

# TAKTEKNIK, MATERIALKUNSKAP OCH MYNDIGHETSKRAV

Allmän information om yttertaks funktion,  
byggteknik och gällande regelverk

<b>INDELNING AV TAK</b> .....	3
Varma tak .....	
Kalla tak .....	
<b>BYGGNADSFYSIKALISKA BELASTNINGAR PÅ TAK</b> .....	4
Regn – Avvattning .....	
Snö och is .....	
Vindlast .....	
Temperaturvariationer .....	
Mekanisk belastning .....	
Mekanisk belastning – Bärförmåga .....	
<b>ENERGIHUSHÅLLNING</b> .....	6
Värmeisoleringsmaterial .....	
<i>Kombitaket</i> .....	
Lufttäthet .....	
<b>BRANDSÄKERHET</b> .....	7
Utvändig brand – skydd mot spridning – flygbrand .....	
Invändig brand .....	
<b>SÄKERHET VID ANVÄNDNING</b> .....	8
<b>PRODUKTKUNSKAP</b> .....	9
<b>TÄTSKIKTSMATTOR – EN KORT INTRODUKTION</b> .....	9
Naturens krav på tätskiktsmattor .....	
Bitumen .....	
<i>Oxiderad bitumen</i> .....	
<i>Polymermodifierad bitumen</i> .....	
Stommar .....	

<b>VÄRMEISOLERING</b> .....	12
Mineralull .....	
Cellplast .....	
EPS: Expanderad cellplast av polystyren .....	
XPS: Extruderad cellplast av polystyren .....	
Cellplast av polyisocyanat/polyuretan (PIR/PUR) .....	
Cellglas (t. ex. Foamglas®) .....	
<b>LUFT- OCH ÅNGSPÄRR</b> .....	14
Plastfolie av polyeten .....	
Bitumenprodukter .....	
<b>REGELVERK</b> .....	15
BBR .....	
CE-märkning .....	
Typgodkännanden .....	
Tredjepartskontroll och P-märkning .....	
AMA .....	

*Texten i det kommande avsnittet beskriver på ett övergripande sätt de belastningar yttertak kan utsättas för och de krav som därmed ställs på konstruktion och material. Informationen är tänkt till dig som är byggherre eller fastighetsägare.*

*Framställningen avser den byggnadsfysikaliska funktionen. Takets bärförmåga berörs inte. För specifika råd om projektering av tak med tätskiktsmattor och plastdukar hänvisas till STG:s övriga informationsmaterial. Texten är avsedd att behandla tak i allmänhet, men med extra fokus på tak täckta med tätskiktsmattor eller plastdukar.*

## INDELNING AV TAK

Tak kan klassificeras på många olika vis, t. ex. efter form, lutning, funktion etc. Ett vanligt och viktigt sätt att skilja tak åt är att se på hur värme från byggnaden påverkar takytan:

### Varma tak

Med begreppet varma tak avses tak där ett visst värmefflöde passerar ut genom yttertaketets yta. Typiska exempel på detta är kompakta tak, d. v. s. tak som saknar all form av ventilation under yttertaket. Stora tak utförs oftast på detta sätt just för att taket är så stort och så flackt att utrymmet mellan isolering och yttertak inte kan ventileras tillräckligt väl.

På dessa tak kommer snö tidvis att smältas av underifrån. Smältvattnet rinner utför taket och det finns risk att vattnet åter fryser till is när det når kalla delar som takfot eller hängrännor och stuprör. Detta kan leda både till stopp i avvattningsystemet och till omfattande istappsbildning, vilket kan innebära fara för personer som vistas i närheten av byggnaden. Stopp i avvattningen medför risk både för läckage, förstörda stuprör och för totala takhaverier till följd av för hög belastning på taket.

Det är särskilt värt att notera att även tak med mycket kraftig värmeisolering (400–500 mm) fungerar som varma tak om ventilation av utrymmet närmast under yttertaket saknas.

Dessa tak, de varma taken, bör därför ha varma avlopp, d. v. s. smältvattnet skall ledas ned genom takbrunnar som går ned till rör som ligger varmt, i inomhusmiljö.

### Kalla tak

I så kallade kalla tak passerar ingen värme från byggnaden ut genom takytan. Detta gör att snö som ligger på taket inte värms upp och smälter av underifrån.

För att ett tak skall bli ett verkligt kalltak krävs att utrymmet mellan takets värmeisolering och yttertaket ventileras så väl att allt värmeläckage från byggnaden verkligen ventileras bort. Kravet på ventilation är så stort att det i regel endast är tak över så kallad kallvind som verkligen, fullt ut, kan fungera som kalla tak.

I så kallade parallelltak ligger värmeisoleringen parallellt med yttertaket, oftast mellan takstolarnas högben. Sådana tak har en luftspalt mellan värmeisoleringen och yttertaketets undersida. Luftspaltens vidd är ofta cirka 40–50 mm. Dessa tak fungerar som ett mellanting mellan kalla och varma tak. Beroende på byggnadens geografiska läge och dess orientering i förhållande till väderstrecken kan man få mer eller mindre besvärande problem med isbildning.

Ju kraftigare värmeisolering som används, desto lägre blir kravet på god ventilation för att taket skall fungera som kallt tak.

