts generellt för primer, detta då primer är en relativt liten del av totala mängden material i uppbyggnaden och variationen i belastning beroende på val av primer relativt liten.

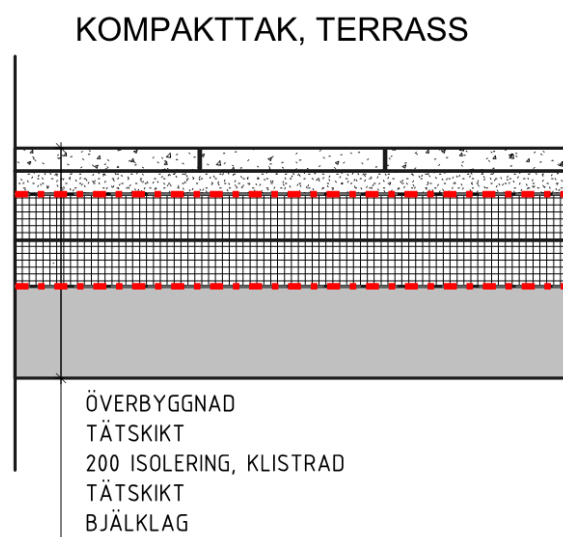
Isoleringen har antagits vara av samma tjocklek med 100mm skivor oavsett vilket material av isolering som används. Vid 200mm isolering i kompakttak har vi alltså räknat med klister för 2 lager isolering. Eventuella fallkilar har inte räknats med. Olika typer av isolering har också olika hållfasthetsklasser varför de klarar olika belastning, detta är inget som tas hänsyn till i analysen,

utan om man byter isolering så varierar troligtvis resultaten. Se omräkningsfaktorer i tabell 4 för EPS och XPS. Dränerande EPS saknar omräkningsfaktor och därför används en hållfasthetsklass på 80kPa för den isoleringen. EPS och XPS ligger på 200kPa respektive 250kPa.

Eftersom huvudfokus är isolering och tätskikt har inte bjälklaget under terrassen eller terrassöverbyggnaden räknats med. Detta eftersom både stomme och överbyggnad kan variera kraftigt. Till överbyggnaden har också räknats eventuella skydds- eller dräneringsskikt som ligger ovanför isoleringen, varför de inte tas med i analysen.

## 8.5 Klimatbelastning från kompakttak

I kompakttak har vi valt att jämföra tätskiktsmatta tillsammans med olika alternativ för klistrad isolering. Övre tätskikt av svetsad 2-lagspapp: 2xYEP3500, alternativt kompositgummi-matta av EPDM med bitumenbaksida. Undre tätskikt har valts till 1xYEP3500 vid tätskiktsmatta eller aluminiumbitumen vid användning av kompositgummi som tätskikt. För cellglas har undre tätskikt utgått. Anledningen till att vi valt svetsat tätskikt är på grund av att arbetsmiljön blir bättre om man inte klistrar med varmasfalt. För att jämföra isolertyper har vi valt att använda 200mm på alla sorters isolering, oavsett vilket isolervärde isoleringen har. Som isolering har valts att jämföra PIR med cellglas då båda går att klistra med varmasfalt. I jämförelsen finns endast klistrad isolering med. För kallklistring har både kallasfalt och skumlim tagits med och har då antagits till samma värde.



**Figur 6: Uppbyggnad av kompakttak. Olika typer av isolering jämförs i uppbyggnaden.**

**Tabell 6: Klimatbelastning från olika uppbyggnader av kompakttak med klistrad isolering. Isolering utgörs av PIR med olika typer av klister och cellglas i varmasfalt. I kallklister ingår alternativet kallasfalt eller skumlim där båda har samma värde. Tätskikt är dubbla svetsade tätskiktsmattor. Undre tätskikt är svetsad tätskiktsmatta för PIR men utgår för cellglas. Värden anges i kg Co2/ m2.**

Kompakttak	PIR varmasfalt 2-lagspapp	PIR kallklister 2-lagspapp	Cellglas varmasfalt 2-lagspapp
Överbyggnad	-	-	-
Tätskikt	3,97	3,97	3,97
Isolering	19,94	19,94	28,6
Klister	1,708	2,14	1,708
Tätskikt	1,71	1,71	-
Primer	0,32	0,32	0,32
Bjälklag	-	-	-
<b>Total</b>	27,6 kg Co2-ekv /m2	28,1 kg Co2-ekv /m2	34,6 kg Co2-ekv /m2

