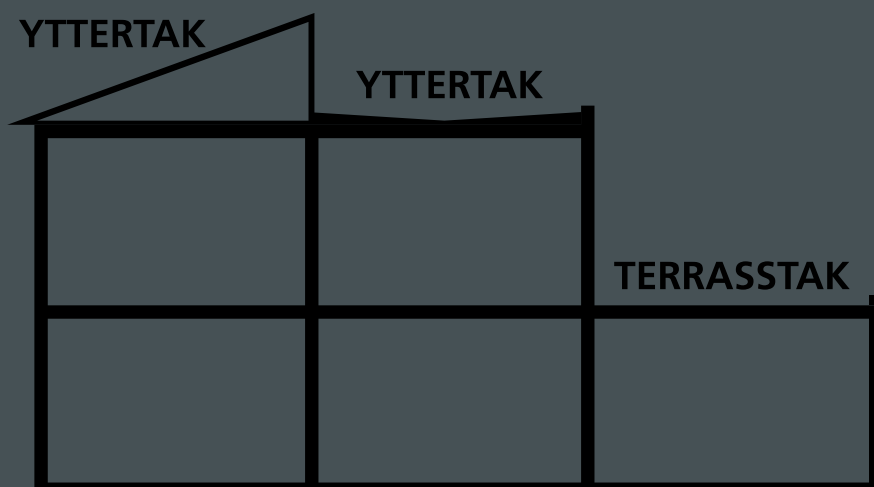


TAKHANDBOKEN

Allmänt

- A FOAMGLAS Data, egenskaper, användningsområden
- PO PROJEKTERING; ALLMÄNT Lutningar, avvattning, redovisning m.m.
- P1 YTTERTAK
- P2 TERRASSTAK



Förord

Foamglas® Takhandbok 2006 avses efter hand ersätta den från 1992. Den är dels uppdaterad vad gäller hänvisningar till BBR, BKR, HusAMA m m, dels reviderad vad gäller text och figurer.

För bättre och smidigare hantering och uppföljning är Takhandboken 2006 utgiven som **separata häften** enligt översikten på framsidan.

Status på arbetet med Takhandboken – och även **hela Takhandboken** – kan så småningom erhållas från **Foamglas Nordic AB**.

I Takhandboken presenteras också det nya, unika infästningssystemet **Foamglas® Taggbrickor** som möjliggör förankring **utan punktering av konvektions-/diffusionskyddet**.

Detta möjliggör att Foamglas®-konceptets kvaliteter kan nyttjas i ett vidgat scenario av **taklutningar** och **taktäckningar**, t ex bandtäckning, TRP-plåt och tegel-/betongtakpannor.

Bakom takhandboken ligger dels mer än 50 års erfarenhet av materialet cellglas, dels de modernaste synsätten vad gäller konstruktion, tätskikt, energieffektivitet och sättet att bygga långvarigt fuktsäkra byggnader.

Foamglas Nordic AB tillåter att projekteringsråd, arbetsbeskrivningar, typsnitt o d kopieras och refereras.

Dock gäller att handlingar, anpassade till förutsättningarna för varje enskilt objekt, bör upprättas av vederbörande projektör (mostv).

Foamglas Nordic AB framför sitt tack till Staffan Wredling, WSP Byggprojektering, som biträtt vid framställningen av Takhandboken 2005.

Foamglas Nordic AB står gärna till tjänst med ytterligare information och rekommendationer.

Foamglas Nordic AB
www.foamglas.se

	Sid
A FOAMGLAS	
A 1 Foamglas.	4
<i>A 1.1 Materialet.</i>	
<i>A 1.2 Produkter och Tekniska egenskaper.</i>	5
<i>A 1.3 Användningsområden. Livslängd.</i>	6
<i>A 1.4 Kvalitetssäkring.</i>	8
A 2 Foamglaskoncepten.	9
<i>A 2.1 Kompaktkonceptet.</i>	
<i>A 2.2 Foamglas Mono.</i>	10
<i>A 2.3 Foamglas Duo.</i>	11
<i>A 2.4 Foamglas Kombi.</i>	11
P 0 PROJEKTERING ALLMÄNT	
<i>P 0.0 Allmänt.</i>	12
<i>P 0.1 Laster.</i>	13
<i>P 0.2 Tätskiktlutningar.</i>	14
<i>P 0.3 Avvattning.</i>	17
<i>P 0.4 Krav på underlaget.</i>	26
<i>P 0.5 Tätskikt allmänt.</i>	28
<i>P 0.6 Tätskikt m h t byggtrafik.</i>	30
<i>P 0.7 Redovisning.</i>	31
<i>P 0.8 Nederbördens tre etapper.</i>	32
<i>P 0.9 Fukt inifrån.</i>	38

A 1 Foamglas

A 1.1 Materialet

Foamglas är handelsnamnet på Pittsburgh Cornings produkter av **cellglas**. Foamglas tillverkas av finmalet, till största delen återanvänt glas som i en värmeprocess skummas upp till en sluten, fincellig struktur. Resultatet blir ett oorganiskt och kemiskt neutralt material.

Den slutna och stumma cellstrukturen inrymmer många attraktiva egenskaper:

- ❖ **Vatten-, konvektions- och diffusionstäthet.**
Ingen vattenupptagning eller kondensdeponering kan ske i materialet. Foamglas utgör därmed en fullgod kondens- och diffusionstätning.
- ❖ **Obrännbarhet.**
Foamglas kan användas från -260° till $+430^{\circ}$. (Mjuknar vid ca $+730^{\circ}$.)
Läggningstemperaturerna hos varmasfalt, mastix och beläggningsgjutasfalt, upp till $+220^{\circ}$, har alltså *inte* någon som helst påverkan på Foamglas.
- ❖ God, och varaktig, **värmeisolering.**
Från 0,042 till 0,050 W/mK. Foamglas' egenskap att *inte* absorbera vatten gör att λ -värdet förblir stabilt inom överskådlig tid.
- ❖ Hög **tryckhållfasthet.**
Från 700 till 1600 kPa.
- ❖ Små **temperaturrelser.**
Längdutvidningskoefficientens "siffra", **8,5**, ligger nära den för stål/betong; **11**. Foamglas utgör därmed ett "stabilt" inslag i yttertak-/terrasskonstruktioner och har ingen störande påverkan på tätskikten.
- ❖ God beständighet mot **kemiska** och **biologiska angrepp.**
Foamglas är resistent mot svampar, röta, mikroorganismer, skadedjur, UV-ljus, olja, och bensin samt kemikalier frånsett fluorvätesyra.
- ❖ **Miljövänlighet.**
Tillverkningen nyttjar återvunnet glas till minst 60 %. Spill och avfall återanvänds. Inga skadliga eller nedbrytande ämnen bildas vid tillverkningen eller under brukstiden. Foamglas ger heller inga avfallsproblem - materialet kan deponeras utan problem.

Se vidare A 1.2 Produkter och Tekniska egenskaper.

A 1.2 PRODUKTER OCH TEKNISKA EGENSKAPER

ALLMÄNT:

Specifik värme:	0,84 kJ/kgK.
Ånggenomsläpplighet:	$\delta = 0$ ($0,000625 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ i färdig konstruktion inkl fogar).
Ånggdiffusionsmotstånd:	$\mu = \infty$ (> 40.000 i färdig konstruktion inkl fogar).
Temperaturrelser:	$8,6 \times 10^{-6}/\text{K}$
Partialkoeff. för tryckhållfasthet:	γ 1,3
Elasticitetsmodul:	1.0 Gpa (För kvalitet F [1600/50] 1,3 Gpa.)
Ljudtransmission:	28 dB vid 100 mm tjocklek. (Genomsnitt vid normala frekvenser.)
Värmedata:	Obrännbar. Användningsområde -260° till $+430^\circ$. (Mjuknar vid $+730^\circ$.)
Syror:	Tål vanliga syror och deras gaser utom fluorvätesyra.)

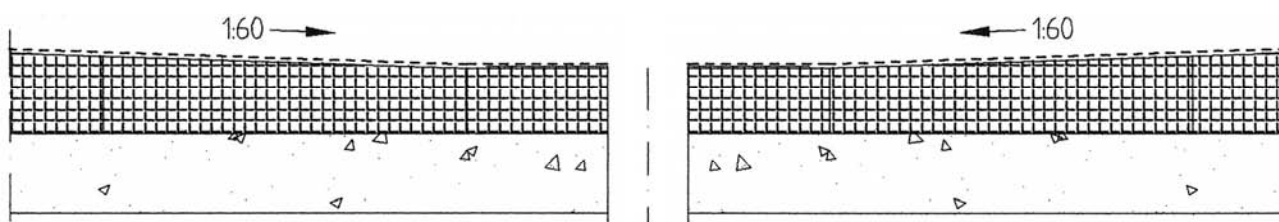
PRODUKTER FÖR TAK OCH TERRASSER.

PRODUKT	DENSITET (kg/m ³)	TRYCKHÅLL- FASTHET, f_{kd} (kPa)	VÄRMEISOLANS λ_{kd} (W/mK)	FORMAT M M (mm)
T4 [700/42]	120	700	0,042	Block; Planmått 450x600. T: 40-180.
S3 [900/45]	130	900	0,045	Block; Planmått 450x600. T: 40-180.
F [1600/50]	160	1600	0,050	Block; Planmått 450x600. T: 40-140.
TAKFALLBLOCK	Kvaliteter och tryckhållfastheter som ovan.			Block; Planmått 450x600 T: Min 40, max 500. Lutn. 1:90, :60, :45, :15 i blockens tvärriktning .
READY BOARD [700/42]	125	700	0,042	Skivor; Planmått 600 x 1.200. T: 50-160.

PRODUKTER ÖVRIGT

FLOOR BOARD

T4 [700/42]	125	700	0,042	Skivor; Planmått 600 x 1.200. T: 50-160.
S3 [900/45]	130	900	0,045	Skivor; Planmått 600 x 1.200. T: 50-160.
F [1600/50]	165	1600	0,050	Skivor; Planmått 600 x 1.200. T: 50-140.
WALL BOARD [700/42]	125	700	0,042	Skivor; Planmått 600 x 1.200. T: 50-160.
PERINSUL [1600/50]	165	1600	0,050	Stavar; L: 450. B: 110, 150, 190. T: 50



Foamglas Takfallblock ger högvärdig värmeisolering ”redan från början”. Egentyngden för fallblock är t ex 5 % av den hos fallbetong. Ovan illustreras ett **rännalsblock**, bredd 450, tjocklek 80, och **fallblock** 1:60. (Rännalsblockets bredd 450 passar bra till vanliga brunnsflänsar ca □ 400.)

A 1.3 Livslängdaspekter och användningsområden.

Alla taklutningar och tätskikt.

Foamglas' egenskaper kan nyttiggöras i de flesta tak. Kompaktkonceptets kvaliteter är värdefulla varhelst en högklassig och varaktig *konvektions-* och *diffusions säkerhet* önskas, och kommer särskilt till sin rätt i svårare miljöer, t ex badhus, massaindustrier o d. Där har Foamglas' kompaktkoncept kunnat erbjuda förnämliga lösningar både vid nybyggen och vid renoveringar.

Med infästningssystemet *Foamglas Taggbrickor* vidgas användningsområdet till i stort alla taklutningar och taktäckningar;

- bandtäckning,
- sömsvetsad rostfri plåt,
- TRP-plåt,
- tegel-/betongpannor, skiffer o d

utan att diffusions- och konvektionssäkerheten förloras.

Livslängden - 50 år eller mer.

Utifrån studier och undersökningar av ca 40 år gamla Foamglas-tak har konstaterats att någon överblickbar gräns för livslängden hos Foamglas inte kan skönjas!

Foamglas och ett helklistrat tätskikt ger alltså ett synnerligen varaktigt takkoncept. Exempelvis behöver man för ett tak med isoleringstjocklek 20 cm "köpa 25 kilo cellglas och 4-5 kg tätskikt per m² – allt detta för en period om 50 år eller däröver.

Som jämförelse kan nämnas exempel på tak över svårare miljöer (massaindustri, badhus o d), som inte haft Foamglas' diffusions- och konvektionssäkerhet.

Där har kollapsar i tätskikt, isolering och ibland även bärverk kunnat konstateras efter allt mellan 3 (!) och 15 år.

Dessa tak skulle då på 50 år teoretisk behöva byggas om flera gånger, "förbruka" uppåt 30-50 kg tätskikt/m², flera omgångar isolering och många bärverk - plus kostnader för störningar i underliggande produktion och miljö.

Att sådant frekvent takombyggande inte har behövt tillgripas beror i många fall just på att de renoverats med något Foamglaskoncept.

Exempel finns också på Foamglastak där äldre tätskikt kollapsat och har kunnat bytas ut utan att Foamglasisoleringen har behövt röras.

Beträffande Foamglas kan man i sådana fall med fullt, och slutfyllt, fog påstå att "Lagt block ligger!"

Användningsområden:

Översikten nedan visar Foamglasprodukterna och deras vanligaste användningsområden.

Tak och Terrasser:

	T4	S3	F	Fallblock ¹⁾	Ready Board ²⁾
<u>Bärverk:</u>					
Betong	★	★	★	★	
Råspont/plywood	★	★	★		★
TRP-plåt	★	★	★	★	★

Övriga användningsområden.

	T4	S3	F	Fallblock ¹⁾	Ready Board ²⁾	Wall Board	Floor Board	Floor Board T4	Floor Board F	Perinsul
<u>Väggar:</u>										
Utvändig isolering		★				★				
I dubbla skalmurar						★				
Invändig isolering	★									
Under vatten					★					
<u>Grunder:</u>										
Höga laster							★			
Mycket höga laster								★		★
Grundmurar							★			
Fuktskydd							★			
Under vatten					★		★			
Radonskydd							★			
<u>Övrigt</u>										
Kyl- och frysrums	★	★				★	★			
Fundament								★		★
Köldbryggor								★		★
Tjälisolering							★			
Teknisk isolering	★									

¹⁾ Fallblock kan erhållas i alla kvaliteterna **T4**, **S3** och **F**.

²⁾ Ready Board är *förbehandlad* med bitumen. Tätskiktmattnor kan alltså *direktsvetsas*, en fördel vid uppvik o d, där varmasfalt annars bara skulle rinna ned.
Readyboard är ett *obligat* från lutningar 30° och uppåt.

Installationer och gångstråk.

Foamglas' tryckhållfasthet möjliggör att smärre installationer o d kan ställas *direkt på taket*, utan punktering av tätskiktet.

Foamglas kan också läggas in som *gångstråk* eller som lokala *fundament* i tak som i övrigt är isolerade med mineralull.

(Foamglas-gångstråk brukar ofta markeras med en extra tätskiktmattna i *annan* kulör.)

Tysta renoveringar.

Vid renovering av befintliga tak med bärverk av betong krävs ett frekvent slagborrande om tätskiktet infästs mekaniskt. Slagborring upplevs ibland mycket störande. Entreprenörer tvingas ibland inskränka slagborring till vissa begränsade tider morgon och kväll eller i extremfall "endast helger" e d.

Foamglas är ett ur bullersynpunkt utmärkt material. Renoveringen är en i sammanhanget *tyst* verksamhet som kan fortgå utan störningar för undervarande verksamheter.

A 1.4 KVALITETSÄKRING

Pittsburgh Corning har utarbetade program och material för:

❖ **Taksystem.**

Alla varianter av taksystem i Takhandboken är väl beprövade. Pittsburgh Corning erbjuder standardiserade totallösningar för tätskikt- och värmeisoleringsystem, plåtarbeten, takavvattning m m.

❖ **Teknisk rådgivning och service.**

Pittsburgh Cornings erfarenhet och kompetens finns alltid tillgänglig för teknisk service och konsultation i frågor rörande Foamglas.

På basis av takplaner från konstruktörerna erbjuder Pittsburgh Corning också fallblocks-specifikationer för olika lutningsgeometrier.

Läggningsanvisningar för Foamglas kan även laddas ned från PCs hemsida.

❖ **Utbildning av takentreprenörer.**

Pittsburgh Corning Scandinavia utbildar fortlöpande takentreprenörer och deras personal. Utbildningen omfattar teori och praktik kring alla konstruktioner med Foamglas, inklusive detaljerade läggingsanvisningar.

Pittsburgh Corning Scandinavia har också ”flygande support”, beredd att rådgiva vid uppstart av Foamglasprojekt.

Auktoriserade Foamglasentreprenörer finns över hela Sverige. Uppgift om dessa kan erhållas direkt av Pittsburgh Corning Scandinavia.

❖ **Garantier.**

Funktionsansvaret för de tekniska lösningarna handläggs normalt av konsult som med hjälp av Takhandboken upprättar handlingar för respektive projekt.

Garanti för material och utförande lämnas av kontrakterad part, vanligen takentreprenören.

Takentreprenören har i sin tur material- och funktionsgarantier från, vad Foamglas beträffar, Pittsburgh Corning Scandinavia.¹⁾

Enligt AB98 kan för **tätskikt** föreskrivas följande:

För helklistrade tätskikt under JSE.1 jämte tillhörande punkter skall lämnas minst 10 års takgaranti på material och arbete och ev. följdskador.

Härför skall tätskikt utföras av entreprenör som är ansluten till AB Tätskiktsgarantier och auktoriserad av Takentreprenörerna inom Byggentreprenörerna (TIB).

¹⁾ Här kan erinras om att en punktering av tätskiktet **inte** medför okontrollerad vattenspridning i värmeisoleringen.

