



LUND UNIVERSITY

Fuktdimensionering med generell checklista

Harderup, Eva

1998

[Link to publication](#)

Citation for published version (APA):

Harderup, E. (1998). *Fuktdimensionering med generell checklista*. (Rapport TVBH; Vol. 3031). Byggnadsfysik LTH, Lunds Tekniska Högskola. <http://www.byfy.lth.se/fileadmin/byfy/files/TVBH-3000pdf/LEH-3031.pdf>

Total number of authors:

1

General rights

Unless other specific re-use rights are stated the following general rights apply:

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

Read more about Creative commons licenses: <https://creativecommons.org/licenses/>

Take down policy

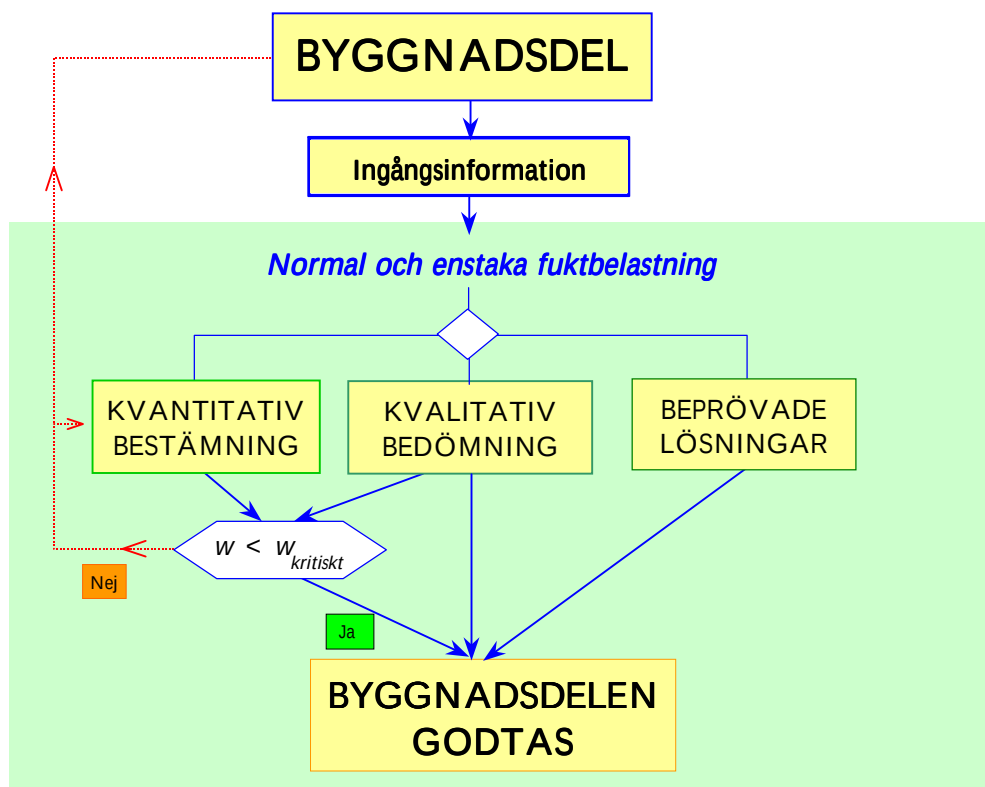
If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

LUND UNIVERSITY

PO Box 117
221 00 Lund
+46 46-222 00 00



FUKTDIMENSIONERING MED GENERELL CHECKLISTA

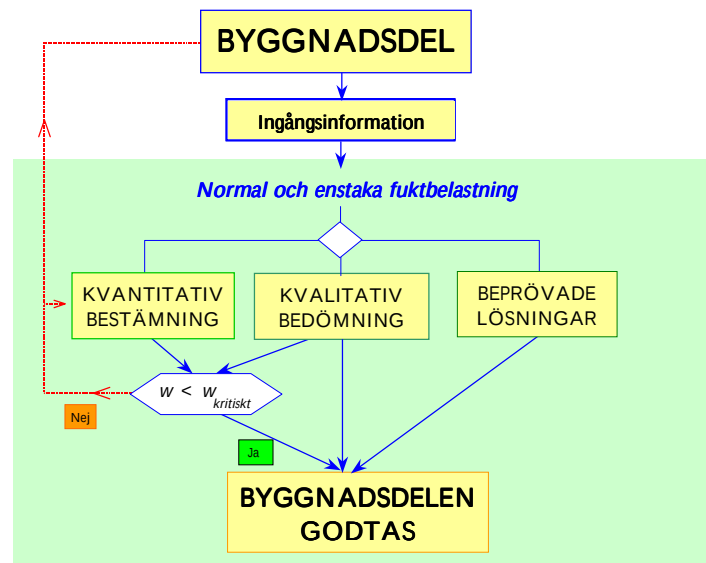


Eva Harderup

OKTOBER 1998

REV DECEMBER 1999 IT-VERSION

FUKTDIMENSIONERING MED GENERELL CHECKLISTA



Rapport TVBH-3031

Lunds tekniska högskola
Avdelningen för byggnadsfysik
Box 118
2210 00 Lund

ISRN LUTVDG/TVBH- -98/3031--SE

ISBN 91-88722-14-7

© 1998 Eva Harderup

FÖRORD

Denna rapport är en bearbetning av de generella checklistor som presenteras i Fuktdimensionering med generell checklista - Tak-, Ytterväggs- och grundkonstruktioner med anslutningsdetaljer, TVBH 7164.

Den första checklistan presenterades i FUKTSÄKERHET I BYGGNADER - GENERELL METOD FÖR FUKTDIMENSIONERING AV BYGGNADER i BFR-rapporten R32:1993. De generella checklistorna i rapporten syftade till att kontrollera att framtagna metoder gick att använda på alla typer av byggnader. Checklistorna var ingalunda fullständigt kompletta. Fuktdimensionering bygger på att varefter ny kunskap framkommer ska den användas exempelvis i sådana checklistor som presenteras i rapporten.

De redovisade punkterna i denna checklista har bearbetats ett antal gånger. Den första versionen utgick från BFR-rapporten och publicerades 1993 i TVBH-7164. Under 1993 och 1994 presenterades checklistan i annan form med praktiska exempel i tidskriften AMA-Nytt. Checklistan används i undervisningen på Väg- och Vatten vid Lunds Tekniska Högskola och från 1993 har förbättringar gjorts varje år allt eftersom ny kunskap har tillkommit.

I rapporten presenteras kort fuktdimensioneringsmetoden och generella checklistor för tak-, ytterväggs- och grundkonstruktioner. En nyhet jämfört med tidigare versioner är att det finns en checklista för ingångsinformationen. Presenterade checklistor är avsedda att gälla för projektering av byggnader.

Skriften är sammanställd av Eva Harderup i samarbete med Lars-Erik Harderup och Kenneth Sandin. Denna "slutgiltiga" utgåva är ett led till att sprida kunskap hur man på ett ganska enkelt sätt kan minska risken för framtida fuktproblem i byggnader. Projektet ingår som ett samarbete inom området god inomhusmiljö mellan Boverket och Byggforskningsrådet inom ramen för Boverkets regeringsuppdrag att genom kunskapssammanställningar, erfarenhetsåterföring, demonstrations- och utvecklingsprojekt verka för ett miljö- och hälsorikt byggande och boende.

Ett hjärtligt tack till alla på avdelningen på Byggnadsfysik samt alla medlemmar i Fuktgruppen vid LTH för synpunkter under de år som checklistan har funnits som en internrapport.

30 oktober, 1998

Eva Harderup

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1. Inledning.....	1
2. Fuktdimensioneringsmetoden	3
2.1 Ingångsinformation	4
2.1.1 Ritningar och byggnadsbeskrivning	4
2.1.2 Materialdata för ingående material	4
2.1.3 Byggnadens användningsområde och inomhusklimat	5
2.1.4 Byggnadens omgivande klimat	5
2.1.5 Beställarens speciella krav och vilken risk för skador som kan accepteras	6
2.2 Fuktbelastning	7
2.3 Fuktdimensioneringsnivå	8
2.3.1 Beprovade lösningar	8
2.3.2 Kvalitativ bedömning	8
2.3.3 Kvantitativ bestämning	8
2.4 Bedömning av risker	9
2.4.1 Skador, olägenheter och kritiska fukttillstånd	9
2.4.2 Fuktberäkningar	11
2.4.3 Jämförelse mellan kritiska och beräknade fukttillstånd	15
2.5 Byggnadsdelen godtas	17
3. Ingångsinformation	19
3.1 Ritningar	19
3.2 Materialdata för ingående material	19
3.3 Byggnadens användningsområde	20
3.4 Klimatet inomhus	20
3.5 Klimatet utomhus	21
3.6 Beställarens speciella krav och vilken risk för skador som kan accepteras	21
4. Takkonstruktioner	22
4.1 Normal fuktbelastning	22
4.1.1 Nederbörd	23
4.1.2 Luftfukt utomhus	24
4.1.3 Luftfukt inomhus	24
4.2 Enstaka fuktbelastning	25
4.2.1 Nederbörd under byggnadstiden	25
4.2.2 Byggfukt	26
4.2.3 Läckage	26
5. Ytterväggskonstruktioner	27
5.1 Normal fuktbelastning	27
5.1.1 Nederbörd	27

5.1.2	Luftfukt utomhus	28
5.1.3	Luftfukt inomhus	28
5.2	Enstaka fuktbelastning	29
5.2.1	Nederbörd under byggnadstiden	29
5.2.2	Byggfukt	30
5.2.3	Läckage	30
6.	Grundkonstruktioner	31
6.1	Normal fuktbelastning	32
6.1.1	Nederbörd	32
6.1.2	Luftfukt utomhus	33
6.1.3	Luftfukt inomhus	33
6.1.4	Markfukt	34
6.2	Enstaka fuktbelastning	35
6.2.1	Nederbörd under byggnadstiden	35
6.2.2	Byggfukt	36
6.2.3	Läckage	36
7.	Att läsa vidare	37
8.	Sammanställningsprotokoll	39

1. INLEDNING

Fuktdimensionering av byggnader är viktigt för att undvika fuktskador och andra fuktproblem i våra byggnader. Fukt är också orsak till en dålig innemiljö. Det är väldigt dyrt att åtgärda fuktskador och det uppgår till miljonbelopp årligen. Kostnaden för det mänskliga lidandet går inte att uppskatta.

Om man kan utnyttja befintlig kunskap kan flertalet av de vanligaste fuktrelaterade skadorna minskas och ibland elimineras helt. Det är speciellt viktigt att projektera ”på rätt sätt”. Ett allvarligt fel i projekteringen av byggnaden kan bli mycket dyrt att reparera under uppförandet och den största kostaden för åtgärd uppkommer under brukstiden. Att ”bygga rätt från börja” måste vara ett centralt motto inom byggbranschen. För att göra detta måste hela byggnaden utformas på ett fuktsäkert sätt. Kontroller av byggnaden görs när man utför en fuktdimensionering under projekteringskedet. När man genomför en fuktdimensionering görs även en dokumentation och anvisningar för skötselråd, m.m. Dokumentationen ger bl.a.

- ✓ ett bra underlag för att undvika framtida fuktproblem genom att förutsättningarna för byggnaden finns tillgängliga.
- ✓ att det är lättare att lösa ansvarsfrågor vid tvister.
- ✓ det finns underlag vid framtida renoveringar.

Merkostnaden för att utföra en fuktdimensionering är obetydlig jämfört med vad kostnaden för att åtgärda framtida fuktproblem.

Ett projekt om fuktdimensionering påbörjades 1989 inom Fuktgruppen vid LTH (Lunds Tekniska Högskola). Projektet resulterade i en praktiskt användbar metod för fuktdimensionering. Metoden finns beskriven i kapitel 2 och beskrevs första gången i rapporten FUKTSÄKERHET I BYGGNADER - GENERELL METOD FÖR FUKTDIMENSIONERING AV BYGGNADER (R32:1993). Den är avsedd för att gälla för projekteringskedet av byggnaden.

Det grundläggande kravet för all dimensioneringsmetodik är att den ska vara praktiskt användbar. I det här fallet innebär detta att användaren ganska enkelt ska komma fram till hur en byggnadsdel ska utformas för att uppnå en så stor fuktsäkerhet som möjligt. Den gamla metoden för att bestämma en byggnads U-värden (k-värden) påminner ganska mycket om fuktdimensioneringens metodik: man behandlar en byggnadsdel i sänder och gör byggnadsdelen så bra som möjligt. En definition av fuktdimensioneringen är;

Med fuktdimensionering avses de åtgärder i byggprocessen som syftar till att säkerställa att byggnaden inte får skador eller andra olägenheter som direkt eller indirekt orsakas av fukt.