**Tabell 7: Klimatbelastning från olika uppbyggnader av kompakttak med klistrad isolering. Isolering utgörs av PIR med olika typer av klister. I kallklister ingår alternativet kallasfalt eller skumlim där båda har samma värde. Tätskikt är svetsad EPDM duk med bitumenbaksida. Undre tätskikt är aluminiumbitumen. Värden anges i kg Co2/ m2**

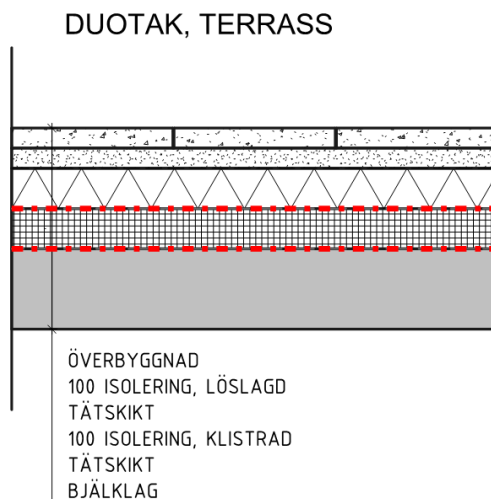
Kompakttak	PIR varmasfalt, Kompositgummimatta av EPDM, självklistrad	PIR kallklister, Kompositgummimatta av EPDM, självklistrad	
Överbyggnad	-	-	
Tätskikt	8,1	8,1	
Isolering	19,94	19,94	
Klister	1,708	2,14	
Tätskikt	1,11	1,11	
Primer	0,32	0,32	
Bjälklag	-	-	
<b>Total</b>	31,2 kg Co2-ekv /m2	31,6 kg Co2-ekv /m2	

Som framgår av tabell 6 och 7 har isoleringsvalet större påverkan än vilket klister som används. Val av tätskikt har också påverkan men en mindre påverkan på totala belastningen än isoleringen. Tätskiktsmatta av bitumen har lägre utsläpp än kompositgummimatta av EPDM. Skillnaden mellan olika typer av klister är mycket liten.

## 8.6 Klimatbelastning från duotak

I duotak har vi valt att jämföra tätskiktsmatta tillsammans med olika alternativ för klistrad isolering och isolering lagd ovanpå tätskiktet. Övre tätskikt av svetsad 2-lagspapp: 2xYEP3500, alternativt självklistrande Kompositgummi-matta av EPDM med bitumenbaksida. Undre tätskikt 1xYEP3500 vid tätskiktsmatta eller aluminiumbitumen vid användning av kompositgummi som tätskikt. För cellglas har undre tätskikt utgått. Anledningen till att vi valt svetsat tätskikt är på grund av att arbetsmiljön blir bättre om man inte använder varmasfalt. För att jämföra isolertyper har vi valt att använda 100mm på alla sorters isolering, oavsett vilket isolervärde isoleringen har. Som isolering under tätskiktet har valts att jämföra klistrad cellglas och PIR då båda kan klistras i varmasfalt. I jämförelsen finns endast klistrad isolering med. För kalkklistring har både kallasfalt och skumlim tagits med och har då antagits till samma värde.

För den isolering som läggs ovanpå tätskiktet jämförs XPS, EPS och dränerande EPS, då det är den typ av isolering som brukar förekomma ovanpå tätskiktet. Däremot varierar hållfasthetsklasserna mellan isoleringen. Isoleringen ovanför tätskiktet är ballasterad, och hålls alltså på plats av tyngden från överbyggnaden.



**Figur 7: Uppbyggnad av Duotak. Olika typer av material jämförs för isoleringen både över och under tätskiktet.**

För att jämföra de olika isoleringarna i övre lagret isolering har resultatet delats upp i tre tabeller, en för XPS isolering och en för respektive EPS och dränerande EPS. Eftersom isoleringarna har olika hållfasthetsklasser är resultaten inte rakt över jämförbara men ger i alla fall en indikation om hur fördelningen mellan olika isoleringstyper kan se ut.



Tabell 8: Klimatbelastning från olika uppbyggnader av duotak med XPS i övre isoleringslagret ovanför tätskiktet och klistrad isolering i nedre isoleringslagret. I kallklistern ingår alternativet kallafalt eller skumlim där båda har samma värde. Tätskikt är dubbla svetsade tätskiktsmattor eller kompositgummimatta av EPDM. Undre tätskikt är svetsad tätskiktsmatta alt. aluminiumbitumen. Värden anges i kg Co2/ m2.