Vidare kan nämnas att 20 år gamla terrasstak med kollapsade tätskikt har kunnat renoveras **utan att Foamglasisoleringen har behövt ”störas”**.

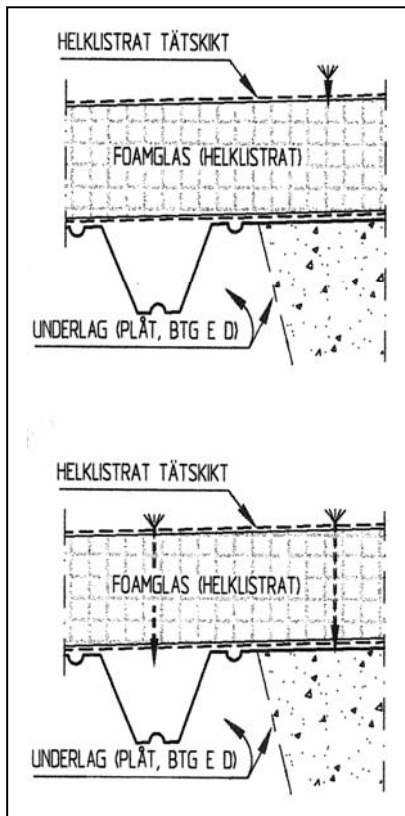
(Någon överblickbar gräns för livslängden hos Foamglas kan i nuläget inte skönjas.)

A 2 Foamglaskoncepten – en översiktlig presentation.

De tre huvudsakliga Foamglaskoncepten *Mono*, *Duo* och *Kombi* bygger samtliga på *kompakttakets* princip.

A 2.1 Foamglas kompakttak - grundprincipen.

Foamglas' kompaktkoncept bygger på att cellglasblocken - *helklistras* (mot betong, TRP-plåt, plywood e d) med helfyllda *stötfogar* och täcks med ett helklistrat/-svetsat *tätskikt*.



I en och ett samma operation skapas därmed grundpaket vad gäller *tätfunktionen* och en högvärdig och beständig *värmeisolering* (U-värde allt efter vald tjocklek). Vidare erhålls en högklassig *konvektions-* och *diffusionsbroms*.

← I kraft av att *Foamglas inte kan absorbera vatten* är kompaktkonceptet stryktåligt såtillvida att en punktering av tätskiktet *inte* medför okontrollerad vatteninträning i värmeisoleringen.

← Inte ens en punktering av *hela* kompaktkonceptet innebär oöverskådliga konsekvenser.

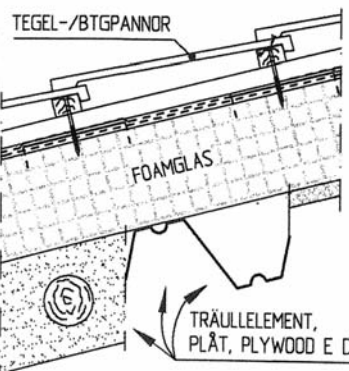
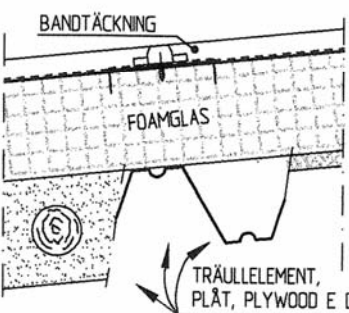
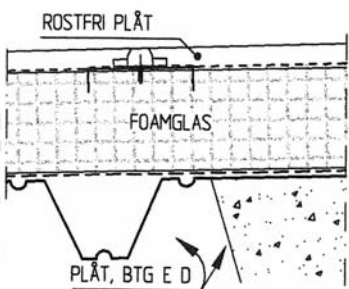
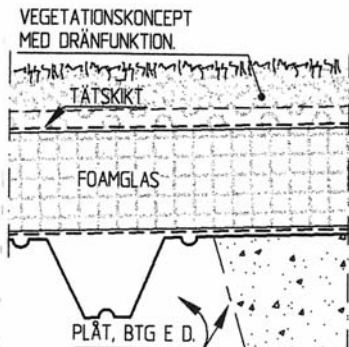
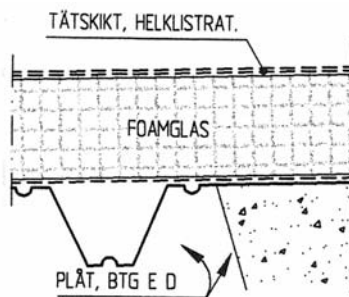
På bärverk av TRP-plåt stannar ett läckage i den dal där punkteringen träffar och signalerar då vid närmaste plåtände eller plåtskarv.

På bärverk av betong förhindrar helklistringen okontrollerad utflytning.

Foamglas' grundkoncept svarar för *hela* eller *del* av värmeisolansen enligt de koncept, *Mono*, *Duo* och *Kombi* som presenteras i det följande.

Foamglas' grundkoncept svarar dock *alltid* för *hela* konvektions- och diffusionssäkerheten.

A 2.2 Foamglas Mono.



TÄTSKIKT som direktappliceras medelst *helklistring/svetsning* på Foamglasformar det ”rena” konceptet *Foamglas Mono*.

Foamglas’ ”samarbete” med tätskiktet resulterar i en fullgod *tätfunktion*, tillika *konvektions-* och *diffusionssäkerhet*.

Den slutna cellstrukturen ger sitt värdefulla bidrag till tätfunktionen så som illustreras under A 2.1.

Foamglas Mono kan även täckas med betongplattor eller något ”grönt” koncept; moss/sedum e d.

Här är tätskiktet inte exponerat utan skyddat, men i övrigt är konceptet till sin funktion identiskt med det rena Mono ovan.

TÄTSKIKT av sömsvetsad, *rostfri plåt* skiljer sig från det ”äkta” Mono såtillvida att det nominella tätskiktet, plåten, inte är *helklistrat* mot Foamglas utan *mekaniskt förankrat*.

Även här har dock Foamglas huvudrollen vad gäller värmeisolansen och diffusions-/konvektionstättningen.

Den helklistrade underlagstäckningen (YEP 2500) kan i praktiken betraktas som ett *tätskikt* mera än en vattenavledande underlagstäckning enbart.

För rostfri plåt används infästningssystemet *Foamglas Taggbrickor*. Brickorna appliceras *under* den helklistrade bitumenmatta som ingår i taggbrickkonceptet. d v s med fullt bibehållande av dess goda konvektions- och diffusionssäkerhet.

Brickorna är □ 150 med två sidor nedtaggade 30. De dunkas ned och värms fast i asfaltöverstrykningen och täcks sedan med nämnda bitumenmatta, YEP 2500 eller kraftigare.

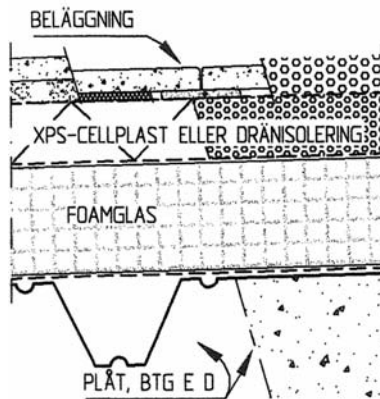
För infästning av klammer o d kan, vad *taggbrickorna* beträffar, dimensionering ske utifrån en praktisk tillämpbar draghållfasthet om 0,4 kN (40 kg).

TAKTÄCKNINGAR av *bandtäckning, tegel-/betongpannor* e d kan, även de, sägas vara *varianter* av Mono såtillvida att Foamglas’ kompaktkoncept har huvudrollen vad gäller värmeisolansen samt diffusions- och konvektionstättningen.

Även här kan underlagstäckningen betraktas som ett *tätskikt* mera än en vattenavledande underlagstäckning enbart.

För infästning används *Foamglas Taggbrickor* så som beskrivs ovan.

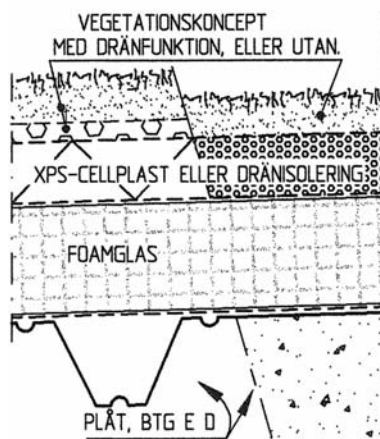
A 2.3 Foamglas Duo.



I duotaket svarar Foamglas för **hela** konvektions- och diffusionssäkerheten, **hela** tätfunktionen och **del** av värmeisoleringen. Duotaket är ett slags "Mono" med kompletterande värmeisolering av **XPS-cellplast** eller dränisolering typ **Isodrän** eller **Pordrän** samt en beläggning av

- singel
- betongplattor i sand eller på dränmatta
- något "grönt" koncept, typ sedum e d.

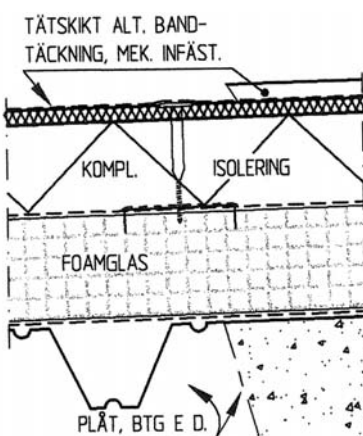
I kraft av dessa tyngre beläggningar krävs normalt ingen punktklistring av duokompletteringen. Noteras kan att om Duo-tillägget utgörs av dränisolering föreligger ingen risk för uppflytning så som kan ske vid kompakt cellplast. (Om värmemotståndet hos Foamglasdelen utgör 60 % eller mer av det totala krävs inget påslag ΔU_w vid värmegenomgångsberäkningen.)



På Foamglas Duo med XPS-isolering används ett gröntakskoncept med egen "inbyggd" dräneringsmatta.

På Foamglas Duo med dränisolering av **Isodrän** eller **Pordrän** kan ett "kompakt" gröntakskoncept appliceras. Här svarar dränisoleringen för att gröntaket inte får för kraftig vattenmättnad.

A 2.4 Foamglas Kombi.



I kombitaket svarar Foamglas' kompaktkoncept för **hela** konvektions- och diffusionssäkerheten och **del** av värmeisoleringen. Kompletterande isolering kan utgöras av cellplast och/eller mineralull. Foamglas Kombi kan vara attraktivt från omkring 22 cm och uppåt, t ex för badhus o d där hög värmeisolans och fullgod diffusions-/konvektionssäkerhet eftersträvas. Tjockleken på Foamglaslet väljs utifrån önskad del av den totala värmeisolansen, dock rekommenderas minst hälften.

Som **taktäckning** kan väljas ett **tätskikt** eller en **bandtäckning** allt efter lutning och konstruktion i övrigt.

Även här används **Foamglas Taggbrickor** så som beskrivs under A2.2. I brickorna fästs teleskophylsor med **klammer** (för plåt) eller **brickor** (för tätskikt).

P 0 PROJEKTERING ALLMÄNT.

P 0.0 Allmänt.

Projekteringen av ett yttertak/terrasstak syftar till att skapa en fullgod och varaktigt funktion, som klimatskydd enbart respektive klimatskydd **och** underlag för (kommersiell) användning; parkering, spel, lek, servering eller annat.

Projekteringen skall resultera i ett **underlag** för berörda entreprenörers arbete. Den skall i mer eller mindre preciserad form beskriva takets utformning i sitt **slutliga** skick/utseende och i sin **slutliga** funktion .

Projekteringen kan i sin enklaste form utgöras av ett **ramprogram** med önskade kvaliteter och funktioner beskrivna i allmänna ordalag.

Projekteringen kan också ha formen av omsorgsfullt utarbetade **planer, snitt, och detaljer** samt mycket annat som bedöms ha betydelse, styrning och vägledning för utförandet.

Takhandbokens del **P Projektering** avser tjäna som idékälla, vägledning och information om hur **Foamglas** kan erbjuda **varaktiga** tätfunktioner och effektiva, tillika **varaktiga**, konvektions- och diffusionsspärrar för i stort alla taklutningar och taktäckningsmaterial.

Yttertak och ytterbjälklag – de två stora huvudgrupperna.

Under långa tider, och bland annat även i svenska Byggnormer, har begreppet TAK varit uppdelat i två undergrupper; **YTTERTAK** och **TERRASSTAK**.

En delorsak till detta var att **yttertak** kunde ha varierande lutningar och täckningar (plåt, tegelpannor, tätskiktmatror, dukar – de båda sista ibland även med singel).

Normalt avsågs yttertaket ha funktion som klimatskydd **enbart** – med tillträde endast för fastighetens egen underhållspersonal o d.

Med **terrasstak** avsågs horisontaldäck för (kommersiellt) utnyttjande av något slag (parkering, gårdar för lek och andra aktiviteter, utomhusserveringar o d)

Sedermera har åtskillnaden tagits bort. I nyare byggregler förekommer enbart **Yttertak**.

De gamla begreppen har dock levat kvar delvis av praktiska skäl eftersom de indikerar lutningsområden, krav på skydd för tätskiktet samt på styvhet och hållfasthet m h t trafik av personer och fordon.

HusAMA 98 har dock en uppdelning i två begrepp; **Yttertak** och **Ytterbjälklag**.

Motivet är just att de i regel har olika uppbyggnad vad gäller konstruktion, tätskikt o d.

Yttertak avser då, som antytts, byggnadens **klimatskydd**, med den täckning (tätskiktmatra eller annan) som väljs utifrån estetiska och andra kriterier och som takformen och lutningar möjliggör - eller påtvingar.

Med introduceringen av det nya infästningssystemet **Foamglas Taggbrickor** möjliggörs att Foamglaskonceptets fördelar kan nyttiggöras dels i ett vidgat scenario av **takformer** och **lutningar**, dels för ett lika vidgat scenario av **taktäckningar**.

Ytterbjälklag skulle då lika konsekvent avse däck av horisontaltyp med kapacitet för rast, relax, lek, trafik av något slag eller annat.

Ytterbjälklag som är åtkomliga från gator o d måste ibland dimensioneras för tung trafik (brandfordon, sopbilar, mobilkrantar), kanske även sophus, barnstugor o d.

De som ligger ”en våning upp” och högre behöver oftast endast dimensioneras för gångtrafik.

Fortsättningsvis använder takhandboken de invanda begreppen **YTTERTAK** och **TERRASSTAK**.

P 0.1 Laster.

P 0.1.1 Egentyngder.

Egentyngder beräknas på basis av ingående material i taket/terrassen. **Foamglas**, med densitet i spannet 120-165 kg/m³, utgör relativt sett ett nära nog försumbart ”bidrag” till egentyngheten.

Foamglas´ kommer särskilt till sin rätt vid falluppbbyggnader på **terrasser** .

Där erbjuder **Foamglas Fallblock** en egentynghet som för tjocklek t ex 0,1 m understiger 0,15 kN/m², detta att jämföra med t ex fallbetongs 2,5 kN/m². [<6 % !]

Foamglas Fallblock är samtidigt en **högvärdig värmeisolering**.

P 0.1.2 Nyttig last.

På **yttertak** klarar Foamglas med lätthet förekommande laster från gångtrafik och smärre installationer.

Foamglas´ tryckhållfasthet medger ofta att installationer, fundament för fläktar o d kan sättas **direkt på taket**, utan genomföringar/punkteringar av tätskiktet.

Foamglas är utmärkt för att skapa ”gångstråk” på mineralullisolerade tak.

På **terrasstak** beräknas belastningen på Foamglas utifrån aktuella överbyggnaders egentynghet, lastspridning samt dimensionerande trafiklast o d.

Med tanke på att terrassstak kan omdisponeras under byggnadens livstid, t ex att planteringar och gångstråk flyttas eller revideras på annat sätt, tillråds att tryckhållfastheten på Foamglas väljs utifrån den **största belastningen och att denna kvalitet sedan väljs på **hela** ytan.**

P 0.1.3 Snölast.

Foamglas klarar utan problem alla tänkbara fall av snölast.

I sammanhanget kan erinras om att snöfickor är ofta resultatet av **turbulenta** vindar som piskar sönder snöflingorna.

Snön i snöfickor kan därför ha väsentligt högre densitet än ”frifallen” snö.

P 0.1.3 Vindlast.

Foamglas **Mono** (helklistrat Foamglas och helklistrat tätskikt) klarar alla tänkbara vindlastfall.

Foamglas **Duo** med beläggning av min 50 mm singel 16-32 klarar normalt alla tänkbara vindlastfall. I särskilt utsatta lägen kan dock singlet behöva ökas till 75 mm eller ersättas med betongplattor.

Foamglas **Kombi** (Foamglas kompaktkoncept med tilläggsisolering av cellplast, mineralull o d och med infästning medelst **Foamglas Taggbrickor**) kan dimensioneras utifrån en praktiskt tillåten dragpåkänning 0,4 kN per bricka.

P 0.2 Tätskiktlutningar.

P 0.2.1 Allmänt.

P 0.2.2 Lutning i bärverket eller med särskilda material.

P 0.2.1 Allmänt

Inga normerade lutningskrav.

I tidigare byggnormer, t ex SBN 1980, föreskrevs att yttertak o d med mindre lutning än 1:40 skulle utföras med **vattentät** taktäckning eller **vattentätt** isolerskikt. Vidare föreskrevs att tätskikt i terrasstak skulle luta min 1:100 och ha något slags **skyddsbeläggning**.

I vid Takhandbokens tryckning gällande normer är nämnda kvantifieringar borttagna. De brukar dock ofta nyttjas som vägledning.