## BYGGNADSFYSIKALISKA BELASTNINGAR PÅ TAK

Tak utsätts för

- Regn
- Snö och is
- Vindlast (lyftande)
- Temperaturvariationer
- Flygbrand
- Mekanisk belastning

### Regn – Avvattning

Takets främsta uppgift är naturligtvis att avleda nederbörd (regn och snö). Så kallade varma tak, d. v. s. tak där en del värme från byggnaden läcker ut genom takytan, bör ha invändig avvattning, d. v. s. takavvattningsbrunnarna skall leda ned vattnet till invändiga, varma rör. Om taket istället utförs med utvändiga, kalla avlopp, är risken stor att avvattningssystemet sätts igen av isbildning. Detta medför både risker för isras, förstörda rännor och rör, samt risk för fuktskador.

Elektrisk uppvärmning av avvattningsrör och avvattningsrännor är inte en fullgod ersättning för varma avlopp, eftersom de elektriska systemen förbrukar energi och inte alla gånger räcker till för att hålla isfritt. Likaså finns det en risk att de inte fungerar när de verkligen behövs, och de bidrar även till ett ökat tillsyns- och underhållsbehov.

### Snö och is

Snö har en värmeisolerande effekt. Beroende på takets värmeisolering och på om det finns något ventilerat utrymme under yttertaket kan denna isoleringseffekt medföra att temperaturen vid takytan blir högre än 0° C, vilket leder till att snön smälter av underifrån. Det finns då risk för istappsbildning mm så som har beskrivits ovan. Det finns även risk för att snön glider och rasar av taket. Denna risk ökar med ökande taklutning, och är särskilt besvärande för mycket släta takbeläggningar som t. ex. plåt.

Is kan, precis som snö, smälta och återfrysa på andra delar av taket, vilket medför risk för stopp i avvattningssystem och risk för istappsbildning. Is kan självfallet även lossna och rasa från taket så som beskrevs för snö här ovan.

Is på taket kan också orsaka sprickbildning i tätskikten. Detta beror på isens stora temperaturbetingade rörelser; det finns risk att is som frusit fast i tätskiktets yta spricker när den kyls ned. Just där sprickan slår upp uppstår då en kraftig, lokal dragpåkänning på tätskiktet. Detta var en vanlig orsak till läckage förr när tätskikten hade stomme av lump eller mineralfiberfilt, och när tätskiktet fullklistrades till underlaget. Erfarenheterna sedan sent 1970-tal visar att med moderna, mekaniskt infästa tätskikt baserade på polyesterstomme och SBS-asfalt har detta problem försvunnit så gott som fullständigt.

Det finns således goda skäl att utforma taket så att is inte bildas. För att minimera risken för isbildning skall köldbryggor i takkonstruktionen undvikas. Köldbryggorna medför annars risk att snö smälter underifrån och sedan fryser till is längre ned på taket. Köldbryggorna kan till exempel utgöras av konstruktionselement som bryter igenom

isoleringen, men det kan också vara lokala brister i isoleringen som t. ex. glipor mellan isoleringsskivor. Det är därför viktigt att välja värmeisoleringsmaterial med god dimensionsstabilitet och att värmeisoleringen monteras med väl sammanskjutna skivor.

Det är även viktigt att minimera mängden kvarstående vatten som bildas på taket. Maximalt tillåtet djup på kvarstående vatten är 3 cm (AMA Hus 11). Detta krav uppfylls i första hand genom lämplig utformning av taklutning, rännदार och avvattningsbrunnar, och i andra hand genom lokala falluppbbyggnader på takytan.

### **Vindlast**

Tak utsätts naturligen för stora vindlaster. Vindlasternas fördelning över takytan avgörs av takets form. I huvudsak blir anblåsta partier utsatta för tryck, men många delar av taket blir utsatta för en lyftande vindlast; ett sug som tenderar att lyfta taktäckningen. Uppgifter om förekommande vindlaster finns i handböcker från Boverket.

För att inte skador skall uppstå krävs att taktäckningen, t. ex. tätskiktsmattan, är monterad enligt en väl dimensionerad infästningsplan. För mekaniskt infästa tätskikt upprättas infästningsplanen enligt SS-EN 1991-1-4. För dimensioneringen krävs uppgifter om dimensionerande utdragskraft för det aktuella fästdonet dels genom det aktuella tätskiktet, dels ur det aktuella underlaget. Vidare krävs uppgifter om byggnadens geografiska läge, längd, bedd och höjd.

För icke mekaniskt infästa tätskikt, t. ex. inbyggda tätskikt, baseras säkerheten mot avlyftning på att överbyggnaden skall ha sådan tyngd att aktuella lyftkrafter inte räcker till att orsaka skador.

### **Temperaturvariationer**

Taktytor utsätts för de lägsta temperaturer som förekommer på den aktuella orten och upp till mycket höga temperaturer som orsakas av kraftig solinstrålning. Varma, soliga sommandagar kan en mörk takyta lätt komma upp i 70°C. Där en takyta ansluter mot en högre belägen fasad kan den reflekterade solstrålningen från fasaden ned mot takytan orsaka ännu högre temperaturer.

Låga temperaturer kan medföra dragspänningar i tätskikten. Det är dock inte känt att några skador skulle ha inträffat enbart på grund av materialens sammandragning i kyla. Det är istället isbildningen som kan ge problem, så som har beskrivits här ovan.