Duotak	XPS 250 2-lagspapp PIR varmasfalt	XPS 250 2-lagspapp PIR kallklistern	XPS 250 2-lagspapp Cellglas varmasfalt	XPS 250 Kompositgummi- matta av EPDM , självklistrad PIR varmasfalt,
Överbyggnad	-	-	-	-
Isolering	10,36	10,36	10,36	10,36
Tätskikt	3,97	3,97	3,97	8,1
Isolering	9,97	9,97	14,3	9,97
Klister	0,854	1,07	0,854	0,854
Tätskikt	1,71	1,71	-	1,11
Primer	0,32	0,32	0,32	0,32
Bjälklag	-	-	-	-
<b>Total</b>	27.2 kg Co2-ekv /m2	27.4 kg Co2-ekv /m2	29.8 kg Co2-ekv /m2	30,7 kg Co2-ekv /m2

Tabell 9: Klimatbelastning från olika uppbyggnader av duotak med EPS i övre isoleringslagret ovanför tätskiktet och klistrad isolering i nedre isoleringslagret. I kallklistern ingår alternativet kallafalt eller skumlim där båda har samma värde. Tätskikt är dubbla svetsade tätskiktsmattor eller kompositgummimatta av EPDM. Undre tätskikt är svetsad tätskiktsmatta alt. aluminiumbitumen. Värden anges i kg Co2/ m2.

Duotak	EPS 2-lagspapp PIR varmasfalt	EPS 2-lagspapp PIR kallklistern	EPS 2-lagspapp Cellglas varmasfalt	EPS Kompositgummi- matta av EPDM , självklistrad PIR varmasfalt,
Överbyggnad	-	-	-	-
Isolering	8,06	8,06	8,06	8,06
Tätskikt	3,97	3,97	3,97	8,1
Isolering	9,97	9,97	14,3	9,97
Klister	0,854	1,07	0,854	0,854
Tätskikt	1,71	1,71	-	1,11
Primer	0,32	0,32	0,32	0,32
Bjälklag	-	-	-	-
<b>Total</b>	24.9 kg Co2-ekv /m2	25.1 kg Co2-ekv /m2	27.5 kg Co2-ekv /m2	28,4 kg Co2-ekv /m2

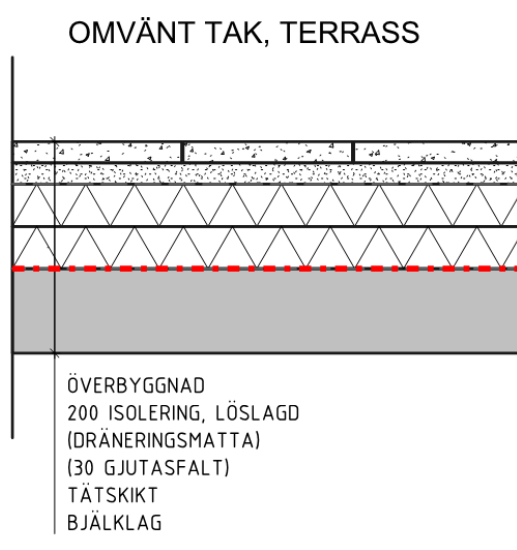
Tabell 10: Klimatbelastning från olika uppbyggnader av duotak med dränerande EPS i övre isoleringslagret ovanför tätskiktet och klistrad isolering i nedre isoleringslagret. I kallklistret ingår alternativet kallafalt eller skumlim där båda har samma värde. Tätskikt är dubbla svetsade tätskiktsmattor eller kompositgummimatta av EPDM. Undre tätskikt är svetsad tätskiktsmatta alt. aluminiumbitumen. Värden anges i kg Co2/ m2.

Duotak	EPS-dränerande 2-lagspapp PIR varmasfalt	EPS-dränerande 2-lagspapp PIR kallklistret 2-lagspapp	EPS-dränerande 2-lagspapp Cellglas varmasfalt	EPS-dränerande Kompositgummimatta av EPDM , självklistrad PIR varmasfalt,
Överbyggnad	-	-	-	-
Isolering	8,6	8,6	8,6	8,6
Tätskikt	3,97	3,97	3,97	8,1
Isolering	9,97	9,97	14,3	9,97
Klister	0,854	1,07	0,854	0,854
Tätskikt	1,71	1,71	-	1,11
Primer	0,32	0,32	0,32	0,32
Bjälklag	-	-	-	-
<b>Total</b>	25.4 kg Co2-ekv /m2	25.6 kg Co2-ekv /m2	28.0 kg Co2-ekv /m2	29,0 kg Co2-ekv /m2

Som framgår av tabellerna 8-10 har isoleringsvalet stor påverkan på klimatgasutsläppet. Även tätskiktsvalet får förhållandevis större påverkan här då respektive isoleringslager är tunnare. Lägst utsläpp kommer från PIR i varmasfalt i kombination med EPS isolering ovanpå tätskiktet. Högst utsläpp kommer från kombinationen av Kompositgummi-matta av EPDM i kombination med XPS isolering ovanpå tätskiktet. Klistret har här mycket liten påverkan på slutresultatet då endast halva isoleringsuppbyggnaden klistras. Eftersom isoleringstyperna klarar olika belastning kan även val av hållfasthetsklass påverka resultatet om man väljer en annan kvalitet av respektive typ av isolering.