Kvar i normen är endast det överlagrande kravet att

”Taktäckningar skall utformas med beaktande av lutning, underlag, beläggingsmaterial, fogning, infästning, genomföringar, mekanisk påverkan och avvattning så att uppkomst av skadlig fukt förhindras.”

Valet av material, lutning o d är därmed ett ansvar för husägaren/byggherren eller de projektörer/entreprenörer åt vilka han anförtror detta ansvar.

I bilden av denna kombination av frihet och ansvar kan noteras att Foamglas' egenskaper tillför positiva värden både beträffande friheten och ansvaret. Kompaktkonceptets kvaliteter kommer här till sin fulla rätt vid **alla** lutningar.

P 0.2.2**Lutning, med bärverket eller med särskilda material.**

För samtliga vanligt förekommande taktäckningar tillämpas i allmänhet vissa etablerade minimilutningar:

		<u>Lutning min.</u>		
Skiffer		1:2,5	(ca 22°)	
Takpannor av tegel	- ofalsade	1:2,5	(ca 22°)	
Takpannor av tegel/betong	- falsade	1:4	(ca 14°)	
Profilerad plåt	- beroende på utformning av sidöverlapp o d	} {	1:4	(ca 14°)
			1:7	(ca 8°)
			1:10*	(ca 5,7°)
Plan plåt	- enkelfalsad	1:4	(ca 14°)	
	- dubbelfalsad	1:10	(ca 5,7°)	
Sömsvetsad plåt		1:x**	-	
Tätskiktsmattor o dukar		1:x**	-	

* I vissa fall, med särskilt genomförd projektering och i samråd med specialkunnig.

I marknaden finns dock taktäckningssystem med överläggsplattor av plåt ned till 1:16 (3,6°).

** För de lägsta lutningarna väljs vanligen takfallen i ”samordning” med stomstrukturen, byggtoleranser, nedböjningar av egentygnd och snölast, brunnsplacering och avvattningsteknik i övrigt, risk för ispåverkan samt andra faktorer som kan behöva beaktas.

Särskild falluppbyggnad vid lägre lutningar.

De **brantare** lutningarna byggs vanligen upp med **stommen** (takstolar, sadelbalkar o d).

Lägre lutningar kan byggas upp med **stommen** (lätt/betong, ytbärverk av TRP-plåt e d) eller med särskild **falluppbyggnad**.

Med **Foamglas Fallblock** erhålls en lätt och högvärdig värmeisolering redan i falluppbyggnaden.

Med lämpligt anpassad taktäckning kan Foamglas kompaktkoncept **Mono** användas **oavsett lutning**. Direktapplicering av tätskiktsmattor och dukar sker medelst helklistring eller helsvetsning.

Infästning av **plåt, takpannor** samt **kompletterande värmeisolering** med **tätskikt** och/eller **plåt** (Foamglas Kombi) görs med hjälp av **Foamglas Taggbrickor** i vilka skruvas klammer eller teleskopförankringar.

Systemet med Foamglas Taggbrickor förutsätter även en **helklistring** med YEP 2500. Därmed tillgodoses ”med råge” det i Boverkets Byggregler givna rådet beträffande ”vattenavledande underlag” under överläggsplattor m h t kondens och drivsnö/-regn. Systemet ger per automatik ett mycket kvalitativt koncept. YEP-täckningen, i dess ”samverkan” med Foamglasets självt, fungerar mera som ett **tätskikt** än ett vattenavledande underlag enbart.

Detta ger en god säkerhetsreserv om och när man av någon anledning skulle vilja eller nödgas understiga de minimilutningar som anges i tabellen ovan.

På följande sida exemplifieras hur lutningsuppbyggnad kan arrangeras med Foamglas Fallblock.

FOAMGLAS TAKFALLSYSTEM.

Foamglas Fallblock erbjuder en utmärkt teknik för falluppbyggnad.

Fallblocken har standardlutningar **1:90** (0,64°), **1:60** (0,96°), **1:45** (1,28°) och **1:15** (3,8°).

Lutningarna görs i blocken **tvärriktning** (450 mm).

(Vid lutning 1:90 ökar tjockleken med 5 mm per block.)

Fallblock innebär några klara fördelar:

- **Egentyngden låg; 5 % av den hos fallbetong.**
- **Högvärdig värmeisolering ”från början” - önskad värmeisolans uppnås med lägre bygghöjd.**
- **Minskande värmeisolans mot rännदार/brunnar förebygger frysning/isbildning.**

PRINCIPSKISS FALLUPPBYGGNAD

Delplanen nedan exemplifierar hur en falluppbyggnad 1:90 kan projekteras. Här har valts en horisontell rännadal med bredden 450 och isoleringstjocklek 80. (Planblock F8.)

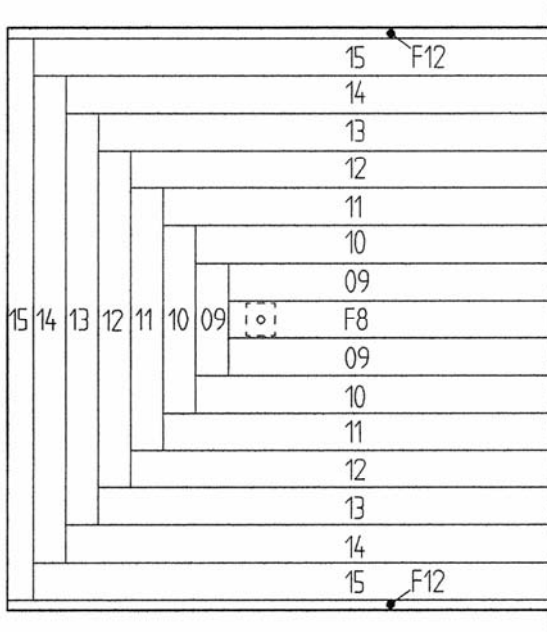
Bredden 450 synkroniserar bra med brunnar med flänsar □ 400. Flänsarna behöver då inte bockas upp som vid skarpa rännadalsveck.

Skarpa rännadalsveck leder ofta till en liten men dock tvångshöjning, och därmed dämning, just vid brunnarna.

Beroende på stommen, byggtoleranser, brunnsavstånd o d **kan** smärre vattenspegel kvarstå i rännadalen. Vattenmängderna blir dock i regel små och normalt försumbara.

Blocken (som vid 1:90 växer 5 mm per bredd 450) läggs så att man får ett sick-sack längs diagonalerna. (Sprången slipas av eller spacklas över före appliceringen av varmasfaltén.)

Blockspecifikationen kan se ut som enligt tabellen nedan.* Utifrån husets förutsättningar får passning mot höglinjerna utföras på olika sätt. I exemplet nedan kapas sista gavelblocken (15) något. Långsidorna kan fyllas ut med platskapade strimlor av planblock F12.



FALLBLOCK 1:90 (5 mm per bredd 450)

NR	TJOCKLEK (mm)
F8	80 (Planblock)
09	80-85
10	85-90
11	90-95
12	95-100
13	100-105
14	105-110
15	110-115
F12	120 (Planblock)

* För varje lutning och tjockleksintervall har respektive block ett **definierat nummer**.

Tunnaste fallblocket (01) har minimitjocklek 40 mm som alltså ökar till 45 mm vid lutning 1:90.

På basis av takplaner från arkitekt, konstruktör e d samt utifrån givna mått och önskemål om lutningar, brunnsplaceringar o d erbjuder Pittsburgh Corning takplaner och fallblocks-specifikationer.

DELPLAN

1:100

P 0.3.1 Allmänt.

Avvattningen av ett yttertak är ett av de viktigaste inslagen i ”Nederbördens tre etapper” se Kap P0.8.

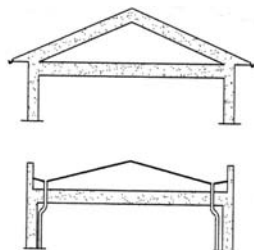
Effektiv avvattning är *skonsam* mot tätskiktet och *förlänger* takets livslängd. Ineffektiv avvattning kan lätt förorsaka *ojämn* förslitning och *lokala* läckage.

I senare fallet kan resultatet bli att antingen lappas och lagas taket *lokalt*, med varierande framgång, eller läggs *hela* taket om trots att endast någon enda procent kollapsat.

Här slängs ibland stora restvärden i onödan.

P 0.3.1 Avvattningssystem.

De två huvudsystemen för avvattning av tak är **utvändigt**, via hängrännor och stuprör **invändigt**, med brunnar och ledningar *inne på* taket resp *inne i* byggnaden.

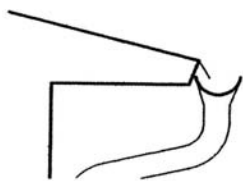


Valet av system betingas i vissa avseenden av takformen:

Sadeltak och **pulpettak** har mestadels utvändigt avvattning men *kan*, som figuren antyder, ha invändigt avvattning om taket har sarg och horisontellt krön.

Sadelgrupper, d v s ”veckade” tak - med flera bredvidliggande sadlar - kan ha utvändigt avvattning på de yttersta takfallen och invändigt avvattning i alla inre rännor.

Terrasstak kan ha både invändigt och utvändigt avvattning, det senare då via utkastare och stuprör.



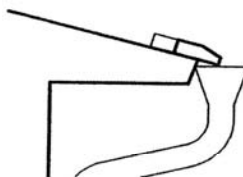
Utvändig avvattning – vattnet alltid utanför huset.

Vid utvändigt avvattning avleds regnet

☞ direkt ner till **hängrännor** och **stuprör** eller

☞ via **fotrännor** och **utkastare** till vattkupper och stuprör.

För dimensionering av hängrännor och stuprör kan vägledning erhållas från SS 82 40 31.

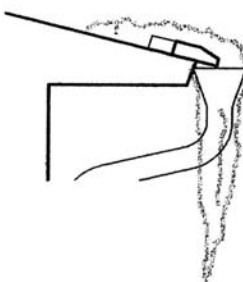


Förespråkare för utvändigt avvattning brukar anföra att ”då har vi i alla fall vattnet hela tiden **utanför** huset”.

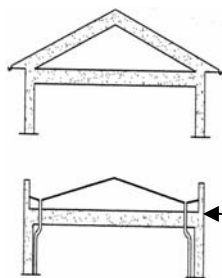
”Isbildning och istappar må så vara, men vi leder i alla fall inte vatten **in i** huset.”

Risken med utvändigt avvattning är att smältvatten kan **återfrysas** vid takfoten och bilda istappar som utgör fara för fotgängare, bilar och annat.

Inför sådana hotbilder kan **värmekabel** i rännor och stuprör erfordras.



Invändig avvattning – taket som en *bassäng*, med bottenavlopp.



I många fall är *invändig* avvattning det optimala alternativet. I dessa fall belastas varje specifik brunn med en regnmängd som betingas av nederbörd och aktuell *brunnsarea*.

Brunnsarea = projicerad takarea (m²) per brunn

Omvänt resonerat måste brunnar och ledningar placeras och dimensioneras så, att kalkylerade regnmängder kan avledas på ett säkert sätt.

Invändig avvattning kan ske via *öppna* system eller *fullflödessystem*.

I de *öppna* systemen har varje brunn och dess ledning en sväljkapacitet utifrån aktuell dimension. Dimensionerna kan beräknas enligt SS 82 40 31.

Fullflödessystemen bygger på att ledningarna *helfylls*. Vid helfyllnad uppstår en *hävrtverkan* i vertikalstammarna som då *suger* bort den ”väntande” vattenmängden. Systemet är i detta skede mycket kapabelt. Det förmår avbörda stora vattenmängder på kort tid.

Intill dess att helfyllnad inträder fungerar dessa system som *öppna*, med de enskilda brunnarnas och ledningarnas respektive sväljkapacitet.

Eftersom ledningarna har små dimensioner, ned till 35 mm, är kapaciteten i ”öppet” läge relativt låg.

När alla brunnarna och ledningarna i ett fullflödessystemen matats tillräckligt fulla ”går systemet igång”, och vattnet sugs bort så som beskrivits.

När taket tömts börjar systemet suga luft, och då upphör hävrtverkan. Systemet blir återigen öppet.

Av ovan framgår att fullflödessystemen fungerar på sitt sätt *pulserande*.

Vid projektering av fullflödessystem placeras brunnar och dimensioneras ledningar utifrån beräknade *brunnsareor*, den area som varje brunn avvattnar.

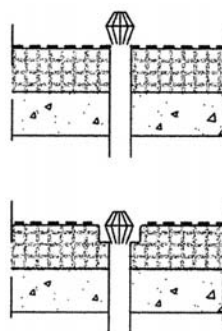
Dimensionering av ledningar m m tillhandahålls i regel av företag som marknads-/saluför sådana system.

Dimensioneringen *läser* brunnslägena vilket kan göra att brunnarna kan hamna olämpligt m h t rännalarnas nedböjningar o d.

Vidare föreligger svårigheter att sätta in *extra* brunnar om så skulle önskas. Extra brunnar ”stör” flödesberäkningen så att hela idén med fullflödessystemet går förlorad.

P 0.3.2

Materialval för takbrunnar och ledningar.



Brunnar

Under lång tid har brunnar tillverkats i *koppar*, *rödgoods*, *gjutjärn* och *rostfritt stål*.

Allmänt kan sägas att i modernare synsätt, med ökad fokusering på kvalitet och varaktig funktion, har *rostfritt stål* vunnit marknad.

Vissa brunnar består av enbart två komponenter; *tappstycke* och *plan fläns*. Dessa brunnar bygger inte mer än flänstjockleken och är därför väl lämpade för Foamglastak.

I marknaden finns även brunnar med försänkta kar. Även dessa är i dag mestadels tillverkade i *rostfritt stål*.

(Fullflödessystemen använder övervägande denna typ.)

För dessa brunnar måste Foamglasblocket karvas ur något.

På sistone har marknaden berikats med en ny typ av brunnar med fabriksapplicerade *intäckningskragar*. Kragarna kan vara av gavel eller av just det material som valts som tätskikt.

Tätskiktet på taket ansluts här mot intäckningskragen och inte mot plåt.

Många anser detta koncept var en på sikt säkrare lösning.

Ledningar

Ledningar för *utvändig* avvattning tillverkas vanligen i koppar, plastisol/polyesterbelagd förzinkad plåt eller rostfritt stål. Ibland kan även PVC-rör förekomma.

Ofta byts till *gjutjärn* eller tjockare rör de nedersta 2 m mot mark.

För *invändig* avvattning används samtliga ovan nämnda material. PVC har en större marknadsandel i invändiga ledningssystem.

P 0.3.3

Brunnsområden. Takbrunnar. Stuprör.

Takformen (kuvert-, sadel-, motfall-) ger en initial styrning för placering av brunnar och stuprör.



INVÄNDIG AVVATTNING.

Tak med *invändig* avvattning kan ha ett eller flera *avvattningsområden, Ao*.

Ao = ett område som avvattnas av en eller flera brunnar som kan *samverka* inbördes.. Ett helt *horisontellt* tak formar ett enda Ao. Beroende på storleken kan ett sådant tak fiktivt indelas i olika *brunnsområden, Bo*. Bo kan vara lika eller olika stora beroende på var brunnarna placeras och hur ledningarna dimensioneras. I övrigt kan brunnarna i princip placeras helt fritt.

I dåvarande SBN fanns en maxgräns 225 m² per brunn och max 16 m brunn-brunn och brunn-takkant (12 m vid stor risk för igensättning).

Kvantifieringarna är borttagna i nyare normer men brukar ”anlitas” som vägledning.

Veckade tak eller tak med *falluppbbyggnader* av annat slag har mera uttalade brunnsområden, Bo. Om falluppbbyggnaderna är låga kan bräddning över till angränsande Bo.

Brunnarna kan då samverka och hjälpa varandra om enstaka brunn sätts igen.

Ett veckat industritak med horisontella eller låglutande rännदार formar enskilda Ao; från nock till nock. Brunnarna i en och samma rännadal kan *samverka*, men bräddning över till *annan rännadal* kan inte ske.

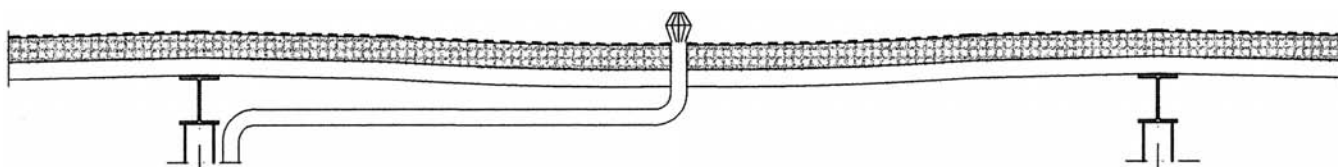
Vid kraftigare rännadalsfalluppbbyggnader, kan dämningstyngden vid igensättning av enstaka brunn bli så stor att den närmar sig, eller överskrider snölastvärdet. Då måste Bo betraktas som ett särskilt, eget Ao. Hjälp från angränsande brunnar kan då *inte* påräknas. Varje brunnsområde måste hanteras som ett särskilt Ao, med reservbrunn, bräddavlopp eller annat som säkerställer att taket inte kollapsar.

Fokus på vinterlågpunkterna.

Oavsett takgeometrin bör projekteringen fokuseras på var eventuella *vinterlågpunkter* kan hamna. (Vinterlågpunkter = de lågpunkter som formas vid snölast.)

