Rapport R90:1983

Utformning av fuktskydd vid golv på mark

Nuvarande kunskaper och exempel på lösningar

Lars-Olof Nilsson

Byggforskningsrådet

R90:1983

UTFORMNING AV FUKTSKYDD VID GOLV PÅ MARK

Nuvarande kunskaper och exempel på lösningar
- sammanfattning och kommentarer

Lars-Olof Nilsson

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag
810646-3 från Statens råd för byggnadsforskning
till Fuktgruppen vid Lund Tekniska Högskola.

I Byggforskningsrådets rapportserie redovisar forskaren sitt anslagsprojekt. Publiceringen innebär inte att rådet tagit ställning till åsikter, slutsatser och resultat.

R90:1983

ISBN 91-540-3994-0
Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

LiberTryck Stockholm 1983

INNEHÅLL

FÖRORD 4

1 SAMMANFATTNING MED TYPLÖSNING 5

2 BETECKNINGAR 7

3 FUKTSKYDD - BEHOV & UTFORMNING 10
3.1 Fuktkällor - konstruktionens principiella funktionssätt 10
3.2 Dränering - skydd mot fritt vatten 12
3.3 Kapillärbrytning - skydd mot "suget vatten" . . 21
3.4 Ångskydd mot markfukt 26
3.5 Ångskydd mot fukt i inneluften 33
3.6 Uttorkning av byggfukt 38

4 FÖRUTSÄTTNINGAR VID BEDÖMNING OCH DIMENSIONERING 42
4.1 Fuktkriterier för aktuella material 42
4.2 Materialegenskaper ur fuktsynpunkt 49

5 GOLVKONSTRUKTIONER; EXEMPEL PÅ LÖSNINGAR . . . 54
5.1 Underliggande värmeisolering 55
5.2 Överliggande värmeisolering 64
5.3 Under- och överliggande värmeisolering 74
5.4 Utan värmeisolering 77

6 ANSLUTNINGAR, DETALJLÖSNINGAR 84
6.1 Kantbalksutformningar 84
6.2 Anslutningar vid mellanväggar och pelare . . . 98
6.3 Ytterväggsanslutningar 104
6.4 Genomföringar 107

7 ÖVRIGT 110
7.1 Temperaturvariationer 110
7.2 Lokala värmekällor 112

REFERENSER 115

FÖRORD

Många hus, grundlagda med betongplatta på mark, har drabbats av svåra fuktproblem och fuktskador under det senaste decenniet. I många fall har detta berott på dåliga kapillärbrytningsegenskaper hos en del grus och lättklinkermaterial liksom på bristande kunskaper om betingelser för mögelväxt. Tryckimpregnering av virke har övervärderats som skydd mot fukt, vilket är en stor anledning till de omfattande mögelproblem som uppkommit.

Under senare år har en hel del litteratur om konstruktionen "platta på mark" utkommit, men fortfarande finns en del frågor som ej har besvarats.

Kring en del av dessa pågår det nu forskning. Det föreligger dock ett behov av att redan nu sammanställa den kunskap som finns och att då ta hänsyn till de kunskaper som saknas samt att därvid tillämpa en mera nyanserad säkerhetsfilosofi.

Denna rapport är avsedd att täcka detta behov och vara ett komplement till Fukthandboken /10/. Rapportens innehåll är baserat på forskningsresultat, egna och andras erfarenheter av skador samt på ett grundligt studium av tillgänglig litteratur. Ett antal typexempel redovisas också med kommentarer.

I rapporten göres i huvudsak bara fukttekniska bedömningar som ett underlag för val av konstruktion. Statiska, energitekniska och produktionstekniska synpunkter saknas i stor utsträckning, liksom ekonomiska kalkyler. För förståelsen av bakgrunden till de fukttekniska bedömningarna hänvisas till Fukthandboken /10/ och övriga referenser.

1 SAMMANFATTNING MED TYPLÖSNING

Rapporten är ett försök att sammanfatta nuvarande kunskaper samt presentera vad som för närvarande kan rekommenderas vid val av konstruktionsutformning vid "platta på mark", med utgångspunkt från vad vi vet idag och hänsyn tagen till de bristande kunskaper vi har inom vissa områden.

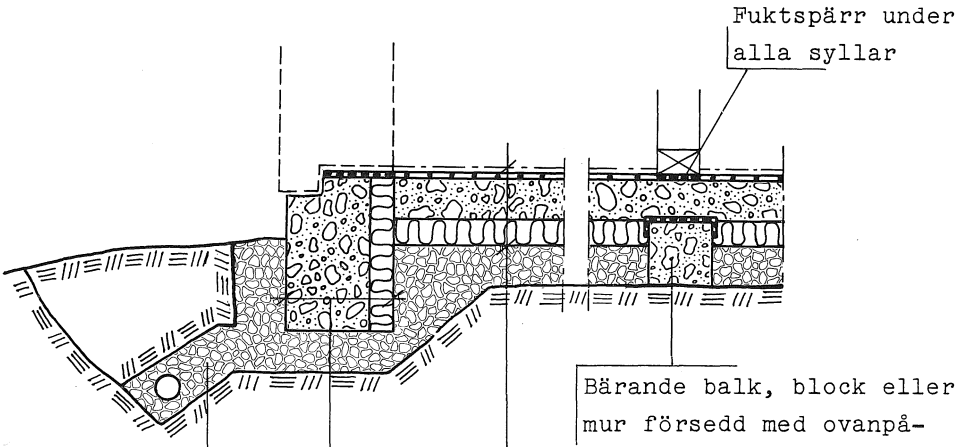
Förslag ges till enkla regler vid dimensionering mot olika fuktkällor och exempel belyser användningen och behovet av dessa. Underlaget för dimensionerings- och bedömningsregler kommenteras och exempel på olika faktorers inverkan ges. Typexempel på lösningar av golvkonstruktion, kantbalksutformning, anslutningar och vissa detaljer ges, med kommentarer av varje exempels för- och nackdelar samt erfarenheter av dem.

Som en sammanfattning av råd och bedömningar i rapporten, presenteras först en typlösning som bedömts vara säker. Den har underliggande värmeisolering och ovanpåliggande ångspärr.

RÅD: Välj i första hand typlösningen på nästa sida!

Alternativ: Läs hela rapporten och beakta alla de råd som där ges!

Principiell TYPLÖSNING av fuktskydd vid grundläggning med golv på mark.



Golvkonstruktion av
- valfri golvbeläggning
- spånskiva el motsv
- ångspärr
- betongplatta
- värmeisolering, kapillärbrytande och ånggenomsläpplig

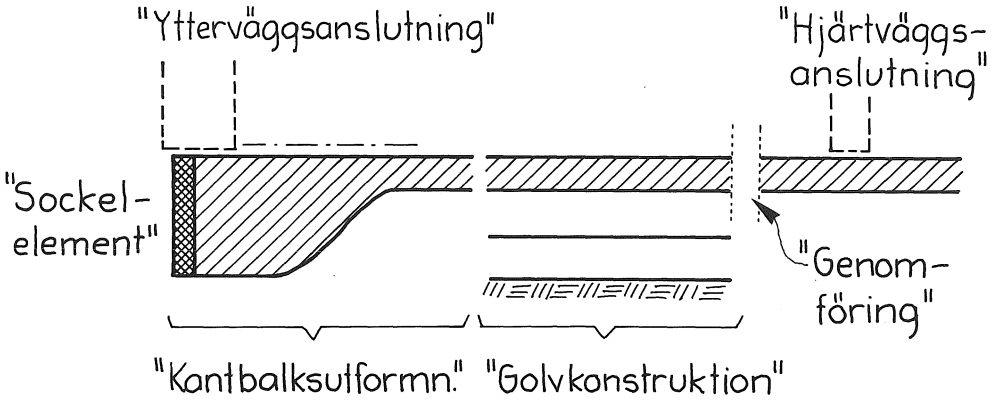
Kantbalk, -block eller -mur, kapillärbrytande eller invändigt försedd med kapillärbrytande värmeisolering; försedd med ovanpåliggande fuktspärr under ytterväggsanslutning samt avvattnings möjlighet för fasadskalet.

Dräneringssystem, under golvkonstruktionen och invid kantbalken upp till markytan, av minst 100mm dräneringslager av singel eller makadam med undre korngräns 6-8 mm eller material med motsvarande dräneringskapacitet, försett med eventuellt nödvändiga filter och inblandningsskydd. Avledning med dräneringsledning, kringfylld med material grövre än inloppsöppningarna.

Typlösningen är en kombination av golvkonstruktion ID och kantbalksutformning bl. För ytterligare kommentarer hänvisas till 5.1, 6.1, 6.2 och 6.3.

2 BETECKNINGAR

De olika delarna av konstruktionen "platta på mark" betecknas i den följande beskrivningen på det sätt som framgår av nedanstående figur.



Andra beteckningar som används, och som kan behöva förtydligas, är följande:

DRÄNERINGSLAGER: Ett lager avsett att tillfälligt magasinera och därefter avleda fritt vatten i marken till en ledning eller motsvarande. Ett dräneringslager är <u>inte</u> avsett att vara kapillärbrytande. Observera att i MarkAMA 83 menar man med ett DRÄNLAGER ett lager som skall vara <u>både</u> dränerande <u>och</u> kapillärbrytande. DRÄNLAGER är alltså inte detsamma som DRÄNERINGSLAGER enligt den definition som tillämpas här.

KAPILLÄRBRYTANDE LAGER (ELLER SKIKT): Ett lager eller materialskikt som praktiskt förhindrar vatten, fritt eller bundet av menisker, att sugas kapillärt till lagrets eller skiktets andra sida. Det avgörande är att <u>transporten</u> av fukt minskas så mycket att fukttillskottet kan släppas igenom av ovanförliggande konstruktion.

SAMTIDIGT DRÄNERANDE OCH KAPILLÄRBRYTANDE LAGER: Ett lager som i sin undre del utgör ett dräneringslager och har sådan tjocklek och sådana egenskaper att det där ovanför verkar kapillärbrytande. Ett sådant lager benämnes tyvärr "dränlager" i MarkAMA 83, vilket kan ge upphov till missförstånd.

"SJÄLVDRÄNERANDE MARK": Genomsläpplig mark, t ex sand eller grus, med låg HGV (högsta grundvattenyta) om terrängen inte är alltför starkt lutande.

"EJ SJÄLVDRÄNERANDE MARK": T ex sand eller grus med hög HGV eller starkt lutande terräng, berg, lera, silt, morän

ÅNGSPÄRR: Skikt som skall hindra vattenånga att tränga igenom på grund av diffusion eller fuktkonvektion.

FUKTSPÄRR: Skikt som skall hindra både ångtransport (diffusion, fuktkonvektion) och kapillärsugning. I golvbranschen har begreppet "fuktspärr" tidigare använts för ett material som enbart tillfälligt haft funktion som fuktspärr mot byggfukt. Detta får inte förväxlas med den betydelse som här avses, nämligen att ha en fuktspärrande funktion under byggnadens livstid.

FUKTISOLERING: Tillfällig fuktspärr mot byggfukt.

VATTENSPÄRR: Skikt som skall hindra kapillärsugning och skydda mot tillfälliga små vattentryck.

TÄTSKIKT: Skikt som skall hindra vatten i vätskefas att tränga igenom vid måttliga och stora vattentryck.

ANVÄNDA STORHETER

ΔT	Temperaturskillnad	^{o}C
Z	Ångmotstånd	s/m
RF	Relativ fuktighet, relativ ånghalt	-
RF_{akt}	Aktuell fuktpåverkning på ett material, uttryckt som RF i materialet	-
RF_{krit}	Kritisk fuktpåverkning, sådan att den utgör gränsen för att skador eller olägenheter uppkommer	-
RF_{till}	Tillåten fuktpåverkning, sådan att skador eller olägenheter <u>ej</u> uppkommer, med viss säkerhetsmarginal	-
v	Ånghalt i luft	kg/m^3
v_s	Mättnadsånghalt i luft	kg/m^3

3 FUKTSKYDDETS OLIKA DELAR - BEHOV OCH UTFORMNING

Hur de olika delarna av grundkonstruktionen lämpligen utformas och huruvida det finns behov av alla delar eller ej samt vilken säkerhetsmarginal som bör tillämpas bestäms av två faktorer. För det första är förekommande fuktkällor den påverkning som konstruktionen kommer att utsättas för och därför måste dimensioneras mot. För det andra är de olika material som är tänkta att ingå i konstruktionen olika fuktkänsliga, dvs har olika "tillåten påverkning", och kräver därför ett bättre eller sämre fuktskydd.

Nedan göres en genomgång av fuktskyddets olika delar. Dessa delars principiella funktionssätt kommenteras och skyddet mot olika fuktkällor diskuteras i tur och ordning.

Vad som kan rekommenderas och vad som bestämt avrådes ifrån, sammanfattas i speciell inramning enligt nedan:

RÅD 0: Använd nedan rekommenderade bedömnings- och dimensioneringsregler såvida inte en noggrannare analys görs!

3.1 Fuktkällor - konstruktionens principiella funktionssätt

En golvkonstruktion på mark utsättes för ett flertal fuktkällor som måste beaktas. Från marken utsättes konstruktionen för fritt vatten som kan rinna mot byggnaden dels på markytan som ytvatten och dels i marken som strömmande grundvatten eller sprickvatten. Ytvatten måste förhindras nå byggnaden med fall, dräneringslager intill kantbalk eller fuktspärr på kantbalken samt avskärande dränering i svårare fall. Strömmande grund- och sprickvatten i marken uppsamlas och avledes i ett för ändamålet lämpat dräneringssystem.

Även med ett väl fungerande dräneringssystem, eller om ett sådant inte erfordras, kan konstruktionen nås av vatten i vätskefas genom kapillärsugning från grund- eller sprickvattenytan eller vatten som infiltrerats i marken. Denna fuktkälla stoppas med ett kapillärbrytande lager eller skikt.

I markens porer finns vattenånga som avdunstat från vattenytor eller vattenmenisker i marken. Under en byggnad utgör därför denna vattenånga också en fuktkälla som tas om hand med ett ångskydd av någon typ. Temperatureffekten av en värmeisolering eller ångmotståndet hos en ångspärr kan var för sig eller i kombination utgöra detta ångskydd.

Fukt från inneluften kan tillföras golvkonstruktionen och ge upphov till för höga fukttillstånd om inneluften är speciellt fuktig eller inneluften kan nå kalla delar av konstruktionen. En invändig ångspärr och/eller en lämpligt placerad värmeisolering, som höjer konstruktionens temperatur, kan vara ett skydd mot denna vattenånga.

De ovan nämnda fuktkällorna finns i större eller mindre omfattning under byggnadens livslängd. Även om skyddet på sikt utformats väl, kan byggfukten ställa till problem om denna inte uttorkats i tillräcklig grad innan fuktkänsliga material appliceras. Det är därför viktigt att ta hänsyn till uttorkningsmöjligheterna för byggfukt redan vid utformningen av en konstruktion. Efteråt kan det vara för sent, med stora kostnader för väntetider som följd, eller vanligare att man inte väntar utan tar den risk det innebär att ha en mycket liten säkerhetsmarginal.

3.2 Dränering - skydd mot fritt vatten

Behovet av ett väl fungerande dräneringssystem, och dess utformning, bestäms av tre faktorer

A. Konstruktionens fuktkänslighet
B. Tillförseln av vatten till schaktbotten
C. Tillförseln av ytvatten till "schaktgropen"

Den första punkten bestämmer om ett dräneringssystem överhuvudtaget erfordras och i så fall vilken grad av säkerhet som systemet bör utformas med.

Den andra och tredje punkten avgör om det är möjligt att dränera eller vilken belastning ett dräneringssystem skall dimensioneras för.

3.2.1 Behovet av dränering med hänsyn till konstruktionens fuktkänslighet

Är konstruktionen helt okänslig för fukt, genom att fukt som tillföres tas om hand i konstruktionen eller den inte innehåller några fuktkänsliga material, erfordras naturligtvis inte något dräneringssystem; konstruktionen tål då att stå i vatten. En konstruktion som innehåller ett bra tätskikt, kan vara ett exempel på en sådan konstruktion. Det måste naturligtvis beaktas att utelämnande av dräneringssystemet vid en sådan "vattentät" konstruktion, där hela funktionen bestäms av ett enda material, självklart ställer mycket stora krav på att man har en stor säkerhetsmarginal i utformningen och utförandet av tätskiktet. Av säkerhetsskäl är det ofta ändå aktuellt med ett dräneringssystem (och kanske t.o.m. ett kapillärbrytande) även om konstruktionen teoretiskt skulle kunna fungera som vattentät.

Med en konstruktion som inte tål att tillföras fritt vatten ens en enda gång, krävs också en stor säkerhetsmarginal vid dimensionering av det dränerande systemet. Exempel på en sådan konstruktion är en platta med underliggande värmeisolering av mineralull och med en

tät golvbeläggning, limmad med ett fuktkänsligt lim. En enda uppfuktning under några dagar, fyller snabbt hela betongplattan med vatten, vilket kommer att torka ut mycket långsamt (halvår/år). Innan en sådan konstruktion hunnit torka ut igen, är risken stor att fuktskador uppkommer. Dräneringssystemet måste därför dimensioneras för att ta om hand den största fukttillförsel som kan uppkomma under byggnadens livslängd.

Konstruktioner som inte är fullt så känsliga för en enstaka, kortvarig, uppfuktning, kan teoretiskt förses med ett dräneringssystem som inte har lika stor säkerhetsmarginal. Exempel på konstruktioner som kan tåla tillförsel av fukt vid något tillfälle under kort tid, är en platta med ovanpåliggande ångspärr, där ångspärren tillfälligt kan fungera som kapillärbrytande skikt.

3.2.2 Dimensionering av dräneringssystemet med utgångspunkt från tillförseln av vatten

Vid dimensionering av dräneringssystemet under en platta på mark, måste en ordentlig grundundersökning göras, som också tar hänsyn till inverkan av omgivningen runt byggnaden. Dräneringssystemet för en enstaka mindre byggnad kan inte dimensioneras utan att betrakta dräneringen av hela området runtomkring. (I befintlig bebyggelse är t ex dräneringssystemen vid övriga byggnader viktiga att beakta).

Viktiga faktorer att få besked om är

- markytans vattenavledning
- översvämningsrisk
- markens dränering
- befintlig markdränering (åkerdränering)
- grundvattendelare
- infiltrationsområde

- terrängens lutning
- lutning mot resp byggnad
- högsta grundvattenyta (HGV)
  (eller sprickvattenyta)
- jordarter
- jordlagrens genomsläppligheter
- jordlagrens kapillariteter
- inhomogeniteter i marken

Med kännedom om dessa faktorer borde det vara teoretiskt möjligt att uppskatta den maximala vattentillförsel som dräneringssystemet kommer att utsättas för. I praktiken är detta naturligtvis ytterst besvärligt och svårt att göra med någon större grad av säkerhet. Istället måste dräneringssystemets utformning bestämmas utifrån en grov bedömning av de viktigaste faktorerna . Genom att hela tiden arbeta med ordentliga säkerhetsmarginaler fås därigenom ett dräneringssystem som är betydligt överdimensionerat för normalt förekommande vattenmängder. Dräneringssystemet är dock avsett att klara av även enstaka toppar i vattentillförseln, kanske bara träda i funktion vid ett enda tillfälle under byggnadens livslängd, och den merkostnad som ett dräneringssystem med god säkerhetsmarginal innebär, bör vara av relativt liten storleksordning.

De råd och anvisningar som ges i SBN 1980 är ett bra underlag för en sådan grov "dimensionering" av dräneringssystemet. De innebär ett mycket för överdimensionerat dräneringssystem i många fall, men bör vara en lämplig utgångspunkt. Se också /5/, /10/ och /18/. Med en noggrann grundundersökning kan sedan förenklingar av systemet göras om den visar att det är möjligt. Observera att ett dräneringssystem enligt SBN 1980 är ett normalutförande, som inte är avsett att klara den extra vattentillförseln vid fall mot byggnaden eller vid infiltration av dagvatten från takavvattning eller belagda markytor.

Dräneringssystemet under många befintliga byggnader är långt ifrån uppbyggda på ett sätt som överenstämmer med SBN 1980, men har fungerat klanderfritt under en lång följd av år ändå. Detta kan emellertid inte tas som intäkt för att det har varit en lämplig utformning, utan beror säkert i de allra flesta fall på att ett separat dräneringssystem överhuvudtaget inte har erfordrats. Det finkorniga "grus" (=sand), som ofta kallats "dräneringslager", har många gånger aldrig behövt fungera dränerande. I plan terräng med täta jordarter avledes ofta den lilla mängd vatten som rinner mot byggnaden, redan i fyllnadsmaterialet under och kring kantbalkarna och når aldrig in under byggnaden eller upp till eventuella dräneringsledningar. Det går dock inte att av detta dra generella slutsatser om hur dräneringen skall utföras, enbart av skälet "så har vi alltid gjort och det har gått bra". För att våga dra sådana slutsatser måste man veta om dräneringssystemet verkligen har behövts någon gång.

RÅD 1: Utför en grundundersökning som åtminstone bestämmer läget av HGV vid genomsläpplig mark. Förutsätt att en högsta vattenyta står i nivå med markytan vid lera och morän.

Observera att HGV inte är detsamma som högsta <u>observerade</u> grundvattennivå! En <u>prognos</u> över grundvattenytans läge fordras, jfr /18/.