Temperaturvariationerna kan dock orsaka stora rörelser i anslutande konstruktioner. Till exempel blir rörelserna i fotplåtar och fönsterbleck stora. Av detta skäl kan plåtar inte göras alltför långa eftersom rörelserna då kommer att orsaka sprickbildningar. Rörelserna måste istället fördelas ut på flera skilda sträckor.

Höga temperaturer medför dels en snabbare åldring av materialet (termooxidativ nedbrytning av polymerkedjor), dels kan de medföra att tätskiktet krymper. För att minimera risken att detta skall orsaka skador på tätskikt bör materialet provas i enlighet med de metoder som anges i respektive produktstandard (SS-EN 13707 för bitumenbaserade tätskikt, SS-EN 14965 för plastbaserade tätskiktsdukar).

### **Mekanisk belastning**

Tätskikt utsätts för olika typer av mekaniska belastningar, t. ex. av gångtrafik. Tätskikt provas både avseende punktlaster och avseende mer utbredd last.

Det kan vara av särskilt intresse att beakta värmeisoleringens mekaniska egenskaper, eftersom alltför mjuka isoleringar kan ge problem med sättningar i taket som t. ex. kan påverka avvattningsystemets funktion.

### **Mekanisk belastning – Bärförmåga**

Takkonstruktionens, d. v. s. stommens, förmåga att bära last faller utanför omfattningen för denna text.

## **ENERGIHUSHÅLLNING**

Det färdiga taket skall bidra till byggnadens energihushållning genom att erbjuda ett tillräckligt stort motstånd mot värmeläckage. I Boverkets Byggregler (BBR) anges dock inte något krav på hur värmeisolerande taket skall vara. BBR anger istället ett totalkrav på vad byggnaden skall prestera. Det är sedan konstruktörens uppgift att utforma tak, väggar, ventilationssystem mm så att detta totalkrav uppfylls.

Takets värmeisoleringsförmåga grundas dels på att man använder högvärdigt värmeisolerande material, dels på att konstruktionen görs lufttät.

### **Värmeisoleringsmaterial**

En produkts värmeisoleringsförmåga anges som dess I-värde (lambdavärde). Vanliga värden för högvärdig isolering som mineralull och cellplast är cirka 0,035–0,040 W/m/K. Ju lägre I-värde produkten har, desto bättre isoleringsförmåga har den. Det är idag vanligt att tak förses med minst 300 mm högvärdigt värmeisoleringsmaterial. I så kallade passivhus används ofta dubbelt så mycket.

För alla värmeisoleringsprodukter gäller att de skall monteras med mycket väl sammanskjutna skivor så att inga glipor uppstår, eftersom dessa glipor försämrar det färdiga takets värmeisoleringsförmåga.

De vanliga materialen för värmeisolering av yttertak är mineralull (glasull och stenudd), samt expanderad respektive extruderad cellplast av polystyren (benämnda EPS respektive XPS). Till terrassbjälklag används även cellglas (skummat glas) och de på den svenska marknaden relativt nya PIR- och PUR-materialen (polyisocyanurat respektive polyuretan).

Mineralull har mycket god dimensionsstabilitet (ändrar inte sina mått vid temperatur eller fuktändringar, och har inte heller någon initialkrympning). Cellplast har sämre egenskaper i detta avseende (den krymper så att glipor uppstår mellan isoleringsskivorna), men är i gengäld billigare.

Se även avsnittet *Tak och Brandsäkerhet*.

### **Kombitaket**

I ett s. k. kombitak kombineras cellplast med mineralull. Isoleringen byggs då upp i tre skikt: Underst läggs en mineralullsskiva, ofta cirka 50 mm, därpå läggs en kärna av

cellplast (huvuddelen av isoleringen), och ovanpå denna läggs en tunn skiva av mineralull (s. k. board, ca 20 mm). I vissa tak förenklas detta ytterligare på så sätt att underskivan utelämnas. Underskivan kan dock ha en viktig funktion med avseende på säkerhet vid brand, och det krävs därför en noggrann utredning innan denna skiva utelämnas.

Motiven för att välja kombinationsisolering är att man till så stor del som möjligt vill utnyttja cellplastens låga materialpris, samtidigt som man vill undvika cellplastens nackdelar. Mineralullen skyddar cellplasten dels mot värme vid svetsning av tätskiktet, dels mot solstrålningsvärme som annars kan orsaka stor krympning i cellplasten. Den undre skivan används i byggnader där man av brandskyddsskäl inte kan acceptera cellplast närmast ovanför en bärande, profilerad plåt. Den undre skivan ger också ett plant underlag att lägga fuktskyddsskiktet på (plastfolien), vilket är en stor fördel när det gäller att få plastfolien tät.

### **Lufttätthet**

För att värmeisoleringsförmågan skall kunna utnyttjas och för att undvika problem till följd av fukt är det viktigt att tak är lufttäta.

I de flesta byggnader råder ett högre lufttryck strax under taket än utanför. Samtidigt är även fukttätheten i inomhusluften så gott som alltid något högre än utomhus. Om taket inte är lufttätt kommer tryckskillnaden att driva den fuktiga luften upp och ut genom konstruktionen. Risken för kondensutfällning i taket är då stor. Omfattande skador kan uppstå på kort tid.

I vissa byggnader förekommer en mycket kraftig fuktproduktion inomhus vilket medför mycket höga krav på lufttätthet för att förebygga fuktskador. Exempel på sådana byggnader är simhallar, kylhus, fryshus, slakterier, etc.