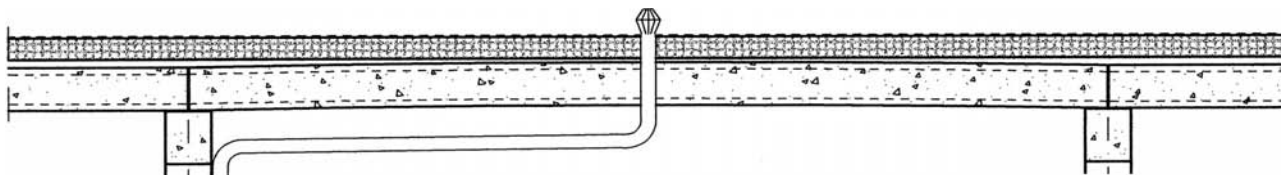
Byggnadens bärverk kan här ge god vägledning;

Slanka TRP-däck ger ofta klara indikationer på var vinterlågpunkterna uppträder.



Fördelaktigast kan vara att förlägga en brunn i varje fackmitt. Om brunnarna förläggs i vartannat fack bör rännadalsfall byggas upp i mellanfacket. Uppbyggnaden måste då göras så hög att den kompenserar för full snölastnedböjning – plus lite till.

Betongdäck av olika slag är styvare, och har mestadels inte givna vinterlågpunkter.



Element av typ håldäck och TT är ofta något *överhöjda*, och skulle av den anledningen motivera en brunnsplacering *vid pelare*.

I allmänhet appliceras dock en *överbetong* som nivellerar eventuella överhöjningar och ger en i princip horisontell rännadal. I kraft av att betong långtidskry(m)per något skulle det även här vara befogat att placera brunnarna i fackmitt.

Om *rännadalsfall* byggs upp kan dock brunnarna placeras vid pelare, eller i stort sett fritt. I kraft av betongens styvhet kan rännadalsfallen göras lägre än vid TRP-däck.

Generellt bör en särskild analys göras för varje aktuellt objekt.

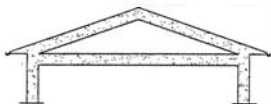
UTVÄNDIG AVVATTNING.

Ett pulpettak har ett enda avvattningsområde, *Ao*. Ett sadeltak har *två* avvattningsområden, ett i vardera takfallet.

SS 82 40 31 ger underlag för bedömning av nederbördsmängder och dimensionering av hängrännor och stuprör.

Utdrag ur SS se nästa sida.

Placeringen av stuprör måste ofta anpassas till entréer/portar samt fönster- och stomdelningar etc.

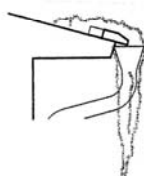


Eftersom alla kompakta Foamglastak är *varma* bör risken för isbildning vid takfoten resp behovet av elvärme analyseras noga.

Enligt SS 82 40 31 kan hängrännor och stuprör dimensioneras för en sannolik regnintensitet $i_s = 0,013$ l/sm².

Som belyses i bl a P.08 kan dock regnintensiteten vid kraftigare åskskurar vara uppåt 3-4 gånger högre.

Geometrin på fotrännor, dimensionen på hängrännor samt placeringen av stuprör får utformas utifrån risken för brändning och konsekvenserna av om så sker.

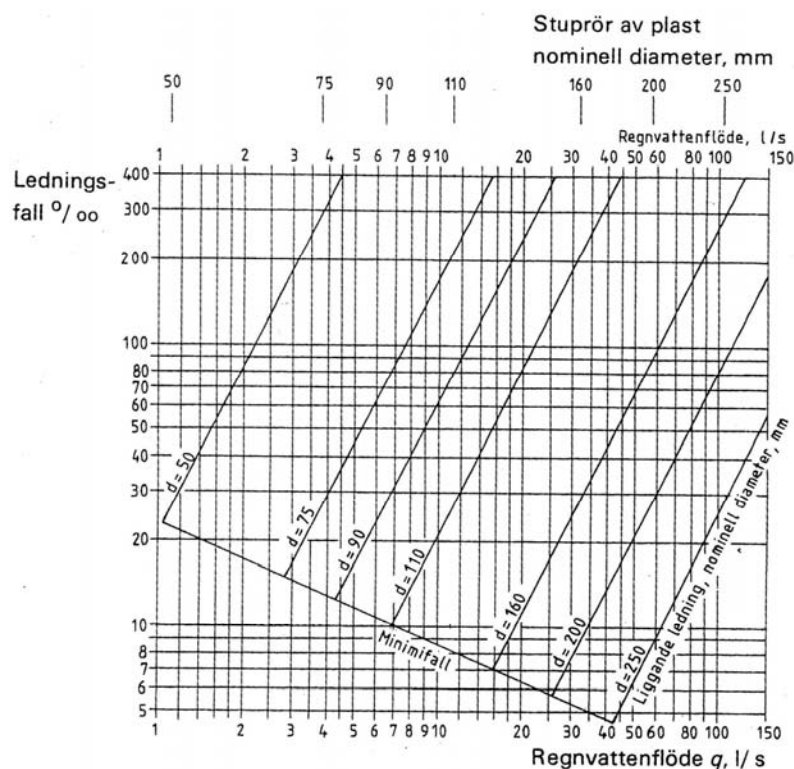


Fullflödessystem

Dimensionering av *fullflödessystem* tillhandahålls i regel av respektive systemleverantör.

Öppna system

Kapaciteten hos öppna system betingas av materialet, lutningen och dimensionen. För plaströr kan dimensionering utföras med hjälp av SS 82 40 31 ur vilken har hämtats fig nedan.



Figur 5 – Nominell diameter hos invändiga stuprör och liggande ledningar av plast.

För respektive dimension visas ett *minimifall* och det flöde som då kan påräknas. Så har t ex \varnothing 110 ett minimifall 10 ‰ och \varnothing 160 7 ‰. Vid dessa lutningar är kapaciteten 7 resp 16 l/s. Med ökande lutning ökar också kapaciteten. Om \varnothing 110 lutas 30 ‰ kan 12 l/s avbördas.

Observeras bör att *vertikala* ledningar (stuprör) har en särskild kapacitetsbegränsning, se översta skalan. Begränsningen är t ex ca 3,8 l/s för \varnothing 75 och ca 32 l/s för \varnothing 160. Detta betingas av att där *möts* vatten och luft i en mera oregelbunden konfiguration.

(I låglutande ledningar håller sig vatten och luft åtskilda; vatten nedtill och luft upptill.)

Det är således ingen idé att luta en \varnothing 110 mer än ca 24 ‰ eftersom den ändå inte kan svälja mer än ca 11,5 l/s i sin vertikala del.

Till ovan kan fogas att ”matningen” *fram till* brunnarna kan vara olika snabb och intensiv. Helt släta tätskikt (vissa dukar o d) är snabba eftersom de inte kan buffra något vatten. Redan en skyddsbeläggning av skiffergaranulat kan buffra någon mm innan flödet tar fart. Vid singelbelagda och gröna tak *bromsas* vattenavledningen kraftigare. Detta ger en initial *fördrojning* som först efter full mättnad av singel/gröntaket ger full belastning på avvattningsystemet.

I övrigt betingas flödet till rännalar och brunnar i stort av taklutningen.

P 0.3.5

Kondens.

Fukt i luften.

Luft innehåller alltid mer eller mindre *fukt*, i *ångfas*. Vid varje temperaturläge kan luften *som mest* innehålla en viss bestämd mängd fukt - men inte mer.

Vid max fuktmängd är luften *mättad*, och den relativa fukthalten då **100 %**.

Relativa fukthalten betecknas numera **RH** (*Relative Humidity*).

Oftast är luftens RH *lägre*, långt under 100 %.

Vid $\pm 0^\circ$ kan luften *som mest* innehålla **4,86 g/m³**. RH är då **100 %**. Vid $+30^\circ$ (t ex i ett badhus) kan luften innehålla väsentligt mera fukt, dock som mest **30,31 g/m³**.

Även i denna situation är RH **100 %**.

RH och temperaturen.

Viktigt är att koppla RH till temperaturen!

En vinterdag med -5° och RH hela **98 %** innehåller luften likväl endast **3,19 g/m³**.

Om denna luft kommer in i en bostad och värms upp till $+20^\circ$ blir RH **18 %**!

Omvänt; en "klibbig" sensommardag med $+25^\circ$ och 55 % RH innehåller luften **12,7 g/m³**!

Kondensgränsen.

Om luft med viss temperatur och viss RH kyls ner *stiger* RH. Om badhusluften ovan ($+30^\circ$) har en RH 50 %, kan den avkylas till $+17,7^\circ$. Där når RH **100 %**, och *fukten kondenserar*.

Fukten övergår då till *vätskefas*.

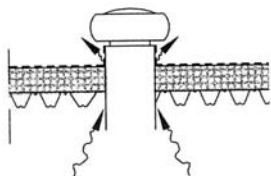
Badhusluften tål alltså inte större avkylning, eller tål inte möte med material/ytor med denna temperatur eller lägre.

Viktigt, därför, att inneluften aldrig ges tillfälle att kylas ner till, eller möta kallare material än, den för aktuella förutsättningar gällande kondensstemperaturen.

Konvektionen helt avgörande.

Fukt *diffunderar* genom material. Fuktmolekylerna i ett material strävar alltid efter att utjäma sig. Så t ex torkar, eller nedfuktas en träbit genom *diffusion*.

Konvektion, lufttransport, kan överföra vida större mängder fukt än diffusion. Om ett tak har en läcka som tillåter inneluft att strömma *genom* taket är risken för kondens uppenbar.



Kondensproblematiken accentuerad vid genomföringar och brunnar.

I kraft av sin slutna cellstruktur formar Foamglas en effektiv spärr mot både konvektion och diffusion.

Dock innebär *punkteringar* av olika slag, t ex genomföringar, luftningar, urborringar för brunnar o d, *lokala* risker för att inneluft kan nå kallare zoner eller material.

Smältvatten kyla ledningarna.

Vid invändig avvattning föreligger en annan, omvänt problematik såtillvida att nedrinnande regn och smältvatten (ned till $\pm 0^\circ$) kan *kyla* brunnar och ledningar till en temperatur under inneluftens kondensgräns.

"Läckage" vid en brunn kan mycket väl vara *kondens* på ledningarna.

Kondensrisken reduceras av uppåtgående luftström.

Invändiga avvattningssystem har alltid en luftström uppåt/utåt. Även vintertid, vid minusgrader, matas en luftström upp genom ledningarna som har minst jordtemperaturen, ca $+4^\circ$. Luftströmmen *motverkar* nedkylningen från smältvattnet. Dessutom värms ledningarna av innetemperaturen, kanske $+15^\circ$ i lagermiljöer e d och högre i kontorsmiljöer.

Genomföringars sargar och anslutningar samt brunnar/brunnskar och de närmaste meterna av ledningssystemen är känsligast för nedkylning från uteluft resp inrinnade 0-gradigt smältvatten.

Härav ytterst viktigt att ursparings- och borrhålstoleranser i Foamglas pluggas och förseglas med fogska, fogmassa e d och att de närmaste meterna av ledningar kondensisolerar med konvektions- och diffusionstäta material, t ex typ Armaflex.

Denna isolering måste anslutas hermetiskt mot Foamglas' undersida så att varje åtkomlighet för inneluften att nå kalla ytor undanröjs.

Utvändig avattning.

Vid utvändig avattning föreligger alltid risk för vatten- och blötsnöanhopning i fotrännor, utkastare, takfötter, hängrännor, vattkuper och stuprör.

Vid temperatursänkning fryser vattnet och blötsnöen varvid svårhanterlig isbildning kan uppträda.

Ett sätt att minska risken för farlig isbildning kan vara att arrangera **elvärmekablar**.

I marknaden finns väl utvecklade system för elvärmeinstallationer i fot- och hängrännor samt stuprör och nedledningar, med utförliga beskrivningar och projekteringsanvisningar.

Några viktiga aspekter:

Vitsen med elkablar är att hindra smältvatten från takfallet att återfrysas. Om det är så kallt att inget smältvatten rinner till behöver inte värmen vara påkopplad.

Omvänt, vid töväder tinar snön **både** i hängrännor och på takfallen. Inte heller då behövs elvärme.

Elvärmen bör härav vara **termostatstyrd** eller försedd med **fuktgivare**. För mindre anläggningar används mestadels en s k \pm termostat som är påkopplad från säg -6° till $+3^\circ$.

I allmänhet kan tempgränserna behöva utprovas individuellt för varje tak(del).

En särskild situation föreligger vid större taksprång. Där **kan** smältvatten återfrysas **innan** det har kommit ner till fotrännan eller takfoten/hängrännan.

I sådana fall kan det vara optimalt att lägga värmekabeln något längre upp på takfallet, närmare värmen inifrån huset.

Observans dock på att kabeln inte får utsättas för påkänningar vid eventuella snöras.

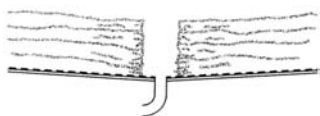
Viktigt att kablarna förläggs **rakt**, utan böjar och slingor, så att smält vatten verkligen rinner bort och försvinner från taket. Särskilt viktigt i fotrännor.

Exempel finns på att kablar monterats slarvigt eller lossnat och börjat ”slingra sig” eller t o m blåst upp en bit på takfallet. Då bildas bakfickor och hela idén med elvärmekabel går förlorad.

Ett observandum är att värmekablar **inte** få läggas **direkt på ett brännbart underlag**, t x tätskiktmatror. Godkänt är däremot att lägga dem på en **plåtremsa**.

Vid **utkastare** bör kabeln hänga ner så mycket att ev återfrysning **inte** åverkar utkastaren och stupröret.

Vid **nedledningar** bör kabeln hänga ner till under tjäldjupet. Under marknivå är ledningen svårinspekterbar och dito åtgärdad. Isbildning där nere kan vara svår att hantera.

Invändig avattning.

Invändiga avlopp fryser i stort sett aldrig. Den varmluft som strömmar upp i ledningssystemet, och som ofta dessutom värms något under passagen genom huset, är tillräcklig för att hålla brunnarna tinade.

Däremot kan fukten i varmluften kondensera och bilda isringar på tätskiktet eller t o m iscylindrar vid tjockare snötäcken.

Snötäckta tak har ingen avbördning, värd namnet, till brunnarna. Det första smältvattnet sugs upp och kvarhålls kapillärt i snön som alltså får ett slasklager i botten.

Vid påfrysning omvandlas slasket till is. Vid förnyat töväder tinar isen i kontaktytan mot tätskiktet. Därvid utbildas ett vattentryck på tätskiktet.

Om och när förbindelse till brunn öppnas bildas **jökälvar**.

För att förbättra vattenföringen i rännalarna och för att öppna ev isringar runt brunnarna kan elvärmekablar läggas in.

Aspekter kring kablar se ”utvändig avattning” ovan.

Elkablar hjälper inte i **blötsnö** – snön sjunker bara ihop allt eftersom och packningen kvarstår. Däremot hjälper de att öppna i ett **istücke**.

P 0.3.7 **Bräddavlopp.**

Schablonregn.

Enligt SS 82 40 31 kan invändiga brunnar och ledningar dimensioneras för ett sannolikt flöde q som betingas av projicerad takarea (A_p) och en sannolik regnintensitet, i_s .

I_s beräknas enligt ett uttryck $i_s = 1/3600 (42 + 1,1 Z)$ där Z är en regional parameter som kan hämtas ur en karta i SS-bladet.

Z är lägst (10) i yttersta ostkusten samt på Öland och Gotland. Den är högst (36) på västsydsvenska höglandet.

Z -extremerna 10 och 36 ovan ger 0,015 respektive 0,023 l/sm².

Som belyses i kap T1 kan dock regn ofta vara betydligt kraftigare än så. En ordentlig sensommarskur kan ge uppåt **0,05** l/sm², dvs grovt **3** ggr mera än i_s -värdet enligt formeln.

I SS förutsätts bräddavlopp.

Hänsyn till nämnda kraftigare regn har också tagits i SS såtillvida att:

Förutsättningen för att schablonformeln skall kunna utnyttjas är att taket har ett bräddavlopp **som kan svälja minst 3 gånger aktuellt flöde**.

Detta villkor innebär de facto bräddavlopp av **avsevärda** format; ”3 ggr aktuellt flöde”!

Om bräddavlopp enligt ovan **inte** arrangeras måste brunnar och ledningar respektive stommar och bärverk dimensioneras så att, som BBR föreskriver, ”uppkomst av skadlig fukt förhindras”.

Ett sätt kan vara att dimensionera brunnar och ledningar för de kraftigare regn som numera tycks inträffa allt oftare.

”100-årsregnen verkar nu för tiden komma minst en gång per år”

Bräddavlopp i praktiken.

I praktiken byggs sällan bräddavlopp med sådan kapacitet som antyds i SS-bladet ovan. De är oftast betydligt diskretare; en liten utkastare i gaveln eller som något förhöjda extrabrunnar inne i rännalarna.

I sin enklaste form kan bräddavlopp byggas och fungera som en skvallerfunktion **enbart**; ett rör ut från sargen eller en invändig ledning ned till något lätt observerbart ställe.

Nästa steg är ”riktiga” utkastare i gavlar eller i kantsargar, med eller utan tröskel, eller förhöjda ”bräddbrunnar” inne i rännalarna så som nämnts ovan.

Många tätskiktstillverkare har i sina sortiment både utkastare för sargmontage och bräddbrunnar Ø 50 med 50 mm förhöjning. De senare kan t ex placeras intill en ”riktigt” brunn, men något upp i takfallet.