Under många år har den framtagna checklistan genomgått kompletteringar och uppgraderingar. Den första versionen utgick från ovan nämnda BFR-rapport och publicerades 1993 i en internrapport, FUKTDIMENSIONERING MED GENERELL CHECKLISTA - TAK-, YTTERVÄGGS- OCH GRUNDKONSTRUKTIONER MED ANSLUTNINGSDETALJER (TVBH-7164). Under 1993 och 1994 presenterades den i annan form med praktiska exempel i tidskriften AMA-NYTT. Checklistan har

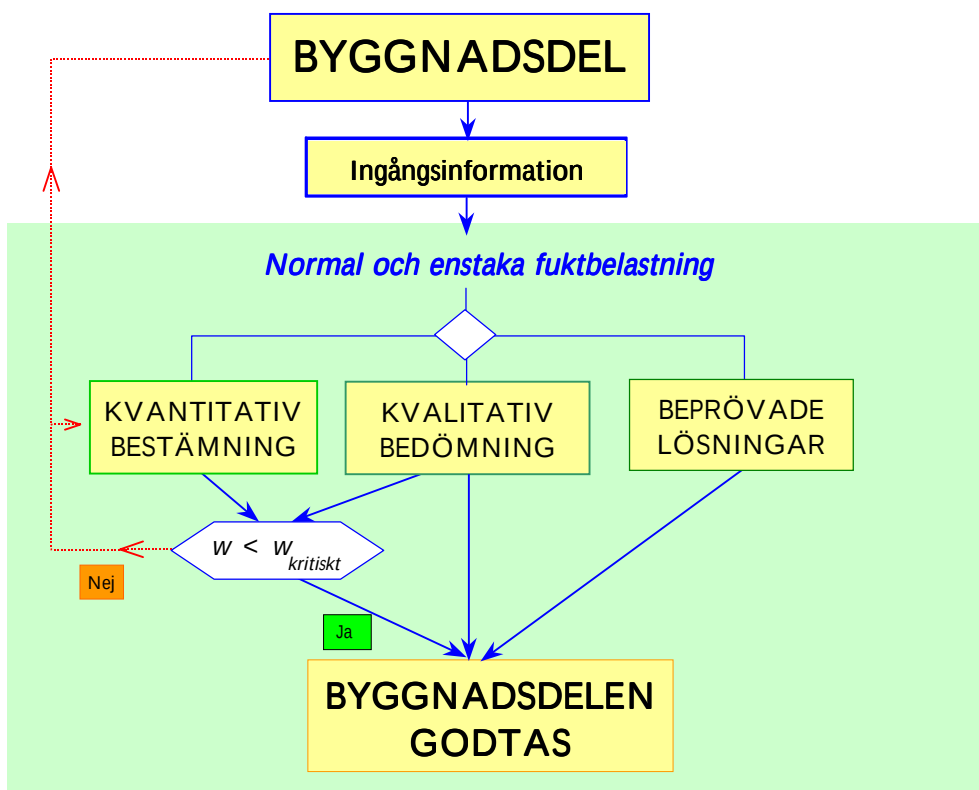
använts i undervisningen på Väg och Vatten vid Lunds Tekniska Högskola sedan 1993 och har förbättrats varje år gjorts eftersom ny kunskap har tillkommit. Fuktdimensionering bygger på att varefter ny kunskap framkommer ska den användas exempelvis i sådana checklistor som presenteras i rapporten i kapitel 4. *Tak t.o.m. 6. Grundkonstruktioner.*

En nyhet jämfört med de tidigare versionerna av presenterade checklistor i rapporten är att det även presenteras en checklista för ingångsinformation. Vad en sådan checklista ska innehålla finns i kapitel 3. *Ingångsinformation.* Att sammanställa ingångsinformation om byggnaden är en viktigt led i en fuktdimensionering och det underlättar själva kontrollerna av de olika byggnadsdelarna under själva fuktdimensioneringen.

Dagens kunskaper om fukt och fukttransport är under utveckling. Fuktgruppen vid LTH har producerat en egen skriftserie som heter FUKTSÄKERHET I BYGGNADER. I den behandlas bl.a. fuktdimensionering av olika byggnadsdelar. Det finns för närvarande tio olika skrifter utgivna. De hittills utgivna skrifterna behandlar GOLV PÅ MARK (L-E. Harderup), MURVERK/TEGEL-FASADER och FUKTMEKANIK (K. Sandin, 1993, 1994, 1995, 1997, 1998) och UTELUFTSVENTILERADE KRYPGRUNDER (O. Åberg) samt UTTORKNING AV BETONG och MATERIALDATA (G. Hedenblad, 1993, 1995, 1996). Kunskap för att utforma en byggnad på ett fuktsäkert sätt finns också i FUKTHANDBOK (Nevander & Elmarsson, 1994), BYGGVÄGLEDNING – FUKT (Krakenberger) och gällande branschstandarder.

2. FUKTDIMENSIONERINGSMETODEN

De ingående komponenterna i en fuktdimensionering i projekteringen kan schematiskt beskrivas enligt figur 1.



Figur 1. Principiell metod för fuktdimensionering.

I en fuktdimensionering behandlas varje byggnadsdel med tillhörande detaljlösningar separat. För att genomföra en fuktdimensionering behövs ingångsinformation. Det som behövs är bl.a. ritningar och vilka material som ska användas. När man har sammanställt all information börjar själva fuktdimensioneringen.

Vid fuktdimensionering kontrolleras ett "fuktproblem" i sänder för de olika fuktbelastningarna, normal och enstaka fuktbelastning. Kontrollen görs genom att använda en av de tre olika metoderna: Kvantitativ bestämning, Kvalitativ bedömning eller Beprövade lösningar. I de två första utförs beräkningar för att kontrollera fuktillstånden och detta resultat måste jämföras med kritiska värden (I figuren ovan betecknas detta med $w < w_{kritiskt}$). I Beprövade lösningar och i Kvalitativa bedömningar utgörs den huvudsakliga dimensioneringen att kontrollera att t.ex. en detalj har utförts på ett fuktsäkert sätt. När alla fuktbelastningarna, både de normala och de enstaka, är genomgångna och byggnadsdelen har genomgått de förändringar som krävs är byggnaden godtagen. I nedanstående avsnitt förklaras de olika komponenterna i figur 1 mera utförligt.

Kontroller av t.ex. anslutningsdetaljer mellan två byggnadsdelar innebär oftast att detaljen kontrolleras två gånger. Denna dubbelkontroll medför en bättre granskning av anslutningsdetaljer. I dessa detaljer påträffas oftast de flesta fel och brister.

2.1 Ingångsinformation

Ingångsinformationen för berörd byggnadsdel innehåller fem olika komponenter:

1. Ritningar och beskrivning av konstruktionen
2. Materialdata för ingående material
3. Byggnadens användningsområde och klimatet inomhus
4. Omgivande klimat
5. Beställarens speciella krav och vilken risk för skador som kan accepteras

Nedan följer en kort beskrivning av varje punkt. I kapitel 3 finns en checklista som berör ingångsinformationen.

2.1.1 Ritningar och byggnadsbeskrivning

Normalt utförs en fuktdimensionering när konstruktionen är dimensionerad för andra funktioner, t.ex. hållfasthet, värmebehov, akustik och brandkrav. Handlingarna bör vara ganska kompletta för byggnadsdelen, både vad gäller materialval och tänkta detaljer. Vissa byggnadsdelar kräver dock att en fuktdimensionering genomförs på ett tidigt stadium. Exempelvis gäller detta för grundkonstruktioner där temperaturförhållandena är en viktig fuktdimensioneringsaspekt.

I ritningsunderlaget ska även finnas ritningar på ventilation, kabeldragning för el och VVS. Dessa ritningar behövs bl.a. för att bedöma risken för luftläckage/fuktkonvektion och risken för direkt vattenläckage.

2.1.2 Materialdata för ingående material

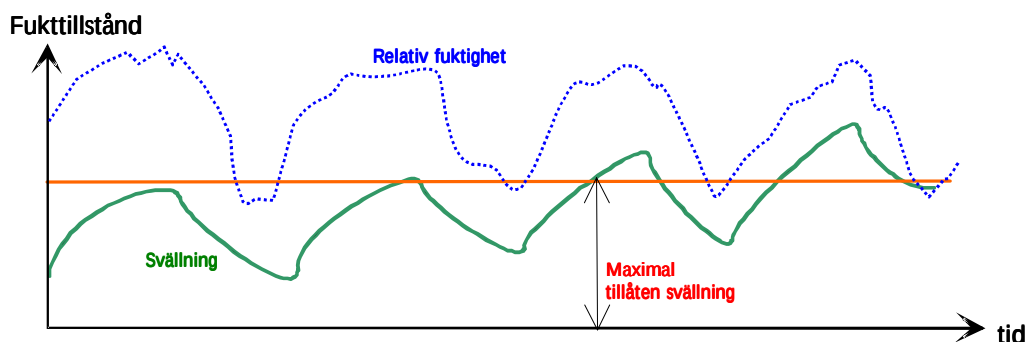
I ingångsinformationen bör alla material som ingår i konstruktionen vara väl specificerade. Specifikationen bör anges med fabrikantnamn, alternativt anges väsentliga egenskaper, för alla material som ingår i byggnadsdelen. De väsentliga egenskaperna är oftast beroende på vilka krav som ställs på byggnaden ur fuktsynpunkt, t.ex. om byggnaden ska vara helt fri från ämnen som kan ge astma eller andra allergiska besvär hos de boende.

Som exempel på vad som behövs för beräkningar eller andra bedömningar är

- värmeledningsförmåga och värmekapacitet
- ånggenomgångsmotstånd / ånggenomsläpplighet
- fukthalt vid olika relativa fuktigheter
- frostbeständighet
- kemiska emissioner vid olika fuktillstånd
- tillåtet fuktillstånd med avseende på mögelangrepp, kvalster, etc.

Det behövs också ytterligare information om varje material och det är kritisk värden. Det kan exempelvis vara högsta tillåtna relativ fuktighet eller ånghalt med avseende på skadliga kemiska emissioner eller svällning. I beräkningar behövs ibland att exempelvis ånggenomsläpplighet eller ånggenomgångsmotstånd redovisas som funktion av temperatur och relativ fuktighet. Vidare bör man även ha kännedom om långtidsegenskaper hos de ingående materialen.

Det kan gälla t.ex. hur ånggenomsläppligheten eller värmeledningsförmågan förändras med tiden samt om materialet har sk. irreversibla fuktrörelser, se figur 2.



Figur 2. Exempel på irreversibel svällning av ett material. Varje gång relativa fuktigheten (RF) är tillräckligt hög sväller materialet, både i tjocklek eller i längdriktningen. När relativa fuktigheten sjunker torkar materialet och endast en del av den totala längd- eller tjockleksändringen återgår till det var före den senaste ökningen i RF. Maximal tillåten svällning kan t.ex. vara hur många mm materialet kan tillåtas att svälla utan att olägenheter uppkommer.

Vid utbyte av material som specificeras i konstruktionen måste egenskaperna helt överensstämma. Ordet "likvärdigt" har missbrukats många gånger vilket har lett till att fuktskador uppkommit. För material som har en direkt inverkan på fukttillstånden i eller på ytan av en konstruktion måste alltid egenskaperna noggrant specificeras. Det kan t.ex. gälla ånggenomsläpplighet eller ånggenomgångsmotstånd samt lufttäthet hos en sk. ångspärr.