Lufttättheten skapas normalt med hjälp av en plastfolie, en så kallad luft- och ångspärr. Denna skall utföras med täta skarvar och täta anslutningar mot omgivande konstruktioner för att fungera. Tätning kan göras med klämda skarvar eller med olika typer av skarvband och tejper. Sådana band och tejper skall vara avsedda för just detta ändamål, t. ex. skall de uppfylla kravet att fullgöra sin tätande funktion lika länge som plastfolien i övrigt. I extremt fuktbelastade konstruktioner kan plastfolien bytas till en bitumenbaserad produkt, vilken dels har fördelen att skarvar kan klistras (svetsas) helt täta, dels att bitumenet tätar kring de skruvar som sedan används för att fästa taktäckningen.

## **BRANDSÄKERHET**

I Boverkets Byggregler klassas byggnader i olika brandklasser beroende på vad det är för typ av byggnad och typ av verksamhet som bedrivs i den, och där anges krav som syftar till att minimera risken för uppkomst av brand och risken för spridning av brand.

Man skiljer på skydd mot utvändigt brand där huvudidén är att förhindra eller begränsa spridning av brand, och skydd mot invändigt brand där huvudidén är att säkerställa att människor som vistas i en lokal skall hinna utrymma lokalen innan branden får alltför omfattande verkningar, som t. ex. kollaps eller spridning av kraftig rök mm.

### Utvändig brand – skydd mot spridning – flygbrand

För yttertak ställs krav på att en mindre brandhärd på taket inte skall kunna spridas alltför enkelt (Boverkets Byggregler, §5.62). I BBR krävs därför att tätskiktet skall vara provat och godkänt för aktuellt underlag enligt ENV 1187, metod 2. Materialet uppfyller då krav enligt klass Broof (t2) på aktuellt underlag.

Tätskiktets materialets förmåga att uppfylla dessa krav är högradigt beroende av vilket underlag det ligger på. För tätskiktsprodukter har det visat sig vara mest komplicerat att uppfylla säkerhetskravet på underlag av mineralull. Under själva monteringskedet är det däremot cellplastprodukter som, pga sin lättantändlighet, ställer högst krav på montage-teknik och montageutrustning.

### Invändig brand

För det färdiga taket ställs även krav på brandsäkerhet med avseende på brand som kommer inifrån lokalen. Utförliga anvisningar om detta finns i Boverkets Byggregler. Exempel på sätt att uppfylla dessa krav finns t. ex. i Brandskyddsföreningens skrift Brandskydd i Boverkets byggregler. Även vissa materialleverantörer tillhandahåller förslag på hur kraven kan uppfyllas.

För tak är det särskilt notabelt att bärande plåt kan behöva skyddas mot hög värme för att förebygga alltför tidig kollaps i samband med brand. Man bör vid projekteringen även beakta cellplasts förmåga att brinna, smälta och droppa och hur detta kan påverka t. ex. möjligheterna till utrymning. Av detta skäl är det i många byggnader olämpligt att använda cellplast som material närmast ovanpå bärande underlag av plåt. Man övergår då ofta istället till ett så kallat kombitak där understa och översta skiktet i isoleringen består av mineralull, medan mellanskiktet utgörs av cellplast.

## SÄKERHET VID ANVÄNDNING

I Boverkets Byggregler, kapitel 8 (8:24, 8:243) anges krav på anordningar för att säkerställa säkerhet mot fallolyckor vid beträdande av tak. Kraven avser bland annat skyddsräcken, fästen för säkerhetslinor, skydd mot halkning och mot genomtrampning. Bland annat nämns att vid fasadhöjd större än 3 m bör det, oavsett taklutning, monteras fästanordningar för linor till säkerhetsseklar. I BBR anges även krav på skydd mot snöras. Det är fastighetsägaren som är ansvarig för att reglerna följs.

*I Boverkets Byggregler (BBR) anges bland annat att:*

- Där risk för halka föreligger skall material anpassas så att risken att halka minimeras,
- Oväntade nivåskillnader och oväntade ändringar av materialytans karaktär skall undvikas,
- Öppningar i takytor som är möjliga att beträda skall vara omgärdade av räcke eller täckta med galler eller dylikt så att det inte är möjligt att falla ned genom öppningen. Detta kan t. ex. gälla takfönster som ligger lägre än 0,35 m över takytan.
- Takytor som kan beträdas skall ha skäligen skydd mot halkning och utformas så att risken för genomtrampning begränsas.



- Glidskydd för lös stege skall finnas,
- Vid fasadhöjd högre än 8 meter bör tillträde till taket ordnas via invändig uppstigningsanordning,
- Fasta arbetsställen på taket skall utformas med hänsyn till de risker som arbetet kan medföra. T. ex. bör det vid skorstenar finnas en fast arbetsyta om minst 0,3×0,6 m.
- Vid fasadhöjd större än 3 m bör det – oavsett taklutning – finnas livlinefästen vid taknocken eller motsvarande del av takytan. På tak med lutning mindre än 1:10 kan fästanordningarna utgöras av fästögglor med högst 5 m inbördes avstånd, monterade maximalt 10 m från takfoten.
- Skydd mot snö- och isras skall finnas vid byggnadens entréer om det finns särskild risk för personskador, vilket kan anses vara fallet när byggnadens fasadhöjd är mer än 8 meter eller när taklutningen är mer än 1:3 ( $\approx 18^\circ$ ).

