

TAKPROJEKTERING: EXPONERADE OCH GRÖNA TAK

– Råd och anvisningar inför projektering av exponerade och gröna tak

PROJEKTERINGSRÅD – GENERELLT	3
ALLMÄN TAKUTFORMNING	3
Avvattning	
Varma tak och kalla tak	
Taklutning	
Avvattningssystem	
Rörsystemet	
Ränndalar	
Takavvattningsbrunnar	
Bräddavlopp	
Övriga detaljer på tak	
Hinder	
Skuggade partier, snöfickor	
TÄTSKIKT	6
Omfattning – begränsning	
Val av tätskiktsprodukt	
CE-märkning	
P-märkning	
Infästningsplan (mekaniskt infästa tätskiktssystem)	
Krav på fästdon	
VÄRMEISOLERING	8
Värmeisolering över eller under tätskiktet?	
Krav på värmeisolering	
Erfarenheter av olika isoleringsmaterial	
Isolering på underlag av trapetsprofilerad plåt	
LUFTTÄTHET: LUFT- OCH ÅNGSPÄRR	10
Underlag av trapetsprofilerad plåt	
Underlag av betong, lättbetong	
SPECIELLA BYGGNADER	11
Simhallar	
Fryshus	
Kylhus	

PROJEKTERING VID RENOVERING	12
<i>Delrenovering</i>	
<i>Renovering eller Ändring av byggnad?</i>	
<i>Omläggning på befintlig PVC-duk</i>	
FUKTSÄKERHETSPROJEKTERING	13
BRANDSÄKERHET	14
<i>Utvändig brand – skydd mot spridning – flygbrand</i>	
<i>Invändig brand</i>	
GRÖNA TAK	16
<i>Sedumöverbyggnadens sammansättning</i>	
Allmänna förutsättningar	
<i>Val av sedumsystem</i>	
<i>Val av tätskiktsprodukt</i>	
<i>Lagom sol och regn</i>	
<i>Avvattningssystem på sedumtak</i>	
<i>Fuktsäkerhetsprojektering</i>	
Gröna tak – Detaljutformning	
Skötsel och underhåll	

PROJEKTERINGSRÅD – GENERELLT

Projektering av tak omfattar i princip alla de moment som gäller för vilken annan del som helst av byggnaden. Det kan gälla stadga och bärförmåga, brandsäkerhetsfrågor, tillträdesanordningar och säkerhet vid användning, energihushållning, miljöfrågor, ljudisolering, etc. I denna skrift behandlas endast de projekteringsmoment som är aktuella vid utformning av låglutande tak och terrasser för god funktion vad gäller avvattning och beständighet. Brandskydd berörs endast avseende uppkomst och spridning av brand utvändigt. Projektering av bärförmåga, byggnadens brandskydd och mycket annat berörs inte. Anvisningar avseende detaljer finns i respektive tätskiktssystem.

ALLMÄN TAKUTFORMNING

Avvattning

Den första fuktkällan att ta hänsyn till är nederbörd, i form av regn, snö och hagel. Avledning av nederbörden kräver att det finns ett avvattningsystem som fungerar tillräckligt väl alla tider på året, oavsett klimatförhållanden. Avvattningsystem kan dimensioneras enligt SS-82 40 31.

Varma tak och kalla tak

Så kallade varma tak, d. v. s. tak där en del värme från byggnaden läcker ut genom takytan (se avsnitt Takteknik Allmänt), bör ha varma avlopp, d. v. s. takavvattningsbrunnarna skall leda ned vattnet till invändiga, varma rör.

Om ett varmt tak istället utförs med utvändiga, kalla avlopp, är risken stor att avvattningsystemet sätts igen av isbildning. Om varma tak avvattnas via utkastare genom sarg, kan frysning i utkastare eller utvändiga stuprör orsaka stopp i avvattningen och därmed leda till mycket hög vattenbelastning på taket, vilket i sin tur kan orsaka både läckage och kollaps. Utkastare genom sarg bör därför undvikas.

Kalla tak kan ha kalla avlopp. Kalla tak är tak med god ventilation av utrymmet mellan värmeisoleringen och yttertakens undersida. Detta kan t. ex. uppnås i hus med välventilerad kallvind. Äldre tak av typen brant parallelltak (med luftspalt från takfot tillnock) fungerar ofta huvudsakligen som varma tak. Med kraftig värmeisolering blir funktionen mer lik det kalla taket. Moderna, välisolerade, branta parallelltak kan därför fungera som kalla tak.

Taklutning

För exponerade tätskikt rekommenderas 1:40 som minsta lutning. Observera att lokala nedböjningar kan medföra att detta värde underskrids. Syftet med en minsta lutning är att säkerställa avrinning för att undvika överbelastningar och stora ismängder. Om frågan enbart gällde tätskiktens förmåga att hålla tätt mot vattenövertryck skulle taken kunna utformas helt horisontella.

För moderna tätskiktmaterial som provats och godkänts enligt SPs system för P-märkning accepteras att tak kan vara utformat så att det kan bildas kvarstående vattensamlingar med djup maximalt 30 mm. Vid större mängder kvarstående vatten finns risk

att den is som bildas vid frysning kan utsätta tätskiktet för riskabelt stora dragkrafter. Vid projektering av takets avvattningssystem beaktas därför takfall, val av in- eller utvändig avvattning, utformning av rännदार, samt placering av brunnar och bräddavlopp.

Avvattningssystem

Avvattningssystemet består av rännदार, takavvattningsbrunnar och takavvattningsrör (och rännor).