2.1.3 Byggnadens användningsområde och inomhusklimat

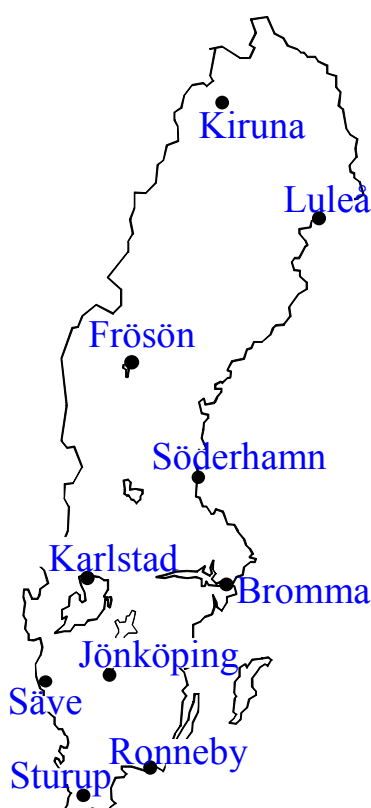
Inomhusklimatet påverkas av vilken verksamhet som finns i byggnaden eller lokalen och hur mycket fukt som produceras. Hur stort fukttillskottet blir påverkas bl.a. av ventilationen i byggnaden. Fukttillskott är skillnaden i ånghalt mellan inomhus- och utomhusluften. Fukttillskottets storlek beror bl.a. på vistelsetiden, verksamheten i byggnaden, ventilationstekniken, fuktabsorberande material och luftomsättningen. För bostäder är "trivselklimatet" ett subjektivt begrepp som varierar med de som bor i byggnaden. Normalt trivs människan bäst vid en temperatur mellan 18°C och 28°C och en relativ fuktighet mellan 30 och 70% (Hus & Hälsa, 1992a). Det kan innebära att t.ex. en person trivs bäst vid 20°C och 40% relativ fuktighet medan en annan vid 24°C och 50% relativ fuktighet. För bostäder brukar man använda ett ganska högt dimensionerande fukttillskott, ca 4 g/m³. Fukttillskottet är skillnaden i ånghalt mellan inomhus- och utomhusluften. Det är rimligt att anta att fukttillskottet är lägre på sommaren än under vintern, beroende på ökat antal luftomsättningar p.g.a. fönstervädring och högre relativ fuktighet utomhus.

2.1.4 Byggnadens omgivande klimat

Utomhusklimatet (klimatdata) har stor betydelse för fuktbelastningarna på byggnadsdelen. T.ex. har en byggnad i skyddat läge i inlandet mycket mindre belastning av regn på ytterväggar och tak än vad en byggnad har på västkusten i utsatt läge. Marken påverkar också i hög

grad fuktförhållandena. En byggnad på morän och om grundvattenytan är långt under byggnaden har oftast mindre fuktbelastning på grundkonstruktionen än vad en byggnad på lerjord har. Var grundvattenytan är i förhållande till markytan och hur den varierar under året har också betydelse i det senaste fallet. Tänk på att markförhållandena kan variera lokalt och att en geologisk undersökning innan byggnaden uppförs rekommenderas.

Utomhusklimatet till olika fuktberäkningar (se avsnitt 2.4) kan bestämmas antingen med hjälp av uppgifter om enskilda klimatparametrar t.ex. i KLIMATDATA FÖR FUKTBERÄKNINGAR (E. Harderup, 1995) eller med klimatdata som är registrerade under varje timme under ett eller flera år. Val av hela år med verkliga registrerade klimatdata för att bedöma olika risk för skada och andra olägenheter behandlas i METODER ATT VÄLJA KORREKTIONER VID FUKTBERÄKNINGAR MED VARIABELT UTMOMHUSKLIMAT (E. Harderup, 1998) I figur 3 presenteras vilka orter som finns tillgängliga i de två rapporterna.



Figur 3. Tio mätstationer i Sverige. (E. Harderup, 1995 och 1998)

2.1.5 Beställarens speciella krav och vilken risk för skador som kan accepteras

Beställaren av byggnaden kan ha vissa krav på ingående material eller utformning av byggnaden. När det gäller speciella krav på materialen kan det gälla att vissa typer inte får ingå. Det kan gälla att en plastfolie inte får användas. Speciella krav kan ha en avgörande betydelse för konstruktionen och kräver oftast speciella åtgärder för att i största möjliga mån undvika framtida skador. Dessa måste noggrant anges och bör vara väl kända från början.

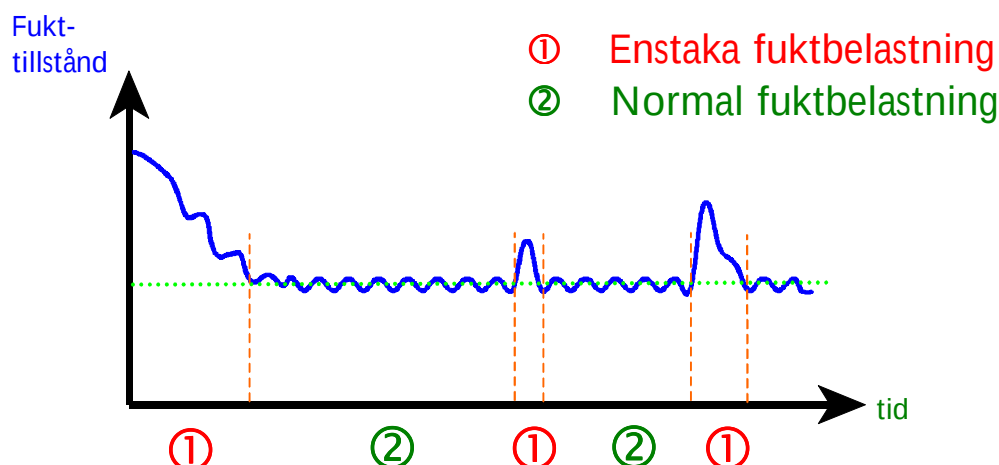
Andra speciella krav från beställaren kan gälla inomhusmiljön, fasadens utseende, framtida möjligheter till ombyggnad eller alternativt användningsområde av byggnaden. Som exempel

på det sistnämnda kan vara att bygga om en kontorslokal till "dagis", eller bygga om en källare till gillestuga. Fuktblastningen kommer i det första fallet att öka avsevärt. I det andra fallet är det dyrare samt mer komplicerat att utföra det på ett fuktsäkert sätt efter att byggnaden är färdigställd.

Oftast måste en liten risk för vissa skador accepteras eftersom det är svårt att undvika helt. Hur stor risk som kan accepteras för olika byggnadsdelar, anslutningar etc. måste anges av beställaren. Storleken på risken bedöms utifrån en jämförelse mellan beräknade och kritiska fukttillstånd, se i avsnitt 2.4.3. Den bedömda risken i en fuktdimensionering bör jämföras mot kostnad och olägenheter i samband med en skada.

2.2 Fuktblastning

Fuktblastning i och omkring en byggnadsdel kan delas upp i *Normal fuktblastning* och *Enstaka fuktblastning*. Normala fuktblastning finns i och omkring byggnadsdelen under hela dess brukstid medan den enstaka är av mer tillfällig karaktär, se figur 4.



Figur 4. En illustration över förekomsten av Normal respektive Enstaka fuktblastning under en byggnadsdelens brukstid.

Årsvariationerna i en byggnadsdel innebär normalt en uppfuktningsperiod och en uttorkningsperiod. Ur fuktsynpunkt har man balans när det som har lagrats upp under uppfuktningsperioden torkar ut under uttorkningsperioden. "Jämviktsläget" eller fuktbalansen illustreras med en prickad (···) linje i figuren. En enstaka fuktblastning ger ett tillskott, en förhöjning, som ska adderas till de normala förhållandena. Därmed ger den "toppar" som framgår av figuren. Variationerna i fukttillstånden ska inte orsaka skador eller andra olägenheter.

Till normal fuktblastning hör nederbörd, luftfukt utomhus och inomhus samt markfukt medan enstaka fuktblastning är nederbörd under byggnadstiden, byggfukt och läckage. Fuktblastningen "byggfukt" kan i vissa avseenden anses som en normal företeelse, men sett under byggnadens brukstid är tidsperioden liten.

2.3 Fuktdimensioneringsnivå

Den egentliga fuktdimensioneringen påbörjas när ingångsinformationen är sammanställd, se kapitel 3. Effekterna av de olika fuktbelastningarna undersöks genom tre olika förfaringssätt:

1. Beprövade lösningar
2. Kvalitativ bedömning
3. Kvantitativ bestämning

2.3.1 Beprövade lösningar

Väl beprövade och dokumenterade lösningar utnyttjar huvudsakligen goda erfarenheter från tidigare liknande byggnader i samma klimat och med samma fuktbelastning, d.v.s. lokalens användning, ventilationsanläggning, etc. ska vara väl känd. För att använda detta tillvägagångssätt måste den aktuella byggnadsdelen och fuktritningen stämma överens. Detta gäller med avseende på konstruktionens uppbyggnad, materialval och dimensioner samt på omgivande klimat. I nuläget finns inte denna typen av ritningar tillgängliga eftersom de kräver erfarenheter under en längre tid av hur byggnaden fungerar, t.ex. 10 till 30 år. Hur lång tid som krävs beror på bl.a. konstruktionen, konsekvenser av en fuktskada och de material som ingår. Funktionen och omgivande klimatet måste finnas väl dokumenterad, kompletterad med mätningar och besiktningar. I ursprungsrapporten (R32:1993) kallades beprövade lösningar för ”Fuktritningar”. Exempel på beprövad lösning finns i rapporten FUKTSÄKERHET I BYGGNADER – GOLV PÅ MARK.

2.3.2 Kvalitativ bedömning

Kvalitativ bedömning innebär att man kontrollerar byggnadsdelen för varje fuktbelastning med enkla hjälpmedel. Man kan säga att det i stor utsträckning handlar om regler och anvisningar för hur en detalj eller en byggnadsdel ska utföras och utformas.

Anvisningarna kan exempelvis vara att

- ur tabeller eller diagram utläsa fukttillstånd eller nödvändiga materialdata för enklare beräkningar, se exempelvis i rapporten FUKTSÄKERHET I BYGGNADER – UTTORKNING AV BYGGFUKT (G. Hedenblad, 1995)
- rekommendera material eller andra komponenter som är acceptabla för vissa klimat med hänsyn till långtidsaspekter etc.

Bedömningar kan antingen leda till att byggnadsdelen direkt kan godtas för den aktuella fuktbelastningen eller till att man erhåller värden på förväntade fukttillstånd som måste jämföras med de kritiska. På så sätt erhålls ett underlag för att kunna ta ställning till om risken för skador är godtagbar eller inte. När man tagit hänsyn till alla fuktbelastningar och säkerställt att de inte leder till problem är byggnaden fuktdimensionerad.

2.3.3 Kvantitativ bestämning

Kvantitativ bestämning innebär att man för varje fuktbelastning gör noggranna beräkningar för att kontrollera fukttillstånden inuti eller på ytan av byggnadsdelen, med tillhörande detalj-

lösningar, etc. Ett annat sätt är att använda fullskaleförsök genom att bygga och utvärdera experimenthus. När man tagit hänsyn till alla fuktbelastningar och säkerställt att de inte leder till problem är byggnaden fuktdimensionerad.

Den kvantitativa bestämningen kräver stor kunskap både om de parametrar som ingår i beräkningen av fukttillstånd och om de kritiska fukttillstånden. Man behöver också mycket god kunskap både om inomhus- och utomhusklimatet samt om hur de kritiska fukttillstånden är under olika förhållanden. Det som behövs som ingångsvärden för både material och klimat är bl.a. spridning (t.ex. en statistisk frekvensfördelning) och hur olika parametrar samvarierar. Ett exempel på beroende är att värmeledningsförmågan hos ett material ökar med ökande fukttinnehåll. För närvarande saknas det kunskaper om många av dessa samvariationer varför det är svårt att genomföra tillräckligt bra kvantitativa bestämningar.

2.4 Bedömning av risker

När det genomförs beräkningar antingen i *Kvalitativ bedömning* eller i *Kvantitativ bestämning* måste beräknade fukttillstånd jämföras med kritiska gränser. Beräknade fukttillstånd (avsnitt 2.4.2) ska vara under kritiskt fukttillstånd (avsnitt 2.4.1). I figur 1 anges detta med $w < w_{kritiskt}$. I avsnitt 2.4.3 redovisas hur man bedömer en risk genom att jämföra beräknade och kritiska fukttillstånd.

2.4.1 Skador, olägenheter och kritiska fukttillstånd

De kritiska fukttillstånden är olika för olika typer av skada eller olägenhet. Fukten inverkar på många sätt och det är därför viktigt att dimensionera mot bl.a. följande effekter.

1. Missfärgning av material

Fritt vatten kan ge fläckar eller missfärgningar på vissa material, t.ex. massivt ekparkettgolv. Salt och mineral lösta i vatten kan ge missfärgningar på en yta när vattnet avdunstar. Mögel- och blånadssvampar kan ge betydande missfärgningar. Ett annat exempel är att det kan ske en färgförändring vid målning av en yta om materialet man målar på har en ojämn fuktfördelning i ytan.