En sådan placering gör att bräddbrunnen ”följer med” den ordinarie brunnen i ev nedböjning.

Om taklutningen är 1:16 och en sådan brunn placeras 0,5 m upp i takfallet ”stiger” den dryga 3 cm. Bräddnivån blir då totalt 8 cm, se fig följande sida.

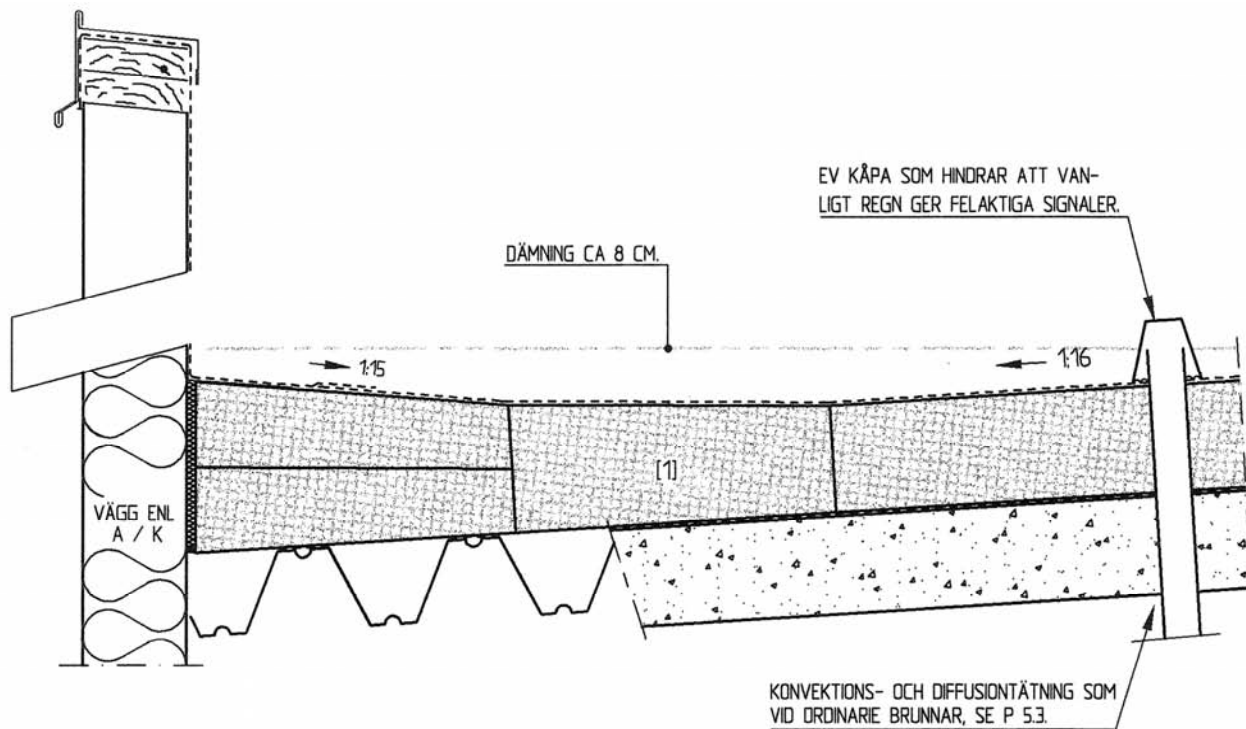
Sargutkastare **med tröskel** kan i kantrännalor förläggas intill brunn. Sargutkastare **utan tröskel** kan förläggas i rännandar där **ändfall** byggs upp. Ändfallet formar då den bräddhöjd som planeras.

Om man kopplar tillbaka bräddavloppet på ordinarie ledning en bit längre ”nedströms” blir systemet ”osynligt” såtillvida att man inte har någon visuell eller fysisk indikation på om och när det tages i anspråk för sitt ändamål.

Detta alternativ nämns heller inte i SS 82 40 31. Där talas bara om bräddavlopp som avleds med utkastare eller med ledning till mark - i båda fallen alltså **fritt ut från huset**.

Nedan illustreras ett takfall 1:16 och hur ett i stort *plant* rännalstvärnsnitt skapats med ett fallblock 1:15 [1].

Vidare har motfall skapats med *två* fallblock 1:15. Dessa lyfter då ytterkanten 3 cm. En sargutkastare med tröskel 5 cm ger total dämning ca 8 cm. En bräddbrunn med 5 cm rörhöjd som placerats någon halvmeter upp i takfallet ger även den ungefär samma dämning, 8 cm.



Vid projekteringen bör diskuteras om bräddavloppen avses vara en skvallerrörfunktion enbart eller en verklig avbördningskapacitet för överflöden.

I ena fallet är de endast varningssignaler; indikationer på att något har hänt där uppe. Konceptet förutsätter att fastighetspersonal finns disponibel för åtgärd *innan* taket överlastas, eller att takets bärverk är dimensionerat för det tänkta 100-årsregnet - eller vad man nu har kalkylerat med.

I andra fallet dimensioneras bräddavloppen så att de verkligen kan avbörda ett riktigt 100-årsregnet utan att det ger oönskade skador på tätskikt och bärverk.

I praktiken blir resultatet oftast något slags mittemellanlösning - delar av vattnet förväntas kunna gå ut via bräddavloppen medan resten buffras upp temporärt i rännalarna i väntan på att regnskuren avtager och ledningssystemets kapacitet "hinner ifatt".

Vid särskilt störningskänsliga miljöer och funktioner kan man även diskutera att dra bräddavloppet/skvallerröret ner till något slags behållare med *larm*; nivåvakt eller annan fuktindikator.

Bräddbrunnar må gärna förses med något slags kåpa så att inte "vanligt" regn droppar ner och ger felaktiga signaler.

P 0.4 Krav på underlaget.

ALLMÄNT

Foamglas kan appliceras på betong, TRP-plåt och trä (råspont, plywood) samt - vid renovering - på befintliga bitumentaktäckningar på såväl lättbetong som mineralull. För bästa vidhäftning mot underlaget bör detta uppfylla vissa planhets- och buktighetskriterier lokalt och beträffande bågformigheten totalt.

YTJÄMNHET, UTSPACKLING AV SPRÅNG O D.

Ytjämnheten lokalt, under det enskilda blocket, bör vara så, att ev luftspalt (på sidorna eller i mitten) är max 2 mm på stålunderlag (TRP-plåt) och 3 mm på (lätt)betong-/träunderlag.

Kraftigare ojämnheter kan slipas av, om de är lokala, eller utjämnas med cemenbaserad massa eller med **bitumenspackel**, upp till ca 10 mm, eller **mastix (gjutafalt)**, över 10 mm.

Nedan ges några materialspecifika anvisningar.*

BETONG.

Betong skall ha ytjämnhet ”brädriven” eller finare. Höjdsprång/ojämnheter 3 mm eller mera (mellan element, vid upplag o d) utspacklas med bruk, varmasfalt, mastix e d på bredd min 20 x språnget – d v s bredd 60 mm vid språng 3 mm.
(Förbehandling av betongytan och applicering av Foamglasblocken enligt vederbörlig metod och teknik.)

TRP-PLÅT.

TRP-plåt bör inte vara så vek att gångtrafiken vid läggning äventyrar klistringen. Om tröghetsmomentet är minst I enligt nedan är plåten erfarenhetsmässigt tillräckligt styv. $I \text{ (mm}^4\text{/m)} \geq \beta \cdot L^2 \cdot 10^4$. [L = spännvidd (m).]
[$\beta = 7,5$ vid uppläggning på 2 stöd.]
[$\beta = 6$ vid uppläggning på 3 eller 4 stöd.]

Dimensionering för vindlast görs enligt följande

$$q_d = 1,3 \cdot \mu \cdot q_k - 0,85 \text{ g}$$

[μ = formfaktor (3 i hörnzoner)]
[q_k = karakteristiskt hastighetstryck]
[g = egyptyngden av materialen ovan plåten.]

Maxvärden för q_d :

Plåttjocklek mm	Delning (mm)				
	150	175	200	225	250
0,65	6,8	5,8	5,1	4,5	4,1
0,70	7,1	6,1	5,4	4,8	4,3
0,75	7,5	5,4	5,6	5,0	4,5
0,80	7,9	6,8	5,9	5,3	4,7
0,85	8,3	7,1	6,2	5,5	5,0
0,90	8,6	7,4	6,5	5,7	5,2
0,95	9,0	7,7	6,7	6,0	5,4
1,00	9,3	8,0	7,0	6,2	5,6
1,10	10,0	8,6	7,5	6,7	6,0
1,20	10,7	9,2	8,0	7,1	6,4

TRÄ (råspont, plywood).

Höjdsprång 3 mm eller mera (mellan råspontbräder, plywoodskivkanter e d) utspacklas med varmasfalt e d på bredd min 20 x språnget – d v s bredd 60 mm vid språng 3 mm. På underlaget appliceras sedan en byggpapp **YEP 2500** som **spikas** med pappspik enligt Hus AMA 98 JS (Fig JS/1) och **skarvklistras** i längs- och tväroverlapp.
(Foamglasblocken appliceras sedan enligt vederbörlig metod och teknik.)

LÄTTBETONG.

Höjdsprång 3 mm eller mera (mellan element, vid upplag e d) utspacklas med bruk, varmasfalt e d på bredd min 20 x språnget – d v s bredd 60 mm vid språng 3 mm.
(Förbehandling av lättbetongytan och applicering av Foamglasblocken enligt vederbörlig metod och teknik.)

* Anvisningar för **buktiga** underlag, t ex bågtak, se nästa sida.

BUKTIGA YTOR, TEX BÅGTAK

För *buktiga ytor* gäller att blocken alltid läggs med *korta* sidan ”på bågen”. Fullstora block har då **450** som dimensionerande mått.

Vid kortare radier kan blocken *kapas* på mitten till storlek **300 x 450**. Vid ytterligare mindre radier *klyvs* de till **225 x 600**.

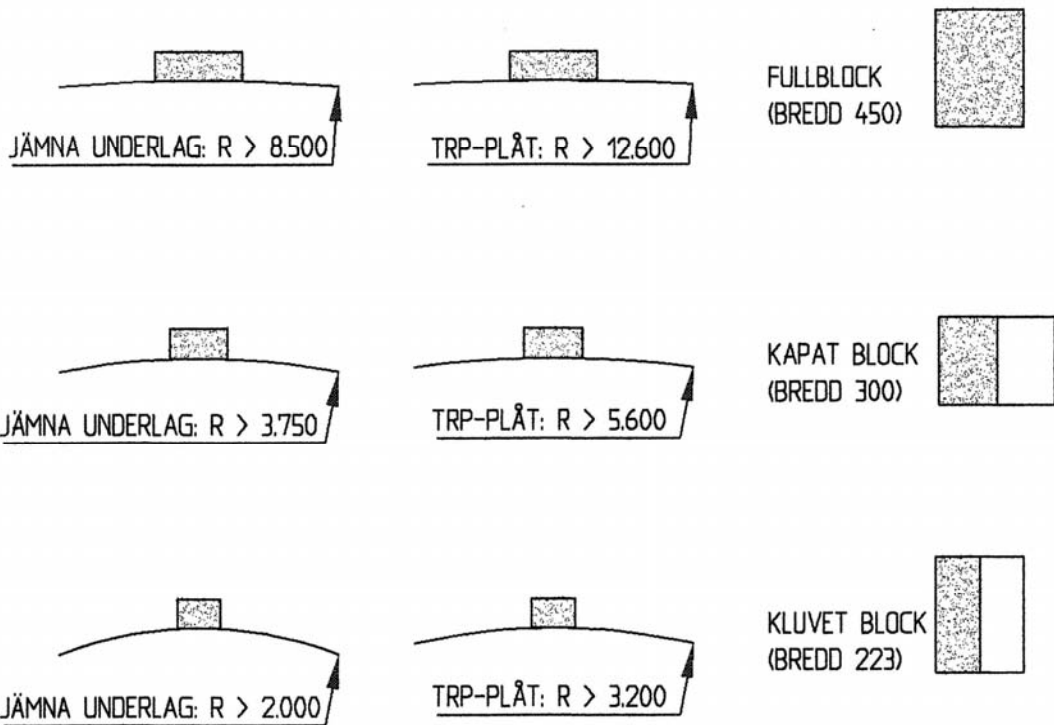
Vid stomutformningen kan översikten nedan tjäna som vägledning.

Radier R (m) vid underlag av		Blockdimension	
(Lätt)betong, trä o d.	TRP-plåt		
>8,5	>12,6	450 x 600	(Fullblock)
8,5 – 3,75	12,6 – 5,6	300 x 450	(Kapade block)
3,75 – 2,0	5,6 – 3,2	223 x 450	(Kluvna block)
< 2,0	< 3,2	Formtillverkade block	

På buktiga ytor bildas ett övre fogsprång mellan två block som ”samproduktion” av lokal ojämnhet, stommens buktighet och *tjockleken*.

Vid fogsprång > 3 mm. bör blocken *fasas* i ena eller båda kanterna.

Nedan illustreras radier och blockhantering.



Moderna tätskikt håller hög klass.

Moderna tätskikt och tätskiktsystem har i allmänhet väsentligt förbättrade egenskaper jämfört med för några årtionden sedan.

Tätskiktmattor – baserade på bitumenmaterial - är generellt polymermodifierade och armerade med polyesterväv eller en kombination av polyester- och glasfiberväv.

Dukar baserade på FPP, PIB, PVC, EVA, CPE, PVC, eller annat, har även de i allmänhet något slags armering.

EPDM-dukarna dock oarmerade.

CE-märkta produkter har egenskaper som deklarerats av tillverkarna och är, i kraft av CE-märkningen, godkända för marknads- och saluföring i hela Europa.

Utöver CE-märkning kan en produkt ha ett **Godkännandebevis**. Godkännandebeviset utfärdas under i stort samma villkor som det tidigare **Typpgodkännandet**, d v s typprovning av dels ett antal baskrav, dels egenskaper inom vissa funktionsområden.*

Därutöver årlig kontroll enligt kontrollavtal med godkänd provanstalt.

I godkännandebeviset deklarerats dock inte något ”betyg” **111, 121** e d enligt de tidigare kriterierna.

Krav på t ex underlagets hårdhet och densitet med avseende på t ex stansmotstånd och brandspridning redovisas i **klartext**.

Det är därför viktigt att man i projekteringsprocessen efterlyser eventuella möjligheter eller inskränkningar vad gäller tätskiktet i dess tilltänkta funktion på taket.

Ett godkännandebevis kan vara en god vägledning för alla berörda i strävan för att taket skall kunna ges ett tätskikt som svarar mot förutsättningarna.

Exponerade tätskikt - Foamglas **Mono**.

Kravet för tätskiktet är att det skall kunna **helklistras** eller **helsvetsas** – samt givetvis klara för det geografiska läget förekommande klimatbelastningar; värme, UV, regn, snö, is och annat.

I övrigt väljs tätskiktet utifrån önskad **tjocklek, kulör**, förväntad **underhållstrafik** eller annat. De tunnaste tätskikten, dukar och rostfri plåt, upplevs ibland just tunna, och därmed känsliga för stick- och rivsår.

Stryktåligheten mot sådana påfrestningar följer i stort **tjockleken**. De tjockaste, skyddsbelagda mattorna har större tolerans mot mekanisk nötning, cigarettfimpar, urspårade nyårsafionsmissiler och annat otyg än tunna dukar.

Beträffande kulören kan erinras att mörka tätskikt absorberar mera värme på dagen och emitterar mera värme under klara nätter än ljusa sådana.

Foamglas' värmeisolans gör dock att denna absorptions-/emissionseffekt inte får någon nämnvärd inverkan på undersidan förrän vid mycket tunna isoleringar.

Vid modernare/tjockare isoleringar kan kulören väljas utifrån i huvudsak estetiska kriterier.

Exponerade tätskikt - Foamglas **Kombi**.

Här är det nominella tätskiktet **skilt** från Foamglas kompaktkoncept. Tätskiktet väljs mera med hänsyn till kombitilläggets (cellplast, mineralull, kork e d) hårdhet samt utsattheten för mekanisk påverkan o d.

Kulören spelar här ännu mindre roll för temperaturväxlingarna på undersidan.

Ytterligare önskemål och preciseringar.

Utöver de rent tekniska kraven kan husägaren deklarerar allehanda ”egna” önskemål, som t ex ”inte **duk**”, ”inte **svart**”, ”gärna **ljust grå**”, ”något **åt tegelhållet**”, ”**tjockt** och **stadigt** m h t gångtrafik” eller ”inte **granulatbeläggning**, den skräpar ner i brunnar och ledningar”.

Specifikationen får då kompletteras med dessa begärda krav.

* Beträffande brandspridning kan noteras att ett material kunde vara typpodkänt för applicering på **högdensitiva** underlag (plywood, råspont, (lätt)betong o d) men inte på **högisolerande** (mineralull, cellplast, kork, cellglas).

Orsaken är att de förra avleder värme nedåt medan de senare isolerar och kvarhåller mera värme uppe i själva materialet, något som bidrar till att en brand kan sprida sig längre.

Överbyggda tätskikt: Foamglas Mono och Foamglas Duo.

Tätskiktssystemen för belagda *Foamglas Mono* och *Foamglas Duo* är per definition *inte* exponerade för UV-påverkan annat än möjligen vid uppvik o d.

Där måste de å andra sidan vara fullt kapabla att klara just sådan påverkan.