Det är byggherren (senare fastighetsägaren) som ansvarar för de skador som orsakas av nedfallande snö och is.

## PRODUKTKUNSKAP

I det följande ges en kort orientering om påfrestningar på tätskiktsmattor, och en sammanställning av väsentliga egenskaper hos de vanligaste produkterna som används vid taktäckningsarbeten.

## TÄTSKIKTSMATTOR – EN KORT INTRODUKTION

Med tätskiktsmatta avses en produkt avsedd för att skapa vattentäthet i en byggnads-konstruktion. Begreppet avser fabriksproducerade produkter bestående av en elastisk stomme som impregnerats och belagts med ett vattentätande material. Dessa produkter läggs och sammanfogas genom någon form av klistring eller sammansmältning på byggsplatsen. Begreppet omfattar däremot inte produkter som målas eller sprayas på underlaget ute på arbetsplatsen.

### Naturens krav på tätskiktsmattor

Under montage och under sin brukstid utsätts tätskiktsmattor på yttertak för

- Montering vid låg temperatur
- Montering vid hög temperatur
- Stående vatten
- Isbeläggningar
- Slag
- Statisk belastning
- Autogen krympning
- Hög temperatur

Tätskiktsmattorna måste ha sådana egenskaper att de tål alla dessa belastningar under en tid av flera decennier. För att säkerställa detta har tätskiktsleverantörer och oberoende

branschorgan enats om vissa gränsvärden som produkter skall uppfylla. Dessa gränsvärden finns angivna i AMA Hus (AB Svensk Byggtjänst) och ligger även till grund för så kallad P-märkning som kan utfärdas av SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut.

*Som exempel kan nämnas att en tätskiktsmatta för yttertak skall*

- vara vattentät vid ett vattendjup av 1 m,
- tåla att böjas vid  $-15^{\circ}\text{C}$ ,
- tåla en töjning på 10 % vid  $-10^{\circ}\text{C}$ ,
- krympa maximalt 0,4 %.

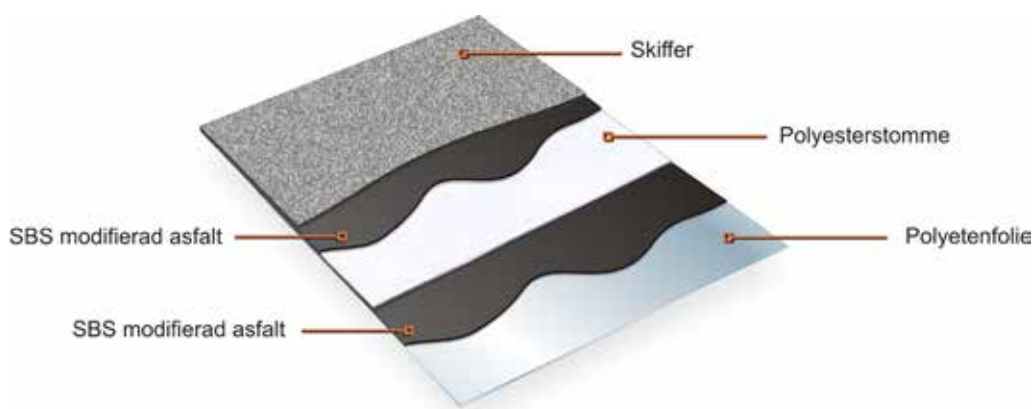
Efter åldring i värme (motsvarande 50 års naturlig åldring) skall produkten fortsatt vara böjbar utan att brista vid  $-15^{\circ}\text{C}$  och den skall fortfarande vara möjlig att töja 5 % vid  $-10^{\circ}\text{C}$  utan att bli otät mot vatten.

Tätskiktsmattor består av en stomme som impregnerats och belagts med bitumen. De flesta bitumenbaserade tätskikt har också en UV-skyddande beläggning av t. ex. skiffergranulat på överytan. Impregnerings- och belägningsbitumenet kan ha olika sammansättningar.

Tätskiktsmattor skall motsvara de krav som ställs på dem både med anledning av den miljö de används i och med anledning av brandsäkerhet, arbetsmiljöskäl, miljöhänsyn, m. m.

En typisk tätskiktsmatta för yttertak väger omkring  $5\text{ kg/m}^2$ . Den har en töjbarhet på omkring 30–50 %. Denna förmåga till töjning utan brott är en av de främsta orsakerna till att moderna tätskiktsmattor klarar naturens påfrestningar väldigt mycket bättre än vad äldre tiders takpapp gjorde.

I det följande ges en kort beskrivning av de olika delkomponenter som ingår i en tätskiktsmatta.



**Bildtext??**

## Bitumen

Bitumen utvinns genom destillation av råolja. Genom destillationen delas råoljan upp på olika typer av kolväteföreningar. Först utvinns de lätta kolväteföreningarna, och sedan de tyngre. Bitumen består av stora, tunga molekyler och är bland det sista som utvinns ur råoljan. Bitumen kallas ibland även för asfalt. Någon riktigt tydlig definition av skillnaden mellan asfalt och bitumen finns inte; i USA menar man med *asphalt* det som vi menar med ordet bitumen. Ofta görs dock uppdelningen att bitumen är det rena bindemedlet (oljeprodukten) medan asfalt är det man får sedan man blandat bitumenet med någon form av ballast; sand eller sten.