2. Fysikalisk nedbrytning

Frostskador på tegel är ett exempel på nedbrytning av material. En förutsättning för att frostskador ska uppkomma är att teglet ska vara fruset och nästan fuktmättat samtidigt som ytan ska vara töad och att temperaturen på ytan därefter sjunker under noll, se G. Fagerlund, 1973.

3. Kemisk nedbrytning.

Exempel på skador är korrosion hos material, d.v.s. nedbrytande reaktioner mellan material och dess omgivning. Vanligen avses nästan alltid angrepp på metaller och då särskilt stål. Korrosion förhindras genom att skydda materialet på ett korrekt sätt t.ex. förzinkning eller målning, alternativt att se till att den relativa fuktigheten är tillräckligt låg på ytan av materialet.

Kalkhaltiga material kan skadas om vatten som träffar materialet har lågt pH (surt regn).

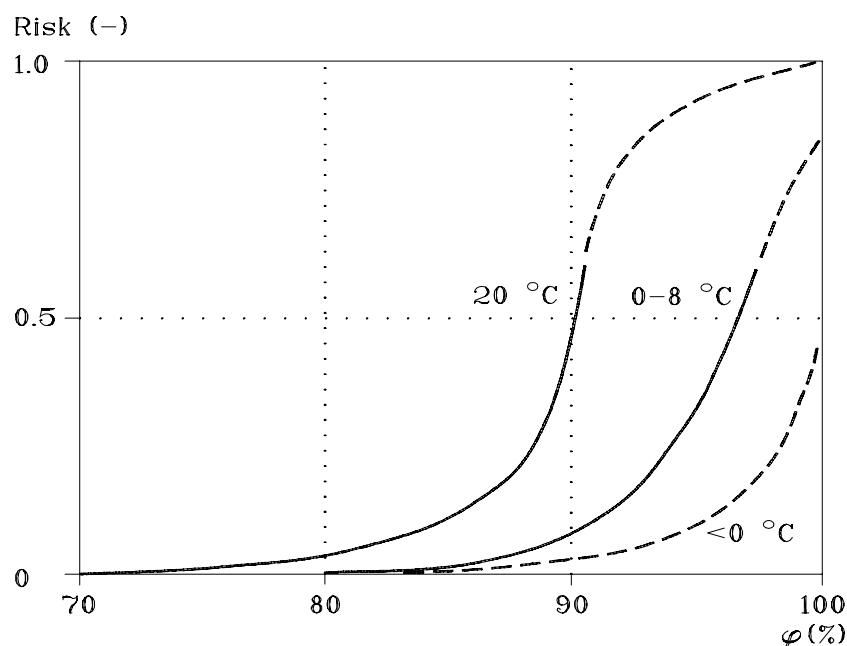
Vissa typer av golvlim under t.ex. plastmattor kan brytas ned om det underliggande golvet har för hög fukthalt eller relativ fuktighet. Olika lim i kombination med golvbeläggningar har olika kritiska fukttillstånd.

4. Biologisk nedbrytning

Rötsvampar bryter ner trä. Träprodukter får en försämrad bärformåga. Bakterier som angriper trä kan påverka träets permabilitet och därmed ändras träets fuktegenskaper. Vissa svampar ger en elak lukt, t.ex. actinomyceter men de påverkar inte träets mekaniska egenskaper. När det gäller trägnagande insekter trivs alla utom husbock vid höga fukttillstånd.

5. Hälsorisker

Dammkvalster trivs i en fuktig och varm miljö. Mögel och actinomyceter kan ge allergiska problem (Hus & Hälsa, 1992b). Risken för mögelpåväxt beror på både temperatur och relativ fuktighet (ϕ), se figur 5. Exempel: En temperatur på 20°C och 90% relativ fuktighet ger en risk på 0.5, d.v.s. att det finns 50% sannolikhet att det kan bildas mögelpåväxt. En temperatur från 0 till 8°C och 90% relativ fuktighet ger en risk på ca 0.1. De angivna värdena i figuren är principiella.



Figur 5. Risken för mögelpåväxt vid olika fukttillstånd hos virke som hanteras på ett omsorgsfullt sätt (Nevander & Elmarsson, 1991).

Golvlim och mjukgörare i plastmattor kan ge en sötaktig och stickande lukt i kontakt med betong.

Avgivningen av formaldehyd från t.ex. spånskivor ökar kraftigt över en viss fukthalt eller relativ fuktighet. Mer om kemiska emissioner finns i "Kemiska emission från byggnads-material", H. Gustafsson, 1990.

6. Hållfasthet och deformation

Vid höga fukthalter får trä och träprodukter en minskad hållfasthet och större elastiska och plastiska deformationer.

7. Fuktbetingande rörelser

Många material sväller och krymper då fukthalten i materialet ändras. Dessa rörelser kan leda till sprickbildning, skevhet och välvning. För många material sker de största rörelserna vid fuktigheter i det över hygroskopiska området.

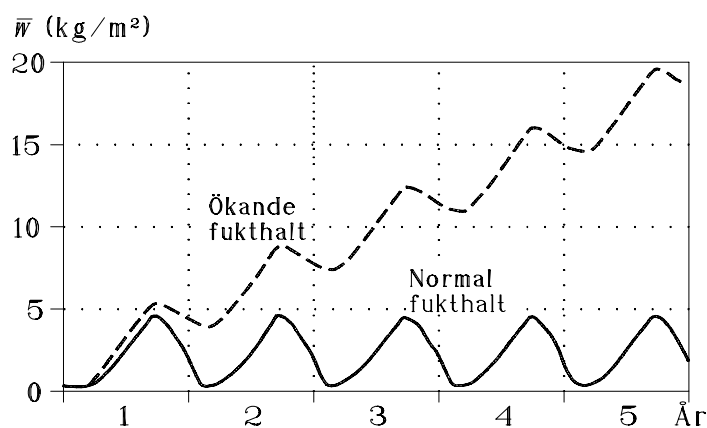
8. Inverkan på energiåtgången.

Ett fuktigt material har större värmeledningsförmåga än torrt.

Uttorkning av byggfukt och vatten från t.ex. regn kräver energi.

9. Ökande fukttinnehåll år från år.

Fukttinnehållet i en konstruktion påverkas bl.a. av inomhusklimatet i bostäder och lokaler. Under kallare perioder av året diffunderar fukt ut i konstruktionens kallare delar. Kondens kan utfällas vintertid i konstruktionens yttre delar om ånghalten når mätnadsånghalten. Kondensen ska torka ut under varmare tidsperioder. Om detta inte sker kommer konstruktionens fukttinnehåll att öka år från år. På sikt medför detta oacceptabla fukttillstånd eftersom mer och mer fukt lagras, se illustration i figur 6.



Figur 6. Exempel på ökande fukthalt, $\bar{w}$ och normal variation av fukthalten som funktion av tiden (E. Harderup, 1995c).

10. Övrigt

Utvändig ytkondens på glaset på fönster med lågt U-värde är i huvudsak ett estetiskt problem men kan ge skador om vattnet kan tränga in i fönsterbågen.

2.4.2 Fuktberäkningar

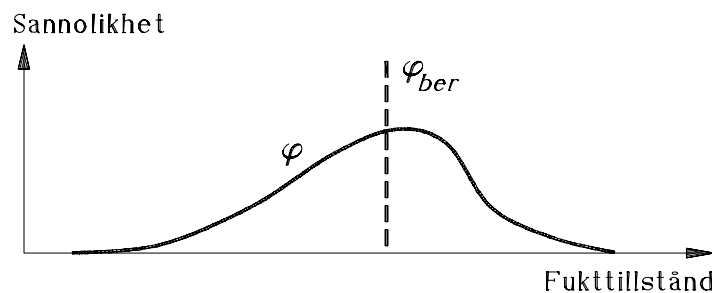
När man ska dimensionera är man intresserad av om och hur ofta ett beräknat fukttillstånd är kritiskt. Traditionellt görs enstaka beräkningar med antingen NORMALVÄRDES- eller EXTREMVÄRDESMETODEN för att bestämma om beräknat fukttillstånd utgör risk för att en skada eller

annan olägenhet kan uppkomma. För att få en spridning på fukttillstånden, fler värden, kan STATISTISKA METODER utnyttjas.

Normalvärdesmetoden

Generellt antas alla värden på ingångsvärden vara medelvärden eller medianvärden. Resultatet från beräkningen blir förmodligen ett värde som motsvarar ett genomsnittsvärde. Korrektioner för att erhålla ett ogynnsamt fukttillstånd kan antingen läggas på beräkningsresultatet eller på det kritiska fukttillståndet.

Till en beräkning väljs medel- eller medianvärdet på de olika ingångsvärdena. När det gäller klimatparametrarna ger flera icke-linjära samband, t.ex. beräkning av ånghalt med hjälp av temperatur och relativ fuktighet att beräknat fukttillstånd oftast exakt inte blir medelvärdet, se illustrerat exempel i figur 7. Om man beräknar t.ex. relativ fuktighet på utsidan av en konstruktion och använder timregistrerade klimatdata för ett helt år blir resultatet en frekvensfunktion, φ i figur 7. En enstaka beräkning med Normalvärdesmetoden ger endast ett resultat, φ_{ber} . Förhoppningsvis ska beräkningsresultatet ge en relativ fuktighet som blir ett medelvärde, d.v.s. ge ett fukttillstånd som finns i mitten av frekvensfunktionen φ .



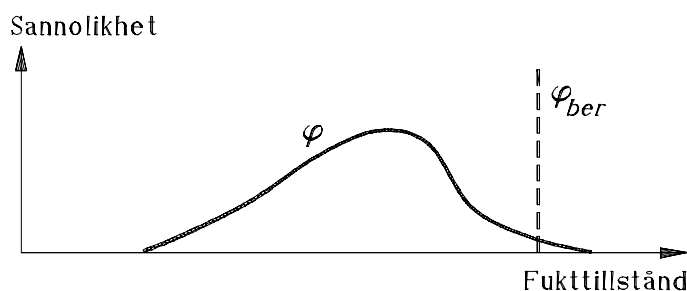
Figur 7. Schematisk illustration av fukttillstånd, φ , (relativa fuktigheten på ytterytan för en konstruktion) beräknat dels med hjälp av timregistrerade klimatdata dels med hjälp av medel- eller medianvärden, φ_{ber} enligt NORMALVÄRDESMETODEN (E. Harderup, 1998).

Extremvärdesmetoden.

Ingångsvärden för en beräkning antas till extremvärden. Det gäller både för det omgivande klimatet och på värden på materialparametrarna.

I FUKTHANDBOK (Nevander & Elmarsson, 1994) beskrivs extremvärdesmetoden: "Säkerheten byggs in i parametrarna genom att man väljer extremvärden. Extremvärden behöver i detta sammanhang inte betyda det absolut högsta eller lägsta värdet för en parameter, utan exempelvis 5 % eller 95 % kvartil. Alla parametrar skall inte tilldelas extremvärden utan man bör välja ut en, två eller högst tre parametrar som har betydelse för resultatet. I en traditionell beräkning av kondensrisk kan man exempelvis välja utetemperatur och fukttillskott. Om man väljer 5 % fraktil respektive 95 % för dessa värden torde sannolikheten för att det beräknade fukttillståndet överskrids vara mindre än 1:100."

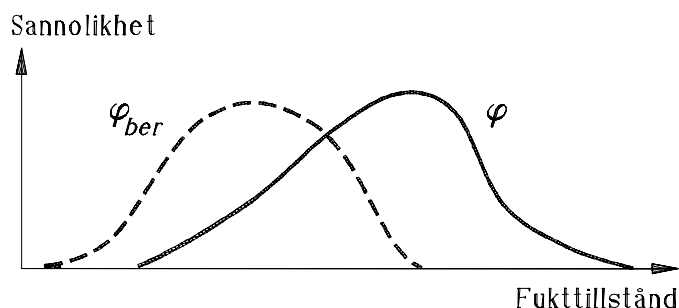
Extremkombinationer ger oftast ett extremvärde på fukttillståndet. Det finns en samvariation t.ex. mellan klimatparametrar som innebär att sannolikheten för vald kombination, t.ex. temperatur och relativ fuktighet, kan vara både större eller mindre. Figur 8 beskrivs relativa fuktigheten på utsidan av en konstruktion. Verkligt uppmätta klimatdata under ett helt år ger frekvensfunktionen, φ i figuren. En beräkning med extremvärdesmetoden med klimatparametrar valda ur tabeller ger ett värde, d.v.s. φ_{ber} .