Det är av speciellt stor vikt att känna till var HGV ligger vid mark med stor genomsläpplighet; det är helt avgörande för valet av konstruktion. Grundläggning under HGV fordrar då vattentät konstruktion; över HGV behöver konstruktionen inte ens dräneras om marken har stor genomsläpplighet!

RÅD 2: Bestäm behovet av dränering enligt Tabell 32:221 i SBN 1980, dvs lägg dränerande skikt under golv <u>alltid</u> utom

- vid s k "självdränerande mark"

eller

- där vattentät konstruktion ändå erfordras.

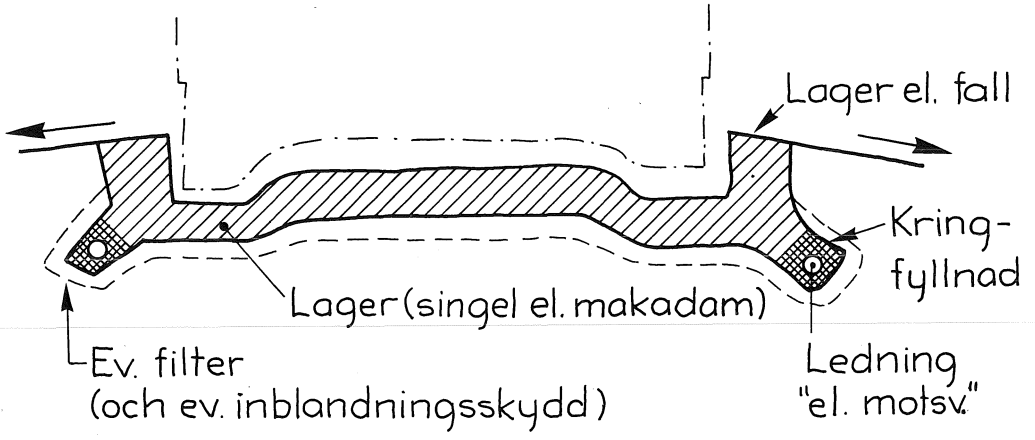


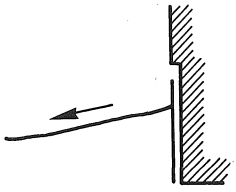
FIG. 3.2 Principiellt "dräneringssystem enligt SBN 1980"

RÅD 3: Välj material till dräneringslager under golv, förstyvningar och kantbalkar samt invid kantbalkar enligt vad som godtas av SBN 1980.

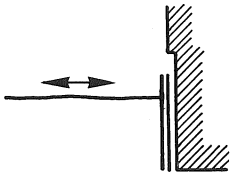
Observera att dräneringslagret inte är avsett att vara kapillärbrytande; den funktionen krävs av det kapillärbrytande skiktet, se 3.3.

Detta innebär singel eller makadam, minst 100 mm med undre korngräns 6-8 mm, försett med nödvändiga filter och inblandningsskydd. SBN 1980 godtar visserligen grus med d_5 > 2mm, men förekomsten av sådant grus är starkt begränsad.

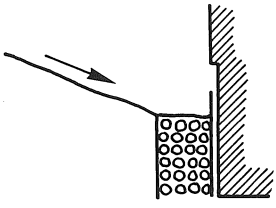
Omhändertagande av ytvatten närmast byggnaden behöver inte nödvändigtvis ske med fall, utan kan göras enligt endera av följande alternativ (eller kombinationer därav):



Med fall från byggnaden blir fuktbelastningen liten på hussockeln och denna behöver då bara förses med en fuktspärr.



Utan fall måste hussockeln förses med ett ordentligt tätskikt, dvs vara vattentät.



Vid fall mot byggnaden bör dräneringssystemet dras ända upp i markytan. Hussockeln bör dessutom förses med en fuktspärr, bland annat därför att anläggning av rabatter intill huset kan komma att göras. Med fall mot dräneringslagret invid hussockel riskeras också en igenslamning med tiden.

Fuktspärr på utsidan av sockeln kräver avledning av det vatten som kan rinna ner från fasaden.

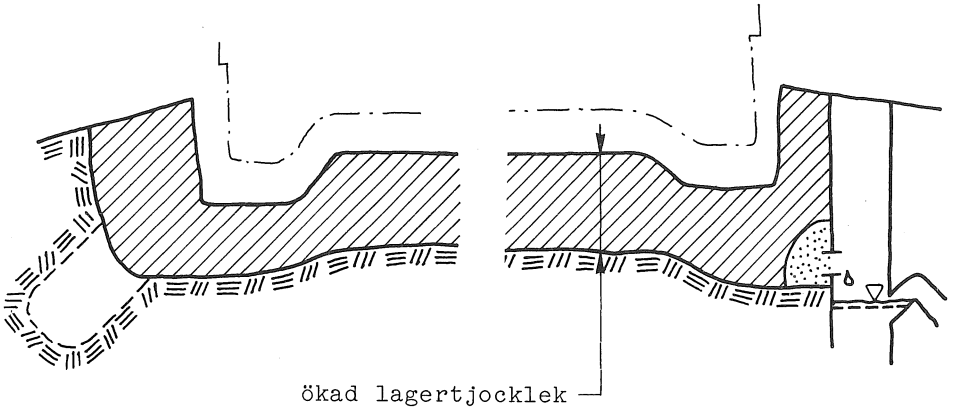
I praktiken blir det svårt att få ett dräneringslager invid kantbalken att fungera under längre tid om det är fall mot byggnaden, speciellt om det är hårdgjorda ytor intill. Risken för igensättning och problem vid t ex tjälad mark eller snösmältning är stor. Därför bör fall mot byggnaden, eller inget fall alls, närmast intill sockeln inte accepteras annat än i undantagsfall.

RÅD 4: Planera marken runt en byggnad så att det blir fall från byggnaden samt en väl tilltagen sockelhöjd.
Förse dessutom sockeln med vertikalt dräneringslager och fuktspärr.

Information om detta skall nå fram till fastighetsägaren så att t ex det vertikala dräneringslagret inte ersättes av rabatter intill hussockeln.

Exempel på förenklade dräneringssystem, som skulle kunna användas under vissa förhållanden vilket då måste ha konstaterats genom noggrannare undersökningar och projektering, ges på följande sidor.

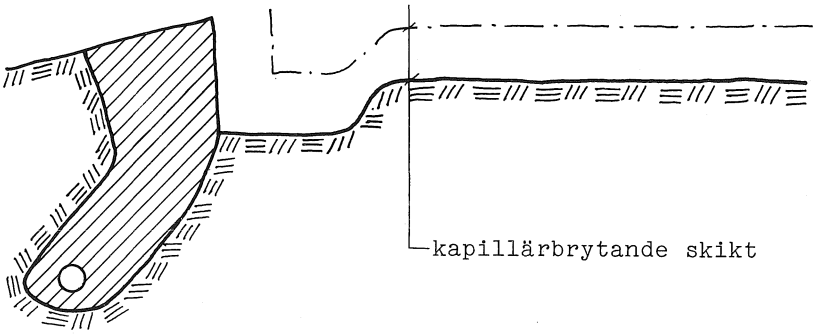
EXEMPEL 1. Dräneringsledning utelämnas (avledning sker på annat sätt, via dräneringsbrunnar eller motsvarande). Kapaciteten hos dräneringslagret och inläckningen i brunnarna måste naturligtvis dimensioneras med hänsyn tagen till erforderlig kapacitet, bestämd av mängden vatten som tillförs dräneringssystemet.



Denna lösning borde ibland kunna vara användbar t ex i täta jordmaterial utan vattenförande stråk, vid användande av dräneringslager av singel eller makadam med undre korngräns 6-8 mm om lagertjockleken ökats så att den större dämningen kan "rymmas".

Rörgravar kan inte utan noggrann analys användas som ersättning för dräneringsledningar.

EXEMPEL 2. Dräneringslager under golvkonstruktionen utelämnas; dräneringslager enbart invid sockel.



Exemplet borde ibland kunna vara användbart vid plan terräng och homogena markförhållanden; alldeles speciellt vid grunt liggande schaktbotten och/eller lågt liggande dräneringsledning, eller motsvarande, runt byggnaden. I ett sådant fall kommer vattenytan under byggnaden inte att nå upp till schaktbotten och ett dräneringslager är därför onödigt. Observera att höjdskillnaden mellan högsta vattenyta och vattengången i dräneringsledningen bl a bestäms av byggnadens bredd (avståndet mellan ledningarna) och ledningens kapacitet.

Ett kapillärbrytande skikt måste naturligtvis läggas in under golvet. Hänsyn måste dessutom tas till nederbörd under byggnadstiden så att en eventuell värmeisolering inte står full med vatten då betongplattan gjuts.

RÅD 5: Basera en eventuell förenkling av dräneringssystemet på en noggrann grundundersökning och ordentlig dimensionering samt hänsyn till konstruktionens fuktkänslighet.

3.3 Kapillärbrytning - skydd mot "suget vatten"

Behovet av ett kapillärbrytande skikt eller lager bestäms av

A. Konstruktionens fuktkänslighet
B. Förekomsten av vatten uppsuget till schaktbotten

Är konstruktionen vattentät eller på annat sätt helt okänslig för vatten, behöver man naturligtvis inte ha ett kapillärbrytande skikt, jfr 3.2.1 ovan.

Vid "självdränerande mark" där HGV ligger djupare ner än vad som motsvarar dubbla kapillära stighöjden (övre höjden vid stigning) hos materialen mellan HGV och schaktbotten, erfordras inte något separat kapillärbrytande lager. I övriga fall erfordras det.

RÅD 6: REGEL: Lägg alltid ett kapillärbrytande lager eller material under ett golv på mark.

Undantag 1: Vattentät eller helt fuktokänslig konstruktion
Undantag 2: "Självdränerande mark" med kapillär stighöjd högst hälften av avståndet till HGV.

Observera att "vattentät betong" gör inte en konstruktion vattentät i detta avseende!

Det är t ex helt uppenbart att där ett dräneringssystem fordras, krävs också ett kapillärbrytande skikt.

Vid val av material till det kapillärbrytande skiktet, utgår man normalt från att en vattenyta kan kommer att stå i dess underkant. Detta är ibland inte fallet, t ex vid "självdränerande mark" med högt stående HGV eller stor kapillär stighöjd, men bör ändå vara regel vid val av material, dvs materialet skall i sig självt kunna

vara kapillärbrytande i kraft av sin egen tjocklek.

Vid en inträffad skada är det emellertid inte tillräckligt som bevis för skadeorsak att visa att det s k kapillärbrytande skiktet inte i sig självt är kapillärbrytande. En vattenyta har kanske inte stått så högt som i dess underkant och således kan skadeorsaken vara en helt annan.

Till ett kapillärbrytande lager bör användas ett materialskikt med en tjocklek av minst två gånger kapillära stighöjden (övre höjd vid stigning) vid aktuell packningsgrad. Alternativt kan ett tätskikt el dyl utgöra ett kapillärbrytande skikt i kraft av sin vattentäthet.

SBN 1980 anger minimikravet på ett kapillärbrytande skikt till 0.15 m material med kornstorleken d_5 > 2mm. Ett sådant grus är svårt att finna som naturgrus, varför obehandlat naturgrus ej kan rekommenderas generellt. Om ett sådant material skall användas, måste den kapillära stighöjden ha kontrollerats vid provning.

RÅD 7: Välj som material till ett kapillärbrytande skikt under ett golv på mark:

- minst 0.15m singel eller makadam, med undre korngräns 6-8 mm (kan samtidigt utgöra dräneringslager), vars kapillära stighöjd kontrollerats genom provning. Ofta fordras att materialet skall vara väl tvättat för att vara fritt från finmaterial.

eller

- kapillärbrytande värmeisolering av mineralull (för markisolering), styrencellplast eller

lättklinker; med en beständighet motsvarande byggnadens livslängd

eller

- gummiasfaltmatta med PE-folie, plastskivor eller motsvarande; med täta skarvar och en beständighet motsvarande byggnadens livslängd

eller

- annat kornformigt material med en tjocklek av minst två gånger den kapillära stighöjden, bestämd vid långtidsprovning

Kravet på att makadam och singel skall vara tvättad, och väl tvättad, är naturligtvis inte absolut. Kravet är att kapillära stighöjden skall vara mindre än halva skikttjockleken och detta uppnås för många sådana material först efter tvättning. Provningsprotokoll på kapillära stighöjden skall därför kunna uppvisas. Detta gäller naturligtvis också värmeisoleringarna och olika tätskikt. Observera risken för nedkrossning under transport och hantering samt inblandning av finmaterial vid lagring på arbetsplatsen.

Kravet på kapillärbrytande egenskaper innebär bland annat att lättklinker skall vara ren och fri från krossmaterial respektive att värmeisoleringsskivor skall läggas i dubbla lager med förskjutna skarvar, vara väl hopskjutna eller vara försedda med kapillärbrytande fogar.

Material som skall bryta en horisontell kapillärsugning, t ex invid en kantbalk, måste ha andra egenskaper än låg kapillaritet vid vertikal stigning. Ett sådant material, eller byggkomponent, kan bara fungera kapillärbrytande om dess motståndsförmåga mot kapillärsugning är stor eller om strukturen är sådan att vatten inte kan sugas i eller förbi materialet.

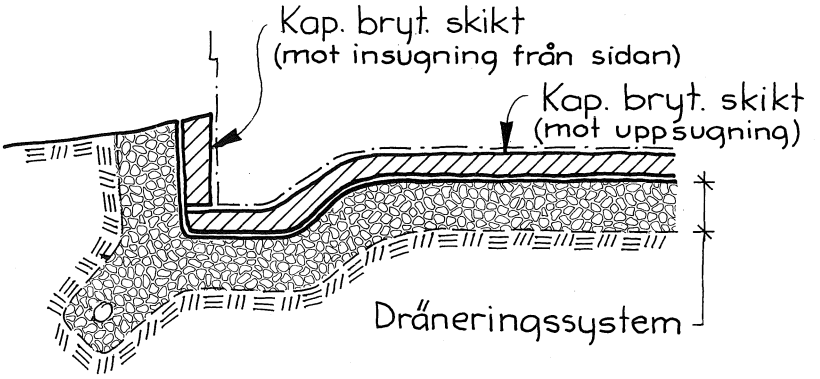


FIG 3.3 Vertikala resp horisontella kapillärbrytande skikt

Eftersom dessa byggnadsdelar kan liknas vid en "låg källarvägg", bör samma material som används utvändigt på källarväggar även kunna rekommenderas i eller utvändigt av kantbalkar. Vid golv på mark är visserligen förhållandena betydligt gynnsammare än för en källarvägg, varför val av samma material bör ge en större säkerhetsmarginal, men många källarväggar saknar fuktkänsliga material och behöver därför inte dimensioneras för att vara lika torra som en kantbalk som står i kontakt med ett golv på mark.

De materialtyper som bör vara aktuella är

- skivor av kapillärbrytande värmeisolering (mineralull ger uttorkningsmöjlighet utåt)

- "grundskivor" av tjock HD-polyeten med täta skarvar

- sockelelement av ytskiktsförsedd cellplastisolering

- asfaltstrykning på cementputs
- lättklinkerblock,cementputsat eller -slammat
- kantbalk av betong av hög kvalitet

Erfarenheterna av dessa är som regel goda, men den verkliga kapillärbrytande funktionen mot insugning horisontellt har oftast aldrig studerats. För närvarande kan man därför inte ange vilka krav som måste ställas på det enskilda materialet i en materialkombination. Hänsyn till golvkonstruktionens och ytterväggsanslutningens fuktkänslighet spelar en avgörande roll.

RÅD 8: Välj någon av ovanstående materialtyper som kapillärbrytande skikt mot insugning från sidan, men förse det utvändigt med ett vertikalt dräneringslager av singel eller makadam.

3.4 Ångskydd mot markfukt

Omfattande fältmätningar visar att konstruktioner mot mark alltid bör dimensioneras mot markfukt i ångfas motsvarande 100%RF i marken. Teoretiskt är det möjligt att fukttillståndet motsvarar lägre RF i en del fall, t ex vid självdränerande mark med låg HGV och låg kapillär stighöjd. Jord är dock ofta ett så pass inhomogent material att ingen hydrogeologisk expert (eller andra) för närvarande kan ange när RF i marken under en byggnad blir lägre än 100%.

RÅD 9: Förutsätt alltid att RF i marken är 100%!

Ett ångskydd mellan marken (egentligen vid övre stighöjden i det kapillärbrytande materialet) och olika fuktkänsliga material består principiellt av tre delar, som samverkar mer eller mindre i olika fall:

A. Temperaturskillnad
B. Ångmotstånd
C. Fuktkapacitet

En kortfattad beskrivning ges nedan av dessa tre effekter och hur de kan och bör utnyttjas vid val av konstruktionsutformning.

3.4.1 Ångskydd av temperaturskillnad

Effekten av temperaturskillnad beror på att vid jämvikt är ånghalten i golvkonstruktionen ungefär lika med ånghalten i marken. Har då golvkonstruktionen högre temperatur än marken blir dess RF lägre än markens, eftersom mättnadsånghalten ökar med ökande temperatur. Detta åskådliggörs i nedanstående figur och exempel.

Inom temperaturområden som är aktuella för golvkonstruktioner på mark kan detta, något förenklat, uttryckas som att varje grads ökning av temperaturskillnaden motsvarar en RF-sänkning med ca 5% RF.

EXEMPEL. Temperaturskillnaden mellan över- och undersidan av en värmeisolering under ett golv på mark till ett småhus, kan lätt uppgå till minst 3 °C, även sedan värmekudden i marken under byggnaden byggts upp. Dessa 3 °C ger upphov till en sänkning av RF i konstruktionen med RF=16% till 84%RF om RF i marken är 100%, även om inverkan av ångmotståndet försummas helt. En sänkning med ca 15 %RF är som regel det enda som behövs för att konstruktionen skall fungera. Inverkan av ångmotstånd och fuktkapacitet utgör då extra säkerhetsmarginal. Temperaturvariationer försämrar dock effekten.

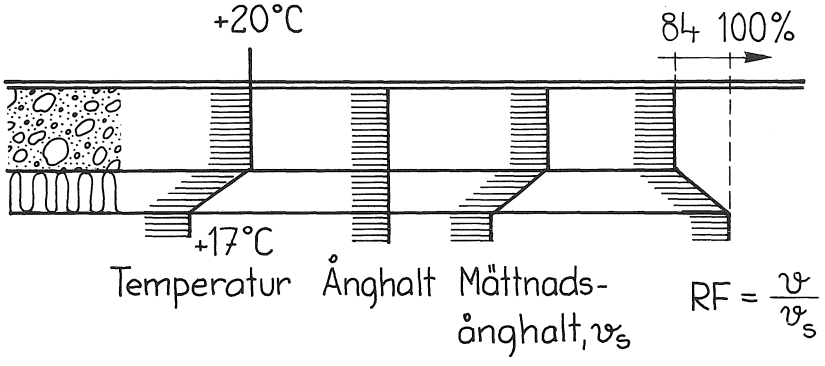


FIG 3.4.1.1 Exempel på effekt av temperaturskillnad

För att dimensionera ångskyddet av temperaturskillnad, behövs en <u>beräkning av temperaturfördelningen</u> i konstruktionens olika delar och hur denna varierar med tiden. En sådan beräkning är relativt enkel att göra på dator /1//2//3//4/ eller med hjälp av förenklade ekvationer eller diagram /7//9//10/. Randvillkoren i

marken och värmeledningsförmågan för aktuella jordmaterial måste dock väljas med omsorg, och på säkra sidan /9/.

Det är också relativt enkelt att utföra detta ångskydd. Kravet på arbetsutförande är inte överdrivet stort; ångskydd med hjälp av värmeisolering har stor slarvmarginal. Att värmeisoleringen ofta också skall vara det kapillärbrytande skiktet, fordrar dock ett noggrant arbetsutförande i detta avseende.

Temperaturvariationer och lokala värmekällor, t ex vid värmerör, golvvärme eller ej permanent uppvärmd byggnad, kan ge omvända temperaturförhållanden med fukttillförsel underifrån som följd. Detsamma gäller om vissa delar av byggnaden tillfälligt eller kontinuerligt har lägre temperatur. I sådana fall kan en värmeisolering vara otillräcklig som ångskydd. Detta behandlas i avsnitt 7.1 - 7.2. Framtida energibesparingsåtgärder kommer troligtvis att innefatta sådana tillfälliga eller lokala avstängningar av värmesystemet.

RÅD 10: Använd ångspärr som huvudsakligt ångskydd mot markfukt och utnyttja temperaturskillnader (värmeisolering) bara som <u>extra</u> skydd mot markfukt i ångfas. Beakta effekten av lokala eller tillfälliga temperatursänkningar i byggnaden!

Vid breda byggnader blir effekten av en värmeisolering under byggnadens centrala delar mindre. Temperaturskillnaden över värmeisoleringen blir vid stora plattor så liten att ångskyddet istället lämpligen utföres av ångspärrande material. För att göra denna bedömning krävs en temperaturfördelningsberäkning. Ett exempel på resultatet av en sådan ges i FIG 3.4.1.2 /13/.