Frånsett UV-aspekten bör kraven på tätskikt vara *minst* lika stora som för exponerade tätskikt. Orsaken är bl a att de kan bli utsatta för diverse *byggt trafik* intill dess beläggningen eller Duo-kompletteringen färdigställts.

Ibland tillgrips skyddsbelagda (skiffergranulat) tätskiktmattor just med hänsyn till byggt trafik. Skyddsbeläggning *måste* finnas vid lutningar från 30° med hänsyn till *friktionen*.

Ett vanligt använt tätskiktssystem för Duo är 2 x YEP 2500. Om lagen förskjuts ”halvvägs” blir c-avståndet mellan skarvvalkarna något under halvmeter och ca 2,5 mm höga. Detta ger ett hyfsat jämnt underlag för en Duo-komplettering.

De tjockare enskiktsmattorna, t ex YEP/SEP 5500, ger ca 5 mm höga skarvar med glesare c-avstånd; 0,9 – 1,0 m. Duo- tillägget (XPS eller dränisolering) kan här komma att ”rida” eller ”bomma” vilket kan behöva beaktas beroende på typ av beläggning.

Vid beläggning med *singel* torde svaj och eftersjunkning inte spela någon roll.

Vid annan beläggning (t ex betongplattor) kan lösremсор mellan skarvlinjerna vara rekommendabla som utfyllnad.

Ett kraftigare tätskiktssystem kan skapas med tätskiktmatta + *12-15 mastix* (gjutafalt). Man får då ett jämnare underlag för trätrall, XPS-cellplast e d och dessutom ett tätskikt som är *mycket* stryktåligt m h t byggt trafik o d.

Underlagstäckning ”i botten” - som byggtätning/förstärkning.

Foamglas-materialet är i sig självt *tätt* mot konvektion, diffusion och vatten som inte tillåts frysa direkt mot ytan.

Foamglas kan därmed ses som ett tjockt och ”segt” tätskikt; ett slags försvarslinje nr 2.

En tredje försvarslinje kan formas med en underlagstäckning direkt mot bärverket. Den vanligast använda är YEP 2500 som appliceras medelst helklistring mot primerbehandlad (lätt-) betong, ”strängklistring” mot TRP-plåt och spikning/skarvklistring enl. HusAMA 98, JSB 1 på bärverk av råspont och plywood.

OBS att underlagstäckning YEP 2500 är ett *obligat* på råspont och plywood.

Underlagstäckning tillgrips ofta som *byggtäckning* men bidrager då givetvis samtidigt till att öka kompaktkonceptets kvalitet.

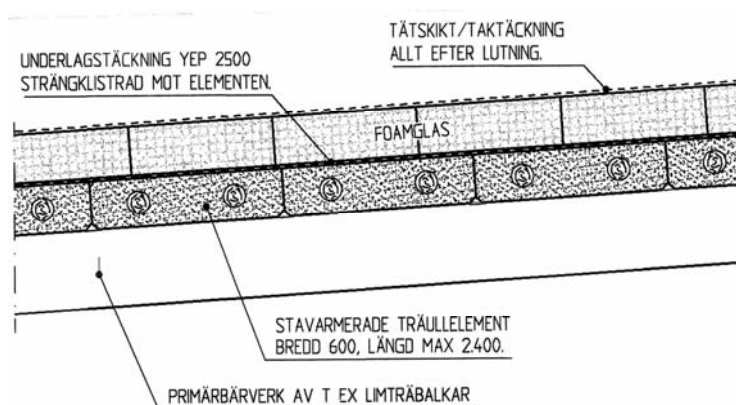
Underlagstäckning på träullelement.

Ett slags specialfall kan identifieras vid nybyggnad/renovering med bärverk av *stavvarmerade träullelement*.

Här strängklistras en underlagstäckning YEP 2500 eller kraftigare på träullelementen varefter Foamglas appliceras enligt vedertagen teknik.

Ett av skälen för en heltäckande underlagstäckning är att risken för att varmasfalt rinner ned *igenom* elementen och svärtar ner på undersidan bortgår.

Underlagstäckningen är samtidigt en utmärkt byggtätning.



Foamglas på träullelement kan vara ett attraktivt takkoncept för t ex skolor och badhus – både vid nybyggnad och renovering.

Träullelement ger ett habit *bärverk* och en ”färdig” undersida beträffande *akustik* och *estetik*. Foamglas ger en kvalitativ konvektions- och diffusionstättning.

Yttertak.

Tätskikten väljs främst utifrån påfrestningarna under husets förvaltningskede.

I det föregående har redovisats principer för val av tätskikt utifrån bl a trafik och andra påfrestningar under husets *förvaltnings-* och *driftskede*.

Sådan trafik omfattar i lindrigaste form gångtrafik till servicepunkter av olika slag (fläktar o d). Frekvent trafikerade stråk brukar ibland markeras och förstärkas medelst *extra tätskiktväder*, kanske i avvikande kulör.

I extremfall kan också *trätrallar* arrangeras, ibland med ensidigt räcke, som gör dem identifierbara även vid snötäckta tak.

Särskild anpassning till *byggskedets* påfrestningar brukar sällan ske vid valet av tätskikt. Byggt trafik; inlastningar och upplagringar av ljuskupoler, glasningar, plåtbeslagningar och annat förutsätts ske på tillfälliga *skyddstäckningar* av olika slag, (plywod, underslag o d).

Tyvär händer alltför ofta att i sig kvalitativa tätskikt punkteras eller rispas sönder till följd av obetänksamhet, slarv eller ren nonchalans.

Samma kan inträffa vid större renoveringar under husets livstid, t ex vid revisioner i fläktrum, eller vid omtäckningar av taket.

Generellt kan konstateras att för *yttertak* väljs tätskikten i allmänhet med hänsyn till byggnadens *driftskede*.

Terrasstak.

Tätskikten förstärks *ofta* med hänsyn till påfrestningarna under byggskedet.

Terrasstaken är per definition predestinerade för något slags *användning*. De bestyckas härav med *överbyggnader* av olika slag.

Denna uppladdning innebär automatiskt påfrestningar av helt annat slag än på yttertaken.

Många terrasstak har dessutom ett läge i eller nära marknivå vilket gör dem extra attraktiva för materialupplag, ställningsbyggen, bodar och allt möjligt annat.

Även om ett tätskikt skulle kunna göra god tjänst i den *färdiga* konstruktionen klarar det ofta inte påfrestningarna under *byggskedet*, vilka skyddsanordningar man än kan ha arrangerat.

Några exempel som illustrerar denna problematik:

1. Tätskikt *duk*, tjocklek 1,5 mm. Material, stegar, verktyg, armeringsjärn och annat orsakade omfattande punkteringar och därmed stor förödelse, besvärliga läckage och omfattande läcksökningar och renoveringar.
2. *Tätskiktmatta* + 12-15 *Mastix* (gjutafalt) föreslaget av konstruktören. Entreprenören valde bort mastixen. Intransport av trädgårds- och planteringsmaterial (bulkvaror) samt dräneringsbrunnar och stödmur-/trappelement i betong gav liknade resultat som i exempel 1 ovan.
3. *Tätskiktmatta enbart*. Tätskiktet *höll*, främst tack vare en mycket ansvarskännande och försiktig entreprenör.
4. *Tätskiktmatta* + *mastix*. Tätskiktet *höll* för traktorer, lastpallar med betongplattor och all den byggt trafik som stormade in.

Även här kan konstateras att liknande kan inträffa vid *kommande* renoveringar och ombyggnader om t ex gångstråk flyttas eller planteringar omplaneras.

Generellt kan konstateras att för *terrasstak* väljs ofta i sig överkvalificerade tätskikt just i beaktande av en ibland mycket burdus *byggt trafik*.

Tätskikt i Foamglas terrasstak.

Med något slags stigande kvalitet (och kostnad) kan grovt sammanfattas:

- | | |
|---|--|
| A) <i>Duk</i> , tjocklek 1,2-1,5 mm. | Måste skyddas mot mekanisk åverkan. |
| B) <i>Tätskikt 2 x YEP 2500</i> . | Tål mera än dukarna. Skydd under koncentrerade laster. |
| C) <i>Tätskiktmatta > 5 mm</i> . | Som B). |
| D) <i>Tätskiktmatta</i> + <i>Mastix</i> . | Stryktåligare än B-C ovan. |

P 0.7 Redovisning.

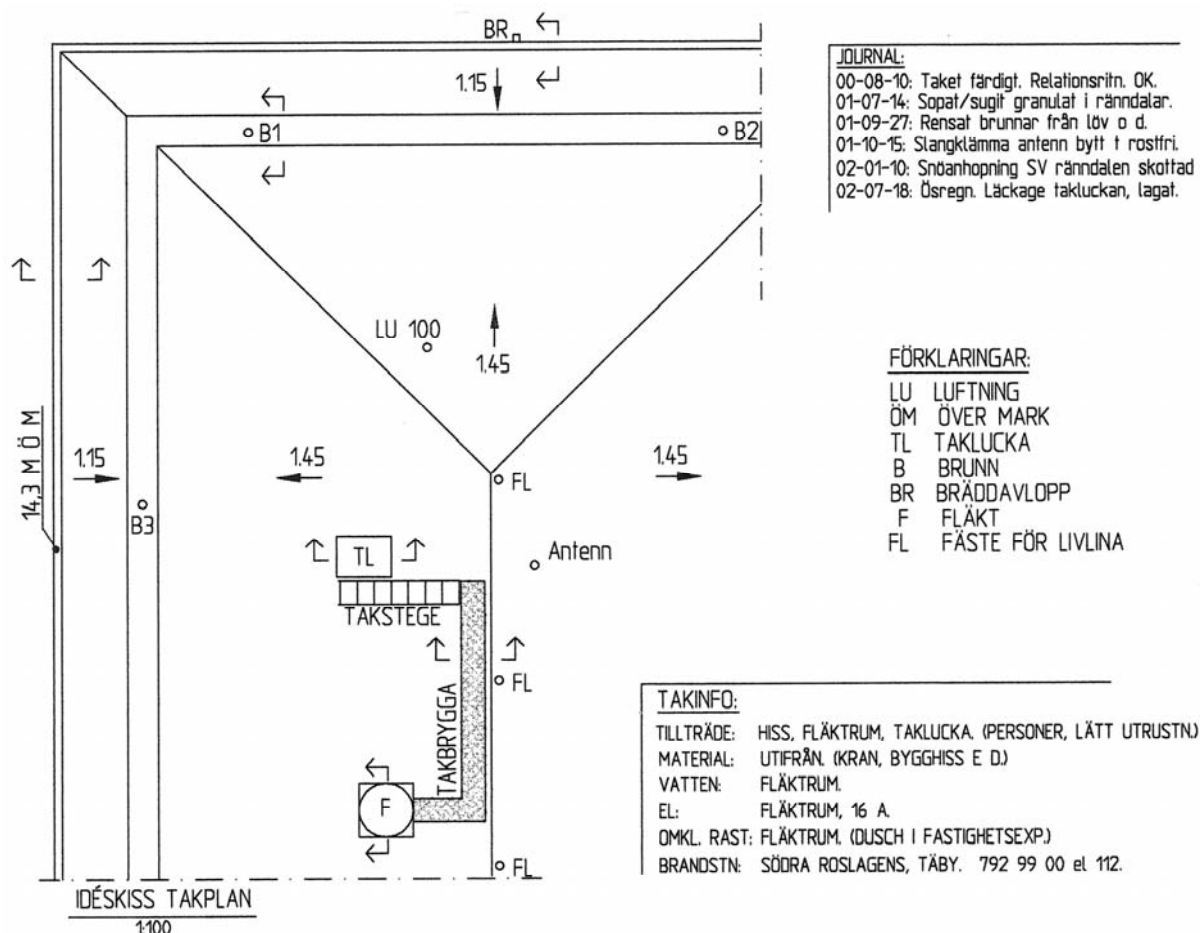
Bygghandlingar för yttertak och terrasstak omfattar i allmänhet **takplaner** och **detaljer**. Där skall redovisas:

- **Vindlast** storlek och utbredning på olika delar av taket.
- **Bärverk** betong, TRP-plåt, lättbetong e d.
- **Uppbyggnad** uppstolpningar, falluppbyggnader.
- **Värmeisolering** materialspecifikationer, tjocklekar
- **Konvektions- och diffusionsbromsar** särskilt vid genomföringar och kanter.
- **Avvattning** lutningar, brunnar, vattengångar, bräddavlopp, fotplåtar.
- **Tätskikt** typ(er), klass, ev tilläggskrav betr kulör eller fabrikat.
- **Taksäkerhet** skyddsanordningar, snörasskydd, ev förstärkning vid gångstråk.
- **Brandsäkerhet** brandskärmar, dolda inlägg av mineralull o d.
- **Detaljutförande** vid brunnar, genomföringar, rörelsefogar, sargar, anslutningar.

Om möjligt bör en samordnad översiktsplan upprättas där **allt** finns med. En sådan plan bör dessutom dels **relationsrevideras** när huset är färdigbyggt, dels **uppdateras** om och när något händer eller görs, t ex igensättning av genomföring, flyttning av taklucka, ny parabol e d.

I mån av plats må gärna åtgärder av olika slag bokföras och kortbeskrivas direkt på ritningen.

En väl underhållen takplan är ett utmärkt underlag för husets egen förvaltningspersonal liksom för entreprenörer av olika slag. Den är **husägarens** egendom och planeringsinstrument oavsett vad konsulter och andra ritar upp för sina speciella delprojekt.



Uppdelning i **särskilda** planer för Bygg, VVS, Taksäkerhet, Brand o s v får sedan göras i mån av behov – t ex om risk föreligger att den blir för hopgyttad och svårläst.

Takplanen kan också berikas med uppgifter om:

- ☞ **Höjd över mark** för transportplanering o d.
- ☞ **Utrymmen i huset** som kan nyttjas av entreprenörer.
- ☞ **Utrymmen utomhus** för material, bodar o d.
- ☞ **Aktuell brandstation** med telefonnummer e d.
- ☞ **Vattenuttag**
- ☞ **Tillträdesväg(ar)** för personal och material.
- ☞ **Eluttag** med säkringsstorlek.

Projekteringen av ett tak bör omfatta ett **totalgrepp** med början i **nederbörden**, i dess former av regn, snö och hagel.

En god idé kan vara att följa denna nederbörd **hela** dess väg från molnen till jorden.

Vägen kan delas upp i tre etapper:

1. Från molnen till taket.

Denna etapp är mestadels ganska brant, dock att i många situationer kan hårda och turbulenta vindar driva snö och regn i helt omvända och oväntade riktningar.

2. På taket - till brunnar/hängrännor.

Denna etapp är kort och snabb på t ex branta kyrktak. Den kan vara lång och långsam på stora, låglutande industritak.

Nederbörden i form av **regn** erbjuder normalt inga problem. Vattnet rinner mot rännor och takfötter i kraft av takets lutningsgeometrier.

Nederbörd som **snö** får däremot oftast vackert invänta töperioder - eller snöskyfflar.

Är lutningen tillräcklig och taktäckningen slät (plåt och släta tätskikt) kan snön **rasa av** eller **anhopas** mot hinder som snörasskydd, fotrännor eller installationer.

3. Från brunnar/hängrännor och vidare ned/bort.

Denna sista etapp är brant vad gäller stuprör och vertikala ledningar. Den är låglutande eller t o m horisontell där ledningar sidodragits med minimifall respektive konstruerats enligt fullflödesprincipen.

Etappen kan vara **lång**; den når ända till den punkt varifrån vattnet aldrig kan komma tillbaka och ställa till elände för byggnaden.

Utifrån resonemanget ovan kan taket ses som en **mellanlandningsstation** för nederbörden.

Vardera etappen 1, 2 och 3 måste ägnas stor observans.

Nedan diskuteras de tre etapperna med fokusering på låglutande tak och hur **Foamglas** kan bidra till kvalitativa tak.

Etapp 1; Regnet och snön från moln till tak.

Det **regn** som faller på taket kan bedömas med ledning av SS 824031. Beträffande tak med invändig avvattning anges i denna standard att ett 5-års-regn med 10 min varaktighet kan beräknas enligt uttrycket $i_s = (42 + 1,1 Z)/3600$ l/sm² förutsatt visst hänsynstagande till bräddavloppets kapacitet.

Västra delen av sydsvenska höglandet får enligt detta uttryck ca 0,023 l/sm². Trakter med lägre nederbördsmängder, t ex ostkusten, får motsvarande ca 0,016 l/sm².

I beaktande av att byggnader ofta avses fungera under betydligt längre tid än 5 år kommer dess tak att få ett flertal 5-årsregn och några 10-årsregn. Troligen, och i beaktande av de ”ryckigare” klimatsituationer som råder i dagsläget, och som **kan** accentueras i framtiden, kan taken fortare än annat få ännu värre ”rotblötor”.

Med tanke på påfrestningarna på tätskikt, genomföringar och konstruktioner samt att moderna industri- och kontorsmiljöer är högkänsliga för störningar kan det alltså vara klokt att beakta de betydligt kraftigare regn som kan inträffa speciellt på sensommaren-hösten.

Under t ex 1996 fick många orter i Sverige våldsamma skyfall. Ur mångfalden exempel kan hämtas regnet i juni över delar av Östersund och de som drabbade delar av Gotland samt Västerås-trakten i juli.

Tidigare år har intensiva regn drabbat området kring Karlstad-Årjäng, samt i Malmö. I slutet av juli 1994 fick **Kungsör** med omnejd en regnskur som dessutom innehöll hagel ”som golfbollar”.