Bitumen har varit känt för sin förmåga att täta mot vatten mycket länge: I Bibeln anges att redan Noa använde bitumen för att täta sin ark när syndafloden var på väg! Skulle någon tvivla på denna uppgift så finns istället bevis för att bitumen har använts som vattentätning sedan ungefär 3 500 år f. Kr i Babylon (vid floden Euftrat, ungefär tio mil söder om nuvarande Bagdad).

### **Oxiderad bitumen**

*Gammalt: Tack vare sina stora, tunga molekyler är bitumenet trögflytande vid rumstemperatur. Destillerat bitumen blir dock snabbt mer lättflytande om det värms upp. Detta sker så lätt att destillerat bitumen inte lämpar sig för taktäckning, eftersom den kommer att bli alltför mjuk vid de temperaturer som förekommer på tak (drygt 70° C soliga dagar).*

Det bitumen som utvinns direkt vid destillationen (destillerad bitumen) blir alltför lättflytande vid normala temperaturer för att kunna användas till tätskiktsprodukter, vägbeläggningar, mm. För att minska dessa problem har man sedan lång tid tillbaka oxiderat bitumenet genom att blåsa luft genom det. Härigenom förändras bitumenets molekylära struktur så att det blir mer trögflytande vid höga temperaturer. Nackdelen är att det samtidigt blir alltför stelt och sprött vid låga temperaturer.

Oxiderad asfalt ges en kvalitetsbeteckning av typ "90/10". Den första siffran ger ett mått på hur mjukt bitumenet blir vid förhöjda temperaturer (s. k. ring-and-ball-test). Siffran anger helt enkelt den temperatur där bitumenet uppnår en viss bestämd mjukhet. Den andra siffran anger hur hårt bitumenet är vid låga temperaturer. Hårdheten mäts genom att en belastad nål får sjunka ned i bitumenet. Man mäter sedan hur djupt nålen sjönk och anger måttet i tiondelar av millimeter. Beteckningen 35 innebär alltså att nålen sjönk ned 35 tiondels millimeter, d. v. s. 3,5 mm.

### **Polymermodifierad bitumen**

Problemen med att oxiderad asfalt blir för hård vid låga temperaturer och för lättflytande vid höga temperaturer har lösts genom att man istället börjat modifiera destillerad asfalt. Detta sker genom att destillerat bitumen blandas med en polymer som gör bitumenet mycket töjbart och elastiskt. Polymerer som används för detta ändamål är vanligtvis SBS (styren-butadien-styren) eller APP (ataktisk polypropen). SBS ger bitumenet god flexibilitet vid låga temperaturer (ned till cirka -20° C) och god stabilitet ända upp mot 120–130° C. APP ger stabilitet vid ännu högre temperaturer, men ger istället inte lika bra flexibilitet vid låga temperaturer. Av detta skäl används SBS-modifierade tätskikt

huvudsakligen i trakter med kallt klimat, medan APP-modifierade produkter har sitt främsta användningsområde i varma områden.

Polymermodifierade bitumentätskikt har använts på den svenska marknaden sedan ungefär 1980. Den praktiska erfarenheten har visat att SBS-modifierade tätskiktsmattor fungerar mycket bra i vårt klimat, både vid montage och i drift. De polymermodifierade kvaliteterna har så gott som fullständigt ersatt de oxiderade kvaliteterna i tätskiktsprodukter. Oxiderad asfalt används numera enbart vid klistring av tätskikt och värmeisolering mot underlaget.

### **Stommar**

Tätskiktsmattan är uppbyggd av en stomme som impregnerats och belagts med bitumen. I moderna tätskiktsmattor och även i takdukar består stommen oftast av en polyesterfibrer. Dessa stommar har mycket god förmåga att tåla stora töjningar utan att brista, vilket är viktigt bland annat för att motstå verkan av isbeläggningar på tak, och för att klara påfrestningar av vindlast (se mer om detta i avsnittet Allmänt om tak under Takprojektering).

Polyesterstommen kan kombineras med ett skikt av glasfiber (som spridda fibrer eller som orienterade trådar) för att skapa en produkt med bättre dimensionsstabilitet och bättre läggningsegenskaper.

Förr användes stommar av lump, d. v. s. återvunna tygmaterial. Dessa hade många goda tekniska egenskaper, t. ex. hade de en tillräckligt god töjbarhet för att klara de töjningar som kan orsakas av isbeläggningar. Dessvärre hade de även egenskapen att ruttna om fukt kom in i stommen. Fukt som kom in i stommen orsakade även blåsbildning i dessa tätskikt när tätskiktsmattan värmdes av solbestralning.

Även stommar av ren mineralfiber (oftast glasfiber) har använts, men dessa har visat sig ha alltför dålig töjbarhet, och används därför inte längre i tätskiktsmattor. Glasfiberstommar används däremot i enklare underlagstäckningar som t. ex. YAM2000.