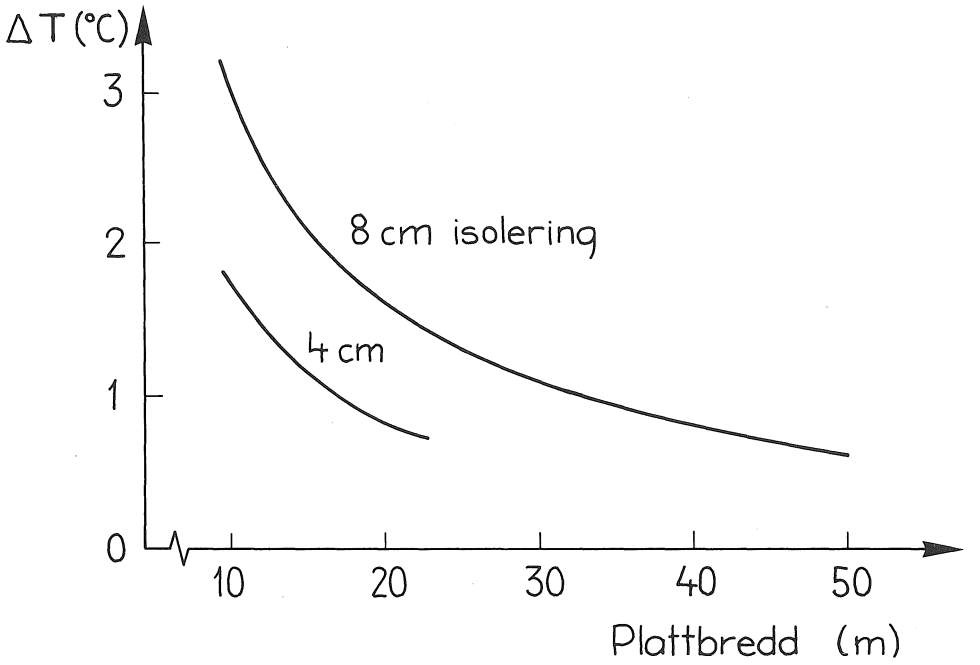


FIG 3.4.1.2 Temperaturskillnaden över en värmeisolering mitt under en byggnad, beräkningsexempel enligt /13/ (Lera, Skåne)

Vid bredder över 15-20 m blir isolertjocklekarna extremt stora om värmeisoleringen skall utgöra enda ångskyddet och skapa en temperaturskillnad av 2-3 °C. Samtidigt är nyttan ur energisynpunkt mycket liten. I de centrala delarna utföres därför ångskyddet lämpligen av ångspärr under eller ovanpå konstruktionsbetongen.

3.4.2 Ångmotstånd som ångskydd

Effekten av ångmotståndet enbart (utöver effekten av temperaturskillnaden) bestäms av förhållandet x mellan ångmotståndet Z_B hos materialen ovanför det fuktkänsliga materialet och ångmotståndet Z_A hos underliggande material, se figur.

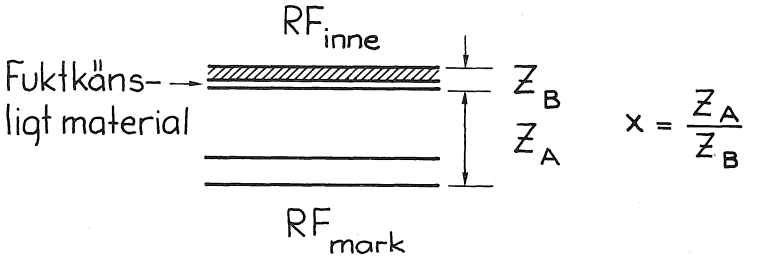


FIG 3.4.2 Ångmotstånden Z_A och Z_B samt kvoten x.

EXEMPEL. Vid ett småhusgolv på mark, enligt exemplet ovan, har golvbeläggningen mycket ofta stort ångmotstånd (Z_B=1000-2000·10^3 s/m). Med en 0.1 m betongplatta och 0.1 m mineralullsisolering, med ånggenomsläpplighet enligt dagens kunskaper /10/, för betong ca 10^{-6} och för hårda mineralullsskivor ca 10^{-5} m^2/s, fås ångmotståndet Z_A hos golvkonstruktionen till

$$Z_A = \frac{0.1}{10^{-6}} + \frac{0.1}{10^{-5}} = 110 \cdot 10^3 \text{ s/m}$$

Effekten av detta ångmotstånd, x=0.055, blir med 100%RF i marken och 50%RF inne /11/, ungefär

$$\Delta RF(Z) = 2 - 3 \text{ \%RF}$$

dvs i det närmaste försumbart bredvid effekten av temperaturskillnad i exemplet ovan, som var 16%RF.

För att dimensionera ett ångskydd av material med stora ångmotstånd ("ångspärrar"), måste respektive materials ångmotstånd kännas väl, vid de fukttillstånd som är

aktuella i varje enskilt fall. Här föreligger stora brister för många material, t ex då det gäller betong och olika typer av ångspärrar; jfr 4.2.3 nedan. Brister i arbetsutförandet kan dessutom ha stor inverkan på vilket ångmotstånd som verkligen uppnås i praktiken. Av dessa anledningar fordras det för närvarande stora säkerhetsmarginaler vid dimensionering, noggrant arbetsutförande och god kontroll vid utformning av ångskyddet av material med stora ångmotstånd.

RÅD 11: Använd stor säkerhetsmarginal vid dimensionering av ett ångskydd bestående av material med stort ångmotstånd

I vissa fall är ångmotstånd det enda som är möjligt att använda, vid t ex omvända temperaturförhållanden, där effekten av temperaturskillnad t o m blir negativ, dvs en fuktförhöjning.Detta behandlas i 7.1-7.2.

Forskning pågår hos Fuktgruppen i Lund för att få säkrare kunskaper om betongs ångmotstånd vid höga fukttillstånd. Provningsmetoder, dock ej standardiserade sådana, finns för att materialfabrikanterna skall kunna bestämma erforderliga egenskaper hos aktuella material.

3.4.3 Fuktkapacitet som ångskydd

I vissa fall varierar fuktbelastningen av vattenånga från marken kraftigt under en årscykel eller annan tidsperiod. Detta kan orsakas av t ex kraftiga klimatväxlingar eller till- och frånkoppling av värmesystem.

Även om effekten av temperaturskillnad kanske är negativ tidvis, dvs en fukttillförsel underifrån, och ångmotståndet inte tillräckligt stort för att klara den maximala fuktbelastningen, kan vissa konstruktioners fuktkapacitet, dvs tröghet mot fuktändringar, utgöra ett tillräckligt skydd mot kortvariga, höga fuktbelastningar.

För utnyttjande av effekten av fuktkapacitet vid en dimensionering av ångskyddet, erfordras icke-stationära beräkningar av fukt- och temperaturfördelningar, jfr /10/.

Effekten av fuktkapacitet kan förstärkas om konstruktionen också innehåller ett material med stort ångmotstånd mellan marken och materialet med fuktkapacitet. Detta åskådliggörs under 7.1

3.5 Ångskydd mot fukt i inneluften

Ångskyddet mot markfukt i ångfas är avsett att sänka ånghalten, från den höga ånghalten som finns i marken, till acceptabla värden. Ånghalten i inneluften är oftast avsevärt lägre än i marken, men trots detta kan fukten i inneluften orsaka fuktförhöjningar, ibland kondens, i golvkonstruktioner på mark.

Fuktbelastningen på fuktkänsliga material i konstruktionen av fukt från inneluften kan, precis som för markfukt i ångfas, ses som bestämd av tre delar: temperaturskillnad, ångmotstånd och fuktkapacitet. Fuktförhöjningen kan principiellt uttryckas på samma sätt som reduktionen av RF i marken enligt ovan.

Tas bara temperatureffekten med i bedömningen, är det naturligtvis så att många konstruktionsutformningar innehåller en kondensrisk vintertid. Eftersom temperaturförhållandena varierar kraftigt under året i närheten av byggnadens fasader, är det därför nödvändigt att också ta hänsyn till ångmotstånd och fuktkapacitet hos de material som ligger mellan inneluften och konstruktionens kalla delar.

EXEMPEL. Som exempel på hur bedömningen kan göras, har temperaturfördelningen beräknats för ett golv med överliggande värmeisolering och kantbalken eventuellt försedd med utvändig sockelisolering /4/, enligt figuren på nästa sida.

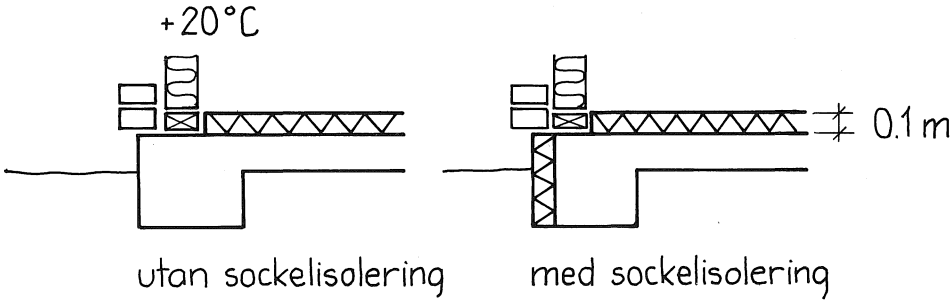


FIG 3.5.1 Principiell kantbalksutformning i beräkningsexempel enligt /4/. (Lera, Stockholmsklimat)

Yttemperaturen på betongplattan är hela tiden högre än inneluftens daggpunkt, om fukttillskottet i byggnaden är lågt, oberoende av om det finns sockelisolering elller ej. I detta fall är det alltså aldrig risk för kondens på betongplattan eller en eventuell ångspärr på denna.

Om däremot fukttillskottet är högt, vilket är normalt i många småhus byggda under 70-talet beroende på undermålig ventilation, är yttemperaturen lägre än inneluftens daggpunkt storleksordningen halva året. Med sockelisolering, enligt exemplet, är denna tid något kortare, men framför allt är skillnaden mellan yttemperatur och daggpunkt avsevärt mindre.

Effekten framgår tydligare om man jämför ånghalterna i inneluften och ånghalten under värmeisoleringen, med och utan sockelisolering. Vid lågt fukttillskott är ånghalten inne större än vad som motsvarar 75%RF vid ångspärren, och en fukttillförsel fås

- 9 månader per år utan sockelisolering

- 6 månader per år med sockelisolering

Vid högt fukttillskott är inneluftens ånghalt större än vad som motsvarar 75%RF vid ångspärren, och fukttillskott fås

- hela året både med och utan sockelisolering

Hur stor fukttillförseln blir, eller hur lång tid det tar innan den blir för stor, bestäms naturligtvis av ångmotståndet och fuktkapaciteten hos materialen emellan. Den mängd som passerar ett övergolv med PVC-matta på spånskiva och cellplastisolering, är säkert helt försumbar, men med öppna golvbeläggningar, massiva golvbrädor, värmeisolering av mineralull eller "luftade golvsocklar", måste risken beaktas, särskilt då fukttillskottet befaras bli högt.

Då en konstruktionsutformning med överliggande värmeisolering valts, bör en dimensionering eller bedömning göras av skyddet mot fukt inifrån genom en beräkning av yttemperaturerna och hänsynstagande till ångmotståndet hos olika vägar för vattenångan i inneluften. En stationär beräkning med månadsmedelvärden är fullt tillfredsställande.

Det finns därefter olika dimensioneringsalternativ som kan övervägas:

A. Dimensionera invändig ångspärr och/eller sockelisolering så att RF alltid är mindre än RF_{till} för känsliga material, eventuellt med hänsyn tagen till det känsliga materialets eventuella fuktkapacitet.

B. Acceptera kondens tidvis, men se till att inga känsliga material finns på den platsen (bl a krävs noggrann rengöring!)

C. Acceptera stor fuktförhöjning, men bara så länge temperaturen är för låg för mögelväxt

Av dessa är alternativ A att föredra, alternativ B acceptabelt, men svårt vid innerväggsanslutningen mot yttervägg, och alternativ C alltför djärvt och osäkert (men kanske förklaring till varför så många "tveksamma"

3.6 Uttorkning av byggfukt

Under 3.2 - 3.5 ovan har fuktskyddet behandlats med hänsyn till fortvarighetsförhållanden. Innan dessa uppnås fordras att byggfukten i konstruktionen tagits om hand på något sätt. De alternativ som är tänkbara i olika fall är följande:

Byggfukten

- ges tillfälle att torka ur innan fuktkänsliga material appliceras, genom förnuftigt val av konstruktions- utformning och tillräcklig torktid under byggtiden

eller

- har möjlighet att torka ut så småningom, även efter applicering av fuktkänsliga material, på ett sådant sätt att dessa inte påverkas negativt

eller

- kan vara kvar i konstruktionen under lång tid utan olägenheter

I samtliga fall bör uttorkningsförloppet, för de material som innehåller byggfukt, beräknas eller bedömas. Ett förenklat bedömningsunderlag för byggfukt i betongplattan kan TABELL 3.6 vara. Av denna framgår speciellt den avgörande betydelsen av plattjocklek samt ångmotstånd hos underliggande material. Det framgår också att det är orealistiskt att försöka torka så länge som behövs för att träbaserade material skall kunna läggas direkt på betongen.

RÅD 13: Träbaserade material skall skyddas med en ångspärr; att torka bort byggfukten för att klara dessa är oftast orimligt.

Kontroll av att byggfukten uttorkats i tillräcklig grad gjordes tidigare med karbidmätare, men numera rekommenderas RF-mätning istället. Sådana metoder har nu varit i bruk ett antal år, bl a som alternativ i RA 78

(Råd och anvisningar till HusAMA 72), och man börjar få en hel del erfarenheter av hur det står till med uttorkningen av byggfukt i golvkonstruktioner på mark (liksom i mellanbjälklag). Ständigt hamnar man i situationen att kvarvarande byggfukt kommer att innebära en större fuktbelastning än RF_{till} enligt 4.1 nedan. Så har naturligtvis varit fallet tidigare också, även om torktiderna tenderar att bli allt kortare, men först nu när tillförlitligare kontrollmätningar göres, står det klart hur små säkerhetsmarginaler man har.

Att det trots detta är så få rapporterade skador p g a byggfukt, beror på att dels rapporteras de inte utan åtgärdas ofta som en affär mellan byggare och golvläggare och dels på att det ofta finns inbyggda säkerhetsfaktorer i angivna fuktkriterier och torktider.

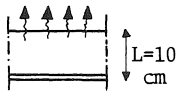
Speciellt bör påpekas den stora skillnaden mellan mineralull och cellplast som underliggande värmeisolering ur byggfuktsynpunkt. Under de torktider som är aktuella kan cellplasten i det närmaste betraktas som helt tät och all uttorkning måste ske uppåt. För mineralull sker en stor del av uttorkningen nedåt (även efter golvläggning, till skillnad från vid cellplast) och faktorn för mineralull i TABELL 3.6 är något för hög; en noggrannare analys bör göras. Detta är en stor anledning till att man inte haft större problem med byggfukt i golv på mark med underliggande värmeisolering av mineralull, även om torktiderna i många fall varit betydligt kortare än vad som anges i tabellen.

Plattjockleken är ofta större i praktiken än vad som angetts på ritningar. Varje ökning av tjockleken betyder mycket för torktiden. Plattor tjockare än 15 cm får ingen mätbar uttorkning vid normala torktider för småhusproduktion /12,del3/.

RÅD 14: Utnyttja små plattjocklekar och underliggande värmeisolering av ånggenomsläppligt material för att snabbt kunna torka ut byggfukten.

Kommentar: Högre betongkvalitet ger enligt tabellen en avsevärd minskning av torktiden, förutsatt att betongen inte tillförs vatten (innebär bl a krav på membranhärdning). Denna effekt måste dock utnyttjas med försiktighet. Kan inte betongen säkert skyddas mot nederbörd under byggtiden, går inte bara hela effekten förlorad, utan den blir den rakt motsatta!

TABELL 3.6 Erforderliga torktider för byggfukt, /12, del 1/.

ERFORDERLIG TORKTID FÖR BYGGFUKT I BETONG (vid läggning av täta, fuktkänsliga ytskikt; RF_{KRIT}=90%)		
"NORMALFALL"	 L=10 cm Btg II K 250 T 1 mån. gammal, membranhärdad ERFORDERLIG TORKTID 60 dygn	Ex. platta på mark gjuten på plastfolie
Vid avvikelse från "normalfallet" multipliceras erforderlig torktid med nedan angivna "multiplikatorer" x		
VARIABEL	MULTIPLIKATOR	ANM.
BETONGKVALITET	K 150 ~2x; K250 1x; K250luft ~0,5x; K400 0,5-0,6x; K400luft 0,3x OBS! Får ej utsättas för vattenbegjutning, regn- &smältvatten	"luft"=kraftig luftinblandning
TORKKLIMAT	RF 20-50% 1x; 60% 1,2x; 80% 1,5x T 10^0C 1,3-1,4x; 20^oC 1x; 30^oC 0,6-0,7x	
PLATTJOCKLEK	L= 6 8 10 12 14 16 20 30 (cm) 0,4x 0,7x 1x 1,4x 1,8x 2,3x 3,3x 6,3x (gäller vid K250, högre kvalitet ger lägre värden.)	Gäller vid en-sidig uttorkning. Vid tvåsidig är L=halva plattjockleken
UNDERLIGGANDE VÄRMEISOLERING	5 cm cellplast 0,9-1x; 15 cm lätt-klinker 0,7-0,8x; 5 cm min.ull 0,6-0,7x	OBS! Ej plast-folie mellan betong och värmeisolering
KRITISKT FUKTTILLSTÅND	RF_{KRIT}=90% 1x; 80% ~4x; 70% ~6x	
HÄRDNING	Membranhärdning 1x; Vattenlagring 1,2x	Gäller K250. K400 mycket högre värde, K150 lägre.

4 FÖRUTSÄTTNINGAR VID BEDÖMNING OCH DIMENSIONERING

Resultatet av ett försök till bedömning eller dimensionering, i form av lämplig konstruktionsutformning, är naturligtvis ett resultat av vilka bedömnings- och dimensioneringsregler man använder, men i många fall avgörande för tillämpningen av dessa är de förutsättningar man använder i form av kunskaper om ingående materials egenskaper samt tillförlitligheten i använda randvillkor.

En del av nuvarande kunskaper om dessa förutsättningar diskuteras nedan och frånvaron av kunskaper inom vissa områden påpekas. Kopplingen till vilka konsekvenser i konstruktionsutformning osäkerheten om olika förutsättningar har understrykes för att det skall stå klart varför vissa konstruktionstyper betecknas som "tveksamma". En anledning till sådan rubricering kan vara svårigheten att med nuvarande kunskaper förklara varför en viss konstruktionsutformning inte drabbats av fler skador och problem än vad erfarenheterna visar. Det kan vara nyttigt att då ha klart för sig var osäkerheterna ligger och hur stor inverkan de har, så att framtida kunskapsbehov kan prioriteras.

4.1 Fuktkriterier för aktuella material

Vid bedömning eller dimensionering av en konstruktion är oftast resultatet någon form av uttryck för hur mycket fukt olika material kommer att utsättas för; hur stor fuktpåverkningen kommer att bli. Denna brukar uttryckas i relativ fuktighet hos de ingående materialen, t ex som aktuell fuktpåverkning RF_{akt}. Denna behöver naturligtvis inte vara ett enstaka värde, utan kan också vara en fukthistoria RF_{akt}(tid).

För att den sålunda framtagna fuktpåverkningen inte skall vara av enbart akademiskt intresse, måste den jämföras med en tillåten fuktpåverkning RF_{till}:

$$RF_{akt} < RF_{till} \qquad (4:1)$$

Den tillåtna fuktpåverkningen på varje enskilt material bestäms av hur mycket fukt detta material tål utan att skadas eller förändras i för hög grad samt vilken säkerhetsfaktor man vill använda. Om gränsvärdet för uppkomst av skada eller förändring, det "kritiska fukttillståndet", betecknas med RF_{krit}, är den tillåtna fuktpåverkningen:

$$RF_{till} = RF_{krit} / s \qquad (4:2)$$

där s är säkerhetsfaktorn, som då skall vara större än 1.0.

Nedan behandlas några olika material som är aktuella i konstruktioner med platta på mark och de skador man har erfarenheter av på dessa material samt nuvarande kunskaper om gränserna för när dessa skador kan börja uppträda. Framställningen är ytterst summarisk, framför allt beroende på att nuvarande kunskaper är små.

4.1.1 Polymerbaserade golvbeläggningar (inkl massor, mattor och plattor)

Fuktskador på golvbeläggningar är som regel dimensionsförändringar (blåsor, hålkäl vid uppvikta mattor, öppnade skarvar, släppor i svetsfogar, lossflagning, mm.), men missfärgningar och mögelangrepp är andra exempel. Vid de olika typerna av skador, och vid olika materialtyper, är det skilda mekanismer som ligger bakom uppkomsten av skadan. Kunskapen idag är mycket bristfällig om skademekanismer och gränsvärden för olika golvbeläggningstyper.

Svällningar är som regel resultatet av fuktupptagning, ibland i alkalisk miljö, och dessa uppkommer vid mycket höga fuktigheter, 95%RF och däröver, och olika material och kvaliteter har olika svällningsbenägenhet.

Krympningar beror antingen på restkrympning härrörande från tillverkningen, mjukgöraravgång från beläggningen eller förtvålning av mjukgöraren. Mekanismen för fuktens inverkan på mjukgörarvandring är dåligt klarlagd och naturligtvis svår att skilja från ren mjukgörarvandring mellan två polymera material som kombinerats olämpligt eller som innehåller en mjukgörare av dålig kvalitet. Fuktskador där mjukgörarvandring orsakat krympningar har inträffat vid fuktigheter omkring 90%RF och däröver. Limmets roll är dock oklar, se nedan.