## 8.7 Klimatbelastning från omvänt tak

I omvänt tak har vi valt att jämföra ett lager svetsat tätskikt tillsammans med olika alternativ för isolering lagd ovanpå tätskiktet. Tätskiktet som valts är YEP6500 som svetsas. Anledningen till att vi valt svetsat tätskikt är på grund av att arbetsmiljön blir bättre om man inte använder varmasfalt. För att jämföra isolertyper har vi valt att använda 200mm på alla sorters isolering, oavsett vilket isolervärde isoleringen har. För isoleringen jämförs XPS, EPS och dränerande EPS. En dräneringsmatta används mellan isolering och tätskikt för XPS- och EPS-isolering. För dränerande EPS utgår dräneringsmattan eftersom isoleringen är dränerande i sig. Gällande isolering så har olika sorter också olika hållfasthetsklasser varför de klarar olika belastning, så om man byter isolering till exempelvis en annan hållfasthetsklass så varierar troligtvis resultaten. Eftersom tätskiktet på omvänt tak ofta även används som temporärt tätskikt under byggtiden har också alternativet med 30mm gjutasfalt ovanpå tätskiktet studerats.



Figur 8: Uppbyggnad av omvänt tak. Olika typer av material jämförs för isolering ovanpå tätskiktet samt ett skyddslager av gjutasfalt ovanpå tätskiktet.

Tabell 11: Klimatbelastning från olika uppbyggnader av omvänt tak. Som isolering används XPS respektive EPS och som tätskikt enlags tätskiktsmatta av kvalitet YEP6500. Mellan tätskikt och isolering ligger en dräneringsmatta. Uppbyggnaderna presenteras både med och utan ett skyddslager av 30 mm gjutasfalt. Värden anges i kg Co2/ m2

Omvänt tak	XPS drän.matta - 1-lagstätskikt	XPS drän.matta gjutasfalt 1-lagstätskikt	EPS drän.matta - 1-lagstätskikt	EPS drän.matta gjutasfalt 1-lagstätskikt
Överbyggnad	-	-	-	-
Isolering	20,72	20,72	16,12	16,12
Dränerings- matta	2,33	2,33	2,33	2,33
Skyddslager	-	5,85	-	5,85
Tätskikt	3,04	3,04	3,04	3,04
Primer	0,32	0,32	0,32	0,32
Bjälklag	-	-	-	-
<b>Total</b>	26,4 kg Co2-ekv /m2	32,3 kg Co2-ekv /m2	21,8 kg Co2-ekv /m2	27,7 kg Co2-ekv /m2

**Tabell 12: Klimatbelastning från olika uppbyggnader av omvänt tak. Som isolering används dränerande EPS och som tätskikt enlags tätskiktsmatta av kvalitet YEP6500. Uppbyggnaderna presenteras både med och utan ett skyddslager av 30 mm gjutasfalt. Värden anges i kg Co2/ m2**

Omvänt tak	EPS dränerande - 2-lagspapp	EPS dränerande gjutasfalt 2-lagspapp
Överbyggnad	-	-
Isolering	17,2	17,2
Dränerings- matta	-	-
Skyddslager	-	5,85
Tätskikt	3,04	3,04
Primer	0,32	0,32
Bjälklag	-	-
<b>Total</b>	<b>20,6 kg Co2-ekv /m2</b>	<b>26,4 kg Co2-ekv /m2</b>

Som framgår av tabell 11 och 12 har isoleringsvalet stor påverkan på klimatgasutsläppet. Även ett tillkommande slitlager med gjutasfalt påverkar värdena. Lägst utsläpp har konstruktionen med dränerande EPS isolering utan gjutasfalt, dock har denna isolering en betydligt lägre hållfasthetsklass än de andra isoleringarna. Eftersom isoleringstyperna klarar olika belastning kan även detta påverka resultatet om man väljer en annan kvalitet av vald isoleringstyp.