Figur 8. Schematisk illustration av fukttillståndet, φ , (relativa fuktigheten på ytterytan av en konstruktion) beräknat med hjälp av timregistrerade klimatdata, och beräknade, φ_{ber} med hjälp av EXTREMVÄRDESMETODEN (E. Harderup, 1998).

Statistiska metoder

I STATISTISKA METODER görs en statistisk simulering där hela fördelnings- eller frekvensfunktionen utnyttjas för varje ingångsvärde på de parametrarna som ingår i beräkningen. Ingångsvärdena väljs normalt helt oberoende av varandra. Ofta görs ett stort antal beräkningar. För varje beräkning väljs oftast nya ingångsvärden slumpmässigt ur fördelnings- eller frekvensfunktionerna. Vissa ingångsvärden till beräkningarna kan antas som konstanter. När alla beräkningarna är klara kan en statistisk funktion konstrueras av beräknat fukttillstånd. Figur 9 illustrerar resultatet av sådan statistisk beräkning av relativa fuktigheten på utsidan av en konstruktion. I detta fallet antas värden på materialet och inomhusklimatet vara konstanter medan klimatparametrarna antas som fördelningsfunktioner. Resultatet för en statistisk simulering beskrivs med φ_{ber} i figuren. Om man använder verkliga klimatdata för ett helt år istället blir resultatet φ .



Figur 9. Schematisk illustration av fukttillståndet, φ , (relativa fuktigheten på ytterytan av en konstruktion) beräknat med hjälp av timregistrerade klimatdata och beräknat med hjälp av statistiska simuleringar, φ_{ber} , enligt STATISTISKA METODER (E. Harderup, 1998).

Ett antal olika metoder kan användas.

- ✓ *Monte Carlo-metoden.* Metoden bygger på den traditionella statistiken med de fullständiga sannolikhetsfunktionerna, men istället för en analytisk lösning approximeras resultaten med fördelningen från ett stort antal slumpvis utförda simuleringar, (mellan 200 och 1000 stycken behövs enligt olika litteraturuppgifter).
- ✓ *Diffusa mängder och möjlighetsteori.* I situationer med begränsad information (vilket är relativt vanligt när det gäller byggnader) går det inte att tillämpa den traditionella sannolikhhetsteorin som förutsätter att fördelningsfunktioner eller frekvensfunktioner är kända. Om informationen är begränsad kan det ibland vara bättre att producera ett resultat som ger en ungefärlig uppfattning istället för ett skenbart exakt resultat, som kan vara vilseledande. Teorin om diffusa mängder och den närbesläktade möjlighetsteorin är avsedd att vara tillämpbar för situationer med begränsad information. Denna information tillåts även vara subjektiv. Med dessa metoder går det även att beakta grova fel. Metoden beskrivs bl.a. av L. Andersson, 1988.
- ✓ *Kvalitativa riskbedömningar.* Med kvalitativ menas i detta fall att man inte försöker göra numeriska beräkningar av tänkbara fukttillstånd och deras frekvenser. Metoden är istället en förenklad form av möjlighetsanalys där risken för oönskade händelser redovisas med ett felträd. Metoden beskrivs av Nevander & Elmarsson, 1991.

Olika beräkningsprogram

Bestämning av fukttillstånd i eller på ytan av en konstruktion görs oftast med hjälp av handberäkningar eller datorprogram. För olika fuktbelastningar finns olika beräkningar som bör genomföras. Beräkningsekvationer finns i t.ex. FUKTHANDBOK (Nevander & Elmarsson, 1994). Utifrån dessa ekvationer kan man genomföra beräkningar för hand eller utnyttja dem i kalkylprogram.

Inom International Energy Agency (IEA, BCS, Annex 24, 1996a) finns en "state-of-the-art-review for models and computer codes" där 37 olika program presenteras. De flesta programmen är under utveckling och kan anses vara enbart forskarverktyg. Det finns emellertid totalt 17 program kommersiellt tillgängliga på marknaden varav nio betraktas som användarvänliga. Några av dessa beskrivs och jämförs i IEA-rapporten. De exemplifieras nedan där namnen på programmen anges med versaler, t.ex. NAMN. Programmen (37 st) delas in i nio olika grupper, från mycket förenklade till mycket komplexa beräkningar av fukttillståndet. Gruppindelningen är

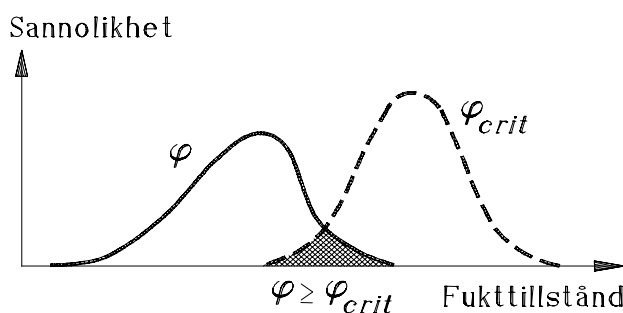
1. Glaser-metod med konstanta materialegenskaper. Exempel på datorprogram är GF-KOND.
2. Glaser-metod kompletterad med kapillaritet med konstanta materialegenskaper
3. Icke stationär värme- och fukttransport. Materialegenskaperna är en funktion av fuktförhållandena.
4. Icke stationär värme- och fukttransport. Materialegenskaperna är en funktion av temperatur- och fuktförhållandena. Exempel på datorprogram är WUFIZ och LATENITE.
5. Stationär och icke stationär värme- och lufttransport. Konstanta materialegenskaper.

6. Stationär värme-, luft- och fukttransport. Materialegenskaperna är konstanta.
7. Stationär värme- och lufttransport och icke stationär fukttransport. Materialegenskaperna är konstanta.
8. Icke stationär värme-, luft- och fukttransport. Materialegenskaperna är en funktion av temperatur- och fuktförhållandena. Exempel på datorprogram är 1D-HAM.
9. Icke stationär värme-, luft- och fukttransport (både ång- och vätskefas). Materialegenskaperna är en funktion av temperatur- och fuktförhållandena. Exempel på datorprogram är HYGRAN24 och MATCH.

Ibland behövs även PC-program som beräknas temperaturen på ytan eller inuti en konstruktion. Det kan exempelvis vara att bedöma risken för invändig höga relativa fuktigheter invid en köldbrygga. I detta fall beräknas först yttemperaturen på med hjälp av två- eller tredimensionella beräkningsprogram. Utifrån framtagna temperaturer kan den relativa fuktigheten bestämmas. Vad som är en risk bestäms bl.a. av ytbeläggningsmaterialen. Ibland kan höga relativa fuktigheter orsaka en mögelpåväxt, ibland blir ytan endast smutsig. I båda fallen bör man dock se till att minska på inverkan från köldbryggan genom att exempelvis placera mer värmeisolering utvändigt. Exempel på program som kan användas för att bestämma temperaturer på ytan av eller inuti en konstruktion är HEAT2, HComP och AHComP.

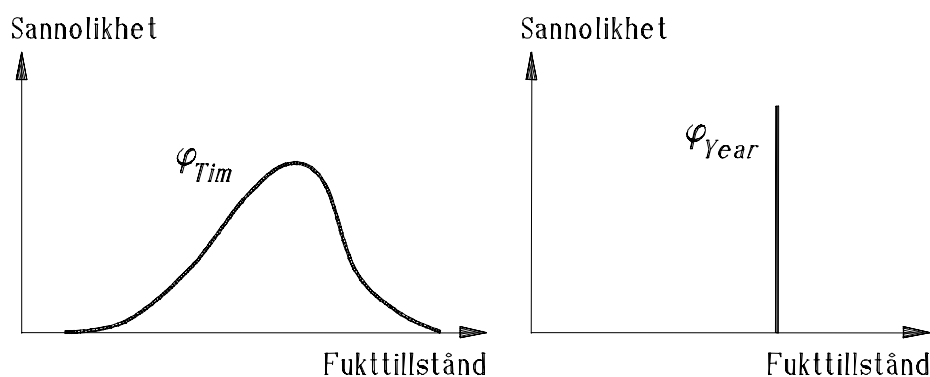
2.4.3 Jämförelse mellan kritiska och beräknade fukttillstånd

Beräknade fukttillstånd måste jämföras med kritiska värden. Både de beräknade och de kritiska fukttillstånden har normalt en statistisk variation. I figur 10 visas ett exempel på fördelning av relativ fuktighet, där φ representerar beräknad relativ fuktighet och φ_{crit} kritisk relativ fuktighet. Sannolikheten för skada eller annan olägenhet sker där kurvorna överlappar varandra, det skuggade området i figuren (betecknas med $\varphi \geq \varphi_{crit}$).



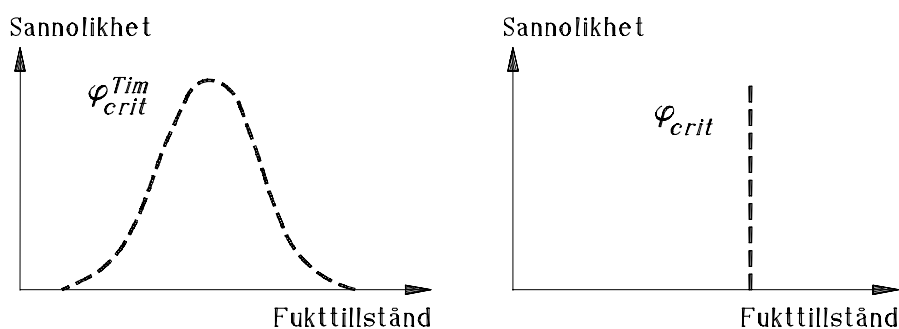
Figur 10. Beräknat fukttillstånd (φ) jämfört med kritiskt fukttillstånd (φ_{crit}) för att bestämma risken för skada eller annan olägenhet ($\varphi \geq \varphi_{crit}$).

Beräknade fukttillstånd kan presenteras olika beroende på resultatet från fuktberäkningen, se figur 11. Det kan vara dels en frekvensfunktion, index *Tim*, dels ett enstaka värde, index *Year*. Ett exempel på frekvensfunktion är en fördelningen av relativ fuktighet inuti och på ytan av en konstruktion under ett år. Ett enstaka resultat kan erhållas vid t.ex. en handberäkning av något slag.



Figur 11. Schematisk beskrivning av beräkningsresultat av fukttillstånd för ett år. Det kan antingen vara en frekvensfunktion (φ_{Tim}) eller ett enskilda värde (φ_{Year}).

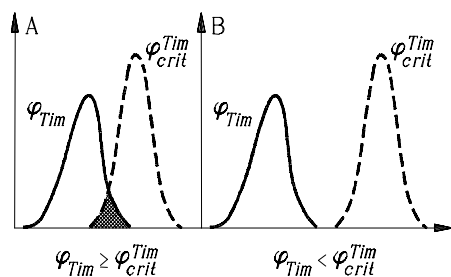
De kritiska fukttillstånden kan också anges antingen med en frekvenskurva eller med ett enskilda värde som figur 12 visar. Vilket som används beror bl.a. på hur pass bra man känner till spridningen.



Figur 12. Illustration av kritiska fukttillstånd som är antingen en frekvensfunktion (φ_{crit}^{Tim}), se vänstra sidan, eller ett enskilda värde (φ_{crit}), se högra sidan.

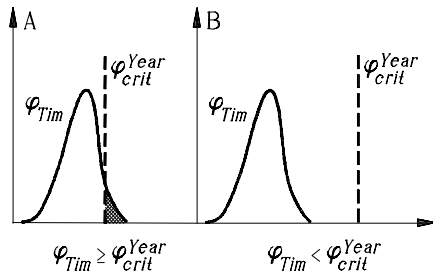
För både figur 11 och 12 gäller att ju mer till höger kurvan eller värdet är desto högre värde har fukttillståndet. Man kan kombinera de båda figurerna på olika sätt för att bestämma om det finns risk för skada.

1. Kritiskt och beräknat fukttillstånd är frekvensfunktioner:



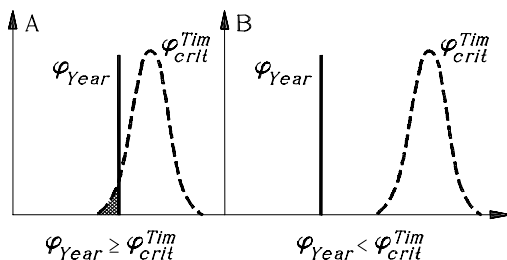
I fall **A** finns det en risk för att en skada uppkommer eftersom kurvorna överlappar varandra, $\varphi_{Tim} \geq \varphi_{crit}^{Tim}$, medan det i fall **B** inte finns någon risk för skada.