Mögelangrepp, framförallt på baksidor av jutefilt, med luktproblem som följd, har upptäckts vid mycket låga fuktigheter, neråt 80%RF, men erforderlig fukthistoria för uppkomst av angreppet är f n okänd. Möjligen krävs en betydligt större initialfuktighet än så, men när angreppet bara kommit igång kan det fortsätta vid mycket låga fuktigheter. Det är därför tveksamt att överhuvudtaget använda plastmattor med baksida av jutefilt på betongunderlag, eftersom "ingen" betong torkas så långt som till 80%RF innan mattläggning.

4.1.2 Golvlim

Golvlim som användes på betonggolv, i fuktig och alkalisk miljö, drabbas som regel av förtvålning om fuktigheten är alltför hög. Fuktgruppen i Lund driver f n ett projekt för att klarlägga gränsvärdena och ta fram provningsmetoder. Erfarenheter från skadefall är att inga fuktskador på golvlim har inträffat vid fuktigheter under 90%RF. Detta har därför tillsvidare använts som ett värde på RF_{krit} för alla golvlim på betongunderlag.

Med en säkerhetsfaktor något större än 1.0 fås RF_{till} då till storleksordningen 85-90%RF. Varje möjlighet att höja gränsvärdet har stor praktisk betydelse. En höjning med t ex 5%RF, från 85 till 90%RF, innebär förkortade torktider på storleksordningen månader!

Olika säkerhetsfaktorer borde vara tillämpliga i olika fall. Vid dimensionering mot byggfukt som kan torka ut nedåt på kort tid, borde s = 1.0 kunna användas, dvs RF_{till} = 90%RF. Vid dimensionering för stationära förhållanden och för byggfukt som stannar kvar under lång tid, bör s sättas högre, t ex s = 1.05, motsvarande RF_{till} = 85%RF. Exempelvis underliggande värmeisolering av cellplast skulle då kräva större säkerhetsfaktor än om mineralull används.

4.1.3 Trä/ träbaserade material

Fuktskador på träbaserade material är dels stora fuktrörelser och dels angrepp av mögel-och rötsvampar. Fuktrörelserna hos trä börjar bli speciellt stora vid fuktigheter över 75%RF, men vissa träbaserade produkter, som parkett och spånskivor, tål inte så höga fuktigheter. Fabrikanterna rekommenderar 60%RF som gränsvärde.

Angrepp av rötsvampar på trä fordrar mycket höga fuktigheter, men om angreppet börjat, kan tillväxt ske vid så låga fuktigheter som 75-80%RF. Där fara för rötangrepp föreligger kan dock tryckimpregnerat virke användas, men konstruktioner inuti en byggnad bör inte utföras så att denna risk finns, varför tryckimpregnerat virke enbart kan motiveras av att vara en extra säkerhet i händelse av vattenskador eller läckage. Användning av tryckimpregnerat virke får lätt den effekten att virket behandlas mycket slarvigt under byggtiden och byggs in med mycket byggfukt, eftersom det har ansetts kunna tåla hur mycket fukt som helst.

Det har emellertid visat sig att mögelsvampar lätt finner lämplig tillväxtmiljö även på impregnerat virke, varför trä och träbaserade material överhuvudtaget måste behandlas som ytterst fuktkänsliga material. Trots omfattande forskning under senare år, är det fortfarande stor brist på kunskaper om vilka livsbetingelser skilda mögelsvampar kräver för sin tillväxt. Anledningen till

att mögelproblemen ökat så enormt under 1970-talet är inte heller klarlagd.

Vissa litteraturuppgifter indikerar att även fuktigheter under 70%RF skulle vara tillräckliga för att en del arter skall kunna växa. Observationer vid laboratorieförsök och skadefallsanalyser indikerar emellertid att fuktigheter över 80-85%RF skulle krävas för att mögelsvampar skall vara aktiva. Tillsvidare användes 75-80%RF som gränsvärden för mögelväxt. Detta är ett mycket hårt krav för virke i olika byggnadsdelar och en nyansering är väsentlig att uppnå.

För golv på mark, där temperaturen ofta ligger inom ett för mögelsvampar lämpligt område, måste 75-80%RF f n användas som högsta tillåtna fukttillstånd för trä, träbaserade material och produkter, sågspån, papper, "byggrester", mm. Detta innebär som regel att allt detta måste avskiljas från en betongplatta med en ångspärr och att det måste göras ordentligt rent under denna!

4.1.4 Betong

Betongplattan tål normalt att utsättas för hur mycket fukt som helst utan att skadas, men i vissa fall då ballasten till betongen utgöres av korn innehållande reaktiv kiselsyra, kan ytutsprängningar uppkomma vid fuktigheter över 85%RF. Detta är i Sverige, enligt vad som idag är känt, bara aktuellt för visst grus i södra Skåne.

4.1.5 Spackelmassor

Spackelmassor vid golv på mark lägges i många fall under ångspärrar och fuktspärrar, varför de utsättes för fukttillstånd mycket nära 100%RF. De material som användes måste därför klara det utan att förstöras. Det har dock visat sig att vissa kaseinhaltiga flytspackel-

massor kan ge upphov till ammoniakbildning då kaseinet brytes ned av alkalisk fukt. Huruvida andra mekanismer kan medföra att en del spackelmassor ger upphov till olägenheter är f n föremål för undersökningar.

Gränsvärdena för när detta börjar inträffa är inte kartlagda, men eftersom spackelmassor som regel utsättes för höga fuktigheter, har detta mindre intresse. Är kombinationen av material sådan, att risk för ammoniakbildning föreligger med risk för missfärgning och lukt som följd, måste känsliga material skyddas för ammoniaken, om en annan spackelmassa inte kan väljas istället.

4.1.6 Andra material

Fuktisoleringar mot byggfukt i betonggolv, liksom spackelmassor, måste kunna utsättas för fuktigheter upp mot 100%RF. Materialfabrikanterna vill dock att exponeringstiden begränsas till storleksordningen månader/ett år. Vid längre exponeringstid vågar man inte lita på att fuktisoleringen längre har erforderligt ångmotstånd.

I många skadefall har skador uppkommit trots att fuktisolering har använts, vilket gör att det f n måste starkt ifrågasättas om sådana har någon positiv effekt.

RÅD 15: Dimensionera tillsvidare golvkonstruktioner på mark med följande tillåtna fukttillstånd:

	RF_{till}
* Träbaserade golvskivor:	60 %RF
* Trä/träbaserade material, "byggrester"	75 %RF
* Limmade golvbeläggningar	
- stationära förhållanden	85 %RF
- byggfukt som kan torka ut	90 %RF
- byggfukt, länge kvarvarande	85 %RF

4.2 Materialegenskaper ur fuktsynpunkt

För att kunna tillämpa ovan beskrivna bedömnings- och dimensioneringsregler, fordras ingående kännedom om vissa egenskaper hos använda material. Sådana egenskaper är egenskaper som beskriver materialens förmåga att binda och transportera fukt och värme samt deras beständighet i den miljö det här är fråga om.

Nedan göres en kort sammanfattning av vilka kunskaper som idag saknas för att kunna göra tillförlitligare beräkningar.

4.2.1 Dränerande och magasinerande förmåga

Ett dräneringslager av skilda material kan relativt väl dimensioneras för en given vattentillförsel, jfr t ex /10/. Svårigheten är att bedöma storleken av detta vattentillskott. Förslag ges i /10/ och /5/, men osäkerheten är stor eftersom många faktorer bör beaktas i svårare fall och vid inhomogena markförhållanden krävs en ytterst detaljerad kunskap om lagerfölder och lagrens egenskaper.

4.2.2 Kapillärsugning

Kapillariteten hos kornformiga material kan uppskattas t ex enl /10/ och enkla provningsmetoder finns, även för sådana kornformiga material där förekomsten av finmaterial på kornytorna är helt avgörande. Här bör det vara möjligt att få tillräcklig säkerhet genom att kräva en skikttjocklek på två gånger kapillära stighöjden (övre vid stigning) och ha noggrann kontroll vid leverans, hantering och utläggning.

Nuvarande kunskaper om kapillärsugning i betong är baserade på försök med små provkroppar och det finns indikationer från laboratorie- och fältmätningar på att man tidigare kraftigt överskattat betongs kapillär-

sugningsförmåga. Fältmätningar har t ex visat att en betongplatta som står i vatten inte nödvändigtvis har en fuktighet av 100 %RF, vilket man tidigare betraktat som självklart. Fortsatta studier av detta är planerade hos Fuktgruppen i Lund.

Kapillärsugningsförmågan hos andra material, t ex i samband med brytning av horisontell kapillärsugning till kantbalkar, är dåligt klarlagd för många material. Här fordras att en del material studeras närmre.

4.2.3 Ångmotstånd

Fukthandboken /10/ ger en sammanfattning av ångmotstånd för många material som är aktuella vid golv på mark. Det är dock ibland stor spännvidd mellan de båda ytterlighetsvärden som ges för ett material och utan kompletterande uppgifter kan inte annat än grova uppskattningar göras. För dimensionering fordras betydligt mera detaljerad information. Många materialfabrikanter har låtit prova sina material med standardiserade provningsmetoder och kan ge viss information, medan andra helt saknar sådan. Detta måste man rimligtvis kunna begära av fabrikanterna.

För vissa material ger inte de standardiserade provningsmetoderna nödvändig information. Detta gäller speciellt fukt- och ångspärrande material, som utsättes för högre fukttillstånd på de båda sidorna i den praktiska tillämpningen, än de har gjorts vid provningen, se t ex /11/. Ångmotståndets beroende av fukttillståndet, Z(RF), måste kartläggas bättre, för sådana material, vid höga fukttillstånd. Detta fordras för att det skall vara möjligt att bedöma vilka säkehetsfaktorer man får, då en stor del av fuktskyddet utgöres av en ångspärr. Speciellt gäller detta naturligtvis då ångspärren ligger svåråtkomlig i konstruktionen!

Vid vissa typer av konstruktioner, t ex stora plattor eller förstyvningar, kan betongplattans ångmotstånd behöva tas med i beräkningen av ångskyddets totala ångmotstånd, för att sådana konstruktioner inte skall bli onödigt dyra eller överhuvudtaget vara möjliga att utföra. För att då kunna göra en dimensionering på säkra sidan, fordras ingående kännedom om ångmotståndet hos betong vid höga fuktillstånd. Detta håller f n på att tas fram av Fuktgruppen genom laboratorie- och fältmätningar.

4.2.4 Värme

Som påpekas ovan i 3.4 är det ofta helt nödvändigt att göra noggranna temperaturfördelningsberäkningar vid dimensionering av ångskyddet. Två faktorer som kraftigt påverkar resultatet av en sådan beräkning är valet av värmemotstånden hos olika jordmaterial och valet av randvillkor i marken.

Värmemotstånden hos olika jordarter kan inte väljas enligt SBN 1980 33:247, eftersom dessa är avsedda att vara på säkra sidan för dimensionering mot energiförluster /9/. Vid dimensionering av ångskyddet i form av temperaturskillnader, blir dimensioneringen på säkra sidan om värmemotstånden inte valts för låga.

Randvillkoren i marken måste p s s väljas på säkra sidan, vilket i detta fall lämpligen innebär totalisolering (dvs ingen värmeströmning nedåt) på visst djup, t ex halva plattbredden. Vid strömmande grundvatten kan detta visserligen bli mycket på säkra sidan, men en noggrannare grundundersökning och analys av energibalansen under byggnaden måste till för att få ett mera verklighetsnära resultat.

4.2.5 Beständighet

Materialen i en golvkonstruktion med platta på mark kan naturligtvis förändra sina egenskaper av andra anledningar än en hög fuktbelastning. Eftersom många av materialen ligger ytterst svåråtkomliga, är det naturligtvis stora krav på beständigheten överhuvudtaget som måste uppfyllas och att dessa krav ökar med graden av svåråtkomlighet. Material under betongplattan och under bärande väggar måste avkrävas en livslängd, i den miljö som är aktuell, som är lika lång som byggnadens tilltänkta livstid. Samma livslängd bör krävas av material som ligger svåråtkomliga under t ex innerväggar, inredning och VVS-installationer.

Erfarenheterna av många materials beständighet är baserad på korta tidsrymder och resultatet av accelererande provningsmetoder är svåra att översätta. Det måste dock göras, och då på ett sätt som verkligen tar hänsyn till den miljö och de mekanismer som kan vara aktuella i just denna tillämpning.

Mineralull, cellplast och polyetenfolier är exempel på material som i golvkonstruktioner på mark användes i svåråtkomliga lägen och vars beständighet har ifrågasatts. Deras ena sida är ofta mycket fuktig och ibland utsättes materialen för alkalisk fukt med högt pH-värde.

Dessa material är visserligen inte beständiga i vilken miljö som helst, utan exempel på nedbrytning finns. De erfarenheter man har hittills av användning i samband med golv på mark, är emellertid goda för de materialkvaliteter som då varit aktuella.

Vissa frågetecken finns dock och bl a är beständigheten hos polyetenfolier vid de högre temperaturer som kan vara aktuella i närheten av värmerör i golvkonstruktionen ett sådant. Sveriges Plastförbunds "Verksnorm 2000", innehållande kvalitetsfordringar och provningsmetoder, får f n anses vara minimikrav på folier som skall användas i golv på mark.

Ett annat frågetecken är beständigheten vid kontakt med impregneringsmedel i träsyllar, vilket är viktigt när man nu kräver att virke ej får läggas direkt på betongplattan och det ofta är en folie som kan vara aktuell som ångspärr under.

5 GOLVKONSTRUKTIONER; EXEMPEL PÅ LÖSNINGAR

Olika konstruktionslösningar presenteras och kommenteras på följande sidor enligt följande uppdelning, med hänsyn till förekomst av värmeisolering och dess placering:

5.1:	I	Underliggande värmeisolering
5.2:	II	Överliggande värmeisolering
5.3:	III	Under- och överliggande värmeisolering
5.4:	IV	Utan värmeisolering

Lösningarna bedömes och kommenteras med avseende på "fuktkänslighet", användningsområde, för- och nackdelar samt erfarenheter av skador. Vid varje lösning påpekas också vad man speciellt bör beakta.

Först ges en sammanfattande kommentar till respektive konstruktionsprincip och därefter presenteras olika alternativ under varje princip.

Erforderlig storlek på värmemotstånd och ångmotstånd anges inte här, eftersom dessa bestäms av förutsättningarna i varje enskilt fall. Dimensioneringsnomogram och -metoder finns i t ex /7/, /9/ och /10/.

5.1 Konstruktion I: Underliggande värmeisolering

Konstruktioner med underliggande värmeisolering har drabbats av mycket få skador, med undantag för dem som värmeisolerats med icke kapillärbrytande lättklinker. Betongplattan blir varmare än marken och har därför möjlighet att torka. Med en ånggenomsläpplig värmeisolering sker en stor del av torkningen nedåt, även efter det att en tät golvbeläggning lagts.

Konstruktionen har två nackdelar, som inte har med fukt att göra, vilka egentligen är enda anledningen till att man alltför ofta inte vill använda densamma. Med endast en tunn PVC-matta som golvbeläggning blir dels golvet hårt och dels känns det kallt. Istället för att då välja en bättre golvbeläggning eller komplettera med en golvskiva av träbaserat material, väljer man helt andra konstruktionstyper som ger varmare och mjukare golv, men som är ytterst tveksamma ur fuktsynpunkt, enligt de kunskaper vi har idag.

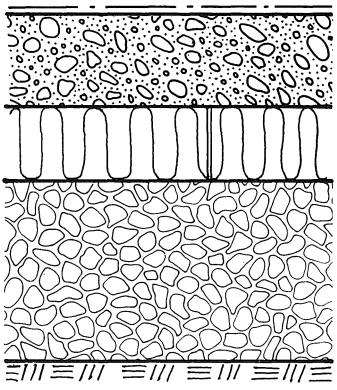
RÅD 16: Välj i första hand en konstruktion med underliggande värmeisolering av mineralull och förse den med golvbeläggning eller övergolv som uppfyller ställda krav.

Välj inte en annan konstruktion enbart av komfortskäl!

Följande typexempel redovisas på följande sidor:

KONSTRUKTION	I A:	VÄRMEISOLERING AV MINERALULL
	I B:	CELLPLAST
	I C:	LÄTTKLINKER
	I D:	I A, kompletterad med ÅNGSPÄRR

KONSTRUKTION I A: UNDERLIGGANDE VÄRMEISOLERING AV MINERALULL



Golvbeläggning (limmad eller löslagd; om träbaserad lagd på ångspärr)

Betongplatta

Mineralullsskivor; hårda, minst 50 mm, väl hopskjutna (kapillärbrytande)

Dräneringslager av singel eller makadam, minst 100mm med undre korngräns 6-8 mm

Eventuellt behov av ÅNGSPÄRR, vid temperaturvariationer, plattbredder över 12m eller vid värmekälla i eller under plattan, bedömes i varje enskilt fall, t ex enligt avsnitt 7.1-7.2. Vid placering av ångspärren, jfr med konstruktion ID.

Golvets VÄRMEBEHAGLIGHET och YTTEMPERATUR kan enkelt höjas med träbaserade golvskivor, lagda på ångspärr.

SKARVAR skall vara täta genom att skivorna skjutes väl ihop och skadade hörn och kanter kompletteras.

Kommentarer:

FÖRDELAR: Snabb uttorkning av byggfukt; plattan förblir torr och ger ett relativt torrt underlag för innerväggssyllar.

NACKDELAR: Innehåller byggfukt som måste torkas bort. Kräver speciella ljudisoleringsåtgärder mellan lägenheter. Golvet känns hårt och kallt med enbart en tunn golvbeläggning.

Känslig för fukttillförsel underifrån p g a temperaturvariationer om ångspärr saknas. Omvända temperaturförhållanden måste vara kortvariga!

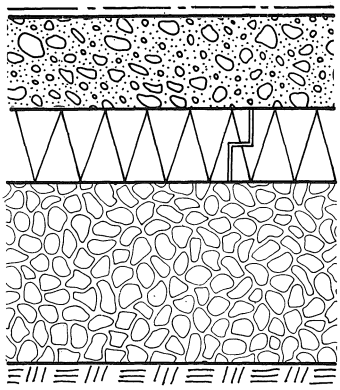
Med limmade golvbeläggningar får plattan inte utsättas för ens en enda uppfuktning underifrån; dräneringssystemet utformas med detta funktionskrav!

ERFARENHETER: Mycket få rapporterade skador som beror på konstruktionsutformningen. Exempel på orsaker som gett problem är: för dålig uttorkning av byggfukt, speciellt vid stora plattjocklekar; dålig ytvattenavledning; dåligt dräneringssystem vid svåra markförhållanden.

OSÄKERHETER: Användbarheten, utan ångspärr, vid stora plattbredder. Bättre kunskaper om betongs ångmotstånd vid höga fukttillstånd samt golvbeläggningars fuktkriterier kan öka användbarheten betydligt med bibehållande av stor säkerhetsfaktor.

Temperaturskillnader inom byggnaden och temperatursänkningar under längre tidsperioder ger fukttillförsel underifrån, som inte alltid klaras utan ångspärr. Det är osäkert var gränsen går.

KONSTRUKTION I B: UNDERLIGGANDE VÄRMEISOLERING AV CELLPLAST



Golvbeläggning (limmad eller löslagd; om träbaserad lagd på ångspärr)

Betongplatta

Cellplastskivor ; minst 50 mm, i dubbla lager med förskjutna skarvar eller med falsade fogar (kapillärbrytande)

Dräneringslager av singel eller makadam, minst 100mm med undre korngräns 6-8 mm

Eventuellt behov av ÅNGSPÄRR vid temperaturvariationer, stora plattbredder eller vid värmekälla i eller under plattan, bedömes i varje enskilt fall, t ex enligt avsnitt 7.1-7.2. Vid placering av ångspärren, jfr med konstruktion ID.

Lägg stor vikt vid UTTORKNING AV BYGGFUKT före läggning av täta beläggningar, alldeles speciellt vid <u>ingjutna värmerör</u>. Beakta tillgänglig torktid vid val av PLATTJOCKLEK!

Golvets VÄRMEBEHAGLIGHET och YTTEMPERATUR kan enkelt höjas med träbaserade golvskivor, lagda på ångspärr.

<u>Kommentarer:</u>

FÖRDELAR: Cellplastens ångmotstånd kan ge extra säkerhetsmarginal hos skyddet mot fukt underifrån i ångfas, t ex vid temperatursänkningar.

NACKDELAR: Cellplastens stora ångmotstånd hindrar uttorkningen nedåt, vilket ger långa torktider. Kvarvarande byggfukt torkar ut ytterst långsamt, storleksordningen några få %RF per år!

Speciella ljudisoleringsåtgärder fordras vid lägenhetsskiljande väggar. Golvet känns hårt och kallt med enbart en tunn golvbeläggning.

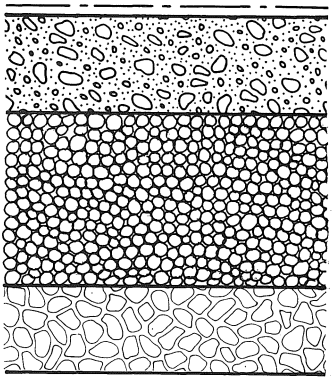
Cellplasten är svår att hantera vid t ex stark blåst under byggtiden.