Färskare exempel är regnet i Skåne 1999 för att inte tala om de än färskare i Arvika-trakten och Sundsvallsregionen.

Lokala åskskurar kan ha en intensitet upp mot 3-4 gånger de ovan angivna, alltså väl över 0,05 l/sm². En artikel i Bygg & Teknik 3/87 betonar just risken för allvarliga skador på och i byggnader om inte taken kan hantera även dessa regnmängder.

Kanske 100-årsregnet borde vara något att snegla på? Så har också gjorts i SS 824031 i och med det nämnda hänsynstagandet till bräddavloppets funktion. Förutsättningen för att kunna räkna med i_s -värden enligt ovan förutsätter nämligen ett bräddavlopp som kan svälja minst **3 gånger** det beräknade flödet. Vid dimensionering av brunnar och ledningar är det dock lätt att glömma denna förutsättning - bräddavloppen brukar ofta formos som enkla skvallerfunktioner mera än som riktiga avbördningskapaciteter vid överflöden.

En viss observans kan också ägnas det fall då ett tak ansluter mot högre byggnad. Vid slagregn kan då berörda takfall få sina avbördningsytor ”förstorade” motsvarande fasadens höjd och aktuell slagvinkel. Rekommendabelt kan alltså vara att snegla på eventuella slagregntillägg från anslutande högre fasader.

Den **snö** som faller på taket bedöms med ledning av Boverkets handbok **Snö och vindlast**. Här kan erinras om att från medio 1995 har 106 kommuner i Sverige fått ökad snölast.

Klokt kan vara att i dessa kommuner göra en översyn av bärverk o d även på **befintliga** byggnader.

I övrigt får risken för lokala snöanhopningar bedömas från fall till fall. Förhärskande snöbärande vindar kan många gånger utredas med hjälp av dels SMHIs statistik, dels erfarenheter från kringliggande bebyggelser och deras förvaltningar etc.

Viss observans bör ägnas det som kan hända vid **blidväder**. För ett specifikt tak, med sina specifika takgeometrier, sargar, installationer, genomföringar, fläktrum o s v brukar snöfickor, renblåsta partier o d uppvisa en någorlunda ensartad bild år från år. Vid blidväder sjunker snön ihop. Vid **nya** snöfall, och då ofta kombinerat med de för orten förhärskande vindarna, återskapas den för taket i fråga ”normala” snögeometrin. Partier som brukar vara renblåsta får kanske inte heller denna gång någon snö. Snöfickor kommer tillbaka där de brukar komma och blir ungefär så stora som de brukar etc.

Farligheten ligger här i att längst ner i ett till synes ”normaltjockt” snötäcke kan finnas ett skikt med väsentligt högre densitet; det skikt som sjönk ihop vid blidvädet.

Rekommendabelt är att under vintrar med frekventa snö-/töväxlingar hålla uppsikt så att snöanhopningar som riskerar bli farligt tunga kan identifieras och oskadliggöras i god tid.

Till detta kommer den **omlagring** av vatten och snö på taket som kan ske i kraft av taklutning och taktäckningens friktion. Mera därom under *Etapp 2* nedan.

Etapp 2: Vattnets väg på taket - till brunnarna.

Efter det nederbörden har fallit ned på taket skall den - som regn- eller smältvatten - avledas mot takfötter, rännalar och brunnar.

Sommarens regnvatten har som regel inga större problem att rinna dit det vill. Horisontaltaken får givetvis hantera de största vattentrycken - någon centimeters vattedämning kan krävas innan flödet mot brunnarna tar fart.

Horisontaltaken löper också största risken att få smärre bakfall, allt betingat av byggtoleranser, bärverkets ev nedböjningar av egentygnd (och dämt vatten?) samt brunnarnas lägen inbördes och i förhållande till just bärverkets ev nedböjningar.

På tak med **någon** lutning drar vattnet iväg fort och lätt. Tätskiktet på takfallen utsätts här endast för några mm vattentryck. Större vattentryck kan dock uppstå vid hinder och bakfall samt nere i rännalarna.

Gemensamt för alla tak med invändiga avlopp är risken för **mycket** svåra dämningar, och skador, om brunnarna sätts igen och om ev (!) bräddavlopp inte kan avbörda dessa dämningar.

Ett undantag från den fria och ohindrade avrinningen är **singeltäckta** och sk **gröna** tak. Där utgör singelskikten resp vegetationen en påtaglig, mer eller mindre önskad, broms för vattnet.

Båda slagen tak kan också med tiden bemängas med finmaterial; skräp, humus o d som ytterligare bromsar vattenflödet.

Någon avrinningskapacitet, värd namnet, erhålls ofta inte förrän vattnet når singlets/vegetationens översta del. Först där kan det rinna fritt och ohindrat.

Singeltäckta tak borde helst ”rakas om” och renspolas med vissa intervaller. Åtgärden dock kostsam - brukar få anstå tills själva tätskiktet måste åtgärdas.

Under förutsättning att brunnarna är acceptabelt rensade utgör **sommarens** vattentryck - det lilla på lutande takfall respektive det något större på horisontella tak samt i rännalor, smärre vattenfickor eller bakom hinder - inga större problem för friska tätskikt.

När det gäller **konsekvenserna** av ett eventuellt läckage har dock vattentrycket mycket stor betydelse i de fall där underliggande värmeisolering utgörs av mineralull e d. Betydelsen avser dels **inrinningshastigheten**, dels den **vattenmängd** som vattentrycket står för. Besväret från en liten punktering på ett lutande takfall kan vara nog så oönskat men är ändå intet jämfört med vad en otäthet i en uppdämd rännal eller en vattensamling kan ställa till. Här väntar många litrar på att få komma ner och förstöra.

Vid tak med **Foamglas**' kompaktkoncept föreligger **inte** denna risk för vatteninträning. **Foamglas** är tätt i sig och kan inte absorbera vatten.

Vattensamlingar på taket spelar också stor, ibland förödande, roll såtillvida att de ofta kvarstår intill dess att vintern kommer - och då fryser vattnet, och **fryser fast** i tätskiktet i olika grad beroende på dess skrovlighet.

Sommarens regn kan och bör nyttjas som informationskälla beträffande risken för isbildningar under vinterförhållanden.

Vinterns snö måste initialt härbärgeras där den hamnar intill dess att den själv rasar av, skottas av, blåser bort eller smälter. Här fokuseras på det senare.

Vid låga lutningar - eller inga alls - fångas smältvatten upp kapillärt i ovanliggande snö och kvarhålls lätt upp gott och väl till 5-6 cm höjd. Snöslasket bildar en bottensörja som utövar vattentryck på taktäckningen. Någon nämnvärd avvattning mot rännalor och brunnar sker inte.

Lutningsgräns ca 1:25.

I en utredning har erfarits en lutningsgräns kring 1:25-:20 där även **blötsnö** börjar avvattnas.

(Erfarenheten utgör en delorsak till att många tak formas med lutning **1:16**.)

En lutning 1:20 eller högre bidrager således till att smältvatten i både blötsnö och under isskikt tenderar att transporteras nedåt.

Därmed befrias **takfallen** från vatten; snabbt och fort sommartid och acceptabelt snabbt även vintertid när snö-/issmältning inträder.

Stockning i rännalorna.

Den ovan antydda, förmånligare situationen för **takfallen** ger dock inte något slutlösning för taket **som helhet**. Den innebär endast att just takfallen befrias från smältvatten.

Det låglutande takets problematik kvarstår nere i **rännalorna**.

Rännalor görs ibland helt **horisontella**, ibland med **falluppbbyggnad** med varierande lutning, dock sällan överstigande 1:80/:75. Detta innebär att nere i rännalszonerna kvarstår det låglutande takets fulla problematik med dålig avvattning av blötsnö respektive relativt dålig avvattning av smältvatten under isskikt.

Fenomenet kan i extremfall ge en farlig **lastökning** just i rännalszonerna.

En annan konsekvens är att (åter)frysning kan, som ovan antytts, ge dramatiskt ökat slitage på tätskiktet:

När nollpunkten passeras **fryser** snöslask/kvarstående vatten till en isskorpa som vidhäftar mot taktäckningen i olika grad beroende på dess skrovlighet.

Vid fortsatt temperaturfall krymper isen runt 2,5 ggr **mera** än en papptäckning.

Kraftigare kyla innebär alltså stor risk att isen **spricker** och **drar sönder** papptäckningen.

Även här ger *Foamglas'* kompaktkoncept en ökad säkerhet såtillvida att tätskiktet-klisterasfalten-Foamglaslet och klistringen mot underlaget *samverkar* mot isens påfrestningar. Vid isolering med t ex mineralull är det tätskiktet som *ensamt* får ta upp kampen mot isrörelserna.

Vid töväder smälter isen i kontaktytan mot taktäckningen och bildar en vattenfilm. Allt efter takfallets lutning ger då denna film ett vattentryck som ökar med närheten till ränn dalen. När en kanal mot brunn öppnas bildas s k *jökälvar* som efter hand avlastar vattentrycket.

Vid slankare bärverk, t ex TRP-plåt, är det ytterst viktigt att brunnarna, takets avtappningspunkter, ligger i nedböjningsmax, vanligen i fackmitt. Om inte kan nedböjningarna ge accelererande vattenfickor - och i förlängningen kollaps.

En byggnad i Västerbotten utsattes vintern 87/88 för tung blötsnö. Takfallets goda lutning 1:16 gav omlagring av blötsnölasten ned mot ränn dalarna. TRP-plåtens nedböjningar upptäcktes i tid. Snöskottning iscensattes omedelbart.

Vid upplagen hade dock TRP-plåten *bucklats* i zonen närmast ränn dalsvecket. Plåten förstärktes där med korta träbalkar, formade efter TRP-profileringen. Byggnaden i fråga hade 6 m spännvidd för TRP-plåten. Brunnarna var placerade vid var 3. pelare, alltså med 18 m avstånd! Någon avvattning fanns alltså inte i *något* av 6 m-facken!

En välgrundad förmodan är att om inte taket skottats hade dess ränn dalszoner förr eller senare kollapsat av accelererande vattenfickor.

Nederbördens etapp 2 har, som antytts ovan, sin sista och svåraste delsträcka på upploppet mot avloppet. Uppbyggnad av ränn dalsfall underlättar avbördningen endast marginellt eftersom lutningen ändå, som nämnts, inte brukar göras mer än 1:80-:75.

De nämnda "kungsregeln" att avtappningspunkterna ovillkorligen bör ligga i (vinter)nedböjningsmax innebär att man får *hjälp* av snön; ju mera snö, desto bättre lutning mot brunnarna. Principen bör tillämpas strikt vid spännvidder från 6 m och uppåt. Vid kortare spännvidder är bärverket ofta styvare. Där kan övervägas att sätta brunnar i vartannat fack och bygga upp ränn dalsfall där emellan. Dessa måste då göras så, att vinternedböjningarna i berörda fack kompenseras.

Bärverk av TRP-plåt monteras ofta med början i ränn dalarna och med nominella överlapp uppåt. Eventuella överloppsöverlapp brukar då hamna överst, på sista plåten närmast nock. En bra idé kan vara att planera så att överloppsöverlappen förläggs till ränn dalarna. Där gör de bättre nytta än uppe i nocken.

I bilden av svårigheten att på låglutande taktytor och i ränn dalar föra vattnet till brunnarna kan det vara attraktivt att i stället ta brunnarna till vattnet, dvs *förtäta* brunnarna - projektera kortare brunnsavstånd.

Vid själva brunnen kan vattnet dämmas upp av löv och skräp samt - vintertid - av isringar. Funktionen vid brunnen påverkas i hög grad av underhållet, främst rensning. Behovet av rensning får vägas mot dels risken för skador av dämning på taket, dels risken för att skräp smiter igenom silarna och anhopas i ledningarna eller i extrempall sätter igen dem.

Därmed är vi framme vid etappen 3.

Etapp 3: Från brunnen och nedåt.

När vattnet väl kommit fram till brunnen har det i *normala* fall inga större svårigheter att försvinna. *Vertikala* stuprör och invändiga ledningar har god kapacitet.

Så kan t ex en ledning ϕ 75 avbörda ca 3,75 l/s vilket på sydsvenska höglandet räcker till 144 m² för ett 5-årsregn.

Om vi även vill kunna ta hand om ett riktigt sommarskyfall - säg 0,05 l/sm² - kan inte 75-brunnar belastas med större avbördningsarea än 75 m²! Byter vi i stället till ledning ϕ 110 kan brunnen ta hand om 220 m², nära det max (225) som föreskrevs i NR (BFS 1988:8).

(Kvantifieringen har tagits bort i senare byggregler.)

Ser vi på *sidodragna* ledningar blir det dock kärvare. En ledning ϕ 75 i minimifall kan inte påräknas svälja mer än ca 2,8 l/s. Avbördningsområdena på sydsvenska höglandets tak sjunker då till något över 100 m² för 5-årsregn resp ca 56 m² för ett riktigt skyfall.

Motsvarande för en 110-ledning blir 269 resp 140 m².

De *verkliga* kapaciteterna kan vara betydligt lägre. Skräp av olika slag, bl a skifferkorn från papptak, kan tillsammans med finstoff sedimentera i liggande ledningar och med tiden reducera flödet.

Viktigt för den långtida funktionen är således att ledningarna är inspekterbara och rensbara, och att de även kontrolleras – *och* rensas - då och då.

För den händelse att brunnarnas flödeskapacitet reduceras och bräddavloppen inte hinner svälja måste viss del av vattnet buffras upp i rännalarna intill dess regnet avtager och avbördningen ”hinner ifatt”.

En konsekvensanalys bör göras av takets bärförmåga vid eventuell rännaldämning.

Inspekter- och rensbarheten betingas av dels ledningsdimensionen, dels hur böjarna har formats. Klenare dimensioner med 90°-böjar ger sämre åtkomstmöjligheter än grövre dimensioner med 45°-böjar.

Från ledningsdimension ϕ 70 och uppåt föreligger i regel inga problem för TV-inspektion och rensning med mellan- och högtryck.

En spånskivefabrik i Norrland avser byta till ledningar ϕ 150 - *utan* silar. Med det kraftiga spånspill som deponeras på taket vill man kunna *skölja* ner spånen med regn eller *spolning* hellre än att springa och rensa silar i tid och otid.

Systemet kommer att förses med bekvämt placerade småbassänger med mittavlopp. Skräp som *sjunker* och spån som *flyter* kan då lätt skopas upp resp rakas undan.

Den svåraste typen av ledningssystem är i detta sammanhang de sk fullflödessystemen. Dessa konstrueras med betydlig mindre diameter än hos de öppna systemen. Ledningar ”40” med invändig diameter ϕ 34 är inte ovanligt. Även ännu klenare ledningar har installerats.

I kraft av konstruktionsprincipen förläggs de dessutom ofta bitvis helt horisontellt vilket ökar känsligheten för att finstoff kan torka in och fast.

För dessa system är möjligheterna till inspektion samt resning med slang/borstviskare *små*, näst intill *obefintliga*.

Särskild observans är påkallad om muffar och skarvar är limmade. Eventuell limöverskott tenderar krympa och forma strypringar. Strypringarna minskar den nominella kapaciteten, ökar risken för skräpsedimentering och försvårar rensmöjligheterna ytterligare.

Motsvarande reduktion kan även inträffa vid spegelsvetsade skarvar, om ändarna värms för hårt och trycks ihop för kraftigt - och kanske då dessutom råkar sidoförskjutas något.

När vattnet väl kommit ut ur huset överlämnas ”ansvaret” till markledningarna; husets egna och senare kommunens.

Dessa ledningar utgör den sista sträckan av etappen 3.

Denna etapp sträcker sig till en punkt varifrån vattnet aldrig kan ”komma tillbaka” och ställa till besvär för byggnaden.

Sträckan kan ibland vara lång - de lite kraftigare skyfallen kan nämligen leda till överfyllnad i systemet med svåra ”bakdämningar” som följd.

Vid ett skyfall i Östersund 11 juni -96 fylldes markledningarna snabbt. En industri fick upp 360.000 liter på fabriksgolvet av att vattentrycket från taket sprängde golvet brunnlock. Ett annat exempel kan hämtas från Malmö i början av 80-talet. Vid ett skyfall stod vattnet som meterhöga fontäner ur lågtakens brunnar av vattentrycket från en högre kontorsdel

Eftersom markledningarna är låglutande och därmed formar en uppsamlings- och sedimenteringsmöjlighet för tillrinnande skräp är det viktigt att även dessa sträckor hålls så öppna och rensade som dimensioneringen förutsätter.

Konsekvensanalys före ovädret – inte efteråt!*

Snöoväder mitt i sommaren?

I bilden av att skyfall eller svåra snöoväder kan inträffa var och när som helst kan en analys av tänkbara Extremsituationer, genom alla tre ovan beskrivna etapper, ge värdefull återbering.

I **projekteringskedet** bör fantasin släppas lös: Hur ser ett busvädersscenario ut? Vanligaste snöbärande vindriktningarna för orten? Risken för farlig omlagring av snölast? (Har med taktäckningens friktion och lutningar att göra.) Zoner där svår snö-/isan-hopning kan uppstå? Hur placera brunnarna m h t bärverkets nedböjning under inverkan av snölast?

För **befintliga** tak kan vara klokt att mitt i sommarens soliga dagar dels iscensätta kontroll av vattenavledningssystemet, t ex provspolningar i brunnar och ledningar, dels analysera taket utifrån det 100-årsregn som troligen kommer mer än en gång under byggnadens förväntade funktionstid.