Rörsystemet

Avvattningssystemets rörsystem kan vara av frifallstyp eller fullflödestyp. I frifallssystemen används grova rör i vilka vattnet får rinna fritt. I fullflödessystemen används klena rör som fylls helt vid tillräckligt intensiv nederbörd på taket. Avsikten är att när rörsystemet fylls, skall höjdskillnaden ned till marken bidra till att skapa ett sug i systemet så att flödes hastigheten i rören höjs mycket kraftigt. Därmed uppnås en tillräcklig avvattningskapacitet trots relativt klena rör, vilka har fördelen att kunna hängas i tak, m. m.

Avvattningssystem (för invändig avvattning) av typ frifallssystem bör minst ha 100 mm dimension på avvattningsrör. Avvattningssystem av fullflödestyp (ibland kallade UV-system efter det första systemet som lanserades) har klenare rördimensioner och sätts därför lättare igen av skräp, löv, mm. Dessa system lämpar sig bättre för tätskikt av plastdukar, men bör undvikas vid tätskikt av bitumen. Avvattningssystemet av fullflödestyp kan kräva att ytterligare åtgärder vidtas för att förebygga att brunnar och rör sätts igen av skräp. Dessa system ställer också högre krav på regelbunden tillsyn.

Rännदार

Allmänt bör rännदार utformas utan falluppbbyggnader mellan takbrunnarna. Detta kallas ibland för att taket har horisontell rännदalsbotten. Fördelen med denna utformning är att brunnarna kan samverka på så sätt att om avvattningen stoppas i en brunn, kan närmaste brunn ta över dess funktion.

Ränndal längs sarg bör förläggas minst 500 mm från sargen, med rak fallkil från sargen och ned mot rännदalsbotten. Syftet med detta är bland annat att det skall finnas tillräcklig plats att täcka in takbrunnens fläns med tätskiktsmaterialet.

Takavvattningsbrunnar

Brunnar bör alltid placeras i takets verkliga lågpunkter, d. v. s. med hänsyn tagen även till takets naturliga nedböjningar. Syftet är naturligtvis att så långt som möjligt undvika att vatten blir stående kvar på taket. Detta innebär normalt sett att brunnar skall placeras mitt i takstolsfacken.

Typen av avvattningsbrunn beror på vilken typ av vattningssystem som används; frifallssystem eller fullflödessystem. Oavsett system bör dock brunnen utföras i rostfritt stål och med en fläns för anslutning av tätskiktsmattan. Flänsen bör byggas in mellan två skilda skikt av tätskiktsmaterial. För bästa möjliga vidhäftning bör flänsen vara perforerad så att det undre och det övre tätskiktet kan klistras samman tvärs igenom perforeringen.

Flänsen bör vara minst 150 mm bred åt alla håll utanför avloppsröret (för frifallsbrunnar med dimension cirka 100 mm utformas flänsen därför i regel som en kvadrat med sidan 400 mm). Flänsen skall vara helsvetsad till brunnsröret.

Takbrunnens fläns skall inte vikas eller klippas. Brunnen måste därför placeras så långt från närmaste hinder att hela flänsen och även den underliggande kragen får plats på takytan. För normala takbrunnar med flänsmått #400×400 mm innebär detta att centrum av utloppsröret skall placeras minst 350 mm från närmaste hinder på takytan (sarger, väggar och annat som kan göra att det blir alltför trångt runt brunnen för att tillåta ett säkert montage).

Om avvattningsbrunn monteras igenom sarg – trots vad som sagts ovan om riskerna med detta – bör brunnsröret ha rektangulärt tvärsnitt, eftersom anslutningen av tätskikt blir betydligt säkrare på detta sätt.

Takbrunn till fullflödessystem ska alltid levereras av systemleverantören, som också dimensionerar rören för bästa funktion.

Bräddavlopp

Bräddavloppets funktion är att säkerställa att taket avvattnas även om den ordinarie avvattningen via takbrunnarna inte fungerar (t. ex. till följd av att brunnarna har satts igen av skräp eller is).

Bräddavloppen placeras normalt maximalt 60 mm över takets lägsta punkt. Det bör finnas minst ett bräddavlopp per rännadal och helst ett bräddavlopp i varje ände av rännalden.

Bräddavloppets utlopp bör förläggas till en plats där det tidigt blir uppmärksammat att bräddavloppet har trätt i funktion. Det är dock olämpligt att låta bräddavloppet mynna så att vatten rinner på fasaden.

Liksom för takbrunnen skall bräddavlopp vara försett med fläns för anslutning av tätskiktsmatta. Flänsen skall vara minst 150 mm bred åt alla håll utanför avloppsröret och skall ha en jämnt fördelad perforering (hål, ca Ø 5–10 mm). Perforeringen bör täcka minst 25 % av flänsytan.

Övriga detaljer på tak

Hinder

På tak förekommer ofta objekt som kan hindra avrinningen. Typiska exempel på detta är brandgasventilatorer, takljus, ventilationshuvor, mm. Vid hinder som är bredare än 1,2 m byggs vanligtvis avledande fall upp närmast ovanför hindret så att vatten leds ut mot hindrets sidor. Uppbyggnaden kan t. ex. göras med kilar av värmeisoleringsmaterial.

Skuggade partier, snöfickor

Beroende på takets utformning och orientering kan det bildas partier som ofta ligger i skugga eller där det råder lä på ett sådant sätt att det samlas mer snö lokalt än vad som är normalt för taket i övrigt. I sådana partier kan det uppstå problem med isbildning, nedböjningar som orsakar alltför stora samlingar av kvarstående vatten, och även

kondensproblem invändigt pga att yttertaket undersida hålls kall längre tid än övriga delar av taket. I möjligaste mån bör man sträva efter att utforma taket så att sådana fickor inte bildas.