## 8.8 Sammanfattande resultat från klimatanalys av olika byggdelar.

För analysen av både kompakt- duo- och omvänt tak har vi sett att den största klimatbelastningen kommer från isoleringen. Val av tätskikt har mindre påverkan, men beroende på typ av tätskikt och tjocklek på isoleringen kan resultatet variera. I analysen har bara tätskiktsmatta av bitumen och kompositgummimatta med EPDM utvärderats. Lägst koldioxidbelastning kommer från omvänt tak med EPS isolering ovanpå tätskiktet. Högst koldioxidbelastning kommer från kompakttak med cellglas som är klistrad i varmasfalt. I analysen tycks valet av klister ha väldigt liten påverkan medan mängden klister påverkar mer, därför har omvänt tak generellt lägre koldioxidbelastning. Mest optimalt ur ett klimatperspektiv är alltså när rätt typ av isolering väljs och då placeras ovanpå tätskiktet och hålls på plats av tyngden från överbyggnaden. Även hållfasthetsegenskaper på isoleringen kan påverka koldioxidbelastningen varför det är viktigt att kontrollera att den isolering som används i ett projekt har rätt prestanda, både att hållfasthetsklassen inte är för låg för mekaniska belastningen men samtidigt inte för hög för att minska koldioxidavtrycket. Samtidigt finns det möjlighet att spara in mer på koldioxidbelastningen om man väljer en återbrukad eller återvunnen isolering istället.

## 9 SLUTSATSER OCH FÖRSLAG TILL VIDARE STUDIER

### 9.1 Diskussion och slutsatser

Utifrån genomförd studie ser vi att det finns många utmaningar med takterrasser och gröna tak. Vi ser också att med rätt materialval, metoder och utformning av takterrassen kan man komma långt både när det gäller arbetsmiljö, klimatbelastning och kvalitet.

Många av de olika uppbyggnader för takterrasser som används idag är bra om de utförs på rätt sätt. Ur ett kvalitetsperspektiv är det svårt att säga vilket av systemen som är bäst utan det beror mer på projektering, utförande och montage. För att förbättra arbetsmiljön skulle en minskning av mängden heta arbeten kunna vara ett alternativ. Koldioxidbelastningen är något svårutvärderad idag, men eftersom många leverantörer arbetar med att ta fram EPDer kommer detta arbete att underlättas längre fram.

Nedan kommer kortfattat några av de slutsatser som vi kan dra utifrån respektive område:

#### **Kvalitet:**

- Det läcker ofta i detaljer och därför behöver de särskild omsorg i projektering och utförande.
- Många kritiska snitt på ritningar är inte tillräckligt bra ritade eller så saknas detaljer på kritiska punkter.
- Projektörer, alltså arkitekter och konstruktörer, behöver mer kunskap om hur detaljer ska utformas.
- Beställare av tätskiktsarbeten behöver vara medvetna om hur tätskikten får hanteras efter att tätskiktsarbeten färdigställts och minska onödigt arbete på färdig yta för att minimera risken för skador på tätskiktet.

#### **Arbetsmiljö:**

- En arbetsmiljörisk är arbetet med kokgryta och varmasfalt.
- Brand är en risk
- Takarbeten är också tunga varför förslitningsskador förekommer.
- Saknas ofta underlag och ritningar för tätskiktsarbetena som ska utföras.
- Vanligt att detaljer måste lösas på plats.

#### **Klimat:**

- Det är svårt att få fram bra underlag för klimatanalys för många material då det saknas EPDer. I detta projekt har vi fått göra en del egna uppskattningar som kan ha påverkan på resultatet.
- Många leverantörer jobbar med att ta fram EPDer och därför kommer möjligheten att göra bra analyser bli bättre med tiden.
- Vid val av material för isolering och tätskikt i en takterrass ser vi att val av isolering har större påverkan på klimatbelastningen än val av tätskikt.
- Det är en fördel om man kan minska mängden klister för isolering och omvänt tak tycks därför ha en lägre koldioxidbelastning.

-Eftersom endast en mycket liten del av isoleringen idag materialåteranvänds behöver branschen bli bättre på att materialåtervinna till ny isolering istället för att energiåtervinna (elda) isoleringen.

### **Förslag för isolering och tätskiktuppbyggnader i takterrasser och gröna tak idag**

I projektet har vi kommit fram till att det inte är typen av uppbyggnad som påverkar resultatet i slutändan gällande kvalitet utan det främst är projektering och utförande. Många av de uppbyggnader som finns på marknaden idag är robusta om de utförs och projekteras på rätt sätt. För att minska risker på arbetsplatsen kan användningen varmasfalt minska och andra alternativ väljas där det är lämpligt. Man bör också sträva efter att använda lättare material för att minska tunga lyft och material som kräver mindre heta arbeten. Dock är klistring med varmasfalt en beprövad lösning så vid val av andra alternativ får man göra en bedömning i det specifika projektet.