## **VÄRMEISOLERING**

### **Mineralull**

Mineralull är ett samlingsnamn för glasull och stenuull. Som namnen antyder består mineralull av tunna fibrer av glas eller stenmaterial som packats samman till en produkt med en totalporositet över 95 %. Fibrerna hålls ihop med någon form av bindemedel. Mineralull är känd för att vara mycket dimensionsstabil, d. v. s. den krymper inte och sväller inte vid normala fukt- och temperaturvariationer. Den har inte heller någon autogen krympning (d. v. s. krympning som beror på hur produkten producerats eller vilka material den består av). Mineralull förstörs inte av den höga värme som den kan utsättas för kortvarigt i samband med svetsning av tätskiktsmattor. Om mineralull utsätts för fritt vatten under längre tid kan bindningen mellan fibrerna lösas upp. Detta brukar då resultera i att mineralullsskivan sväller något, eftersom dess nominella tjocklek har skapats genom lätt komprimering i tillverkningsprocessen.

Värmeisoleringskivor av mineralull har vanligtvis värmeledningsförmåga  $\lambda = 0,035\text{--}0,038$  W/m<sup>°</sup> C. Ju lägre värde produkten har, desto bättre värmeisoleringsförmåga har den.

## Cellplast

Cellplast är ett samlingsnamn för plastprodukter med mycket hög porositet. De vanligaste cellplasttyperna för användning i tak är expanderad respektive extruderad polystyren (EPS och XPS). Det finns även isolering av polyuretan (PUR) och av PIR.

### **EPS: Expanderad cellplast av polystyren**

Isoleringskivor av expanderad polystyren tillverkas genom sammanbakning av kulor av expanderad polystyren. Produkten kallas ofta Frigolit efter ett vanligt produktnamn. Denna typ av cellplast deformeras av värme vid cirka 100° och ibland även lägre. Produkten är mycket lättbrännbar och kräver särskild hänsyn både vid projektering och vid montage av tak.

Cellplast av expanderad polystyren har en initialkrympning om flera promille. En skiva som från början är 1 m lång krymper cirka 5 mm inom några månader. På exponerade tak, där temperaturen ofta blir hög på sommaren, ökar denna krympning ytterligare. Detta leder till att det bildas glipor mellan cellplastsnivorna. Ofta finner man glipor om 1–2 cm mellan skivorna på tak som är några år gamla. Dessa glipor medför ökat värme-läckage genom taket och bör därför förebyggas. Det tekniskt bästa sättet att undvika dem är att använda mineralull istället för cellplast. Som en kompromiss kan man välja cellplast som huvudsaklig isolering i taket, men täcka den med en mineralullsboard. Ju större tjocklek denna board har, desto mindre besvärande blir gliporna mellan cellplastsnivorna. Man kan med fördel välja 50 mm boardtjocklek.

### **XPS: Extruderad cellplast av polystyren**

Cellplast av extruderad polystyren tillverkas genom extrudering av plastmassan. Detta medför att produkten får en ensartad, slät struktur.

Värmeisoleringskivor av XPS har vanligtvis värmeledningsförmåga  $\lambda = 0,035\text{--}0,038 \text{ W/m}^\circ \text{C}$ .

### **Cellplast av polyisocyanat/polyuretan (PIR/PUR)**

Cellplast av polyisocyanat och av polyuretan utmärker sig gentemot cellplast av polystyren med att de har väsentligt lägre värmeledningsförmåga, d. v. s. vid en given tjocklek på isoleringen ger de konstruktionen bättre värmeisoleringsförmåga. Dessa skivor kan ha värmeledningsförmåga  $\lambda \approx 0,023 \text{ W/m}^\circ \text{C}$ . Detta låga värde innebär att skivor av PIR och PUR ger ungefär 50 % bättre värmeisoleringsförmåga (50 % lägre energiförluster) än mineralull och cellplast av polystyren.

### **Cellglas (t. ex. Foamglas®)**

Värmeisoleringskivor kan även tillverkas av glas genom att man skummar en flytande glas-massa. Dessa produkter utmärker sig med mycket hög täthet mot fukttransport, obränn-barhet, lastbärande förmåga och hög dimensionsstabilitet (d. v. s. inga krympnings- eller svällningsrörelser) och allmänt mycket god beständighet.

## LUFT- OCH ÅNGSPÄRR

I många konstruktioner – särskilt i tak över lokaler där det finns någon fuktproducerande verksamhet – krävs att konstruktionens insida är tät mot fukttransport. Det finns annars risk att fukt från inomhusluften tränger ut genom konstruktionen och orsakar kondensutfällning (eller åtminstone skadligt hög fuktighet) i konstruktionens yttre, kalla delar.

Fukt från inomhusluften kan transporteras ut i konstruktionen antingen genom *diffusion*, vilket innebär att fukten transporteras som enskilda gasmolekyler som ständigt sprider sig, eller genom *konvektion*, vilket innebär att fukten följer med i en luftström. För att förhindra fukttransport genom diffusion krävs att man använder ett material med hög täthet just mot diffusion av vattenånga. Oftast innebär detta att man använder någon typ av plast, vanligtvis polyeten. För att förhindra fukttransport genom konvektion krävs att konstruktionen görs ordentligt lufttät. Detta gäller speciellt i taket, eftersom det är mycket vanligt att det råder ett visst övertryck i luften närmast under taket. Detta tryck strävar efter att trycka ut den fuktiga inomhusluften ut i takkonstruktionen. Det lufttäta skiktet kan skapas av många olika typer av produkter. Så gott som alltid används dock en tunn plastfolie av polyeten eftersom denna ger skydd mot både diffusion och konvektion. Förutsättningen för detta är dock att plastfolien skarvas väl så att även skarvarna blir lufttäta.