TÄTSKIKT

Omfattning – begränsning

De tätskiktsprodukter som avses i denna skrift är tätskikt av bitumen enligt produktstandard SS-EN 13707.

Val av tätskiktsprodukt

Uppbyggnad och egenskaper för moderna tätskikt av bitumen beskrivs i avsnittet Material- och Produktkunskap.

Tätskiktet väljs med hänsyn till

- Underlagets stabilitet: Vid mjuka underlag ställs högre krav på stanshållfasthet. Tätskiktets märkning skall då innehålla bokstaven A efter sifferbeteckningen för flygbrandsklassningen.
- Underlagets egenskaper vid brand: Tätskiktets klassificering med hänsyn till flygbrand är starkt kopplad till underlagets egenskaper, se avsnittet Brandsäkerhet.
- Logistik: Finns det möjlighet att lyfta och transportera materialet maskinellt, eller skall det kunna bäras och transporteras manuellt?
- Utseende

CE-märkning

Sedan 2013 skall alla byggprodukter vara CE-märkta för att få säljas inom den europeiska gemensamma marknaden. CE-märkning innebär att produkten ifråga uppfyller krav enligt relevant produktstandard. Det är värt att notera att det i dessa standarder ställs ytterst få krav på produkterna tekniska egenskaper. I huvudsak krävs endast att produkten i det stora hela är allmänt lämpad för ändamålet. CE-märkningens främsta syfte är istället att säkerställa att produkten inte är farlig för liv eller hälsa. Det är inte givet att en CE-märkt produkt uppfyller det enskilda medlemslandets krav på tekniska egenskaper för den aktuella produkttypen (eftersom detta varierar från land till land).

P-märkning

I Sverige erbjuder SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut (Borås) en provning av produktens egenskaper där kraven på produktens egenskaper ställs utifrån svenska behov (lagkrav och i övrigt kända krav för att produkten skall fungera väl under lång tid). Produkter som uppfyller kraven erhåller en P-märkning. Det är alltså frivilligt för varje leverantör att låta P-märka sin produkt. Liknande provningstjänster kan erbjudas av andra institut som konkurrerar med SP på denna marknad.

De anvisningar som ges i denna text förutsätter att tätskiktsprodukten uppfyller krav enligt följande tabell.

Tabell 1: Funktionskrav för tätskiktssystem som avses i denna text (inbyggda tätskikt på ytterbjälklag).

Naturlig påfrestning	Kritisk egenskap	Provningsmetod	Krav
Stående vatten	Vattentäthet	EN 1928:2000	Tät vid 10 kPa (1 mvp)
Montering vid låga temperaturer	Böjlighet vid låga temperaturer	EN 1109	-15°C
Mekanisk påverkan 1	Slagmotstånd	EN 12691, Metod B	1000 mm vid 23°C
Mekanisk påverkan 2	Motstånd vid statisk belastning	EN 12730, Metod A	Mjuka underlag: 20 kg Hårda underlag: 10 kg
Isbeläggning	Töjbarhet i kyla med bibehållen täthet	EN 13897	10 % vid -10°C
Formförändring	Dimensionsstabilitet	EN 1107-1	≤0,4 % förändring
Glidning i värme	Tålig mot asfaltavrinning vid förhöjd temperatur	EN 1110	Högst 2 mm glidning efter 100°C och 2 h

Tabell 2: Beständighetskrav för tätskiktssystem som avses i denna text.

Infästningsplan (mekaniskt infästa tätskiktssystem)

För mekaniskt infästa tätskikt skall infästningsplan upprättas. Infästningsplanen skall redovisa vilken typ av fästdon som skall användas och hur tätt fästdonen skall placeras inom takets olika delytor.

Dimensionering av infästningar görs enligt SS-EN-1991-1-4 (Eurocode).

Vid beräkning av infästningsplan krävs uppgifter om

- Typ av underlag.
- Typ av fästdon.
- Fästdonets dimensionerande utdragskraft ur det aktuella underlaget.
- Fästdonets dimensionerande utdragskraft genom tätskiktsmattan.

I infästningsplanen redovisas

- Uppgifter om objektet så att det går att säkert identifiera,
- uppgift om vem som upprättat infästningsplanen,
- uppgift om vem som monterat tätskiktet (entreprenören),
- datum för montaget,
- typ av fästdon,
- typ av tätskiktsmatta,
- zonindelningar,
- infästningsavstånd inom respektive zon.

Krav på fästdon

- Fästdon skall ha sådan beständighet att de medger 50 års livslängd för det färdiga taket. Detta ställer krav framförallt på korrosionsbeständighet och på utmattningsegenskaper. Fästdonsleverantören skall kunna visa upp dokumenterade provningar av fästdonens beständighet. Provningsmetoder för fästdon finns beskrivna i ETAG 004 och 006.
- Fästdonet skall vara så konstruerat att det inte kan stansa hål upp genom tätskiktet om tätskiktet skulle belastas strax intill fästdonet. För detta behövs i de flesta fall någon form av teleskopfunktion i fästdonen.
- På underlag av träpanel fästs tätskiktsmattan med skruv och bricka.

På underlag av isolering används fästdon med teleskopfunktion. Vid tunn isolering kan eventuellt fästdon av typen skruv och bricka användas. Rådgör med fästdonsleverantören!

VÄRMEISOLERING

Värmeisolering till exponerade tak utgörs vanligtvis av mineralull (glasull, stenu) eller cellplast (EPS). Även cellplast av extruderad cellplast (XPS) polyuretan (PUR), polyisocyanurat (PIR) samt cellglas förekommer, men de är ovanliga.