För klimatbelastningen i tätskiktuppbyggnaden är det framförallt isolervalet och till viss del tätskiktet samt infästningsmetod som påverkar värdena. Därför bör man eftersträva att använda återbrukat eller återvunnet material i isoleringen där det är möjligt och finns tillgängligt i rätt kvalitet. Om andra förutsättningar i projektet tillåter bör man överväga omvänt tak då minskad mängd klister för isoleringen gör att klimatbelastningen kan hållas nere. Omvänt tak kan också i en del fall ge en mer robust tätskiktslösning då tätskiktet ligger skyddat under isoleringen. Eventuella läckage sprids inte heller lika lätt i konstruktionen om tätskiktet är klistrat direkt mot underlaget.

Detaljprojektering av detaljer för tätskikten är mycket kritisk och behöver lämnas stor omsorg. Känsliga detaljer ska alltid fuktsäkerhetsprojekteras.

Det är också mycket viktigt att ett färdigställt tätskikt behandlas på rätt sätt under byggtiden, för att minska risken för mekaniska skador på tätskiktet innan överbyggnaden kommer på plats.

## **9.2 Förslag till vidare studier**

Nedan kommer några förslag på fortsatta studier i ämnet:

- En stor kvalitetsbrist idag är brister i handlingar, därför bör behovet av kompetenshöjning hos projektörerna inventeras och åtgärdas, till exempel genom en studie som tar fram riktlinjer för projektering av tätskikt och detaljer samt tillhörande checklistor.
- Då klistring med varmasfalt är en arbetsmiljörisk kan man göra en fördjupad utredning av kvalitets-, arbetsmiljö, och klimataspekter vid användning av alternativa metoder för klistring av isolering och tätskikt.
- Eftersom det saknas en del information från många leverantörer på klimatbelastning från deras produkter kan lämpligtvis en fördjupad studie undersöka fler material när kompletta EPDer finns framtagna.
- Eftersom hela livscykeln med hänsyn till livslängd och eventuella reparationer påverkar klimatbelastningen för byggdelen över tid bör studier utföras där hela livscykeln inkluderas för materialen. Lämpligtvis ingår då också inventering av skador för att även få med påverkan från reparationer och ombyggnation vid skada.
- För att få en helhetsbild för takterrasser och gröna tak kan lämpligtvis ett fortsättningsprojekt undersöka överbyggnad på takterrasser och gröna tak och hur det inverkar på klimatbelastningen från hela konstruktionen.

## 10 LITTERATURFÖRTECKNING

- A. Jansson, A. B. (2019). *Återvinning av plast från bygg- och rivningsprocesser*. RI.SE.
- AB Tätskiktsgarantier i Norden. (den 01 06 2021). *Tätskiktsgarantier*. Hämtat från [tatskiktsgarantier.se](https://tatskiktsgarantier.se)
- Arfvidsson, J, H. L.-E. (2017). *Fukthandbok- praktik och teori, utgåva 4*. Svensk Byggtjänst.
- Asfaltskolan. (den 24 06 2021). *Gjutasfalt*. Hämtat från Asfaltboken: <https://asfaltboken.se/gjutasfalt/>
- Bauder. (den 24 08 2021). *Bauder klisterskum*. Hämtat från <https://www.bauder-tak.se/sv/laaglutande-tak/produkter-foer-laaglutande-tak/bitumenbaserade-taetskikt/zubehoer-de/auder-klisterskum-ma.html>
- Björk, F. (2006). *Takguide, upplaga 2*. Stockholm: KTH.
- BMI. (den 23 08 2021). *Icoflux primer*. Hämtat från <https://bmisverige.se/produkter/ovriga-systemtillbehor/byggkem/primers-och-fuktisolering/icoflux-primer>
- Bokalders, V, B. M. (2014). *Byggekologi, utgåva 3*. Stockholm: AB Svensk Byggtjänst.
- Boverket. (2018). *Kartläggning av fel,brister och skador inom byggsektorn*. Boverket.
- Boverket. (den 23 05 2021). *Boverket*. Hämtat från Klimatdeklaration av byggnader: <https://www.boverket.se/sv/byggande/hallbart-byggande-och-forvaltning/klimatdeklaration/>
- Boverket. (den 23 05 2021). *Boverket*. Hämtat från Frågor och svar om klimatdeklaration: <https://www.boverket.se/sv/byggande/hallbart-byggande-och-forvaltning/klimatdeklaration/fragor-och-svar/>
- Boverket- Frågor och svar om klimatdeklaration. (den 23 05 2021). *Boverket*. Hämtat från Frågor och svar om klimatdeklaration: <https://www.boverket.se/sv/byggande/hallbart-byggande-och-forvaltning/klimatdeklaration/fragor-och-svar/>
- Boverket- Klimatdeklaration av byggnader. (den 23 05 2021). *Boverket*. Hämtat från Klimatdeklaration av byggnader: <https://www.boverket.se/sv/byggande/hallbart-byggande-och-forvaltning/klimatdeklaration/>
- Boverket- Mer om miljövarudeklaration för byggprodukter (EPD). (den 20 05 2021). *Mer om miljövarudeklaration för byggprodukter (EPD)*. Hämtat från Boverket: <https://www.boverket.se/sv/byggande/hallbart-byggande-och-forvaltning/livscykelanalys/miljodata-och-lca-verktyg/miljovardeklaration-for-byggprodukter-epd/>
- Brandskyddsföreningen. (den 23 08 2021). *Cellplast och brandrisker*. Hämtat från [https://www.brandskyddsforeningen.se/globalassets/utbildningar-och-produkter/dokumentation/cellplast/3-cellplast-och-brandrisker\\_lisa.pdf](https://www.brandskyddsforeningen.se/globalassets/utbildningar-och-produkter/dokumentation/cellplast/3-cellplast-och-brandrisker_lisa.pdf)
- Capener, C.-M. J. (2021). *Gröna takhandboken, utgåva 2*.
- Clase, M. (2010). *SBUF 12315 Slutrapport Inventering och utvärdering av högpresterande isolering*. SBUF.