2. Kritiskt fukttillstånd är ett enstaka värde och beräknat fukttillstånd är en frekvensfunktion:



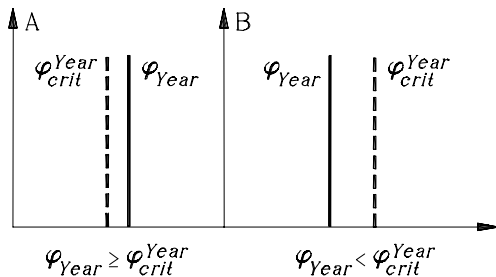
I fall **A** finns det en risk för att en skada uppkommer eftersom $\varphi_{Tim} \geq \varphi_{crit}^{Year}$ medan i fall **B** finns ingen risk för skada.

3. Kritiskt fukttillstånd är en frekvensfunktion och beräknat fukttillstånd har ett enstaka värde:



I fall **A** finns det en risk för att en skada uppkommer, $\varphi_{Year} \geq \varphi_{crit}^{Tim}$ medan i fall **B** finns ingen risk för skada

4. Kritiskt fukttillstånd och beräknat fukttillstånd representeras av enstaka värde:



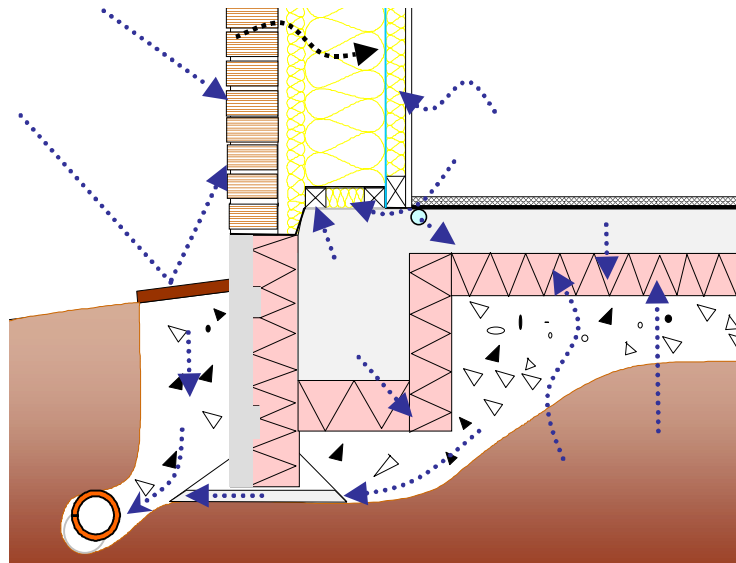
I fall **A** finns det risk för att en skada ska uppkomma, $\varphi_{Year} \geq \varphi_{crit}^{Year}$ medan i fall **B** finns det ingen risk för skada.

Det finns för närvarande liten kunskap om hur spridningen i de kritiska fukttillstånden (se figur 12 vänster sida) ser ut och oftast approximeras det med ett enstaka värde. Det innebär att kombination 2 eller 4 används oftast i en fuktdimensionering. Exempel där de kritiska fukttillstånden är till viss del kända som frekvensfunktioner är en fördelning av risk för mögelpåväxt (se figur 5). Ett exempel på där det alltid är ett enstaka kritiskt fukttillstånd är ytkondensation, d.v.s. när relativa fuktigheten på ytan är 100%.

2.5 Byggnadsdelen godtas

En fuktdimensionering av byggnadsdelen är teoretiskt genomförd när alla fuktbelastningarna är beaktade. Då måste man också ha konstaterat att det alltid finns acceptabla fukttillstånd så att det inte uppkommer skador eller andra olägenheter under en byggnads brukstid.

För att avgöra om acceptabla fukttillstånd uppnås under byggnadens brukstid behövs det någon form av dokumentation. Dokumentationen ska vara skriftlig. Det är nämligen lätt att man glömmer någon fuktbelastning, se figur 13.



Figur 13. Fuktbelastningar för anslutningen yttervägg och golv på mark. Varje pil i figuren är en fuktbelastning i någon form. Det är mycket lätt att glömma en av dessa pilar om man inte har tillgång till en checklista.

Praktiskt kan en fuktdimensionering genomföras på tre olika sätt: Kvantitativ bestämning, Kvalitativ bedömning eller Beprövade lösningar. I vissa fall kan man givetvis kombinera dessa. Hur och på vilket sätt beror bl.a. på vilka hjälpmedel som finns tillgängliga samt på kompetensen hos den person som ska genomföra dimensioneringen. Det bästa sättet att dokumentera att en genomförd fuktdimensionering är att använda någon form av checklista med tillhörande protokoll. Checklistor för olika byggnadsdelar finns i kapitel 4 t.o.m. 6. Tak behandlas i 4. *Takkonstruktioner*, ytterväggar ovan mark i 5. *Ytterväggar* och slutligen grunder samt ytterväggar under mark i 6. *Grundkonstruktioner*. I slutet av boken finns de tillhörande protokollen, en för varje byggnadsdel. De presenterade checklistorna bygger på Kvantitativ bedömning, se sidan 8.

Om man ska godkänna helt byggnaden ur fuktsynpunkt bestäms dels av de kraven som ställs av beställaren (se 3. *Ingångsinformation* nedan eller sidan 6) dels av de kraven som ställs i checklistorna. De två kraven kan ibland ge upphov till komplikationer. Då ska beställaren informeras och detta ska vara väl skriftligt dokumenterat för att undvika tvister i framtiden.

Ett godkännande av byggnadsdelen beror också på vilken av de tre olika metoderna som används i fuktdimensioneringen, se sidan 8. Den kvantitativa bestämningen kan genomföras med experimentbyggnader. Om man har otur under försöken kan det omgivande klimatet vara extremt gynnsamt ur fuktsynpunkt. Med avancerade beräkningar kan däremot risker bedömas för ett klimat som är mycket ogynnsamt och därmed allvarliga framtida bekymmer undvikas.

3. INGÅNGSINFORMATION

För att genomföra en fuktdimensionering behövs ingångsinformation såsom ritningar, byggnadsbeskrivning, m.m. I detta avsnitt beskrivs vad ingångsinformationen innehåller. I slutet av boken finns ett sammanställningsprotokoll för ingångsinformationen.

Ingångsinformationen består av följande:

3.1 Ritningar

Till byggnaden ska finnas ett antal ritningar och de man behöver i en fuktdimensionering är följande:

- ✓ Situationsplan, fasad- och planritningar
- ✓ Anslutningar mot andra byggnadsdelar
- ✓ Detaljlösningar
- ✓ Genomföringar
- ✓ Takavvattning, dagavlopp och dränering
- ✓ VA-ritningar
- ✓ Elritningar
- ✓ Ventilationsritningar som beskriver hur rördragning etc. ska utföras för ventilationsanläggning i byggnaden. För uteluftsventilerade krypgrunder behövs information om antalet ventiler och vilken typ av ventilationsgaller som ska användas.
- ✓ Om man har vattenburen värme, centraldammsugare ska det även finnas ritningar på rördragningen.
- ✓ Finns det värmekällor under byggnaden, t.ex. värmekulvert, behövs även dessa ritningar.

Dessutom behövs geologiska undersökningsprotokoll och man bör veta hur grundvattenytan varierar i marken under året och mellan olika år. Ur undersökningsprotokollet finns hur marklagren varierar i jorden. Olika jordarter och berg har olika värmeledningsförmågor och värmekapaciteter. Kännedom om dessa behövs vid fuktdimensioneringen av grundkonstruktionen.

3.2 Materialdata för ingående material

Materialen som ingår i de olika byggnadsdelarna finns i byggnadsbeskrivning och på ritningar. I byggnadsbeskrivningen redovisas vilka material som ska användas till invändiga ytbeläggningsmaterial, innerdörrar, m.m. På ritningar finns oftast de material angiva som ska finnas inuti konstruktionen. För varje material behöver man kännedom om följande:

- ✓ Värmeledningsförmåga.
- ✓ Ånggenomgångsmotstånd eller ånggenomsläpplighet.

- ✓ För datorberäkningar även materialets värmekapacitet och hur fukthalten varierar med relativa fuktigheten. Exakt vilka värden på materialparametrarna som krävs beror på vilket eller vilka PC-program som ska användas.
- ✓ Kritiska fukttillstånd, d.v.s. under vilka förutsättningar materialet kan användas utan att det skadas eller orsakar annan olägenhet. Denna information behövs i fuktdimensioneringen för att kontrollera att acceptabla fukttillstånd kommer att finnas under byggnadens brukstid.
- ✓ Man bör även undersöka om materialet kan användas som anges på ritningarna eller i byggnadsbeskrivningen.
- ✓ Hur materialet ska förvaras innan man ska applicera det eller sätta det på plats i konstruktionen.
- ✓ Underhållsintervall och råd för skötsel för brukaren.

Alla punkterna finns normalt i materialbroschyrer från respektive leverantör. Om det skulle saknas data så rekommenderas att materialfabrikanten kontaktas.

3.3 Byggnadens användningsområde

Man måste veta vad byggnaden ska användas till. Är det bostäder eller ...? Dessutom kan det finnas olika verksamheter i olika delar av byggnaden, t.ex. en kombination av affärer och bostäder. Om det är bostäder så finns det ibland krav på att dessa ska utformas så att de ska vara allergianpassade.

Om det finns affärer i byggnaden bör anges vilken typ av affärer som kan tänkas att finnas. Man måste skaffa sig kunskap om det kan förekomma fuktalstrande verksamheter såsom blomsteraffär eller zoologisk affär.

Många gånger finns det byggnader som har speciella planlösningar, t.ex. flyttbara innerväggar. Sådana speciella krav måste kännas till vid en fuktdimensionering.

3.4 Klimatet inomhus

När det gäller byggnadens inomhusklimat finns ett antal frågor som ska besvaras:

- ✓ Hur varierar temperaturen inomhus? Konstant under året? Skillnader mellan olika rum?
- ✓ Hur varierar relativa fuktigheten under året? Konstant eller varierar den under året? Finns skillnader mellan olika rum?
- ✓ Vilken typ av ventilation ska användas, FT, F eller självdrag? Om man har mekanisk ventilation: Hur, när justeras anläggningen och under vilka klimatförutsättningar justeras den? När det gäller självdrag: Hur varierar luftflödena mellan olika rum och under året? Övriga frågor som berör ventilation är t.ex. om det finns luftkonditionering eller inte.
- ✓ Hur varierar fukttillskottet under året? Kan man anta att den är konstant eller varierar det under året? Är fukttillskottet olika i olika rum i byggnaden? Vilket värde ska användas i fuktdimensioneringen för handberäkningar eller i datorprogram? Tänk på att i vissa datorprogram används fuktproduktion som indata till programmet.

- ✓ Hur ser lufttrycksförhållandena ut i byggnaden? Mellan vilka tryckskillnader varierar lufttrycket över olika byggnadsdelar och på olika platser i byggnaden? Vad kan man förutse att det maximalt kan vara för de olika byggnadsdelarna och på olika platser i byggnaden? Finns det någon plats i byggnaden där man kan förutse att tryckskillnaden ger ett invändigt övertryck? Man måste ange storleken på beräknade eller uppskattade tryckskillnader i byggnaden.

När det gäller byggnadens lufttäthet så bör man kunna ange förväntat resultat på en täthetsprovning av byggnaden och förväntad storlek på totalt luftläckage. Man måste ha kännedom om mycket luft som läcker och storleken på tryckskillnaden för att utföra bedömning av inverkan av fuktkonvektion.

3.5 Klimatet utomhus

Eftersom Sverige är ett ”avlångt” land har vi en ganska stor spridning i hur utomhusklimatet är. Därför måste man besvara följande frågor:

- ✓ Var i Sverige ska byggnaden placeras?
- ✓ Finns byggnaden i utsatt eller skyddat läge för väder och vind?
- ✓ Vilken klimatdata ska användas i beräkningarna? Data från FUKTHANDBOK, KLIMATDATA FÖR FUKTBERÄKNINGAR eller ska data beställas från SMHI?
- ✓ Hur ska beräkningarna genomföras? Används normal- eller extremvärdesmetoden, eller statistiska metoder för att bestämma fukttillstånden? Vilka hjälpmedel i form av datorprogram ska användas?