Ofta byggs tak med bärande underlag av trapetsprofilerad plåt. Det är svårt att lägga plastfolien på detta underlag utan att skarvarna blir otäta, vilket medför risk att fukt tränger ut i takkonstruktionen. Det har dock visat sig att i byggnader med måttlig fuktproduktion har man ytterst sällan några problem till följd av dessa otätheter. Sannolikt beror detta på att tätskiktet på taket skapar tillräckligt god lufttäthet för att förebygga problem.

### **Plastfolie av polyeten**

Plastfolien av polyeten är vanligen 0,2 mm tjock. Produkten skall vara provad med avseende på åldersbetingad nedbrytning så att den bibehåller sin tätande förmåga under minst 50 års tid.

### **Bitumenprodukter**

I konstruktioner där man ställer extra höga krav på täthet kan det vara befogat att byta från plastfolie till en robustare produkt av bitumen. Med en sådan produkt går det att klistra eller svetsa ihop skarvarna mellan våderna, och man uppnår på så sätt betydligt bättre täthet. Detta kan vara motiverat i pappersmasseindustrier, tryckerier, simhallar, köttberedningsindustrier och andra lokaler med verksamheter som producerar mycket fukt. Bitumenprodukterna har också fördelen att kunna tätas runt skruven i tätskiktsmattans fästdon där den går ned till underlaget.

## REGELVERK

### BBR

BBR (Boverkets Byggregler) är Boverkets konkretisering av föreskrifterna i Plan- och Bygglagen. BBR kan därmed sägas gälla som "lag" för byggarbeten; det som står i BBR måste uppfyllas!

BBR anger i huvudsak endast funktionskrav. Detta innebär att BBR talar om vilka funktioner den färdiga byggnaden (konstruktionen) skall ha. Däremot säger den inte något om exakt hur byggnaden skall utformas för att uppfylla dessa funktionskrav. Det är istället upp till projektören / konstruktören att utforma byggnaden så att de övergripande funktionskraven i BBR uppfylls.

### CE-märkning

Från och med juli 2013 skall samtliga material och produkter som lyder under EUs Bygghandelsdirektiv vara CE-märkta. CE-märkningen innebär att produkten uppfyller de krav som anges i relevant produktstandard. För tätskiktsmattor av bitumen innebär detta EN 13707 och för takdukar av pvc och andra plaster innebär det EN 13956. CE-märkningen syftar till att säkerställa att produkten inte är farlig för människors liv eller hälsa, och att den helt allmänt är lämplig för ändamålet.

### Typgodkännanden

Förr användes i Sverige ett system med s. k. typgodkännanden av byggprodukter. Godkännandet innebar att produkten uppfyllde svenska krav, och även att produkten inte fick ifrågasättas och bytas ut vid offentliga upphandlingar. Sedan CE-märkningarna infördes har detta system avskaffats.

### Tredjepartskontroll och P-märkning

Så som beskrevs ovan innebär CE-märkningen inte med automatik att en produkt är lämplig för den användning man har tänkt, eller att den uppfyller svenska lagkrav. CE-märkningen ersätter alltså inte det gamla svenska systemet med typgodkännanden. Detta innebär att byggherren själv, eller via sina konsulter, måste kontrollera produktens lämplighet. För att förenkla detta förfarande kan man använda sig av ett system med tredjepartskontroll. En sådan provningstjänst kan tillhandahållas av någon part med tillräcklig kunskap och tekniska resurser för att kontrollera produktens egenskaper i förhållande till svenska regelverk.

Den vanligaste tredjepartskontrollen (provningstjänsten) i Sverige är så kallad P-märkning som leverantörer kan låta utföra hos SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut. P-märkta produkter är granskade med utgångspunkt från Boverkets Byggregler och från ett regelverk som har utarbetats tillsammans med ledande leverantörer av tätskiktsprodukter. P-märkningen kan därmed sägas vara en kvalitetsstämpel som visar att produkten uppfyller svenska myndighetskrav och att den i övrigt är lämplig för användning under svenska förhållanden.

## **AMA**

AMA är ett beskrivningshjälpmedel för projektörer, utgivet av Svensk Byggtjänst. Boken används som hjälpmedel på så sätt att projektören slipper skriva ned alla detaljer för det enskilda bygget. Istället kan han/hon ange vilka krav som ställs genom att enbart åberopa vissa valda rubriker i AMA.

Ofta refererar man till AMA som om det vore ett regelverk med laglig verkan. Så är dock inte fallet! Anvisningarna i AMA är dock utvecklade i samarbete mellan många av branschens aktörer och de baseras på mycket omfattande och lång erfarenhet av hur konstruktioner fungerar. Anvisningarna i AMA kan därmed ofta anses representera "bästa kända kunskap" om hur något skall utföras. Därmed anses anvisningarna i AMA ofta visa vad som kan kallas "fackmannamässigt" utförande. Vid en eventuell tvist om huruvida något är fackmannamässigt utfört är det alltså sannolikt att man kommer att kontrollera vad som anges i AMA, och använda det som utgångspunkt för granskningen. Detta innebär att entreprenören skall ha goda motiv för att välja något annat utförande än det som visas i AMA. Ett sådant motiv kan vara att beställaren (genom projektören) uttryckligen har beställt något annat än vad som anges i AMA. Ett annat skäl kan vara att entreprenören följer leverantörens anvisningar.