- Danielsson, P. (2013). *SBUF 12588 Slutrapport Kvalitetssäkring av Sedumtak*. SBUF.
- Energimyndigheten. (den 14 06 2021). *Växthusgasutsläpp*. Hämtat från Energimyndigheten: <https://www.energimyndigheten.se/fornybart/hallbarhetskriterier/drivmedelslagen/vaxthusgasutslapp/>.
- Foamglas. (2006). *Takhandboken Takterrasser*.
- Foamglas. (2021). Cellglasisolering i byggnader.
- Foamglas. (den 24 08 2021). *Cellglasisolering i byggnader*. Hämtat från <https://www.foamglas.com/-/media/project/foamglas/public/corporate/foamglascom/files/brochures/building-envelope/cellglasisolering-i-byggnader-se.pdf>
- Foamglas. (den 25 08 2021). *Koljern*. Hämtat från <https://static1.squarespace.com/static/60548facbabcaa49971a3962/t/6084675ed61c53352049a692/1619289951298/Koljern-broschyr-swe+.pdf>
- Gross, H. (den 31 05 2021). Montering av trall. *AMA nytt 1-2021*, ss. 40-44.
- Heinke, C. (2018). *Slutrapport SBUF 13461 Livscykelanalyser - vägledning vid val av verktyg*. SBUF.
- Icopal. (den 26 08 2021). *BiELSo*. Hämtat från [http://www.bielso.nl/Sustainability\\_Project/BiELSo\\_Recycling\\_Process.aspx](http://www.bielso.nl/Sustainability_Project/BiELSo_Recycling_Process.aspx)
- Ikem. (den 25 08 2021). Hämtat från Färdplan för en hållbar användning av PVC i ett : <https://www.ikem.se/globalassets/huvudsajt/dokumentfiler/utbildning-och-aktiviteter--dokument/pvc-forum-fardplan-4juni21.pdf>
- IKEM. (den 23 08 2021). *Återvinning av eps*. Hämtat från <https://www.ikem.se/eps-sverige/miljon-och-eps/atervinning-av-eps/>
- IVL. (1999). *Livscykelanalys av färg*. Svenska miljöinstitutet.
- IVL. (2019). *Klimatpåverkan från olika avfallsfraktioner*. Svenska miljöinstitutet.
- Ljungquist, K. (2016). *SBUF 12979 Slutrapport: Tillgänglighet och fuktsäkerhet, en utmaning vid entré-, balkong- och terrassdörrar*. SBUF.
- M. Ahlm, N. B.-P. (2021). *Kartläggning av plastflöden i Byggsektorn*. Naturvårdsverket.
- Malmqvist, T. . (2018). *SBUF 13355 Slutrapport Minskad klimatpåverkan från flerbostadshus*. SBUF.
- Martinsson, L, S. P. (2015). *SBUF 13032 Slutrapport Brand i olika cellplaster under produktionskedet*. SBUF.
- Mataki. (den 23 08 2021). *Projekteringsanvisning*. Hämtat från <https://mataki.se/storage/28A5595240502244A1D044CDC2779753069176CBA00E6580487077DADAB89489/285023dabd754513953e87d9ed51fe2e/pdf/media/520d233156c54ed5aeb8c5ea f84f3479/Mataki%20Inbyggda%20Projekteringsv%C3%A4gledning.pdf>
- Nevander, L.-E., & Elmarsson, B. (2006). *Fukthandbok- praktik och teori, utgåva 3*. Svensk Byggtjänst.