ERFARENHETER: De skador som rapporterats har ofta berott på dålig uttorkning av byggfukt; speciellt problematiskt vid ingjutna värmerör. Annars få rapporterade skador.

OSÄKERHETER: Användbarheten, utan ångspärr, vid stora plattbredder. Bättre kunskaper om betongs ångmotstånd vid höga fukttillstånd samt golvbeläggningars fuktkriterier kan öka användbarheten avsevärt med bibehållen stor säkerhetsfaktor.

Uttorkningen av byggfukt kräver långa torktider, en faktor ca 2 jämfört med konstruktion IA, vilket gör konstruktionen tveksam där torktiderna är pressade; alldeles speciellt om varma rör är ingjutna i betongen.

KONSTRUKTION I C: UNDERLIGGANDE VÄRMEISOLERING AV LÄTTKLINKER



Golvbeläggning (limmad eller löslagd; träbaserad på ångspärr)

Betongplatta

Kapillärbrytande lättklinkerlager; kornstorlek >12 mm,löst utfyllt minst 150 mm, stabiliserat med stängselnät eller fiberduk

Dräneringslager av singel eller makadam, minst 100 mm med undre korngräns 6-8 mm (kan ersättas av ytterligare lättklinker som dränerande lager)

Eventuellt behov av ÅNGSPÄRR, vid temperaturvariationer, plattbredder över 12m eller vid värmekälla i eller under plattan, bedömes i varje enskilt fall, t ex enligt avsnitt 7.1-7.2. Vid placering av ångspärren, jfr med konstruktion ID.

HANTERA lättklinkern VARSAMT under transport, lagring och utläggning så att krossmaterial undvikes. Använd tillverkningskontrollerad lättklinker eller kontrollera den på arbetsplatsen.

Golvets VÄRMEBEHAGLIGHET och YTTEMPERATUR kan enkelt höjas med träbaserade golvskivor, lagda på ångspärr.

Kommentarer:

FÖRDELAR: Relativt snabb uttorkning av byggfukt; plattan förblir torr och ger ett relativt torrt underlag för innerväggssyllar.

NACKDELAR: Innehåller byggfukt som måste torkas bort. Golvet känns hårt och kallt med enbart en tunn golvbeläggning.

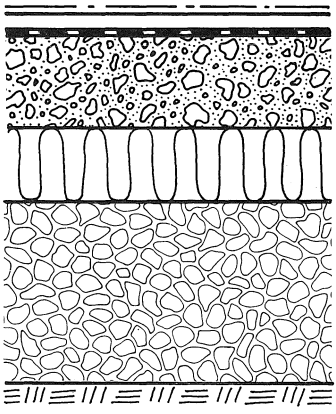
Med limmade golvbeläggningar får plattan inte utsättas för en enda uppfuktning underifrån; dräneringssystemet utformas med detta funktionskrav!

Omvända temperaturförhållanden måste vara kortvariga!

ERFARENHETER: Har drabbats av många skador i de fall där kapillärsugande lättklinker använts. Annars är erfarenheterna goda.

OSÄKERHETER: Lättklinkermaterials kapillärbrytande förmåga. Temperaturskillnader inom byggnaden och temperatursänkningar under längre tidsperioder ger fukttillförsel underifrån, som inte alltid klaras utan ångspärr. Det är osäkert var gränsen går.

KONSTRUKTION I D: UNDERLIGGANDE VÄRMEISOLERING OCH ÅNGSPÄRR OVANPÅ BETONGPLATTAN



Golvbeläggning

Golvskiva av träbaserat material

Ångspärr; av PE-folie eller - skiva

Betongplatta

Mineralullsskivor; hårda, minst 50 mm, väl hopskjutna (kapillärbrytande) eller kapillärbrytande lättklinkerlager enligt konstruktion IC

Dräneringslager av singel eller makadam, minst 100 mm med undre korngräns 6-8 mm

Noggrann RENGÖRING krävs under ångspärren.

Papp läggs eventuellt på folien under golvskivan, för att få mjukare golv.

Kommentarer:

FÖRDELAR: Trots att konstruktionen innehåller byggfukt, behöver denna inte nödvändigtvis torkas ut under byggtiden; den torkar ut nedåt relativt snabbt. Plattan förblir därefter torr och påfrestningen på ångspärren blir liten. Ger varmt och mjukt golv. Ångspärren och betongplattans fuktkapacitet ger stor säkerhet hos skyddet mot fukt underifrån i ång- och vattenfas. Kravet på rengöring och gott utförande av ångspärren finns fortfarande, men är lägre än för övriga konstruktioner.

Golvet är flexibelt; golvskiva och ångspärr kan avlägsnas i vissa utrymmen och ersättas med fuktokänsliga och/eller ånggenomsläppliga golvbeläggningar.

Tål enstaka kortvarig uppfuktning underifrån om ångspärren är hel och noggrant skarvad, och det är rengjort under ångspärren. En eventuell fukt- eller vattenskada är enkel att åtgärda.

NACKDELAR: Kräver speciella ljudisoleringsåtgärder mellan lägenheter.

Läggning av täta golvbeläggningar skall inte ske direkt på betongplattan, eftersom ångspärren är en del av konstruktionens fuktskydd och om den avlägsnas blir fuktskyddet sämre än ursprungligen avsett. Svårt att få denna information vid framtida golvläggning.

Jämför i övrigt med konstruktion III A och IV C.

Konstruktion ID har valts ut att ingå i TYPLÖSNINGEN som redovisas i sammanfattningen.

5.2 Konstruktion II: Överliggande värmeisolering

Konstruktioner med överliggande värmeisolering har drabbats av oerhört mycket skador och fungerar inte teoretiskt utan ångspärr under allt organiskt material. Orsaken till att så många hus trots detta inte har drabbats av problem, går inte att förklara med dagens kunskaper, framförallt därför att konstruktioner utan problem sällan undersökts. Den övervägande delen av skadorna har drabbat konstruktioner med uppreglade trägolv.

Betongplattan blir kall och kan därför inte torka utan blir i det närmaste lika fuktig som marken, även om plattan torkat under byggtiden, såvida den inte lagts på ångspärr. Ett träbaserat övergolv, eller golvskiva, kan lätt skyddas från den kalla och fuktiga betongplattan med en ångspärr. Syllar under bärande innerväggar måste föras ner till betongen. Som skydd underifrån måste syllarna läggas på en ångspärr, som då blir en ångspärr på kalla sidan av syllen. Här finns risk för fukttillförsel uppifrån, nära fasad, då betongplattan där är kall vintertid.

Konstruktionen ställer mycket stora krav på utformning, val av material och arbetsutförande. Till exempel fordras

- ett väl fungerande kapillärbrytande skikt, vilket kan innebära väl tvättad makadam eller singel

- noggrann rengöring på betongplattan, under syllar och under ångspärrar (industridammsugare!), för att undvika mögelväxt

- slitstark ångspärr som ej skadas under byggtiden och som är beständig under byggnadens livslängd

- sockelisolering och/eller invändigt ångskydd i vissa fall som skydd mot fukt i inneluften, jfr 6.1.

Kravet på det kapillärbrytande skiktet kan tyckas överdrivet eftersom det också finns en ångspärr i konstruktionen, vilken borde kunna vara kapillärbrytande. Utan det kapillärbrytande lagret är emellertid risken större att det uppkommer fritt vatten på betongytan, p g a temperaturfluktuationer och temperaturskillnader i plan. Detta är normalt inte ångspärren avsedd att klara.

Konstruktionen har två fördelar som är huvudsaklig anledning till att den används: den ger ett mjukt och ett "varmt" golv. Ur fuktsynpunkt är den emellertid klart underlägsen konstruktion I.

Eventuell vattentillförsel uppifrån, från t ex läckande rör eller "vattenlek" i barnstugor, kan äga rum under lång tid utan att det märks förrän röt- och mögelangrepp är ett faktum. Allvarliga vattenskador är därför en risk med konstruktionen.

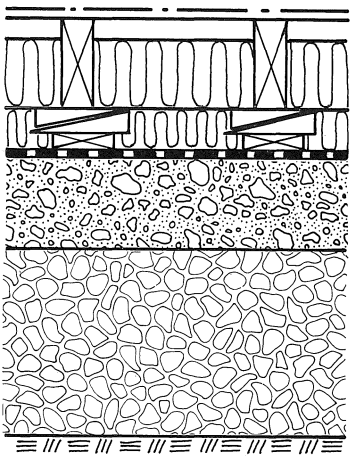
Ur energisynpunkt har konstruktionen den nackdelen att betongplattan inte kan utnyttjas som värmemagasin.

RÅD 17: Välj konstruktion I istället och komplettera den med lämplig golvbeklädnad för att få ett mjukt och varmt golv!

Följande typexempel redovisas på följande sidor:

KONSTRUKTION II A: VÄRMEISOLERING MELLAN REGLAR
II B: "FLYTANDE GOLV" PÅ CELLPLAST
II C: ÖVERGOLV AV BETONG
II D: ÅNGSPÄRR UNDER BETONGPLATTAN

KONSTRUKTION II A: ÖVERLIGGANDE MINERALULL MELLAN REGLAR ("UPPREGLAT GOLV")



Golvskiva

Reglar

Mineralull

Kilar & spikbrädor

Ångspärr av polyetenfolie eller -skiva

Betongplatta

Dränerande & kapillärbrytande lager av minst 150 mm singel eller makadam, med undre korngräns 6-8 mm, fri från finmaterial

Noggrann RENGÖRING krävs under ångspärren. Byggrester o dyl <u>måste</u> bort. Konstruktionen kräver i princip användning av dammsugare!

STORA KRAV på det KAPILLÄRBRYTANDE LAGRET! Provningsprotokoll el dyl på kapillariteten skall kunna uppvisas.

YTTER- OCH HJÄRTVÄGGSANSLUTNINGEN dimensioneras med hänsyn till risken för fukttillförsel inifrån till kalla sidan av värmeisoleringen, närmast fasad, jfr 3.5.

<u>Kommentarer:</u>

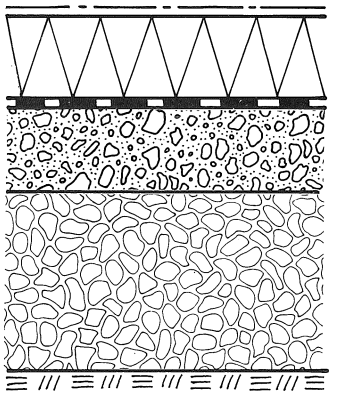
FÖRDELAR: Ger mjukt och varmt golv. Innehåller ingen byggfukt, som måste torkas ut. Bör kunna tåla en enstaka uppfuktning underifrån om ångspärren är hel och noggrant skarvad.

NACKDELAR: Kräver ytterst noggrant arbetsutförande. Fordrar speciell dimensionering och utformning av anslutningen mot fasad. Ytterst känslig för fukt- och vattentillförsel uppifrån.

ERFARENHETER: Har drabbats av oerhört många skador p g a dåligt kapillärbrytande skikt och avsaknad av ångspärr. Enstaka exempel på skador av fukttillförsel inifrån vid fuktigt inneklimat.

OSÄKERHETER: Möjligheten att bibehålla ångspärren hel under byggtiden. Att kravet på rengöring uppfylles. Utformning av skyddet mot fukt inifrån, speciellt om hjärtväggarna föres ned på ångspärren.

KONSTRUKTION II B: ÖVERLIGGANDE CELLPLASTISOLERING ("FLYTANDE GOLV")



Golvskiva

Cellplastskivor

Ångspärr av polyeten

Betongplatta

Dränerande & kapillärbrytande lager av minst 150 mm singel eller makadam,med undre korngräns 6-8 mm, fri från finmaterial

Noggrann RENGÖRING krävs under ångspärren. Byggrester o dyl måste bort. Konstruktionen kräver i princip användning av dammsugare!

Skivor av cellplast kan behöva KONDITIONERAS före inläggning. (Cellplast kan ibland innehålla byggfukt som gör att golvskivskarvar reser sig. Alternativt lägges ångspärren ovanpå cellplasten. Då krävs speciella DETALJLÖSNINGAR vid syllar, trösklar och andra ställen där golvskivan måste understödjas av träreglar.)

Kraven är stora på det KAPILLÄRBRYTANDE LAGRET! Provningsprotokoll el dyl på kapillära stighöjden skall kunna uppvisas.

Med FUKTSPÄRR i st f ångspärren, bör det kapillärbrytande skiktet kunna slopas så att endast ett dräneringslager av singel eller makadam läggs in.

YTTER- OCH HJÄRTVÄGGSANSLUTNINGEN dimensioneras med hänsyn till risken för fukttillförsel inifrån till kalla sidan av värmeisoleringen, närmast fasad, jfr 3.5.

Papp eller folie läggs under eventuell spånskiva, för att hindra att GOLVKNARR uppkommer.

Kommentarer:

FÖRDELAR: Ger mjukt och varmt golv. Innehåller ingen byggfukt, som måste torkas ut. Bör kunna tåla enstaka kortvarig uppfuktning underifrån om ångspärren är hel och noggrant skarvad, och det är rengjort under ångspärren.

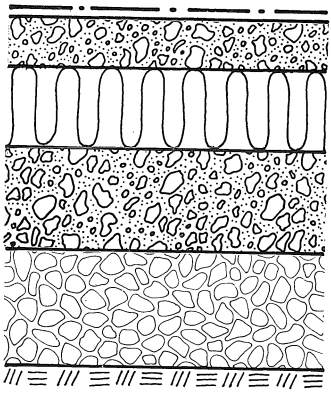
NACKDELAR: Kräver ytterst noggrant arbetsutförande, alldeles speciellt vid alla detaljer, om ångspärren läggs ovanpå cellplasten. Fordrar speciell dimensionering och utformning av anslutningen mot fasad.

Ytterst känslig för fukt- och vattentillförsel uppifrån, om det är dåligt rengjort under cellplastskivorna eller hjärtväggssyllarna förts ner på ångspärren.

ERFARENHETER: Har drabbats av en hel del problem med golvknarr, p g a gnissel mellan spånskiva och cellplast. Kantresning hos spånskivor har varit vanligt, bl a påverkat av fukttillförsel underifrån då ångspärren saknats. En del luktproblem har orsakats av dålig rengöring på betongplattan och avsaknad av fuktskydd under hjärtväggssyllar.

OSÄKERHETER: Möjligheten att bibehålla ångspärren hel under byggtiden. Att kravet på rengöring uppfylles. Utformning av skyddet mot fukt inifrån, speciellt om hjärtväggarna föres ned på ångspärren.

KONSTRUKTION II C: ÖVERLIGGANDE VÄRMEISOLERING MED ÖVERBETONG



Överbetong

Värmeisolering av kapillärbrytande, minst 50 mm, hårda mineralulls- eller cellplastskivor

Betongplatta (konstruktionsbetong)

Dräneringslager av singel eller makadam, minst 100 mm med undre korngräns 6-8 mm

Bärande mellanväggar av TRÄ FÅR EJ FÖRAS NED TILL KONSTRUKTIONSBETONGEN. Då är inte heller ångspärr nödvändig, såvida inte en träbaserad golvskiva användes ovanpå överbetongen.

Måste syllar föras ned till konstruktionsbetongen, skall de läggas på ångspärr, som även viks upp på syllarnas sidor till överkanten av överbetongen. Konstruktionen förses med ett KAPILLÄRBRYTANDE SKIKT under betongplattan. Då måste också hjärtväggsanslutningen dimensioneras för risk för fukttillskott från inneluften, närmast fasad, jfr 3.5.

Eventuellt behov av ÅNGSPÄRR, vid temperaturvariationer, plattbredder över 12m eller vid värmekälla i eller under plattan, bedömes i varje enskilt fall, t ex enligt avsnitt 7.1-7.2. Vid placering av ångspärren, jfr med konstruktion ID

Golvets VÄRMEBEHAGLIGHET och YTTEMPERATUR kan enkelt höjas med träbaserade golvskivor, lagda på ångspärr.

Kommentarer:

FÖRDELAR: Mycket snabb uttorkning av byggfukt; överbetongen förblir torr och ger ett relativt torrt underlag för innerväggssyllar.

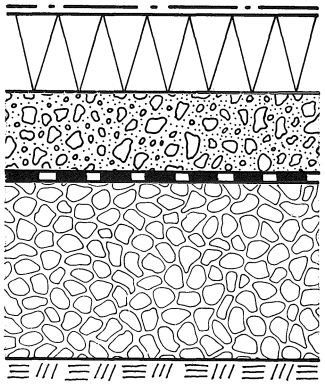
Bör kunna tåla en hel del vattentillförsel underifrån om alla mellanväggar ligger uppe på överbetongen och ytterväggssyllen är skyddad.

NACKDELAR: Innehåller byggfukt som måste torkas bort. Kräver speciella ljudisoleringsåtgärder mellan lägenheter. Golvet känns hårt och kallt med enbart en tunn golvbeläggning.

ERFARENHETER: De skador som drabbat konstruktionen har varit på oskyddade ytter- och hjärtväggssyllar som förts ned till konstruktionsbetongen.

OSÄKERHETER: Utformning av ytterväggsanslutning och mellanväggsanslutning, särskilt om de senare är bärande.

KONSTRUKTION II D: ÖVERLIGGANDE VÄRMEISOLERING OCH UNDERLIGGANDE ÅNGSPÄRR



Golvskiva

Värmeisolering av cellplast eller mineralull mellan reglar

Betongplatta

Fuktspärr av slitstark polytenfolie eller -skiva, t ex 0.5mm tjock eller armerad, med väl utförda skarvar

Dräneringslager av singel eller makadam, minst 100 mm med undre korngräns 6-8 mm

BYGGFUKTEN i betongplattan måste ges tillfälle att torka ut innan övergolvet lägges. Eventuellt kan en ångspärr läggas även ovanpå betongplattan eller ovanpå cellplasten (inte ovanpå reglar vid mineralullsisolering!)

Med kapillärbrytande lager av singel eller makadam, fritt från finmaterial, kan kvalitetskravet på fuktspärren minskas. Den behöver då bara vara ångspärr.

YTTER- OCH HJÄRTVÄGGSANSLUTNINGEN dimensioneras med hänsyn till risken för fukttillförsel inifrån till kalla sidan av värmeisoleringen, jfr 3.5.

Skivor av cellplast kan behöva KONDITIONERAS före inläggning.

Papp eller folie läggs (ovanpå cellplasten) under eventuell spånskiva för att hindra att GOLVKNARR uppkommer.

Kommentarer:

FÖRDELAR: Ger varmt och mjukt golv. Betongplattan kan torka ut med tiden och ger så småningom ett torrt underlag för bärande mellanväggssyllar.

Fuktspärren kan vara ett tillfälligt skydd mot kortvarig hög dämning i dräneringslagret vid enstaka tillfällen. En enstaka uppfuktning av betongplattan kräver dock extremt lång torktid.

NACKDELAR: All byggfukt måste torka ut uppåt, till stor uttorkningsgrad, och detta före läggning av övergolvet. Därefter torkar konstruktionen mycket långsamt. Kräver extremt lång torktid. Fuktspärren svår att hantera under byggtiden.

ERFARENHETER: Har sällan använts. Byggfukten i betongplattan torkas inte ut i tillräcklig grad, vilket ger fuktrörelser hos golvskivorna.

OSÄKERHETER: Byggfukten kommer knappast att uttorkas i tillräcklig grad utan ångspärr på betongplattan kommer att behövas, dvs konstruktionen kommer att motsvara konstruktion II A eller II B.

Osäkert om fuktspärren kan bibehållas hel under byggtiden och utföras med den noggrannhet som krävs.

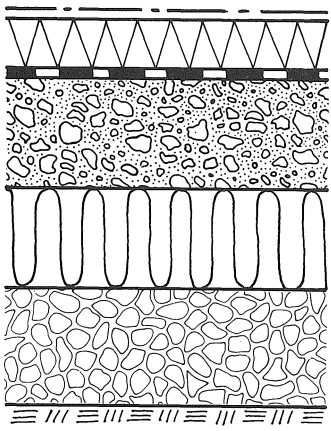
5.3 Konstruktion III: Under- och överliggande värmeisolering

En kombination av den ur fuktsynpunkt bättre konstruktionen, med underliggande värmeisolering, och den ur komfortsynpunkt bästa, med överliggande värmeisolering, borde kunna utgöra en bra lösning. Med en ånggenomsläpplig värmeisolering undertill och den större delen av värmemotståndet där, fås i huvudsak alla fördelarna hos konstruktionstyperna I och II. Samtidigt har då också alla nackdelarna eliminerats.

Betongplattan blir relativt varm och kan då torka ut; med en underliggande mineralull också neråt. Risken för fukttillskott från inneluften är liten och golvet blir varmt och mjukt.

Eftersom konstruktionen också innehåller en ångspärr, kan den tåla fukttillförsel från marken vid lokala eller tillfälliga temperatursänkningar i byggnaden.

KONSTRUKTION III A: UNDERLIGGANDE VÄRMEISOLERING AV MINERALULL OCH ÖVERLIGGANDE VÄRMEISOLERING AV CELLPLAST



Golvskiva

Tunn ovanpåliggande värmeisolering av cellplastskivor eller mycket hårda mineralullsskivor

Ångspärr av polyetenfolie

Betongplatta

Mineralullsskivor; hårda, minst 50 mm, väl hopskjutna (kapillärbrytande)

Dräneringslager av singel eller makadam, minst 100 mm med undre korngräns 6-8 mm

Huvudsakliga värmeisoleringen lägges under betongplattan.