Värmeisoleringen skall dimensioneras så att byggnaden uppfyller kraven på maximal energiförbrukning för uppvärmning enligt Boverkets Byggregler. Värmeförlusten genom isoleringsmaterialet är direkt omvänt proportionellt mot materialets tjocklek. Värmeisoleringens tjocklek i taket anpassas efter isoleringens värmeledningsförmåga och byggnadens övriga värmeisolering.

Värmeisolering över eller under tätskiktet?

På takytor där tätskiktet ligger exponerat eller endast täckt av en sedummatta läggs värmeisoleringen vanligtvis under tätskiktet. I vissa äldre tak förekommer att man har lagt

all, eller en del av, värmeisoleringen över tätskiktet. Avsikten med det senare sättet har varit dels att skydda tätskiktet mot mekanisk påverkan, dels att hålla tätskiktet varmt, vilket innebär att det inte utsätts för isbildning och de dragpåkänningar detta kan medföra.

Det har dock visat sig att värmeisolering som läggs ovanpå tätskiktet med tiden får ett så högt fukttinnehåll att dess isolerande förmåga går förlorad. Samtidigt har också tätskiktets beständighet mot isbeläggningar förbättrats så mycket att argumentet att lägga tätskiktet där det hålls varmt (= under isoleringen) inte längre är relevant. Det generella rådet för uppbyggnaden av taket är därför att alltid lägga värmeisoleringen under tätskiktet.

Krav på värmeisolering

Det första krav som ställs på värmeisoleringsmaterialet är naturligtvis att det skall ha så god isoleringsförmåga att det, inom det tillgängliga utrymmet, ger tillräckligt bidrag till husets totala värmeisolering. Isoleringsförmågan, λ -värdet, deklarerar av tillverkaren.

Värmeisoleringen skall vara så *dimensionsstabil* att glipor mellan isoleringsskivorna inte uppstår med tiden. Detta gäller både initial krympning och reversibla volymändringar som sker till följd av temperatur- och fukthaltsändringar. Erfarenheten har visat att mineralull och cellglas har mycket god dimensionsstabilitet, och att även extruderad polystyren (XPS) presterar bra i detta avseende. Däremot har cellplast av expanderad polystyren (EPS) en betydande initialkrympning; det är inte ovanligt att glipor på 10-15 mm uppstår mellan isoleringsskivor av EPS när de används i takisolering. Sådana glipor försämrar takets värmeisolerande förmåga. I svåra fall kan detta t. ex. orsaka lokal avsmältning av snö underifrån, vilket sedan kan medföra isvallsbildning längre ned på taket. Den stora krympningen i EPS förklaras delvis av att skivorna utsätts för höga temperaturer när de används i tak. Genom att bygga ett s. k. kombitak kan dessa problem minskas: I kombitaket läggs ett lager mineralull ovanpå cellplastisoleringen och därmed skyddas cellplastskivorna mot de allra högsta temperaturopparna.

Värmeisolering måste också ha en sådan kompressionshållfasthet att taket får en tillräcklig stadga och stabilitet. Det finns annars risk för belastningsskador i samband med att man går på taket, och då särskilt strax intill tätskiktets fästdon. Sättningar i taket som uppstår till följd av långtidsbelastning kan leda till att det bildas alltför stora mängder kvarstående vatten.

Projektören måste ställa krav på isoleringens kompressionshållfasthet utifrån vilka belastningar den utsätts för. I det fall att inget annat anges kan krav enligt AMA Hus tillämpas. Dessa krav innebär att värmeisolering av mineralull skall ha en sådan kompressionshållfasthet att den komprimeras

- Max 10% vid utbredd korttidslast om 30 kPa enligt SS-EN 826.
- Max 5 mm vid kortvarig punktlast 300 N enligt SS-EN 12430.

På samma sätt gäller att värmeisolering av expanderad polystyren (EPS) skall ha en sådan kompressionshållfasthet att den komprimeras

- Max 10% vid utbredd korttidslast om 80 kPa enligt SS-EN 13163.
- Max 2% till följd av krypning vid utbredd last om 24 kPa under 50 år.

Erfarenheter av olika isoleringsmaterial

De absolut vanligaste värmeisoleringsmaterialen till yttertak med tätskiktsmatta är mineralull (av glas eller sten) samt expanderad cellplast av polystyren.

Mineralullens fördelar är dess brandegenskaper (obrännbar), dimensionsstabilitet (ingen initialkrympning och inga temperaturbetingade rörelser av betydelse). Cellplastens fördelar är framförallt lågt pris. Cellplast är i regel styvare än mineralull, vilket kan vara en fördel eftersom taket deformeras mindre när man till exempel går på det. Även mineralull uppfyller dessa krav förutsatt att lämplig kvalitet används. Cellplastens stora nackdel är att den har en avsevärd initialkrympning. Detta innebär att skivorna krymper under det första året så att det bildas glipor mellan isoleringsskivorna. Dessa glipor försämrar takets värmeisoleringsförmåga. Gliporna uppgår ofta till omkring 15 mm bredd. Cellplastskivorna rör sig också betydligt mer med temperaturväxlingar än vad mineralull gör.

Isolering på underlag av trapetsprofilerad plåt

Vid montering av isoleringsskivor direkt på underlag av trapetsprofilerad plåt krävs att isoleringsskivorna har sådan hållfasthet att de kan motstå förekommande belastningar under monterings tiden, till exempel belastning mellan plåtwellernas toppar. I regel krävs att minsta skivtjocklek anpassas efter wellernas c/c-avstånd och den fria vidden mellan welltopparna. Tillverkare av isolering tillhandahåller uppgifter om lämpliga dimensioner.