3.6 Beställarens speciella krav och vilken risk för skador som kan accepteras

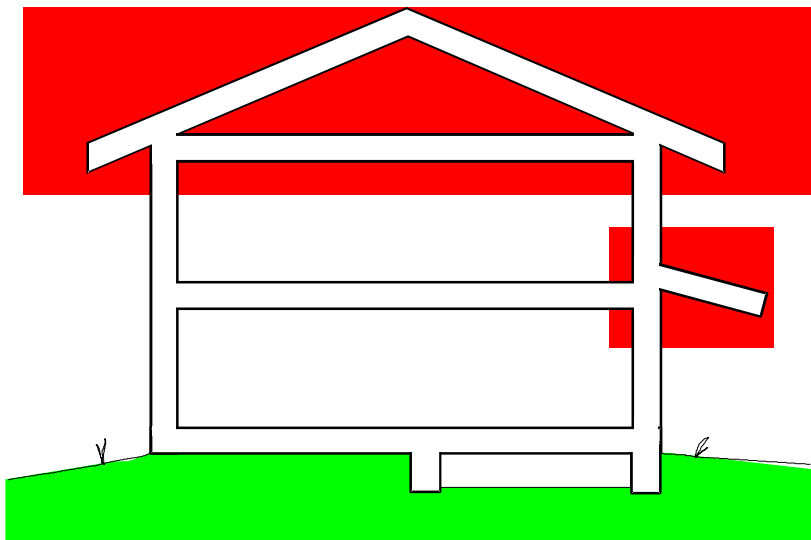
Att specificera beställarens krav och storleken på risken för skador eller andra olägenheter är ett mycket viktigt led i fuktdimensioneringen. Därför måste man ha svar på följande frågor:

- ✓ Ska speciella material eller fabrikat användas? Är något material förbjudet?
- ✓ Vilken risk för mögelpåväxt accepteras? Risk för kondens i konstruktionen? Risk för kemiska emissioner eller andra skadliga ämnen?
- ✓ Ska innehållsdeklarerade produkter användas?
- ✓ Ska byggnaden kunna användas till något annat?

Det kan också vara lämpligt att fundera över konsekvenserna av en framtida förändring av byggnaden eller verksamheten. Exempel på en förändrad användning är att inreda kallkällaren eller vindsutrymmet, tilläggsisolera vindsbjälkaget eller att byta golvbeläggning från klinker till en plastmatta.

4. TAKKONSTRUKTIONER

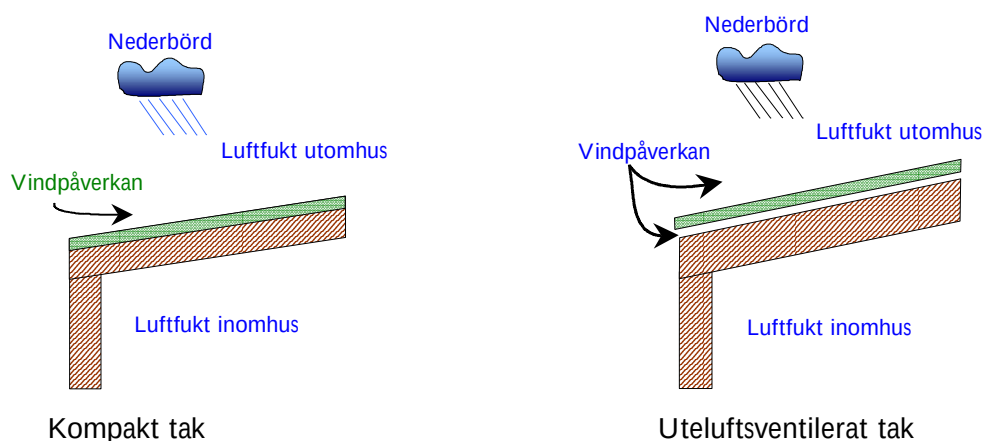
I avsnitten 4.1. *Normal fuktbelastning* och 4.2. *Enstaka fuktbelastning* följer ett antal övergripande anvisningar och rekommendationer för byggnadsdelen tak med tillhörande detaljlösningar och anslutningar. Med tak avses de röda rutorna i figuren nedan.



I slutet av boken finns ett sammanställningsprotokoll för byggnadsdelen tak. Det används för att kontrollera att checklistans olika punkter är genomförda för de olika fuktbelastningarna och är även ett beslutsunderlag för eventuellt godkännande.

4.1 Normal fuktbelastning

Med hjälp av följande avsnitt kontrolleras taket för fuktbelastningar som finns omkring byggnaden under hela dess totala brukstid. De normala fuktbelastningarna som belastar taket finns illustrerade i figur 14.



Figur 14. Exempel på normala fuktbelastningar, som finns i och omkring byggnadsdelen tak.

4.1.1 Nederbörd

1. Använd takbeläggningssmaterial som rekommenderas (se tabell 1 eller enligt tillverkarens anvisningar) för rådande taklutning och underlag. Se till att beläggningssmaterialens fogning, infästning, överlapp, etc görs enligt gällande branschstandarder och tillverkarens anvisningar. Taklutningen rekommenderas vara större än 1:16 dock minst 1:40.

Tabell 1. Rekommenderad taklutning för några taktäckningsmaterial. Nevander & Elmars-son (1994).

TAKTÄCKNING	MINSTA VERKLIGA LUTNING
TAKPAPP, DUKAR AV GUMMI ELLER PLASTFOLIE MATERIALEN SKA UPPFYLLA KRAVSPECIFIKATION. SYSTEMSÄ- KERHET VÄLJS MED AVSEENDE PÅ RISKNIVÅ.	1:40 (1,5°)
FORMSKUREN TAKPAPP (SHINGEL)	1:3 (18°)
PLAN SÖMSVETSAD PLÅT	1:40 (1,5°)
PLAN FALSAD ROSTFRI PLÅT	1:40 (1,5°)
— DUBBELFALSAD PLÅT I BANDTÄCKNING	1:10 (6°)
— DUBBELFALSAD PLÅT I SKIVTÄCKNING	1:10 (6°)
— ENKELFALSAD PLÅT I BANDTÄCKNING	1:4 (14°)
PROFILERADE SKIVOR (PLÅT MM)	
— MED TÄTNING I ÖVERLAPPSFOGAR, PÅ STÅLÅSAR	1:10 (6°)
— MED TÄTNING I ÖVERLAPPSFOGAR, PÅ TRÄÅSAR	1:7 (8°)
— UTAN TÄTNING	1:4 (14°)
TAKPANNOR AV PLÅT, TEGEL, BETONG	
— OFALSADE PANNOR PÅ UNDERLAGSTÄCKT TRÄ	1:2,5 (22°)
— OFALSADE PANNOR PÅ VATTENAVLEDANDE UNDERLAG	1:2 (27°)
— FALSADE PANNOR PÅ UNDERLAGSTÄCKT TRÄ	1:4 (14°)
— FALSADE PANNOR PÅ VATTENAVLEDANDE UNDERLAG	1:2,5 (22°)

2. Hinder, anslutningar och genomföringar ska inte medföra risk för stigande vatten och läckage. Taket ska luta ifrån hinder, anslutningar och genomföringar.
3. Utforma taket så att nederbörden kan rinna av från taket och inte rinna in i skarvar, fogar eller anslutningar till andra byggnadsdelar eller föras in i takkonstruktionen under inverkan av vindpåverkan.
4. Placera genomföringar i ett fåtal grupper på taket. Genomföringar ska inte placeras i ränn-dalar eller andra lågpunkter. Rekommendationen gäller inte för invändigt placerade tak-brunnar och bräddavlopp.
5. Taket ska luta mot takavvattningssystemet och det ska vara uppbyggt på ett sådant sätt att allt vatten avleds. Takbrunnar ska placeras i takets lågpunkter.
6. Förhindra att smält snö inte kan återfrysas och ge uppdämningar.
7. Om det finns eller kommer att finnas träd i byggnadens omgivning bör de invändiga tak-brunnarnas antal ökas. Stuprör ska ha rensningsmöjligheter som förhindrar att löv m.m. täpper igen systemet.
8. Vid invändig takavvattning bör försänkta ränn-dalar undvikas p.g.a. svårigheter vid arbets-utförandet.

9. Vid invändig takavvattning ska bräddavlopp finnas som indikerar när takbrunnarna är igentäppta.
10. Om någon enstaka takpanna eller överlagsplatta har gått sönder ska kontrolleras att regn på undertäckningen kan accepteras under kortare tidsperioder. Nederbörden ska avledas från undertäckningen och inte bli stående. Nederbörden ska inte tränga in genom undertäckningens skarvar, via överlappsskarvar eller på annat sätt komma in i konstruktionen.
11. Placera trä och träbaserade material så torrt som möjligt. Tänk på att tegel, betong, puts etc. kan absorbera mycket fukt, kapillärt.

4.1.2 Luftfukt utomhus

1. För kyl- och frysrum i anslutning till taket (en inomhustemperatur som är mindre än årsmedelvärdet för orten) får inte utomhusluften sugas in i konstruktionen med hjälp av ett invändigt undertryck. Rörelsefogar, anslutningsdetaljer, m.m. ska var lufttäta så att uteluft inte kan sugas in.
2. Placera trä eller träbaserade material så varmt och torrt som möjligt.

FÖR VENTILERADE TAK (3 T.O.M. 5):

3. Tak med pannor eller överläggsplattor och underlagstäckning samt luftspalter ska utföras både enligt takpannefabrikantens respektive undertäckningsfabrikantens anvisningar och gällande branschstandarder. Om kondens kan uppstå på undersidan av taket ska inte kondensen rinna ner i underliggande konstruktion/bjälklag.
4. Materialen i vindsutrymmen rekommenderas ha en hög fuktkapacitet och tåla normal fuktbelastning utan att ta skada.
5. Ventilations- och avluftningskanaler får inte ha utloppet i det ventilerade utrymmet. Alla måste avslutas helt och hållet utanför yttertak.

4.1.3 Luftfukt inomhus

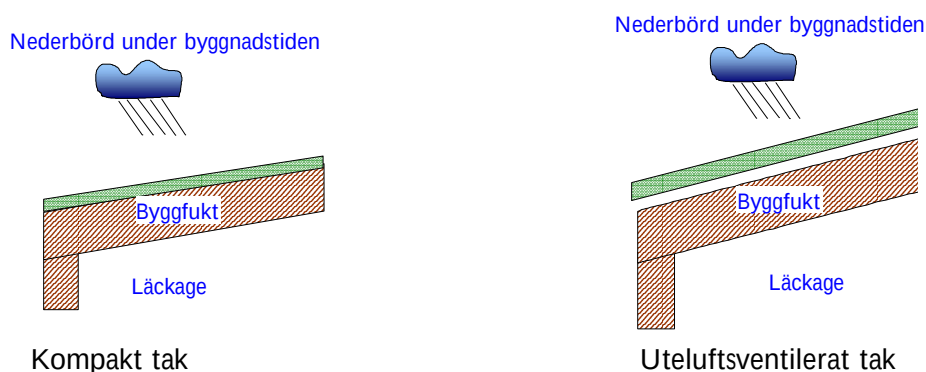
1. Fukttransport i ångfas (ångdiffusion) ska inte öka fukttillståndet i konstruktionen. Om så är fallet placera en heltäckande ångspärr på konstruktionens insida. Ångspärren får inte kan skadas av de boendes vanor, t.ex. håltagning för uppsättning av lampor m.m. (se punkt 3 nedan). Tänk på att akustikplattor kan ge ett extra värmemotstånd och därmed påverka fukttillståndet i takkonstruktionen.
2. God lufttäthet ska finnas för att undvika fuktkonvektion. Kontrollera anslutningar till andra konstruktioner, skarvar, överlapp eller där luftläckage kan förekomma. Tänk på att ett invändigt övertryck kan förekomma temporärt vid taket.
3. Ska en ångspärr/lufttätning placeras i taket så rekommenderas att elkablar och ventilationskanaler förläggs (helt och hållet) på varma sida, innanför ångspärr/lufttätning och i en invändig installationsspalt. Placeringen av ångspärren i taket får inte ge kondens eller höga fukttillstånd inuti konstruktionen.
4. Undvik håltagning i ång- och lufttätningen. Om håltagning måste utföras ska tätningen utföras med för ändamålet särskilt godkänt material enligt tillverkarnas branschstandarder.

Vid håltagningar för t.ex. elrör och sprickor i konstruktioner utan ångspärr skall dessa tätas noggrant så att inget oavsiktligt luftläckage kan förekomma.