Noggrann RENGÖRING krävs under ångspärren.

Kommentarer:

FÖRDELAR: Trots att konstruktionen innehåller byggfukt, behöver denna inte nödvändigtvis torkas ut under byggtiden; den torkar ut nedåt relativt snabbt. Plattan förblir därefter torr och påfrestningen på ångspärren blir liten. Ger varmt och mjukt golv. Ångspärren och betongplattans fuktkapacitet ger stor säkerhet hos skyddet mot fukt underifrån i ång- och vattenfas. Liten risk för fukttillförsel inifrån. Kravet på rengöring och gott utförande av ångspärren finns fortfarande, men är

lägre än för övriga konstruktioner

NACKDELAR: Kräver speciella ljudisoleringsåtgärder mellan lägenheter.

ERFARENHETER: Finns ej; har knappast använts.

OSÄKERHETER: Hur mycket fördelarna minskar om större del av värmeisoleringen läggs ovanpå betongplattan.

5.4 Konstruktion IV: Utan värmeisolering

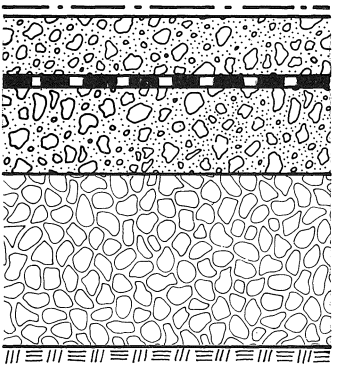
Där värmeisolering inte krävs ur energisynpynkt, kan den med fördel ändå användas som ett ångskydd. Vid stora plattor är det dock ett onödigt dyrt ångskydd eftersom stora isolertjocklekar erfordras för att skapa tillräckligt stora temperaturskillnader. I dessa delar av en byggnad behövs då ett ångskydd som består av material med tillräckligt stora ångmotstånd jämfört med aktuella golvbeläggningar.

Eftersom betongplattans ångmotstånd som regel är för litet, måste dessa konstruktionsutformningar innehålla en ångspärr på någon nivå i golvet. Beroende på om ångspärren samtidigt kan vara fuktspärr eller ej, finns möjlighet att förenkla det dränerande och kapillärbrytande systemet. Vid bedömning av om detta är möjligt, måste hänsyn inte bara tas till markförhållandena, utan också möjligheterna för ett gott arbetsutförande och konsekvenserna av en fuktskada. Hela funktionen hos fuktskyddet ligger då hos fuktspärren, varför kraven är extremt höga.

Tre typexempel behandlas på följande sidor:

KONSTRUKTION IV A: ÖVERBETONG PÅ FUKTSPÄRR
IV B: UNDERLIGGANDE ÅNGSPÄRR
IV C: OVANPÅLIGGANDE ÅNGSPÄRR

KONSTRUKTION IV A: ÖVERBETONG PÅ FUKTSPÄRR



Golvbeläggning

Överbetong

Fuktspärr av polyetenskivor, gummiasfaltmatta innehållande PE-folie eller motsvarande; med täta skarvar

Konstruktionsbetong

Dräneringslager av singel eller makadam, minst 100 mm med undre korngräns 6-8 mm

BYGGFUKTEN i överbetongen måste ges tillfälle att torka ur före läggning av täta golvbeläggningar. Överbetongen göres därför så tunn som möjligt, varvid behovet av armering och glidskikt beaktas. Hög betongkvalitet bör kunna utnyttjas för att minska torktiden, men överbetongen måste då skyddas mot vatten.

Golvets VÄRMEBEHAGLIGHET och YTTEMPERATUR kan enkelt höjas med träbaserade golvskivor, lagda på ångspärr.

Kommentar:

FÖRDELAR: Med tunn överbetong är byggfukten inte något problem. Med noggrant utförd fuktspärr kan det kapillärbrytande skiktet slopas och det dränerande göras enkelt.

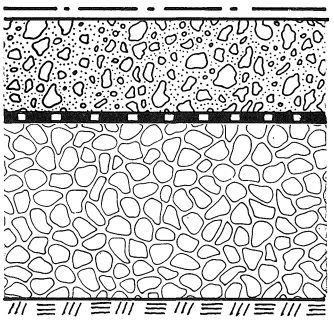
Bör kunna tåla kraftig vattentillförsel underifrån under viss tid.

NACKDELAR: Kräver mycket noggrant utförande av fuktspärren; hela fuktskyddet ligger i denna.

ERFARENHETER: Finns knappast.

OSÄKERHETER: Om kravet på noggrannhet i utförandet av fuktspärren kan uppfyllas.

KONSTRUKTION IV B: UNDERLIGGANDE ÅNGSPÄRR



Golvbeläggning

Betongplatta

Ångspärr, slitstark och med livslängd motsvarande byggnadens livstid

Dränerande och kapillärbrytande lager av minst 150 mm singel eller makadam, med undre korngräns 6-8 mm, fri från finmaterial

Med en fuktspärr i st f ångspärren, KAN DET KAPILLÄRBRYTANDE SKIKTET SLOPAS, och enbart ett dräneringslager av singel eller makadam behövs.

STÅENDE VATTEN på ångspärren under byggtiden avlägsnas före gjutning eller i samband därmed.

ANSLUTNING AV ÅNGSPÄRR vid kantbalk göres så att vatten ej kan komma in ovanpå ångspärren.

Lägg stor vikt vid UTTORKNING AV BYGGFUKT före läggning av täta beläggningar, alldeles speciellt vid <u>ingjutna värmerör</u>. Beakta tillgänglig torktid vid val av PLATTTJOCKLEK!

Golvets VÄRMEBEHAGLIGHET och YTTEMPERATUR kan enkelt höjas med träbaserade golvskivor, lagda på ångspärr.

<u>Kommentarer:</u>

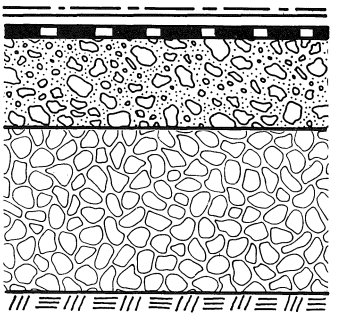
FÖRDELAR: Bör ge låga byggkostnader när värmeisolering ej behövs.

NACKDELAR: Kräver lång torktid eftersom all byggfukt måste torka ut uppåt, och inte torkar ut "alls" efter läggning av tät golvbeläggning. Ångspärren är svår att hantera under byggtiden.

ERFARENHETER: Sällan använd i Sverige, men är den normala lösningen internationellt!

OSÄKERHETER: Om ångspärren kan bibehållas hel under byggtiden och utföras med den noggrannhet som krävs. Torktiderna för byggfukten kommer att vara svåra att få utrymme för.

KONSTRUKTION IV C: OVANPÅLIGGANDE ÅNGSPÄRR



Golvskiva

Ångspärr av polyeten

Betongplatta

Dränerande & kapillärbrytande lager av minst 150 mm singel eller makadam, med undre korngräns 6-8 mm, fri från finmaterial

Noggrann RENGÖRING krävs under ångspärren. Byggrester o dyl måste bort. Konstruktionen kräver i princip användning av dammsugare!

Kraven är stora på det KAPILLÄRBRYTANDE LAGRET! Provningsprotokoll el dyl på kapillära stighöjden skall kunna uppvisas.

Papp läggs eventuellt på folie under golvskiva, för att få mjukare golv.

Kommentarer:

FÖRDELAR: Ger mjukt och varmt golv. Innehåller ingen byggfukt, som måste torkas ut. Golvet är flexibelt; golvskiva och ångspärr kan avlägsnas i vissa utrymmen och ersättas med fuktokänsliga och/eller ånggenomsläppliga golvbeläggningar.

Bör kunna tåla enstaka kortvarig uppfuktning underifrån om ångspärren är hel och noggrant skarvad, och det är rengjort under ångspärren. En eventuell fukt- eller vattenskada är enkel att åtgärda.

NACKDELAR: Kräver ytterst noggrant arbetsutförande. Om täta golvbeläggningar skall läggas fordras golvskiva och ångspärr. Golvet tål då inte heller några större belastningar.

ERFARENHETER: Har sällan använts.

OSÄKERHETER: Möjligheten att bibehålla ångspärren hel under byggtiden. Att kravet på rengöring uppfylles.

6 ANSLUTNINGAR, DETALJLÖSNINGAR

De golvkonstruktioner som redovisats i föregående kapitel, är som regel enkla att bedöma och att välja mellan. De kan utformas med god säkerhetsmarginal mot fuktproblem, men vid en praktisk tillämpning fordras att även anslutning mot angränsande byggnadsdelar och olika detaljer löses på ett tillfredställande sätt. Detta är oftast den svåraste delen i konstruktionsutformningen, bl a därför att så många faktorer måste beaktas, förutom de rent fuktteknska aspekterna.

De anslutningar och detaljer som behandlas i detta kapitel är

6.1 Kantbalksutformningar
6.2 Hjärtväggsanslutningar
6.3 Ytterväggsanslutningar
6.4 Genomföringar

6.1 Kantbalksutformningar

Anslutningen mellan golvkonstruktion och grundläggningen under ytterväggar utsättes för fukt från flera håll enligt vad som ovan sagts under 3.1-3.3. Är dräneringssystemet riktigt utformat, återstår de fuktkällor som visas i nedanstående figur.

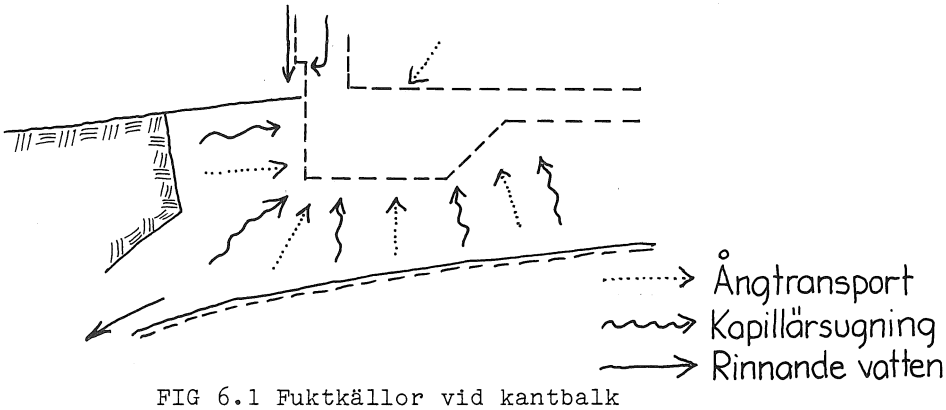


FIG 6.1 Fuktkällor vid kantbalk

Det fordras alltså, utöver dräneringssystemet, både ett kapillärbrytande skikt och ett ångskydd mellan dräneringssystemet och fuktkänsliga material i konstruktionen. Dessa delfunktioner måste finnas obrutna från yttervägg till golvkonstruktion.

Det kapillärbrytande skiktet skall hindra kapillärsugning via kantbalken, vilket bl a innebär brytande av kapillärsugning horisontellt. Ett kapillärbrytande skikt som klarar detta kan inte dimensioneras på samma sätt som ett motsvarande under golvet. Hussockeln kan betraktas som en "låg källarvägg" och bör i princip utformas som en sådan, dvs någonstans förses med ett material som i kraft av sin täthet, motståndsförmåga mot kapillärsugning, eller struktur, verkar kapillärbrytande, jfr 3.3 ovan.

Kantbalksutformningen vid golv med underliggande värmeisolering är också viktig att göra på ett sådant sätt att yttemperaturen på golvet inte blir för låg. Den måste därför ofta förses med en extra sockelisolering, ibland värmekabel, så att detta undvikes. Detta har bl a behandlats i /J&W/, där man funnit att yttemperaturen är mycket känslig för köldbryggor, t ex om inte sockelisoleringen är heltäckande, samt att en kantförstyvning fungerar som en "kylfläns". I FIG 6.2 ges exempel på några olika fall.

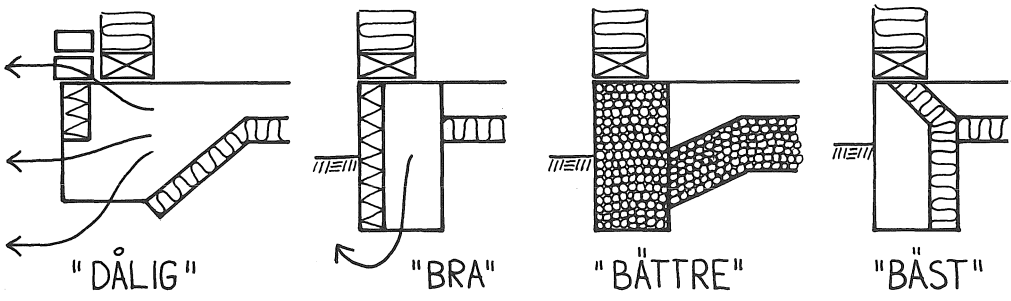


FIG 6.2 Exempel på konstruktionsutformningar med hänsyn till yttemperaturer på golvet

I denna rapport rekommenderas värmeisolering av kantbalken för att höja yttemperaturen i st f att använda värmekabel, som ger upphov till svåröverskådlig fuktvandring, se 7.2, samt onödiga energiförluster.

Vid golv med överliggande värmeisolering, kan kantbalksutformningen behöva kompletteras med en sockelisolering för att höja temperaturen på fuktkänsliga material i golvkonstruktionen, så att en skadlig fuktansamling av fukt från inneluften undvikes. Detta har behandlats ovan i avsnitt 3.5.

En "kantbalksutformning" skall alltså, mellan dräneringssystemet och de fuktkänsliga materialen, förses med ett fuktskydd innehållande följande delar, ibland kombinerade i <u>ett</u> material eller komponent:

A. Kapillärbrytande skikt som skydd mot kapillär uppsugning underifrån

B. Kapillärbrytande skikt som skydd mot kapillär insugning från sidan

C. Ångskydd, mot 100%RF i kapillärbrytande skiktet, bestående av endera eller en kombination av

- temperaturskillnad (värmeisolering)
- ångmotstånd (ångspärr)
- fuktkapacitet

Dessutom skall kantbalken innehålla en

D. Sockelisolering, heltäckande, utvändigt och eventuellt under kantbalken

för att höja yttemperaturen på betongplattans ovansida, som skydd mot fukt inifrån vid överliggande värmeisolering resp för att höja yttemperaturen på golvet vid underliggande värmeisolering.

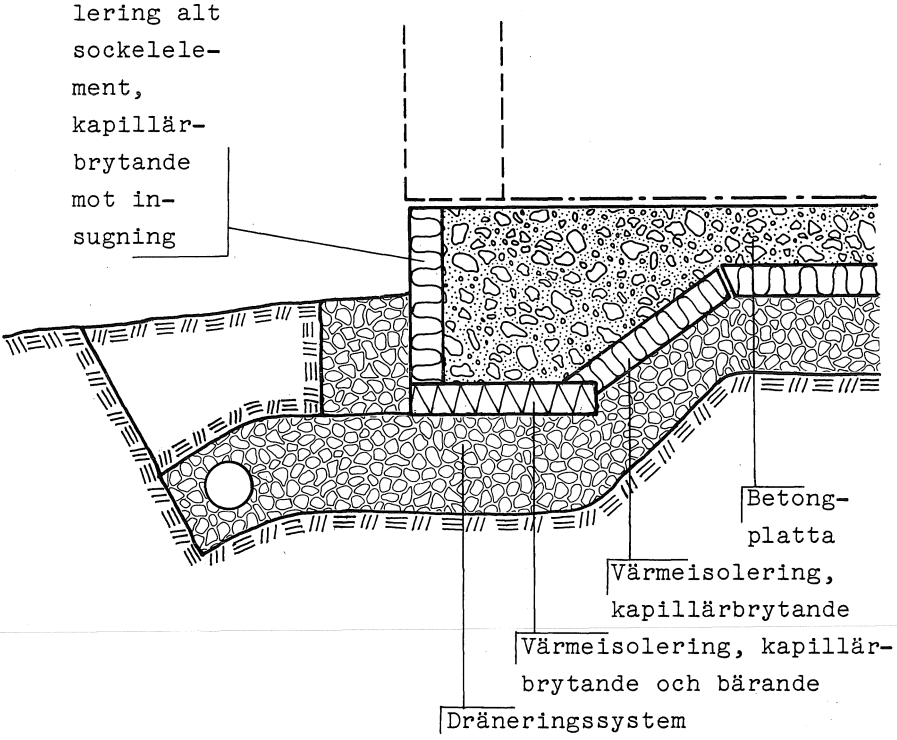
Vid värmeisolerade övergolv innehållande fuktkänsliga material kan också behövas en

E. Invändig ångspärr, ovanpå övergolvskonstruktionen

som kompletterande ångskydd mot fukt inifrån, beroende på typ av golvmaterial. (angående utförande vid hjärtväggsanslutning mot fasad, se 6.2.) Se också 3.5.

På följande sidor ges några exempel på principiella kantbalksutformningar vid under- resp överliggande värmeisolering. Funktionskrav på de ingående materialen och byggkomponenterna anges. I anslutning till de principiella lösningarna, ges också exempel på olika geometriska utformningar.

KANTBALKSUTFORMNING a1: KANTFÖRSTYVAD BETONGPLATTA VID UNDERLIGGANDE VÄRMEISOLERING



Välj värmeisoleringen under och utvändigt av förstyvningen av mineralull, för att BYGGFUKTEN skall kunna torka ut nedåt och utåt, även efter läggning av tät golvbeläggning.

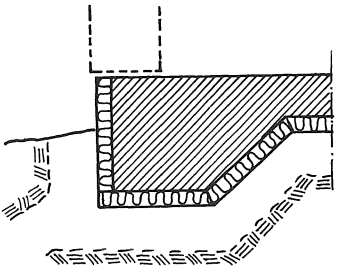
Dimensionera värmeisoleringen också med hänsyn till kravet på golvets YTTEMPERATUR.

Kommentarer:

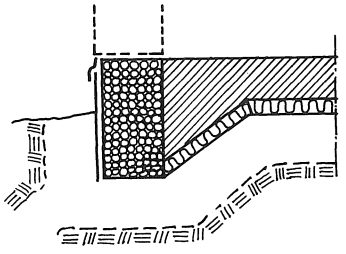
NACKDELAR: Förstyvningen innehåller svåruttorkad byggfukt, alldeles speciellt om cellplastisolering användes undertill och utvändigt.

al, forts.

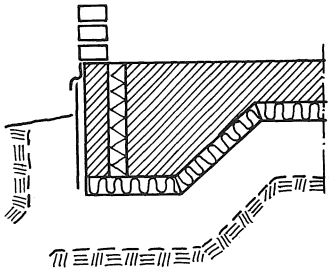
EXEMPEL på geometrisk utfomning



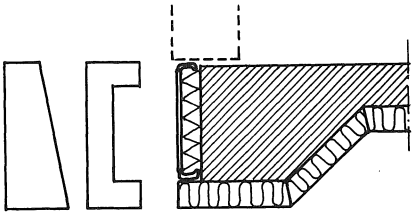
Mineralull under och utvändigt.



Lättklinkerblock som sockelelement, försett med utvändig plastskiva som vertikalt kapillärbrytande skikt.

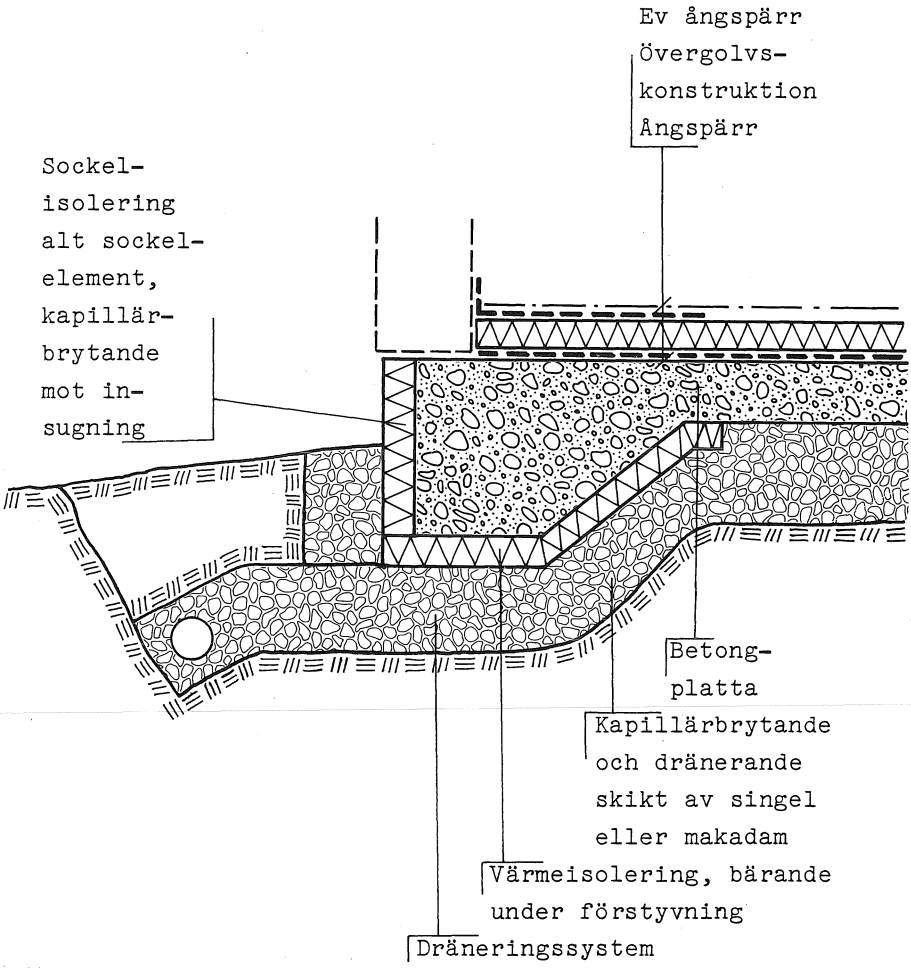


Cellplastisolering ingjuten i förstyvning. Utvändig plastskiva som vertikalt kapillärbrytande skikt.