LUFTTÄTHET: LUFT- OCH ÅNGSPÄRR

Luft- och ångspärrens funktion är att förhindra transport av luft och fukt genom taket. Lufttätheten tjänar här dubbla syften: Dels bidrar god lufttäthet till en god värmeisolering, dels förhindras så kallad konvektiv fukttransport, vilket innebär att fuktig luft strömmar genom konstruktionen och tar med sig sitt innehåll av fukt. Sådan fukttransport kan leda till att mycket stora mängder kondens fälls ut i koncentrerade områden. Den kan därmed snabbt förorsaka skador. En väl utförd ångspärr förhindrar även transport av fukt genom diffusion. Om inte annat beräknats för det enskilda fallet bör luft- och ångspärren ha ett ånggenomgångsmotstånd $z > 1\,500\,000\text{ s/m}$ (minst 1,5 miljoner s/m).

Taket lufttäthet kan förbättras ytterligare genom att tätskiktet ansluts med lufttäta svetsfogar vid alla avslut. I vissa fall kan detta räcka som lufttätning av taket, men det krävs då att det inte finns andra vägar där luften kan komma ut, t. ex. vid anslutning mellan tak- och väggkonstruktion.

Underlag av trapetsprofilerad plåt

Fuktskyddsskikt av plastfilm bör inte placeras direkt mot trapetsprofilerad plåt. Det är då alltför stor risk att skarvarna i folien blir otäta. Plastfilmen bör istället läggas på en under-skiva av värmeisolering. Med denna läggningsteknik kan skarvar i plastfilmen utföras med (minst) 500 mm överlapp utan annan form av tätning. Alternativt tätas skarvarna med skarvband eller tejp avsedd för ändamålet.

Underlag av betong, lättbetong

Dessa underlag måste vara fria från skräp och skarpa kanter som kan orsaka hål i ångspärren. De måste också ha en ytjämnhet minst motsvarande brädriven betong. Skarvar i plastfilmen utförs med minst 500 mm överlapp om inte någon annan form av tätning används. Underlaget skall vara rent och yttorr innan plastfolien läggs på. Med yttorr menas att inget fritt vatten förekommer på ytan och att ytan inte är mörkfärgad av fukt.

Beakta att CE-märkta ångspärrar av plastfolie numera endast genomgår ett test avseende beständighet i alkalisk miljö som är väsentligt mildare än vad som tidigare har använts under många år i Sverige. I de fall ångspärr av plastfolie skall läggas på underlag av betong kan det därför vara lämpligt att kräva beständighet i alkalisk miljö med provning enligt metod som används vid s. k. P-märkning.

SPECIELLA BYGGNADER

Vissa byggnadstyper ställer mycket stora krav på takets utformning för att det skall uppfylla de krav som ställs på det. Exempel på sådana byggnader är simhallar, kylhus och fryshus. Även djurstallar och naturligtvis vissa industribyggnader kan ställa höga krav till följd av hög fuktbelastning inomhus.

Simhallar

Simhallar kan inomhus ha ett klimat med temperaturer i intervallet 30–40°C och relativ fuktighet på 65-75%. Detta ger mycket höga ånghalter i inomhusluften. Den höga temperaturen ger upphov till kraftig skorstensverkan inne i hallbyggnaden, vilket resulterar i ett kraftigt övertryck i luften närmast under taket. Det finns alltså en stor drivkraft för att pressa fuktig luft ut i takkonstruktionen. Denna drivkraft ökas på ytterligare av att dessa byggnader ofta har mycket stor invändig takhöjd.

Detta medför att det ställs extremt höga krav på takets luft- och ångtäthet. Det är därför lämpligt att överväga någon annan form av luft- och ångspärr än bara vanlig plastfolie. Så till exempel kan ett membran av YEP 2200 eller högre vara ett lämpligt val. Dessa produkter kan skarvklistras med större säkerhet än en normal plastfolie. Produkter av denna typ har också god förmåga att täta omkring infästningsskruven för yttertaketets tätskikt.

Som alternativ, eller som komplettering, till täta skikt kan man också överväga att använda någon form av aktiva system där man tillför avfuktad luft med högt tryck i ett ventilerat utrymme mellan yttertaketets undersida och inomhusluften.

Fryshus

I fryshus är både temperatur och ånghalt inomhus lägre än utomhus året runt. Detta innebär att den naturliga riktningen för fukttransport genom tak och väggar är inåt. Detta betyder att det är den yttre delen av klimatskalet som måste vara luft- och ångtätt. På taket kan detta ofta ordnas genom omsorgsfullt montage av tätskiktsmattan. Särskild omtanke måste ägnas åt hur det täta skiktet på taket skall anslutas till det täta skiktet i väggarna. Man måste också ta hänsyn till hur de olika byggnadsdelarna rör sig under

inverkan av vind, temperatur- och fuktvariationer så att inte rörelserna drar sönder de täta skikten. Det är till exempel känt att fasadelement av sandwichtyp (värmeisolering mellan dubbla skikt av plåt) kan böja ut avsevärt vid kraftig vind.

Kylhus

Kylhus håller ofta en temperatur av ca 0–8°C. En avfuktningssystem sörjer för att ånghalten i den tillförda ventilationsluften sänks så att ingen kondensbildning uppstår. Detta innebär att temperaturen inomhus tidvis under året är högre än utomhus, och andra tider lägre. Även ånghalten inomhus kan vara såväl högre som lägre än utomhus. Detta beror av vilken verksamhet som bedrivs i lokalerna och av hur avfuktningssystemet körs.

Dessa omständigheter leder till att kylhuset är den byggnad som är svårast att utforma så att problem med fukt aldrig uppkommer. Det krävs beräkningar av fukttillstånden i väggar och tak för flera olika tidpunkter på året. Som underlaget för beräkningarna måste det finnas uppgifter om ventilation, fuktproduktion inomhus, temperaturer, mm. Utifrån beräknade fukttillstånd kan det sedan avgöras vilka typer av luft- och ångspärrar som kan vara lämpliga att använda, och var i tak respektive vägg detta skikt skall placeras.