- Nilsson, R. (den 31 05 2021). Kvarstående vatten på yttertak. *AMA nytt 1 - 2021*, ss. 38-39.
- Paroc. (den 23 08 2021). *Paroc Rewool*. Hämtat från <https://www.paroc.se/hjalpmedel/paroc-rewool>
- PU Nordic. (den 23 08 2021). Hämtat från Termiska isoleringsmaterial tillverkade av fast polyuretanskum: [https://highperformanceinsulation.eu/wp-content/uploads/2016/08/BING\\_TECH\\_REP\\_on\\_Thermal\\_insulation\\_materials\\_made\\_of\\_rigid\\_polyurethane\\_foam\\_\\_SE\\_.pdf](https://highperformanceinsulation.eu/wp-content/uploads/2016/08/BING_TECH_REP_on_Thermal_insulation_materials_made_of_rigid_polyurethane_foam__SE_.pdf)
- Resitrix. (den 25 09 2021). *Resitrix*. Hämtat från <https://www.resitrix.com/gb/>
- Rockwool. (den 23 08 2021). *Återvinningsprogram Rockcycle*. Hämtat från <https://www.rockwool.com/se/om-oss/Atervinningsprogram-Rockcycle/>
- Samuelsson, I, A. J.-E. (2007). *Få bukt med fukt*. Stockholm: Formas.
- Sealeco. (den 24 08 2021). Hämtat från Sealeco: [https://www.supportsealeco.com/wp-content/uploads/2019/05/ENV\\_Prelasti-C-SE.pdf](https://www.supportsealeco.com/wp-content/uploads/2019/05/ENV_Prelasti-C-SE.pdf)
- Sikander, E, C. C.-M. (2014). *SBUF 12869 Slutrapport Gröna ytor på väggar och tak - Fuktsäkerhet i samband med ventilerade, lätta konstruktioner*. SBUF.
- SIS. (2021). *handbok för montering av utanpåliggande solpaneler på yttertak*. Stockholm: Svenska Institutet för Standarder.
- Skandinaviska Takgarantier AB. (den 15 08 2021). *STG*. Hämtat från Takgarantier: <https://www.takgarantier.se/>
- Soprema. (den 25 08 2021). *Flagon takdukar*. Hämtat från [https://lotus.soprema.fr/www/reftechsop.nsf/\(\\$AllByUNID\)/DC1F67C560BEA11AC125831C0051CD9F/\\$File/FlagBrochure\\_CD0077.a\\_se-SE\\_20170425\\_MiniBrochure\\_DEF\(LD\).pdf](https://lotus.soprema.fr/www/reftechsop.nsf/($AllByUNID)/DC1F67C560BEA11AC125831C0051CD9F/$File/FlagBrochure_CD0077.a_se-SE_20170425_MiniBrochure_DEF(LD).pdf)
- Svenskageotech. (den 23 08 2021). *Geotextil*. Hämtat från <https://www.svenskageotech.se/geotextil.htm>
- Takcentrum. (den 31 08 2021). Hämtat från <https://www.takcentrum.se/produkter/pu-lim-och-pu-skum/>
- Takcentrum. (den 23 08 2021). *Masticoll datablad*. Hämtat från Takcentrum: [https://www.takcentrum.se/wp-content/uploads/2017/01/Masticoll\\_datablad.pdf](https://www.takcentrum.se/wp-content/uploads/2017/01/Masticoll_datablad.pdf)
- Takcentrum. (den 31 08 2021). *Takcentrum*. Hämtat från <https://www.takcentrum.se/produkter/taktillbehor/primer-fogmassor/ecover/>
- Takcentrum. (den 01 06 2021). *Tätskiktsakademin*. Hämtat från <https://www.tätskiktsakademin.se/>
- tarpaper. (den 25 08 2021). *tarpaper*. Hämtat från <https://tarpaper.se/aatervinningsmetoden/>
- TEGNOS Research, I. (2010). *Life Cycle Inventory and Assessment of Selected Low Slope Roofing Systems in North America*. EPDM Roofing Association .
- träguiden. (den 26 08 2021). *Terrass och balkongbjälklag*.
- Träguiden. (den 25 08 2021). *Träguiden*. Hämtat från <https://www.traguiden.se/konstruktion/konstruktiv-utformning/stomme/bjalklag/terrass--och-balkongbjalklag/>