Sockelelement av varierande utformning.

KANTBALKSUTFORMNING a2: KANTFÖRSTYVAD BETONGPLATTA VID ÖVERLIGGANDE VÄRMEISOLERING



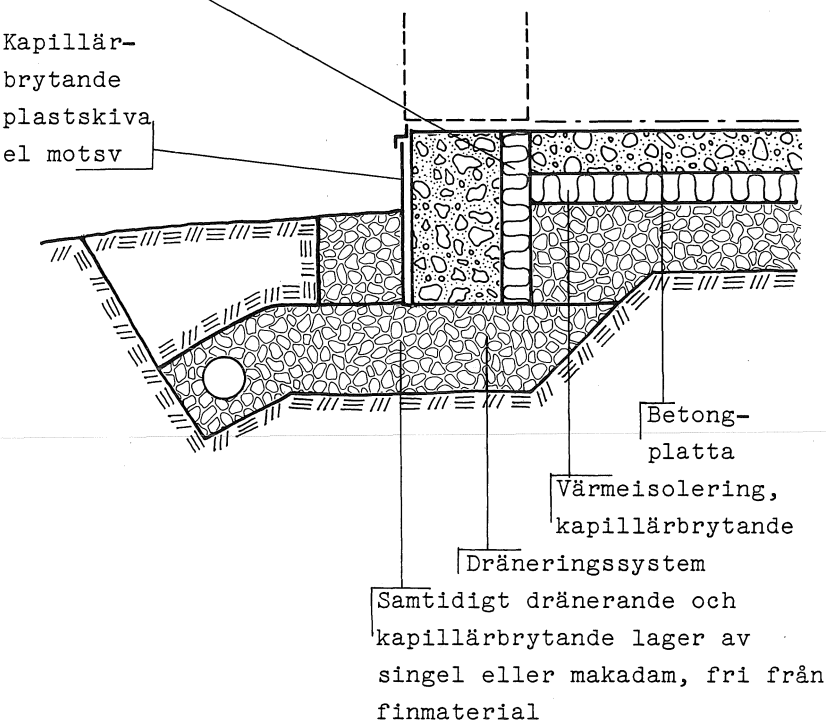
Dimensionera utvändig och underliggande värmeisolering och ev invändig ångspärr med hänsyn till risken för FUKTTILLFÖRSEL INIFRÅN, jfr 3.5. Beakta speciellt hjärtväggsanslutning, se 6.2.

Kommentarer:

FÖRDELAR: Byggfukten behöver ej torkas ut.

NACKDELAR: Fordrar speciellt beaktande av risken för fukttillskott inifrån.

KANTBALKSUTFORMNING b1: GRUNDMUR ELLER GRUNDBALK VID UNDERLIGGANDE VÄRMEISOLERING



Grundmuren resp grundbalken är, med invändig värme-isolering, utan ångskydd och därför fuktig. YTTERVÄGGS-ANSLUTNINGEN utformas med denna förutsättning.

Vid risk för TJÄLSKJUTNING kompletteras med utvändig markisolering eller ökas grundläggningsdjupet /2/.

Dimensionera sockelisoleringen också med hänsyn till kravet på golvets YTTEMPERATUR.

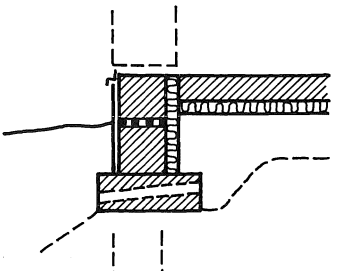
Kommentarer:

FÖRDELAR: Ingen byggfukt som måste torkas ur kantbalksutformningen.

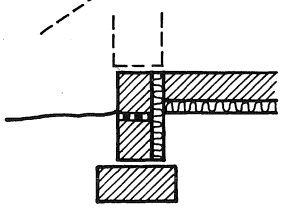
NACKDELAR: Kräver speciell hänsyn vid utformning av ytterväggsanslutningen

bl, forts.

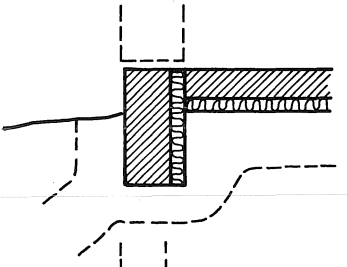
EXEMPEL på geometrisk utfomning



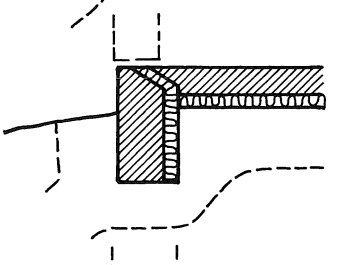
Grundmur av block på grundsulor med kapillärbrytande skikt i murfogen (dräneringssystem med genomstick genom sulor eller lager under sulor.



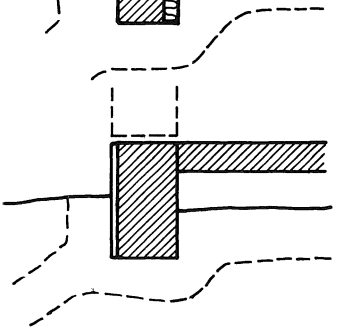
Dito för tunnare yttervägg (trävägg)



Grundbalk av betong av hög kvalitet, utan annat fuktskydd undertill och utvändigt än dräneringssystemet.

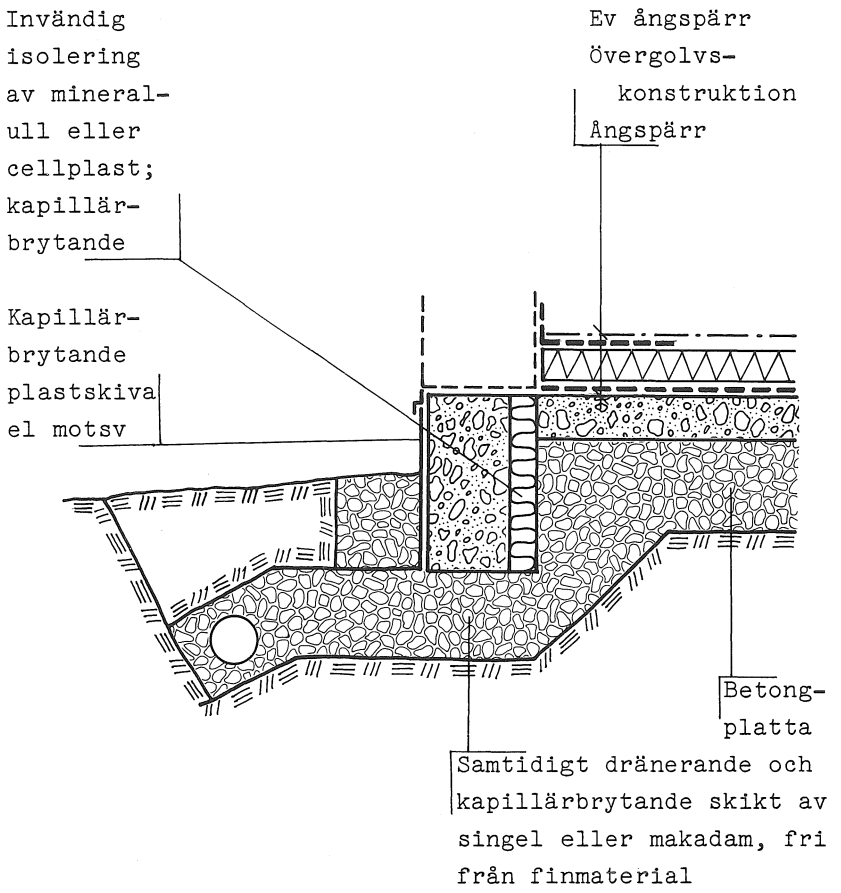


Dito för tunnare yttervägg



Lättklinkerblock, putsat, kapillärbrytande mot uppsugning och insugning

KANTBALKSUTFORMNING b2: GRUNDMUR ELLER GRUNDBALK VID ÖVERLIGGANDE VÄRMEISOLERING



Grundmuren resp grundbalken är med invändig värmeisolering utan ångskydd och därför fuktig. YTTERVÄGGSANSLUTNINGEN utformas med denna förutsättning.

Vid risk för TJÄLSKJUTNING kompletteras med utvändig markisolering eller ökas grundläggningsdjupet.

Dimensionera sockelisolering och ev invändig ångspärr med hänsyn till risken för FUKTTILLFÖRSEL INIFRÅN. Beakta speciellt hjärtväggsanslutning, se 6.2.

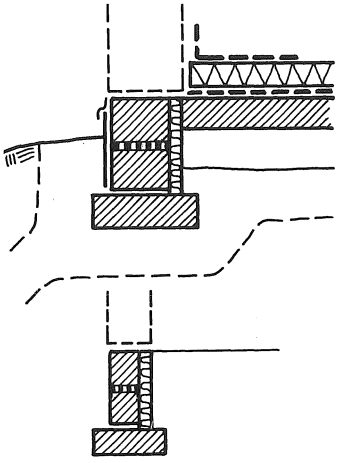
Kommentarer:

FÖRDELAR: Ingen byggfukt i kantbalksutformningen som måste torkas ut.

NACKDELAR: Kräver speciell hänsyn vid utformning av ytterväggsanslutningen samt till risken för fuktillskott från inneluften.

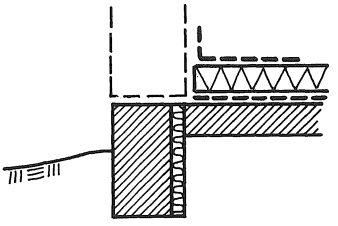
b2, forts.

EXEMPEL på geometrisk utfomning

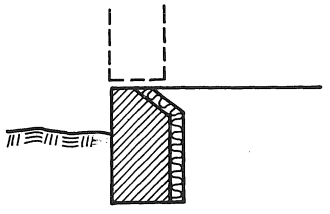


Grundmur av block på grundsulor med kapillärbrytande skikt i murfogen (dräneringssystem med genomstick genom sulor eller lager under sulor.

Dito för tunnare yttervägg (trävägg)



Grundbalk av betong av hög kvalitet, utan annat fuktskydd undertill och utvändigt än dräneringssystemet.



Dito för tunnare yttervägg

6.2 Anslutning vid mellanväggar eller pelare

Utformning av anslutningen av golvkonstruktionen vid mellanväggar eller pelare består av två, egentligen helt skilda, problem:

A. Anslutning vägg - golvkonstruktion
B. Anslutning golvkonstruktion - grundläggning

Dessa behandlas i tur och ordning nedan.

6.2.1 Anslutning trävägg - golvkonstruktion

Anslutning av vägg mot golvkonstruktion innehåller normalt inga fuktproblem såvida anslutande vägg inte är en trävägg. Golvbetongen är som regel försedd med ett kapillärbrytande skikt och saknas fuktkänsliga material i eller på väggen, kan den ställas direkt på betongplattan.

Med en mellanvägg av trä är den känsliga delen mellanväggssyllen, som tillsvidare måste anses ha en RF_{till} av 75%RF, jfr 4.1.3. Detta innebär att den alltid måste avskiljas från betongplattan med en ångspärr.

RÅD 18:	Lägg aldrig mellanväggssyllar, eller andra träbaserade material, direkt på en betongplatta. Lägg in en ångspärr och se till att det är rent under denna.

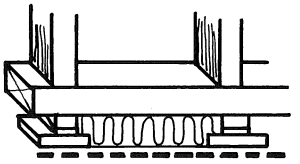
Vid en golvkonstruktion med överliggande värmeisolering, måste bärande mellanväggar oftast föras ned till betongplattan. Ångspärren under syllen blir då en ångspärr på kalla sidan, speciellt där mellanväggen närmar sig yttervägg, och fukttillförsel inifrån riskeras, jfr 3.5 ovan.

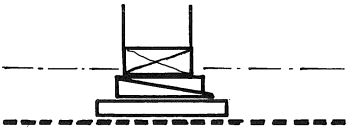
En bärande mellanvägg bör därför lyftas upp från betongplattan och helst placeras på ett värmeisolerande och bärande material.

RÅD 19: Undvik att föra ner bärande väggar till betongplattan, närmast fasad, vid överliggande värmeisolering. Lägg syllen på ett ångspärrat, värmeisolerande mellanlägg av oorganiskt material.

Lägg <u>absolut inte</u> värmeisolering <u>ovanpå</u> en mellanväggssyll! Bärande mellanväggar är visserligen en köldbrygga vid ett golv med överliggande värmeisolering, men värmeisolering ovanpå ger ännu lägre temperatur i syllens underkant, och därmed större risk för fukttillskott.

I FIG 6.2.1 ges några exempel på tänkbara principiella lösningar av mellanväggsanslutningen vid golv med överliggande värmeisolering.

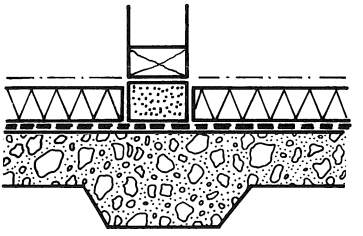




Uppkilad syll med mellanliggande värmeisolering

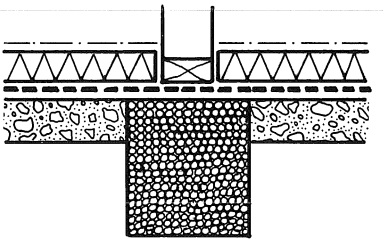
bärande mellanväggssyll
kilar och mellanlägg av
oorganiskt material
värmeisolering
ångspärr

(kan "lätt" kombineras med ovanpåliggande ångspärr, jfr golvkonstruktion II A.)



Värmeisolerande block som syllunderlag

lättbetongblock, uttorkat eller
med ovanpåliggande ångspärr
ångspärr



Värmeisolerande block som grundmur

ångspärr
lättklinkerblock

FIG 6.2.1 Exempel på tänkbara principer för anslutningen mellanväggssyll - golvkonstruktion. (Utformningen måste kontrolleras och fuktdimensioneras!)

6.2.2 Anslutning golvkonstruktion - grundläggning

Anslutningen mellan golvkonstruktionen och grundläggningen under bärande väggar och pelare kan utföras på två principiellt olika sätt, grundmur på sulor resp förstyvad betongplatta.

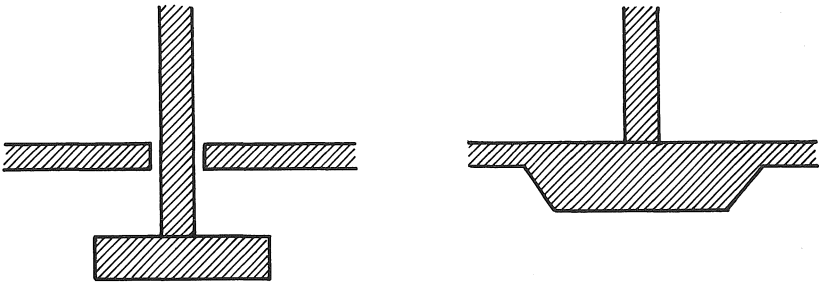


FIG 6.2.2.1 De principiellt olika sätten att ansluta golvkonstruktionen till grundläggningen

Med en grundmur kan golvkonstruktionen och grundläggningen helt avskiljas ur fuktsynpunkt med ett ångspärrande och eventuellt kapillärbrytande mellanlägg på endera av de två sätt som visas i FIG 6.2.2.2.

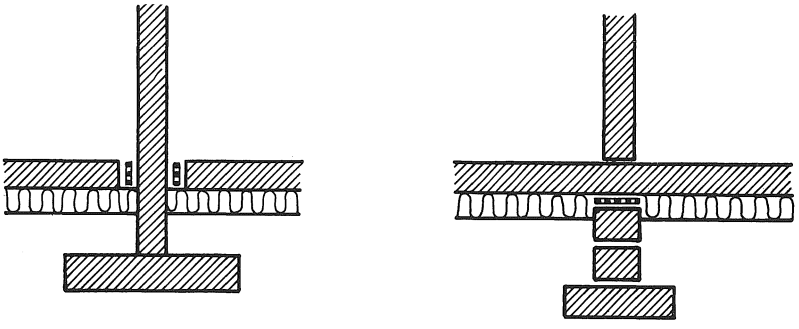


FIG 6.2.2.2 Avskärmning av golv från grundläggning med ångspärrande och kapillärbrytande mellanlägg.

Med en förstyvad betongplatta är fuktproblemen större. Dels innehåller förstyvningen byggfukt som kräver lång tid för att torka ut och dels kan ofta inte en värmeisolering användas under förstyvningen, varför skyddet mot fukttillförsel underifrån får utformas på annat sätt.

I en värmeisolerad golvkonstruktion är förstyvningen visserligen en köldbrygga, men har dock ett så stort värmemotstånd att man får en temperaturskillnad mellan marken och förstyvningens överkant som kan ge ett visst ångskydd om förstyvningen och byggnaden inte är allt för breda. Förstyvningen har dessutom ett relativt stort ångmotstånd som ger ett ytterligare skydd. I praktiken är detta dock svårt att utnyttja med tillräcklig säkerhetsmarginal. Beräkningar /9/ visar att det finns vissa möjligheter att slopa värmeisoleringen på delar av golvytan. Detta kräver dock en noggrann dimensionering, ett noggrant utförande av det kapillärbrytande lagret under förstyvningen samt en komplettering av dräneringssystemet.

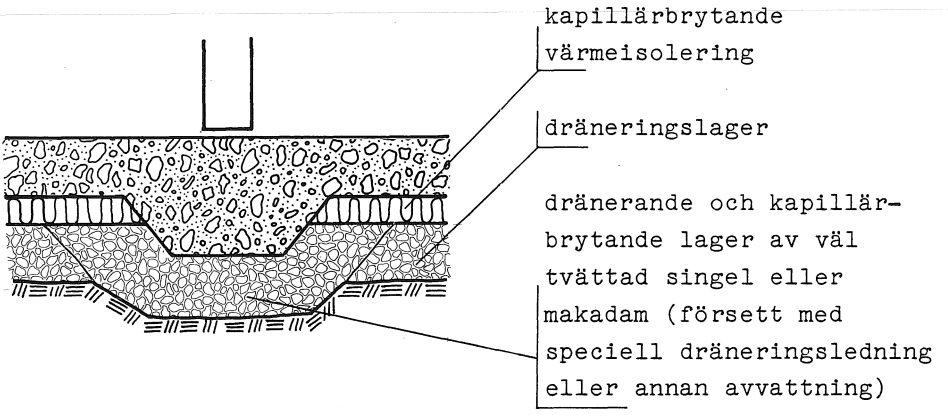


FIG 6.2.2.4 Tänkbar utformning av fuktskydd under förstyvning under bärande vägg eller pelare

Enklare utformning, och mindre problem med byggfukt, bör dock erhållas med en fuktspärr, om denna kan användas även vid stora laster utan att försämras, t ex som i FIG 6.2.2.5.

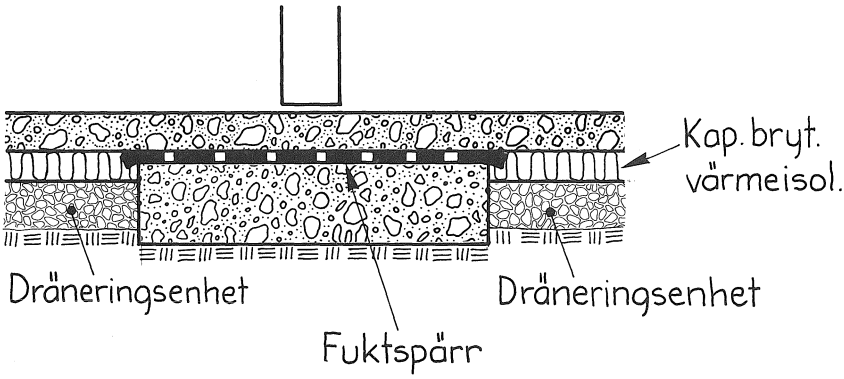


FIG 6.2.2.5 Förstyvning med fuktskydd av fuktspärr

6.3 Ytterväggsanslutningar

Materialen i anslutningen av yttervägg till golv- och kantbalkskonstruktion har ofta svåröverskådliga fuktförhållanden. Om anslutningen inte innehåller några fuktkänsliga material, är kravet på ytterväggsanslutningen ur fuktsynpunkt oftast enbart att läckage förhindras, t ex genom fungerande avvattning av luftspalten bakom skalmurar.

Om ytterväggen däremot är en träregelvägg, har det visat sig att syllen ofta fått fukttillskott av många olika anledningar. Eftersom tryckimpregnerat virke som regel använts, och detta tidigare betraktats som fuktokänsligt, har kravet på ytterväggsanslutningen varit låga. I Kommentarerna till SBN 1975 angavs att fuktskydd under syllen bara behövdes om kapillär uppsugning riskerades. Syllen användes ibland t o m som avdragsbana vid betonggjutningen!