PROJEKTERING VID RENOVERING

Vid renovering bör taket uppdateras till modernt utförande. Detta kan till exempel avse personsäkerhet (skydd mot fall), avvattningsystem, värmeisolering, m. m.

Delrenovering

Olika delar av taket slits olika hårt, och kan dessutom ha olika stor betydelse för takets goda funktion. Vid renovering kan det därför ofta vara lämpligt att renovera endast vissa delar, medan man låter övriga delar vara kvar i orörd skick. Så kan man t. ex. välja att göra om avvattningsbrunnar och rännalar, eftersom det är här som risken är störst för en svår skada om någon del inte skulle fungera som avsett. Själva takytan kan man däremot lämna orörd.

På detta vis kan man utföra en begränsad renovering och på så sätt bättre utnyttja materialens potentiella livslängd.

Delrenoveringen kan göras mer eller mindre omfattande: Utöver brunnar, kan det t. ex. vara motiverat att byta fotplåtar om dessa är i dåligt skick. Likaså kan det vara lämpligt att riva bort inklistringsplåtar och ersätta dem med moderna lösningar, eftersom det har visat sig att inklistring mot plåtytor ofta brister och orsakar läckage.

Renovering eller Ändring av byggnad?

Enligt Boverkets Byggregler (BBR) gäller vid ändring av en byggnad att den ändrade delen skall uppfylla samma krav som vid nybyggnation. Detta avser t. ex. takets värmeisoleringsförmåga. I vissa fall kan det vara svårt att avgöra om den förestående renoveringen är att betrakta som en ändring av byggnad, eller om det faktiskt bara är normalt underhåll. Detta kan utredas tillsammans med kommunens byggnadsnämnd.

Omläggning på befintlig PVC-duk

I normalfallet låter man det befintliga tätskiktet ligga kvar. Just i fallet PVC krävs dock att man lägger en migreringsspärr mellan PVC-duken och det nya bitumentätskiktet, eftersom det annars finns risk att mjukgörare från PVCn transporteras över till tätskiktsmattan och löser upp denna.

I det omvända fallet, då tätskikt av PVC skall läggas på befintlig täckning av bitumen, används med fördel PVC med förmonterat migreringsskydd på PVC-dukens undersida.

FUKTSÄKERHETSPROJEKTERING

Fuktsäkerhetsprojektering innebär att på ett systematiskt sätt kartlägga de olika fuktbelastningar som kan drabba taket och att bedöma de risker som dessa belastningar kan medföra. Därefter dimensioneras konstruktionen och väljs utförandemetoder så att fuktriskerna undviks.

Fuktsäkerhetsprojektering bör utföras såväl vid nyproduktion som vid renovering. Ofta ställer renoveringsprojekt större krav på noggrann fuktsäkerhetsprojektering eftersom man då först måste klarlägga hur den ursprungliga konstruktionen har fungerat.

Fuktsäkerhetsprojekteringen utförs i princip efter att projekteringen är slutförd. Eventuella brister eller risker hanteras sedan antingen genom förnyad projektering (ändring) eller genom att man vid produktionen tar extra hänsyn till de risker som identifierats.

Även om fuktsäkerhetsprojekteringen oftast utförs efter att den egentliga projekteringen är slutförd, är det naturligtvis en fördel om man redan före projekteringen har gått igenom vilka särskilda krav som är förknippade med det aktuella objektet.

Vid fuktsäkerhetsprojektering av tak bör följande omständigheter beaktas:

- Nederbörd och dess avrinning, beakta särskilt risken för återfrysning av smältvatten.
- Uppdämning av smältvatten (snö och is hindrar ofta avrinningen varpå vattennivån på taket stiger).
- Risk för att snö eller regn yr in via luftspaltsöppningar och liknande.
- Risken för att vinddrivet regn pressas uppför takfallet och tränger förbi överlapp m. m.
- Risken för att fukt i utomhusluft faller ut som kondens när luften tas in som ventilationsluft i ett kallt utrymme i taket.
- Temperaturinverkan på yttertaket av kvarliggande snö och is som håller yttertaket kallare än utomhustemperaturen, speciellt vid snöfickor.
- Konvektiv fukttransport genom luftspalt under yttertak – risk för kondensutfällning i spalten? Bedöm lufttycksförhållanden över och under taket.
- Ångspärrens placering, särskilt i frys- och kylrum samt simhallar och andra byggnader med extrem fuktbelastning. Betänk hur tätning skall utföras vid genomföringar i ångspärren.
- Rätt ventilation av kallvind. Beakta dock risken för hög RF i samband med nattutstrålning om vindsbjälklaget har kraftig isolering.
- Risken för kondensutfällning ur ventilationsluft och eventuell isbildning av denna fukt.

- Bedöm temperaturförhållanden i vindsutrymmen och luftspalter (beror av isoleringstjocklekar, luftomsättningar, in- och utstrålningseffekter, yttertakets värmekapacitet, värmeläckage från lokalerna, m. m).
- Fukt från inomhusluften via diffusion och konvektion till vinden. Skapa en lufttät konstruktion med högt ånggenomgångsmotstånd.
- Beakta köldbryggor som kan orsaka kondensutfällning eller lokal avsmältning av snö och is.
- Säkerställ att vatten som kommit in t. ex. genom kondensutfällning, kan föras bort utan att skador uppstår.
- Begränsa mängden fukt i material som byggs in, särskilt trä. Beställ virke med låg fukthalt och skydda alla material mot vatten under byggtiden.
- Särskilda anordningar under byggtiden för att förhindra tillförsel av vatten utifrån.
- Särskilda åtgärder för att förhindra att uttorkning av andra material längre ned i byggnaden tillför fukt till takkonstruktionen under byggtiden.