Gärna också på med regnrock och sydväst för en inspektionspromenad mitt under pågående ösregn.

Om goda erfarenheter från vinterförhållanden **inte** har fångats in bör man i fantasin spela upp och analysera ett riktigt vinterscenario.

Även här må man gärna genomföra en besiktning mitt under eller omedelbart efter ett snöoväder.

För en byggnad i Norrland med mycket svåra återfrysningsproblem vid takfötterna (isdämningar och tunga draperier av istappar) iscensattes dels en **vinterbesiktning** under fulla snöförhållanden, temperatur då -18°, dels en besiktning på **senvären** då taket provspolades och öppnades för kontroll av konvektionsspärrar och läckvattenvägar.

(Båda operationerna gav bra underlag för en effektiv åtgärd.)

En målmedveten besiktning både under sommar- och vinterförhållanden kan ge ett bra basunderlag för optimering av framtida underhåll och bidra till att konstruktionerna får den styrka och stadga som behövs, att taktäckningen inte utsätts för stora lokala förslitningar och att framtida underhåll blir hanterligt och rimligt förutsägbart.

* Om och när något **har** hänt, kan SMHI:s sk månadsblad vara till god hjälp. Två takras, det ena i norra, det andra i mellersta Norrland inträffade med en dags mellanrum **i början av april**. SMHI:s månadsblad för respektive ort visade en kraftig temperaturstegring dagarna före rasen. Analysen gav att temperaturstegringen hade orsakat en ”flytning” i snö-täcket. (Taktäckningen utgjordes av plastbelagd plåt.) Flytningen gav en överkoncentration av snö mot vardera ett snörasskydd. Underliggande ås resp fackverkskonstruktion överlastades. Dessa tak rasade således inte när **snön** kom i januari-februari utan när **värmen** kom i början av april!

P 0.9 Fukt inifrån.

P 0.9.1 ALLMÄNT.

Hotbilden underifrån.

Förutom risk för läckage uppifrån föreligger även hotbilder i form av konvektion och kondens *underifrån*.

Konvektion är *luftrörelse* upp i takkonstruktionen eller *genom* hela taket.

Kondens är omvandling av luftens fukt från ånga till vatten.

P 0.9.1 KONVEKTION.

Volymökning.

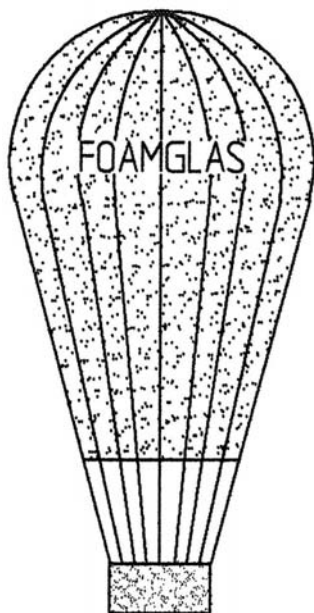
Om och när luften värms upp vill den öka i volym. Varm luft blir härav lättare än kall luft.

Den fria volymökningen följer allmänna gaslagen. Med utgångspunkt från absoluta nollpunkten (-273°) ökar volymen i proportion till temperaturökningen.

Om temperaturen ökar från $\pm 0^{\circ}$ till $+27^{\circ}$ ökar volymen med i stort 10 %.

Om denna luft går upp till $+35^{\circ}$ ökar volymen med ca 2,7 % från den vid $+27^{\circ}$.

$$\Delta V = [(35 - 27) / (273 + 27)] \times 100.$$



Det faktum att varm luft är lättare än kall luft utnyttjas av bl a ballongfararna. En ballong för 10 passagerare dimensioneras för lyftkraft ca 2,5 ton. För detta krävs en ballongvolym ca 7000 m³ och en temperaturskillnad inne-ute uppåt 100° .

(Alternativet är givetvis större ballong och motsv lägre temp skillnad.)

Eftersom ballongmaterialet inte tål högre temp än ca $+127^{\circ}$ bör utetemperaturen inte vara högre än $+27^{\circ}$.

Därför ser man aldrig ballonger mitt på hetaste dagen utan oftast på eftermiddagen/kvällen, när luften hunnit avkylas tillräckligt.

Vid ett tillfälle seglade en ballong över Riddarfjärden och in över Kungsholmen. Kungsholmens varma husmassa minskade temperaturskillnaden. Ballongen höll så när på att skrapa i skorstenar och antenner innan piloten hann blåsa i mer värme.

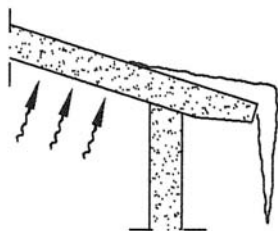
Vid landning öppnar piloten en ventil varvid luften rusar ut. Ballongen mister då snabbt lyftkraft så att inte korgen drar omkring på marken.

EN BYGGNAD KAN LIKNAS VID EN VARMLUFTBALLONG. DEN VARMA INNE-LUFTEN VILL I VARJE ÖGONBLICK **RUSA UT** OM MÖJLIGHETEN FINNS.

Byggnaden som en tät låda.

Byggnader bör ovillkorligen projekteras och byggas så att de får lufttäta väggar, fönster och tak – som en upp-och-nedvänd, tät låda.

Varje otäthet leder till förluster av dyrbart uppvärmd luft.

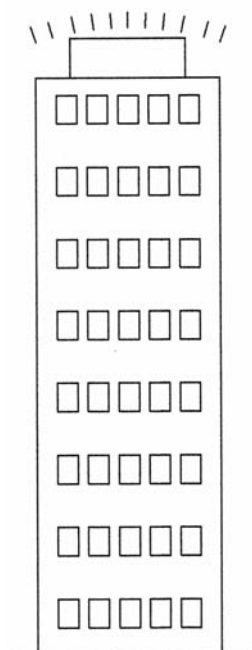


I fryshus är situationen omvänd. Där är luften **kall** och **tung**. Där bör ”lådan” vara rättvänd, och tät. Annars rinner den kalla, lika dyrbart nedkylda luften ut.

Beträffande tak gäller att konvektionsotätheter medför två nackdelar. Den ena är att varmluften för upp **värme**, vilket vintertid kan leda till mer eller mindre utbredd snösmältning.

Lokal eller ojämn snösmältning är oftast oönskad eftersom smältvattnet kan rinna iväg till kallare delar av taket, bl a takfötter, och där **återfrysa**.

Den andra nackdelen är att om den utströmmande luften avkyls ned till kondensgränsen kommer fukten i luften att kondensera och övergå från ånga till vatten eller is.



Det termiska trycket.

Ovan har huset liknats vid en luftballong. Den rent termiska tryckskillnaden som luften utövar högst upp under taket är en produkt av temperaturskillnaden inne-ute och byggnadens höjd.

För praktisk bruk kan användas uttrycket $\Delta p = 0,043 \cdot \Delta T \cdot h$.

Ett typiskt exempel på s k skorstensverkan är trapphusen. Dessa är ju oftast helt öppna nedifrån och upp och har mer eller mindre fri lufttillförsel nedtill i form av dörröppningsmanövrer, kanske otätheter i dörrpartiet o d.

Exempel: En byggnad i Stockholm är ca 75 m hög ovan mark. En vinterdag med -15° ute och säg $+23^\circ$ inne ger $\Delta T = 38$ K.

Vi får då en tryckskillnad $\Delta p = 0,043 \cdot 38 \cdot 75 = 122,5$ Pa!

Om huset har fri tillgång till luft nedtill (mycken trafik i dörrarna o d) yttrar sig **hela** tryckskillnaden som ett med höjden ökande **övertryck**.

Om huset **inte** har fri tillgång till luft nedtill (mestadels stängda dörrar o d) fördelar sig tryckskillnaden som ett undertryck i de nedre delarna av huset ("Stäng, det drar kallt!") och ett **övertryck**, högre upp ("Nästan svårt att få igen rökluckan.")

Ibland görs försök att "dämpa" de termiska krafterna med ventilationen och med sektionering av huset i höjdlid; om man t ex suger ut mer luft än man blåser in minskar övertrycket. Det är dock svårt att nämnvärt påverka tryckförhållandena med ventilationsbalansering.

De termiska krafterna vinner.

P 0.9.2

KONDENS.

Kondensgränsen.

Luft kan vid varje temperatur innehålla en viss maximal mängd fukt **i ångfas**, inte mer. Denna mängd fukt kallas **mättnadsånghalten**. Den ökar med temperaturen. Så är den t ex uppåt **30 g/m³** vid $+30^\circ$ medan den vid $\pm 0^\circ$ är knappa 5 g/m³ och vid -19° under 1 g/m³.

Den **relativa fuktigheten** (numera används den engelska beteckningen **RH**, Relative Humidity) uttrycks i % och visar hur mycket fukt som luften **aktuellt** innehåller **i förhållande till** vad den **maximalt** skulle kunna innehålla.

Om ovan nämnda luft $+30^\circ$ innehåller 15 g/m³ är RH **50 %**. Om luften $\pm 0^\circ$ innehåller 2,5 g/m³ är RH även här **50 %**.

Om nämnda luft $+30^\circ$ och RH 50 % kyls av **stiger** RH – och når vid ca $+18^\circ$ **100 %**! Där faller kondensen ut! Där ombildas ångan till **vatten**!

Om inneluften kyls av till, eller möter material/ytor med, lägre temperatur än kondensgränsen kommer kondens att fällas ut.

Även av denna anledning - kondensaspekten - är det viktigt att inneluften aldrig ges möjlighet att smita upp/ut till kallare delar av konstruktionen.

Följande sida visar mättnadsånghalten i spannet från -20° till $+30^\circ$ samt stegvis till $+40^\circ$.

FOAMGLAS' KOMPAKTTAK ÄR EN EFFEKTIV SPÄRR FÖR INNELUFTEN!

Nedanstående tabell visar *mättnadsånghalten* [RH 100 %] vid olika temperaturer.

T °C	,0	,1	,2	,3	,4	,5	,6	,7	,8	,9
+ 40	51,07									
+ 38	46,45									
+ 36	41,64									
+ 34	37,51									
+ 32	33,74									
+ 30	Bad☞ 30,31	30,47	30,64	30,80	30,97	31,14	31,30	31,47	31,64	31,81
+ 29	K 28,71	28,86	29,02	29,18	29,34	29,50	29,66	29,82	29,98	30,14
+ 28	o 27,18	27,33	27,48	27,63	27,78	27,93	28,09	28,24	28,39	28,55
+ 27	n 25,72	25,86	26,01	26,15	26,30	26,44	26,59	26,73	26,88	27,03
+ 26	d 24,33	24,47	24,61	24,74	24,88	25,02	25,16	25,30	26,44	25,58
+ 25	e 23,01	23,14	23,27	23,40	23,53	23,66	23,80	24,93	24,46	24,20
+ 24	n 21,75	21,87	22,00	22,12	22,25	22,37	22,50	24,63	22,75	22,88
+ 23	s 20,55	20,67	20,78	20,90	21,02	21,14	21,26	21,38	21,50	21,63
+ 22	t 19,41	19,52	19,63	19,74	19,86	19,97	20,08	20,20	20,31	20,43
+ 21	e 18,32	18,42	18,53	18,64	18,75	18,85	18,96	19,07	19,18	19,29
+ 20	m 17,28	17,38	17,49	17,59	17,69	17,79	17,90	18,00	18,11	18,21
+ 19	p 16,30	16,39	16,49	16,59	16,69	16,78	16,88	16,98	!7,08	17,18
+ 18	↳ 15,36	15,46	15,55	15,64	15,73	15,83	15,92	16,01	16,11	16,20
+ 17	↳ 14,48	14,56	14,65	14,74	14,83	14,91	15,00	15,09	★ 15,18	15,27
+ 16	↳ 13,63	13,71	13,80	13,88	13,96	14,05	14,13	14,22	14,30	14,39
+ 15	↳ 12,83	12,91	12,99	13,07	13,15	13,15	13,23	13,31	13,39	13,47
+ 14	↳ 12,07	12,15	12,22	12,29	12,37	12,45	12,52	12,60	12,68	12,75
+ 13	↳ 11,35	11,42	11,49	11,56	11,63	11,71	11,78	11,85	11,92	12,00
+ 12	↳ 10,67	10,73	10,80	10,87	10,94	11,00	11,07	11,14	11,21	11,28
+ 11	↳ 10,02	10,08	10,15	10,21	10,27	10,34	10,40	10,47	10,53	10,60
+ 10	↳ 9,41	9,47	9,53	9,59	9,65	9,71	9,77	9,83	9,89	9,96
+ 9	↳ 8,83	8,88	8,94	9,00	9,05	9,11	9,17	9,23	9,29	9,35
+ 8	↳ 8,28	8,33	8,38	8,44	8,49	8,55	8,60	8,66	8,71	8,77
+ 7	↳ 7,76	7,81	7,86	7,91	7,96	8,01	8,07	8,12	8,17	8,22
+ 6	↳ 7,27	7,31	7,36	7,41	7,46	7,51	7,56	7,61	7,66	7,71
+ 5	↳ 6,80	6,85	6,89	6,94	6,99	7,03	7,08	7,12	7,17	7,32
+ 4	↳ 6,36	6,41	6,45	6,49	6,54	6,58	6,62	6,67	6,71	6,76
+ 3	↳ 5,95	5,99	6,03	6,07	6,11	6,16	6,20	6,24	6,28	6,32
+ 2	↳ 5,56	5,60	5,64	5,68	5,71	5,75	5,79	5,83	5,87	5,91
+ 1	↳ 5,19	5,23	5,27	5,30	5,34	5,37	5,41	5,45	5,49	5,52
0	↳ 4,86	4,88	4,91	4,95	4,98	5,02	5,05	5,09	5,12	5,16
- 0	↳ 4,86	4,82	4,78	4,74	4,71	4,67	4,63	4,59	4,56	4,52
- 1	↳ 4,49	4,45	4,41	4,38	4,35	4,31	4,28	4,24	4,21	4,17
- 2	↳ 4,14	4,11	4,08	4,04	4,41	3,98	3,95	3,91	3,88	3,85
- 3	↳ 3,82	3,79	3,76	3,73	3,70	3,67	3,64	3,61	3,58	3,55
- 4	↳ 3,52	3,49	3,47	3,44	3,41	3,38	3,36	3,33	3,30	3,27
- 5	↳ 3,25	3,22	3,19	3,17	3,14	3,12	3,09	3,07	3,04	3,02
- 6	↳ 2,99	2,97	2,94	2,92	2,89	2,87	2,85	2,82	2,80	2,78
- 7	↳ 2,75	2,73	2,71	2,69	2,66	2,64	2,62	2,60	2,68	2,65
- 8	↳ 2,53	2,51	2,49	2,47	2,45	2,43	2,41	2,39	2,37	2,35
- 9	↳ 2,33	2,31	2,29	2,27	2,25	2,23	2,22	2,20	2,18	2,16
- 10	↳ 2,14	2,12	2,09	2,07	2,05	2,03	2,02	2,02	2,00	1,98
- 11	↳ 1,96	1,95	1,93	1,92	1,90	1,88	1,87	1,85	1,83	1,82
- 12	↳ 1,80	1,79	1,77	1,76	1,74	1,73	1,71	1,70	1,68	1,67
- 13	↳ 1,65	1,64	1,63	1,61	1,60	1,58	1,57	1,56	1,54	1,53
- 14	↳ 1,52	1,50	1,49	1,48	1,46	1,45	1,44	1,43	1,41	1,40
- 15	↳ 1,39	1,38	1,36	1,35	1,34	1,33	1,32	1,30	1,29	1,28
- 16	↳ 1,27	1,26	1,25	1,24	1,23	1,22	1,20	1,19	1,18	1,17
- 17	↳ 1,16	1,15	1,14	1,13	1,12	1,11	1,10	1,09	1,08	1,07
- 18	↳ 1,06	1,05	1,04	1,03	1,02	1,02	1,01	1,00	0,99	0,98
- 19	↳ 0,97	0,96	0,95	0,94	0,94	0,93	0,92	0,91	0,90	0,89
- 20	↳ 0,89									

Källa: Fukthandboken

FOAMGLAS®

FOAMGLAS® i tak

Foamglas® används främst vid isolering av låglutande yttertak och terrasstak. Isoleringen, som är absolut vatten- och ångtät, samverkar med övriga material till en helt tät enhet. Kompakta Foamglas®-tak ger dig 3-faldig säkerhet mot läckage. Fördelen blir låga underhållskostnader och lång livslängd, vilket gör Foamglas® till marknadens mest prisvärda isolering i längden.

FOAMGLAS® i grund & mark

Foamglas® FLOOR BOARD är marknadens hårdaste isoleringsskiva. Man kan ta ner högre laster på en mindre yta och därigenom effektivisera grundläggningen. Genom sin täthet ger FLOOR BOARD också ett ökat skydd mot markfukt och radon.

FOAMGLAS® i industrin

På tekniska områden används materialet främst inom processindustrin, där kemisk beständighet, täthet och obrännbarhet är viktiga egenskaper. Vanligast är isolering av rör, tankar och cisterner med temperaturer mellan -260°C och +430°C.

FOAMGLAS Nordic AB

Hällebergsvägen 7, SE-443 60 Stenkullen, Sweden

Phone: +46 302 378 56, Fax +46 302 378 57, info@foamglas.se, www.foamglas.se