Ytterväggssyllen utsättes för ett flertal fuktkällor, jfr FIG 6.3.1, underifrån, inifrån, från en eventuell överbetong eller motgjuten betongplatta samt utifrån. Dessutom innehåller syllen ofta byggfukt.

Förr var det normalt att lägga syllen på en grundpapp, men i samband med att kraven på större täthet blev aktuella, började andra material att användas, vilka inte alltid var ångspärrande eller ens kapillärbrytande (men kanske lufttätande!). Fuktproblematiken glömdes alltför ofta bort i ivern att spara energi.

Avvattningen av fasadskalet sker numera med en plastfolie, som dragits högre och högre upp bakom vindskyddet. Den blir då en ångspärr på fel sida, samtidigt som den inre ångspärren kan sluta en bit upp på väggen och syllen innehålla byggfukt. Kondensrisken är uppenbar och mögelväxt konstateras många gånger på syllens utsida under folien.

Sockelhöjden är ofta för låg och fall mot huset är inte ovanligt, vilket gör att fukt som tränger in i kantbalken, inte har lång väg upp till ytterväggssyllen, med ökad fuktbelastning som följd.

Anslutningen mellan ytterväg och golv måste ges en annnan utformning än tidigare, med hänsyn tagen till ovanstående aspekter. Kan man acceptera att ha en större nivåskillnad mellan markyta och färdigt golv inne, vilket nog är nödvändigt för att få "fuktsäkra" lösningar, borde en principiell lösning enligt FIG 6.3.1 vara möjlig. Avvattningen av fasadskalet är här löst på annan plats än mitt för syllen och ångspärren under syllen täcker hela syllens undersida samt är ansluten till invändig ångspärr på vägg.

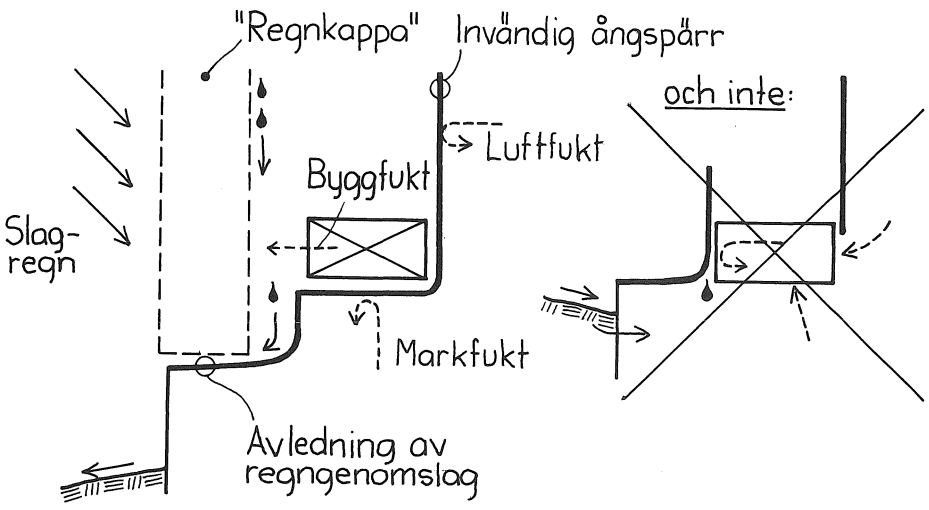


FIG 6.3.1 Förslag till principiell utformning av ytterväggsanslutningen mot golvkonstruktion

Ovanstående lösning kräver ett speciellt kantblock. Om syllen och fasadskalets underkant ligger i nivå med varandra, får inte avvattningen dras för högt upp på

syllen; högst till halva syllhöjden.

Det är naturligtvis också väsentligt att luftspalten inte fylls eller överbryggas av bruksrester från murningen.

6.4 Genomföringar

Kravet på genomföringar, för t ex rör, genom olika delar av fuktskyddet, är beroende av funktionen hos det eller de material som genombryts. Genomföringar genom de olika delarna av fuktskyddet diskuteras nedan.

6.4.1 Genomföringar genom kapillärbrytande lager

Vid utläggning av ett kapillärbrytande lager av t ex singel eller makadam, måste fyllningen kring ledningar o dyl göras på ett sådant sätt att lagertjockleken blir tillräcklig även där. Detta är normalt ingen svårighet. Vid eventuella arbeten i grunden, efter utläggning av det kapillärbrytande lagret, är emellertid risken för utförandefel större. Då måste tillses att blandning av massorna absolut undvikes, så att de olika skikten återställes i rätt ordningsföljd och med tillräckliga tjocklekar.

Om ledningar o dyl är känsliga för tryck från det kapillärbrytande lagret, t ex vid maskinpackning, undvikes packning intill och över ledningarna eller förses de med skyddsrör. Inuti detta drevas med mineralull före gjutning.

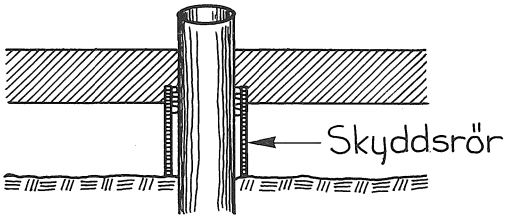


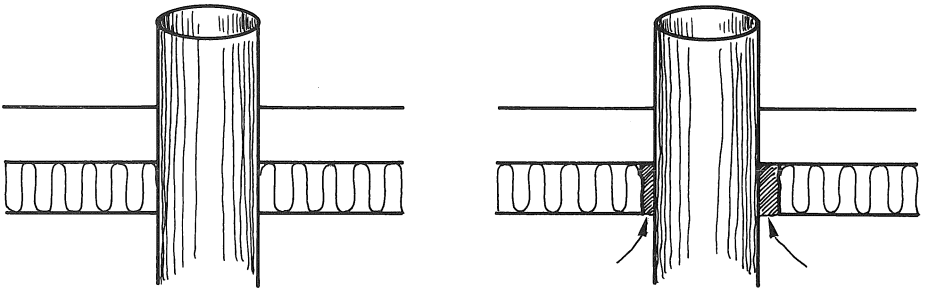
FIG 6.4.1 Genomföring genom kapillärbrytande lager

6.4.2 Genomföringar genom underliggande värmeisolering

Underliggande värmeisolering har som regel två funktioner ur fuktsynpunkt; dels att vara kapillärbrytande och dels att vara ett ångskydd. Genomföringar genom

värmeisoleringen påverkar temperaturen, och därmed ångskyddet, i mycket liten utsträckning, varför kravet på utförandet är litet i detta avseende.

Genomföringar genom en värmeisolering som också är avsedd att vara kapillärbrytande, måste emellertid göras kapillärbrytande. Mellanrummet mellan rör (el motsv) och värmeisoleringen fylles med kapillärbrytande material i tillräcklig tjocklek, annars riskeras att betong tränger ner till dräneringslagret och bildar en kapillärsugande "veke", jfr nedanstående figur.



"perfekt passform" (finns bara på ritning)

hål fyllt med kapillärbrytande material

FIG 6.4.2 Genomföring genom kapillärbrytande värmeisolering

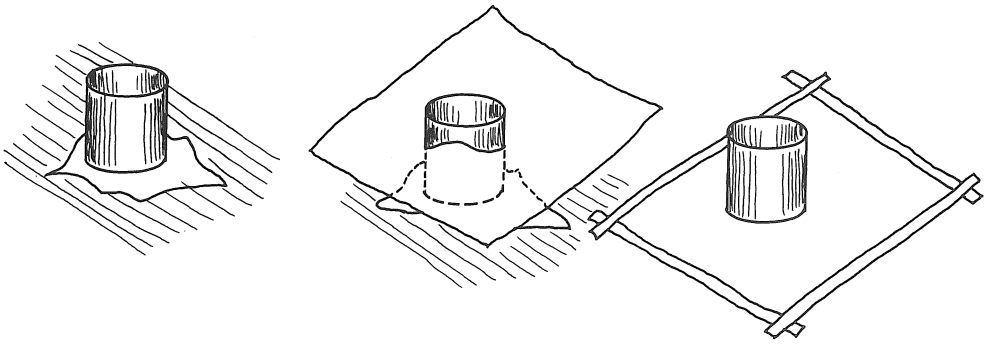
Observera att materialet som användes för fyllningen skall vara kapillärbrytande i en tjocklek motsvarande värmeisoleringens! Mineralull eller väl tvättad singel eller makadam är exempel på lämpliga material.

6.4.3 Genomföringar genom ångspärr av folie

Genomföringen måste göras så att ångmotståndet inte blir avsevärt reducerat. Helt lufttätt behöver det inte vara, eftersom det i golvkonstruktioner på mark sällan är några större luftrörelser, med risk för fuktkonvektion.

Genomföringen bör tätas på så sätt att efter det att ångspärren utlagts och hål tagits vid rör (el motsv), en extra foliebit trädes över röret. Foliebiten

omlottskarvas med ångspärren och tejpas eventuellt till denna.

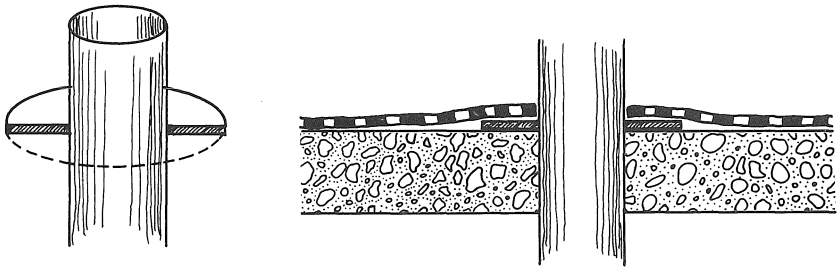


hål i ångspärr vid rörgenomgång | foliebit trädes över rörande | foliebit skarvas mot ångspärr

FIG 6.4.3 Genomföring genom ångspärr av folie

6.4.4 Genomföring genom fuktspärr

Genomföringar måste göras ytterst noggrant med "perfekt" anliggning, t ex med hjälp av värmning och/eller speciell tätningsmassa. Vid speciellt stora krav förses lämpligen rören med påsvetsade eller pålimmade flänsar, vilka fuktspärren tätas mot, jfr figur nedan.



rör med fläns läggning av fuktspärr

FIG 6.4.4 Genomföring genom fuktspärr

7 ÖVRIGT

Speciella svårigheter vid val av konstruktionsutformning uppkommer där temperaturfördelningen är ojämn i tid och rum. Förekommer värmekällor i konstruktionen eller värmesystem som av- och påkopplas, fordras att detta beaktas särskilt. Speciellt krävs detta om den tilltänkta konstruktionen har enbart värmeisolering som ångskydd, men det krävs också för att bestämma erforderligt ångmotstånd hos ångspärrar samt deras utbredning.

7.1 Temperaturvariationer

Temperaturväxlingar under t ex en årscykel innebär att ångskyddet, åstadkommet av temperaturskillnad (värmeisolering), försämras. Hur stor försämringen blir, beror på temperaturernas tidsförlopp och konstruktionens utformning.

För en permanent uppvärmd byggnad är detta normalt inget problem. Om byggnaden, eller delar därav, däremot stängs av tillfälligt, t ex över vintern, fås ett tillskott av fukt från marken, med fara för skador på en eventuell tät golvbeläggning. En bedömning av sådana fall kan göras med hjälp av en temperaturfördelningsberäkning. Framtida energibesparingsåtgärder kommer troligtvis att innefatta sådana lokala och tillfälliga avstängningar av värmesystemet.

Vid golv med golvvärme är effekten emellertid avsevärt större. Avstängning av golvvärmen 3-4 månader över sommaren, eller längre, innebär stora omvända temperaturfall och fukttillförsel från marken. Detta klarar t ex inte golvkonstruktioner med underliggande värmeisolering av mineralull utan ångspärr. Med cellplast istället, som har högre ångmotstånd, kan småhusgolv med kraftig isolering (exempelvis 10 m:s bredd och 8 cm isolering, i Skåne) utföras utan ångspärr. I andra fall fordras ångspärr /13/.

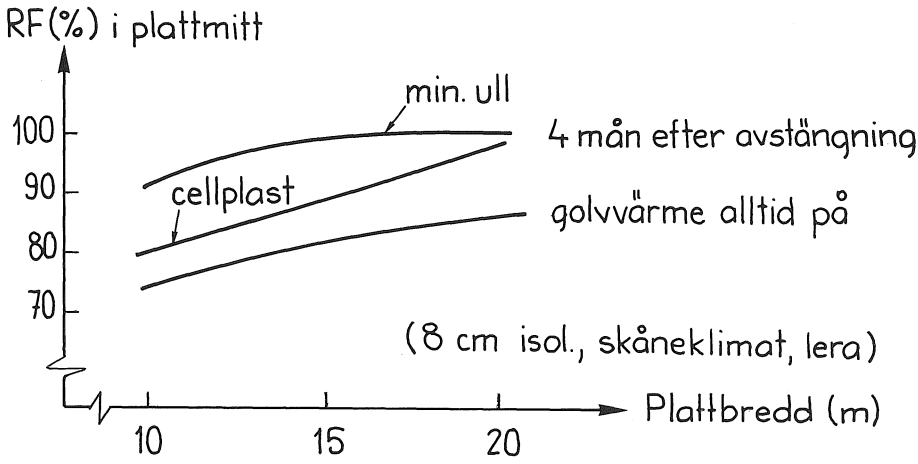


FIG 7.1.1 Exempel på fukttillstånd i platta på mark med golvvärme /13/

RÅD 20: Vid golvvärme i betongplatta på mark fordras alltid en ångspärr under betongplattan, med några få undantag.

Vid andra uppvärmningssystem fordras också en ångspärr i golvkonstruktionen om temperaturen är lägre under viss tid eller i någon del av byggnaden.

7.2 Lokala värmekällor

Mer eller mindre konstanta temperaturskillnader inom en byggnad eller i golvkonstruktionen fordrar att temperaturförhållandena studeras i detalj och deras inverkan på fukttransport i en eller annan riktning analyseras noggrant. Exempel på sådana fall är:

A. Golvvärme i del av byggnad

B. Olika temperaturer i olika rum inom byggnaden

C. Värmekulvert under golvkonstruktionen

D. Värmerör i golvkonstruktionen

E. Kallvattenrör i golvkonstruktionen

För en analys av dessa fall måste en temperaturfördelningsberäkning utföras. Sådana analyser har bara gjorts i enstaka fall, varför behovet är stort av ett djupare studium av förläggning, värmeisolering och ångskydd vid lokala värmekällor. Detta ligger utanför ramen för denna rapport.

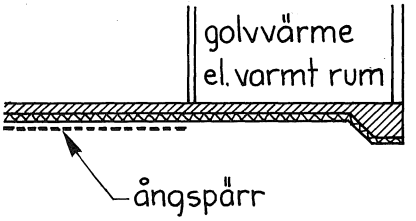
Generellt kan dock sägas att sådana fall som regel kräver inläggning av ångspärr i konstruktionen; temperaturfördelningsberäkningen bestämmer ångspärrens utbredning. I vissa fall kan en ökad värmeisolering ersätta ångspärren.

Exempel på placering av ångspärren ges i FIG 7.2.1 för några vanliga fall.

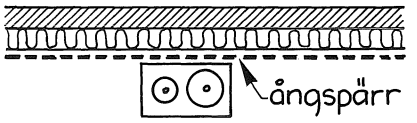
Intermittent drift av värmerör ingjutna i en betongplatta med underliggande värmeisolering av cellplast kan medföra att kvarvarande byggfukt flyttas i plattans plan från och till värmeröret då värmen kopplas på respektive av, p g a att ånghalten närmast röret stiger respektive sjunker med temperaturen. Lokala fuktskador på en tät

golvbeläggning kan då uppkomma ovanför värmerören. Detta undvikes genom att antingen se till att byggfukten är uttorkad innan en tät golvbeläggning appliceras eller genom att välja värmeisolering av mineralull eller lättklinker istället.

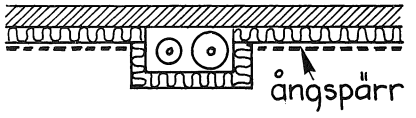
RÅD 21: Gör en temperaturfördelningsberäkning som underlag för bedömning av behovet av fuktskydd vid lokala värmekällor i golvkonstruktionen



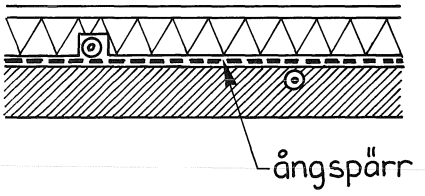
Golvvärme (eller varmt rum) i del av byggnad



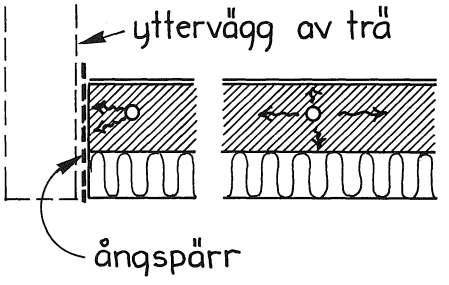
Värmekulvert under värmeisolering



Värmekulvert mellan golv och värmeisolering



Värmerör under värmeisolering eller ingjutet i betongplatta med överliggande värmeisolering



Värmerör ingjutet i betongplattan (eller överbetong) med underliggande värmeisolering (välj mineralull och koppla in värmen under byggtiden, för att torka ut byggfukten

FIG 7.2.1 Exempel på placering, och behov av, ångspärr vid temperaturskillnader i golvkonstruktionen

REFERENSER

/1/ Adamson, B (1973) "Bjälklag på jord - grundläggningsdjup", (R40:1973) resp "-värmeisolering och golvtemperaturer"(R41: 1973) Statens råd för byggnadsforskning

/2/ Adamson, B (1977) "Grundläggningsdjup vid extremt kraftigt värmeisolerade bjälklag på jord", 2:a uppl. Tekniska högskolan i Lund, Byggnadskonstruktionslära, rapport BKL 1977:8

/3/ Andersson, A-C (1981) "Datorprogram för tvådimensionell värme-, fukt- och lufttransport", Tekniska högskolan i Lund, Rapport TVBH-3005

/4/ Andersson, A-C (1982) "Beräkning av temperaturfördelning kring kantbalk vid golv på mark med överliggande värmeisolering." Personlig kommunikation

/5/ Cadling, L (1970) "Dränering av byggnader", Sv Riksbyggen-BPA, Handling nr 16, Stockholm

/6/ Cadling, L & Kroon, S (1981) "Kapillär stigning i makadam och singel". Riksbyggen, utvecklingsrapport 10/81.

/7/ Fagerlund, G (1980) "Golv på mark utan fuktskador", BPA-Sv Riksbyggen, Handling nr 32, Stockholm

/8/ Frederiksen, Andersen & Collet (1980) "Fugt i kraftigt isolerede terraendaek med traegulv", Byg-ERFA-blad 800224, Byggeorientering 2/80, Köpenhamn.

/9/ Jacobson & Widmark (1983) "Golv på mark, dimensionering och konstruktiv utformning", Lidingö

/10/ Nevander, L-E & Elmarsson, B (1980) "Fukthandboken", Svensk Byggtjänst, Stockholm

/11/ Nilsson, L-O (1977) "Fuktproblem vid betonggolv", Tekniska Högskolan i Lund, Rapport TVBM-3002

/12/ Nilson, L-O (1979) "Byggfukt i betongplatta på mark. Torknings- och mätmetoder", Del1: Byggtorkning, Rapport TVBM-3007, Del2: Fuktmätning, Rapport TVBM-3008, Del3: Inventering och fältmätningar, Rapport TVBM-3009, Tekniska Högskolan i Lund

/13/ Nilsson, L-O & Andersson, A-C (1981) "Golvvärme i betonggolv. Temperaturfördelningsberäkningar, analys av fuktbalansen", Tekniska Högskolan i Lund, Avd f Byggnadsmateriallära och Husbyggnadsteknik; Intern rapport.

/14/ Nilsson, L-O (1982) "Dränerande och kapillärbrytande material", Ballast Syd AB & AB Sydsten, Malmö

/15/ Samuelsson, I (1981) "Mögelluktande hus. Redovisning av skadefall", Statens Provningsanstalt, Rapport SP-RAPP 1981: 37, Borås 1981

/16/ Statens Planverk (1980) "Svensk Byggnorm SBN 1980". Statens Planverks författningssamling PFS 1980:1, Liber Förlag, Stockholm

/17/ Statens Planverk (1981) "Kommentarer till SBN 1980". Kommentarsamling 1981, Liber Förlag/Allmänna Förlaget, Stockholm

/18/ Svenska Vatten- och Avloppsverksföreningen (1982) "Dränering av bebyggelse", Rapport 2/82, Stockholm

/19/ Torgersen, S E (1982) "Golv på grunnen med ringmur. Oppvarmede bygninger". Norges Byggforskningsinstitutt, Byggforskserien, Byggdetaljer A521.111, Oslo

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag
810646-3 från Statens råd för byggnadsforskning
till Fuktgruppen vid Lunds Tekniska Högskola.

Art.nr: 6700790

Abonnemangsgrupp:
Z. Konstruktioner och material

R90: 1983

ISBN 91-540-3994-0

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Distribution:
Svensk Byggtjänst, Box 7853
103 99 Stockholm

Cirkapris: 35 kr exkl moms