Många fuktproblem utlöses av temperaturväxlingar som i sin tur orsakar extrema tillstånd i luftens relativa fuktighet. Så kan till exempel utstrålning mot natthimlen orsaka lägre temperatur på insidan av ett lätt tak än i den omgivande uteluften. Detta kan då medföra kondensutfällning inne i taket ur den ventilationsluft som tas in via luftspalter och ventiler.

Andra exempel på temperaturpåverkande faktorer är

- Yttertakets värmekapacitet (betänk t. ex. den termiska massan i gröna tak!).
- Solinstrålning (kan värma taket extremt mycket).
- Nattutstrålning (kyler taket).
- Takets lutning och orientering avgör hur solstrålning kommer åt att värma och smälta snö.

Tak med hög värmekapacitet kan bibehålla en låg temperatur samtidigt som utomhusluften börjar värmas och ånghalten utomhus stiger. Det finns då risk att kondens kan fällas ut när utomhusluften tas in som ventilationsluft under den del av taket som hålls kall av sin höga värmekapacitet.

Utförligare anvisningar om fuktsäkerhet i takkonstruktioner ges i

- Fukthandboken, Svensk Byggtjänst AB, 1994.
- Fukt. Byggvägledning 9. Svensk Byggtjänst 2007.

BRANDSÄKERHET

Tak skall uppfylla krav enligt Boverkets Byggregler (BBR) avseende brandsäkerhet. I BBR klassas byggnader i olika brandklasser beroende på vad det är för typ av byggnad och typ av verksamhet som bedrivs i den.

Man skiljer på skydd mot utvändigt brand där huvudidén är att förhindra eller begränsa spridning av brand, och skydd mot invändig 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

Yttertakets skall uppfylla krav på skydd mot flygbrand (BBR kap 5.62). Provning av ett materials prestanda med avseende på spridning av flygbrand utförs enligt europa-standardEN 1187. I denna finns flera olika provningsmetoder. I Norden accepteras dock endast resultat enligt metod 2, som betecknas $B_{ROOF}(t2)$.

Tätskiktets materialets förmåga att uppfylla kraven för $B_{ROOF}(t2)$ är höggradigt beroende av vilket underlag det ligger på. Vid P-märkning¹ av tätskiktsprodukter tillämpas därför ett klassificeringssystem där man med en sifferkod anger vilka underlag produkten är godkänd att läggas på (se även avsnittet Regelverk, Godkännanden och märkningar). Märkningskoden är uppbyggd enligt exemplet TY1234A och det är de fyra sifferpositionerna som anger vilka underlag produkten får läggas på. Siffrornas betydelse framgår av tabellen nedan. Om produkten inte är godkänt på något av dessa underlag markeras detta med – (streck) istället för siffran 1, 2, 3 eller 4. Till exempel betyder beteckningen TY - -34A att produkten inte får läggas på cellplast eller mineralull.

Tabell: Deklaration av en tätskiktets mattas prestanda avseende motstånd mot spridning av flygbrand anges med en kombination av siffror (1–4) där varje siffra har betydelse enligt följande:

Brandklass	Provad på underlag av	Godkänt för läggning på
1	Isolering av EPS, 20 kg/m ³	EPS och XPS över 15 kg/m ³ , samt PIR
2	Isolering av mineralull, 150 kg/m ³	Mineralull över 110 kg/m ³
3	Träspånskiva, 680 kg/m ³	Träpanel över 480 kg/m ³
4	Silikatskiva, 680 kg/m ³	Betong, lättbetong, cellglas

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 rinna och hur detta kan påverka t. ex. möjligheterna till utrymning.

¹ P-märkning är en frivillig deklARATION av en produkts egenskaper, vilken visar att produkten uppfyller krav enligt svenska förhållanden. Deklarationen är en tjänst som erbjuds och administreras av SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut.

GRÖNA TAK

Med Gröna tak avses tak med beläggning av växtmattor som moss-sedummattor och liknande. Denna typ av vegetation kallas extensiv vegetation, och bygger på principen att endast härdiga växter (som t. ex. sedumarter) skall kunna överleva på taket. Därigenom undviker man problem med att andra växter med kraftiga rötter orsakar skador på tätskiktet.

Takytor med kraftigare växter kallas intensiva gröna tak. Dessa tak kräver annan jordmån och faller under rubriken *Terrasser*.

Sedumöverbyggnadens sammansättning

Överbyggnaden består av

- Sedummattan: En armerad jordmån i vilken sedumörterna planterats. Armeringen behövs för att motstå erosion av vind och rinnande vatten. Sedumväxterna bör vara sammansatta av en blandning av olika arter för att på så sätt minska känsligheten för torka, för insektsangrepp och för att få en blomning som varierar över tiden.
- Närmast under sedummattan ligger ett vattenkvarhållande lager. Detta skikt håller lagom fuktigt åt sedumväxterna under tider med måttligt eller lite regn.
- Under det vattenkvarhållande lagret ligger ett dränerande skikt som har till uppgift att snabbt leda bort vatten så att inte alltför stora mängder vatten blir stående på taken, eftersom detta skulle kunna medföra att sedumväxterna "drunknar".
- Underst ligger tätskiktet. Ofta läggs ett nötningskydd (t. ex. en fiberduk) mellan tätskiktet och det dränerande skiktet.

Allmänna förutsättningar

Maximal lutning för Gröna Tak är 27°. Denna övre gräns ges av att risken för glidning blir alltför stor vid brantare tak.

Sedumöverbyggnaden tillför en vikt av omkring 60 kg/m². Detta kan behöva beaktas vid dimensionering av de lastbärande delarna i konstruktionen. (Det är extra viktigt att försöka undvika nedböjningar pga last eftersom det inte kommer att vara möjligt att upptäcka och åtgärda djupa ansamlingar av kvarstående vatten när sedumöverbyggnaden är lagd på plats. Detta kan i olyckliga fall leda till att sedumörterna utsätts för alltför mycket vatten och även till skador på tätskiktet till följd av isbildning.

Val av sedumsystem

Med hänsyn till dräneringsfunktionen delas taken in i de som lutar 0–5° respektive 2–27°. För de lägre lutningarna krävs ett dränerande skikt med större dräneringsförmåga än för de brantare taken. Eurotema tillhandahåller två olika sedumsystem för att möta dessa krav; Norden Bas 11 för lutning 0–5° samt Norden Standard för lutningar 2–27°.

Val av tätskiktetsprodukt

För Gröna tak med lutning över 3,6° (1:16) krävs tätskiktetsprodukt med granulatbelagd yta för att få tillräcklig friktion.

För Gröna tak med lutning mindre än 3,6° kan även tätskiktsmembran utan granulat användas, minst kvalitet YEP 4500. Observera dock att på ställen där tätskiktsmattan utsätts för solljus måste alltid en granulatbelagd produkt användas. (Detta kan t.ex. gälla uppdragningar mot vertikaler där tätskiktsmattan blir exponerad i gapet mellan sedummatta och hängande plåt.)

Lagom sol och regn

Sedumväxterna behöver lagom mycket ljus och lagom mycket vatten. Det kan därför vara lämpligt att undvika sedumtak i partier som ofta ligger i skugga eftersom sådana lägen kan medföra att växterna aldrig blommar. Likaså är det olämpligt att lägga sedumtak i lägen med regnskugga, t.ex. under högre belägna, utskjutande partier som tak, terrasser, balkonger m. m.

Det finns risk att reflekterat ljus från vertikala ytor som klätts med blank, reflekterande plåt utsätter sedumväxterna för alltför hög temperatur så att de dör. Invid sådana ytor bör annan beläggning väljas. Observera dock att även exponerade tätskikt kan bli utsatta för skadligt höga temperaturer i dessa lägen. Tätskiktsytan kan därför istället beläggas med t.ex. singel. Alternativt byts den reflekterande plåten till annat material.

Om rotskydd behövs eller inte beror på vilket system som används, men många leverantörer rekommenderar att man använder någon form av rotskydd oavsett system. Under detta, som under alla inbyggda tak, behöver det finnas ett tätskikt för att hålla fukt borta från takkonstruktionen.

Avvattningssystem på sedumtak

Allmänt gäller att sedummattan är känslig för ständigt rinnande vatten. Sedummatta skall därför skyddas mot vatten som spolat ut ur avloppsrör från högre belägna takytor, och även från ständigt droppande av andra orsaker (t.ex. kondens ur frånluft som leds ut via ventilationshuvar).

Avvattningssystemet utförs lämpligen som s. k. frifallssystem med rör av grova dimensioner (ca 100 mm). Så kallade fullflödessystem (även kallade "UV-system") bör undvikas eftersom mängder skräp som spolat ut från ett sedumtak kan vara större än från vanliga tak, och skräpet medför risk att fullflödessystemets kläna rör sätts igen.

Fuktsäkerhetsprojektering

Den ökade massan på taket av sedummattan tillför en värmekapacitet som inte finns på tak med exponerat tätskikt. Detta medför att takytans temperatur inte följer med lika snabbt i årstids- och dygnsväxlingarna som vid exponerade tak. Under ogynnsamma omständigheter kan detta betyda att ventilationsluft som tas in under yttertak (t.ex. i ett vindsutrymme) kan få en mycket hög relativ fuktighet då den varma utomhusluften kyls ned av det värmetröga takets undersida. Den höga fuktigheten kan i sin tur medföra skador på takkonstruktionen, t.ex. i form av mögelpåväxt.

Gröna tak – Detaljutformning

Tätskiktssystemet i Gröna tak är principiellt mycket lika de exponerade tätskikten. Skillnaderna består dels i krav på lutningar, val av tätskiktsprodukt med hänsyn till lutning, samt ett fåtal detaljer vid den gröna ytans avslutning.

Allmänt gäller att sedumöverbyggnaden, inklusive dräneringslager, bygger ungefär 50 mm på höjden. Detta måste beaktas vid projekteringen eftersom det innebär att tätskiktets uppdragning mot vertikaler måste göras ca 50 mm högre än i vanliga fall (se vidare Detalj 1).

Eurotemas utformning av detaljer redovisas i *Takhandbokens avsnitt Tätskiktssystem GR*.

Skötsel och underhåll

Även för extensiva gröna tak krävs tillsyn för att förebygga att kraftiga växter börjar växa på dem. Detta kan till exempel inträffa i vindskyddade lägen där det samlas ihop en lämpligare jordmån för dessa växter. Kraftigare växter skall rensas bort snarast möjligt i syfte att förhindra att deras rötter skadar tätskiktet.

Sedumtakets kräver inledningsvis mer tillsyn än vanliga tak eftersom man behöver kontrollera att växterna trivs. Skulle det visa sig att växterna får för lite regnvatten inom något parti av taket måste någon form av extra bevattning sättas in. Detta är dock ofta begränsat till kortare delar av året, och just av den anledningen krävs det att taket synas så ofta i början att man får rättvisande information om hur väl taket egentligen fungerar.

Mer information om sedumtak finns på Eurotema AB:s särskilda hemsida för gröna tak: www.eurotemagreen.se