5. Undvik köldbryggor. Värmeisolering ska placeras på utsidan av köldbryggan. Om köldbryggor inte helt kan undvikas bör risken fuktskador eller andra olägenheter utredas.

4.2 Enstaka fuktbelastning

I följande avsnitt kontrolleras taket för fuktpåverkningar som uppkommer under någon tidpunkt av byggnadens totala livslängd. I figur 15 finns de enstaka fuktbelastningarna skisserade.



Figur 15. Exempel på enstaka fuktbelastningar, som finns i och omkring ett tak.

4.2.1 Nederbörd under byggnadstiden

1. Föreskriv att byggnadsmaterial förvaras som materialfabrikanterna anvisar. Byggnadsmaterial som inte kommer att utsättas för nederbörd under brukartiden bör förvaras torrt. Torra material och torra konstruktioner minskar risken för framtida fuktproblem. Exempel på lämplig förvaring: *inomhus* avskilt från fuktigt golv, *utomhus* avskilt från marken samt luftigt (väl ventilerat) under presenning.
2. Använd provisoriskt tak eller presenning för att förhindra att nederbörden tränger in i konstruktionen. Tänk på att nederbörd orsakar en förhöjd energiförbrukning både under uttorkningen av byggfukt och om fukt finns instängd i värmeisoleringen mellan två ångtäta skikt.
3. Prefabricerade element ska förvaras så att inte nederbörd kan ge ökad fuktbelastning. De bör förvaras luftigt under presenningar eller provisoriskt tak och väl avskilda från marken. Prefabricerade element bör inte förvaras under längre tider på arbetsplatsen utan ska helst leveras samma dag som de ska användas.

4.2.2 Byggfukt

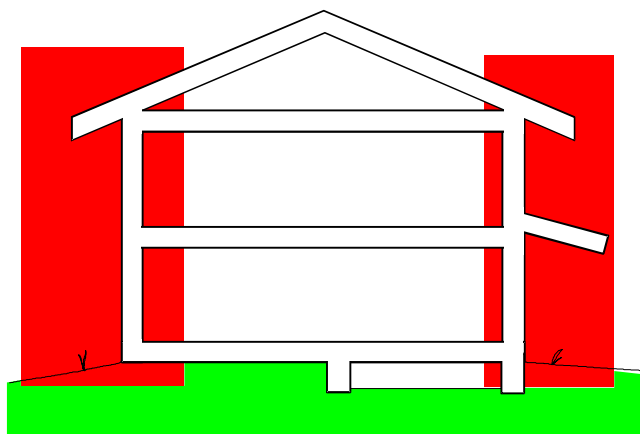
1. Konstruktioner med material som tillförs fukt under uppförandet, t.ex. betong och lättbetong, ska torka ut inom rimliga tider. Kontrollera att betong, lättbetong, tegel, etc. inte orsakar skador på omgivande trä eller träbaserade material efter det att uttorkningen har skett till den lägsta kritiska fuktnivån. När olika material ingår i konstruktionen är det den lägsta kritiska fuktnivån som avgör till vilket fukttillstånd som uttorkningen ska ske. Gjutformar av t.ex. trä eller träbaserade material ska inte finnas kvar i konstruktionen.
2. Fuktiga material ska inte byggs in i konstruktionen. Detta gäller speciellt organiska och hygroskopiska material, t.ex. trä och träbaserade material. Ange vilken maximal fuktnivå som kan accepteras vid inbyggnaden.
3. Placera en heltäckande alkalibeständig fuktspärr/ångspärr mellan trä och träbaserade produkter och material som kan vara fuktigt utan att ta skada (t.ex. betong, lättbetong, tegel, etc). Betongen ska vara väl rengjord innan ångspärr eller fuktspärr appliceras.
4. Uttorkningstiden får inte förlängas av olämplig ytbehandling och/eller av de invändiga beklädnadsmaterialen. Redovisa både när ytbehandling kan genomföras och när en ny kan utföras.
5. På en stomme av betong eller lättbetong rekommenderas att en alkalibeständig ångspärr placeras under värmeisoleringen på betongen eller lättbetongen. Denna förhindrar att byggfukt vandrar ut mot konstruktionens kalla utsida. Betongen ska vara väl rengjord innan ångspärr eller fuktspärr appliceras.
6. Kontrollera att byggfukten, i ång- eller vätskefas, inte kan transporteras till andra konstruktioner och anslutningar där den kan kondensera eller på annat sätt ge skador.

4.2.3 Läckage

1. Vattenledningsrör ska placeras så att eventuellt läckage kan upptäckas i ett tidigt skede.
2. För att undvika kondens på rör måste rörisoleringen vara tillräckligt tjock. På rör som alltid har en lägre temperatur än omgivningen kan kondens lätt uppstå. Sådana rör bör därför placeras i särskilda vattensäkra schakt där överskottsvattnet kan tas omhand.
3. Innertak, anslutningar till väggar i bad- och duschrum, tvättstuga samt andra utrymmen som kan utsättas för antingen direkt eller indirekt vattenspolning eller hög fuktbelastning ska utföras enligt gällande branschstandarder.

5. YTTERVÄGGSKONSTRUKTIONER

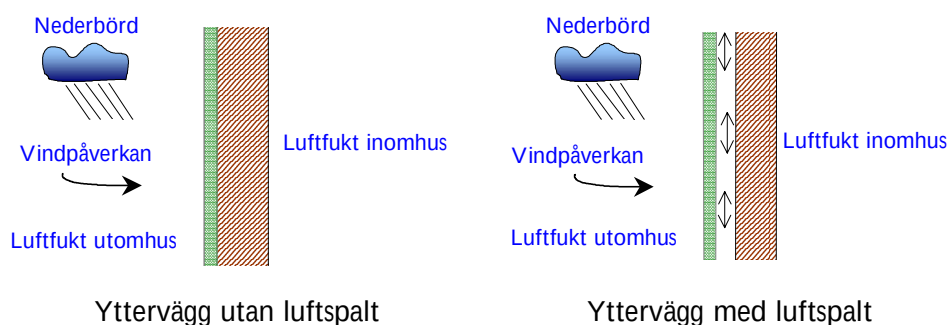
I avsnitten 5.1 *Normal fuktbelastning* och 5.2 *Enstaka fuktbelastning* följer vissa övergripande anvisningar och rekommendationer för byggnadsdelen ytterväggar med tillhörande anslutningar. Med ytterväggar avses de röda rutorna i figuren. Ytterväggar under mark, källarytterväggar behandlas i kapitel 6. *Grundkonstruktioner*.



I slutet av boken finns ett sammanställningsprotokoll för byggnadsdelen ytterväggar. Det används för att kontrollera att checklistans olika punkter är genomförda för de olika fuktbelastningarna och är även ett beslutsunderlag för eventuellt godkännande.

5.1 Normal fuktbelastning

Med hjälp av följande avsnitt kontrolleras ytterväggen för fuktbelastningar som finns omkring byggnaden under hela livslängden. Några av dessa fuktbelastningar finns illustrerade i figur 16.



Figur 16. Exempel på normala fuktbelastningar, som finns i och omkring ytterväggar.

5.1.1 Nederbörd

1. Nederbörd som absorberas av fasadmaterialet/en ska kunna torka ut utan att skador eller andra olägenheter uppkommer.
2. Fasadmaterialets överlapp vid skarvar, anslutningar, etc. ska vara tillräckligt täta och korrekt utförda så att vatten inte kan transporteras in i konstruktionen. Det gäller exempelvis fukt som transporteras kapillärt, förs in med hjälp av vinden eller rinner in.

3. Vid utvändig målning av fasadmaterialet ska lämpligt färgsystem väljas.
4. Fasadmaterial av träpanel, skivor och dylikt samt skalmurar ska anordnas med bakomliggande dränering och luftning så att fukten kan avledas utåt och så att uttorkning kan ske. Vid skalmurar ska tillses att kontakt inte uppstår via fogbruket så att vatten indirekt kan transporteras mot väggens insida.

Vid konstruktioner utan uteluftsventilerad luftspalt krävs noggrant utförande av fasadmaterialets fogar, överlapp, etc.

5. Vid byggnader som är lägre än tre plan bör man om möjligt använda ett stort taksprång. Detta för att minska nederbördens inverkan via slagregn på ytterväggen.
6. Fasadmaterial av tegel, betong, puts, m.fl. bör vara frostbeständiga.
7. Placera trä och träbaserade material så torrt som möjligt. Tänk på att tegel, betong, puts, etc. kan absorbera stor mängd fukt, kapillärt.

5.1.2 Luftfukt utomhus

1. Kondens på fasadbeklädnadens insida kan orsakas av temperaturändringar vid vissa väderförhållanden. Använd tvästegstättning (regn- och vindtätning i två olika skikt) vid icke hygroskopiska fasadmaterial med liten eller ringa värme- eller fuktkapacitet, t.ex. plåt eller natursten (granit, marmor etc).
2. Placera trämaterial, t.ex. syll och hammarband, så nära insidan och så torrt som möjligt. Se till att det finns ett skikt värmeisolering placerad på utsidan.

5.1.3 Luftfukt inomhus

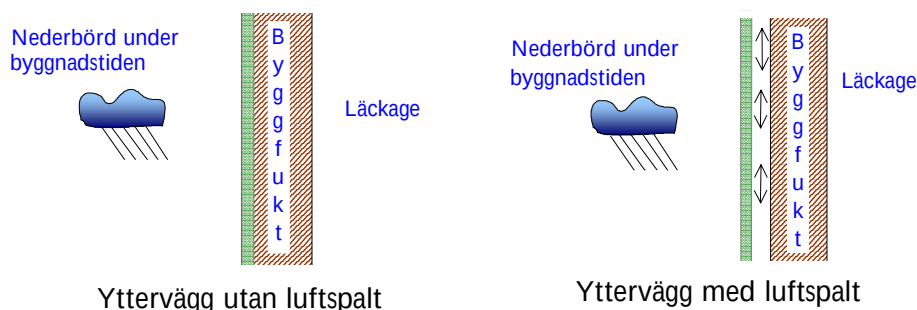
1. Fukttransport i ångfas (ångdiffusion) ska inte ge skadliga fukttillstånd i konstruktionen. Om så är fallet placera en heltäckande ångspärr i konstruktionens insida. Ångspärren får inte kan skadas av de boendes vanor, t.ex. håltagning för uppsättning av tavlor m.m. (se punkt 3 nedan).
2. God lufttätning ska finnas för att undvika fuktkonvektion, d.v.s. fukttransport med hjälp av lufttrycksskillnader. Kontrollera anslutningar till andra konstruktioner, skarvar och överlapp där ett luftläckage kan förekomma. Tänk på att övertryck temporärt kan förekomma vid ytterväggens övre delar, vid anslutningen till tak.
3. Då ångspärr/lufttätning behövs i ytterväggen rekommenderas en installationsspalt närmast väggens insida, där elkablar och ventilationskanaler kan placeras. Vattenledningsrör skall dock placeras väl synliga. (Se vidare under 5.2.3 *Läckage*). Ångspärrens placering i väggen ska inte ge kondens eller höga fukttillstånd inuti ytterväggen.
4. Vid klimatanläggningar med kondensorn placerad på ytterväggens utsida bör risken för skador i fasadbeklädnaden undersökas.
5. Undvik håltagning i ångspärren och lufttätningen. Om håltagning måste genomföras ska tätningen utföras med för ändamålet särskilt godkänt material enligt tillverkarnas branschstandarder.

Vid håltagningar för t.ex. elrör eller sprickor i konstruktioner utan ångspärr (t.ex. invändig betongstomme) ska dessa tätas noggrant så att inget oavsiktligt luftläckage kan förekomma.

6. Undvik köldbryggor. Se till att en så stor del som möjligt av värmeisoleringen placeras på utsidan av köldbryggan. Om köldbryggor inte helt kan undvikas eller åtgärdas bör risken för fuktproblem utredas.
7. Rum med hög fuktbelastning ska ventileras väl.

5.2 Enstaka fuktbelastning

I följande avsnitt kontrolleras ytterväggen för fuktbelastningar som uppkommer under någon tidpunkt av byggnadens totala livslängd. I figur 17 finns de enstaka fuktbelastningarna skisserade.



Figur 17. Exempel på enstaka fuktbelastningar, som finns i och omkring en yttervägg.

5.2.1 Nederbörd under byggnadstiden

1. Föreskriv att byggnadsmaterial förvaras som materialfabrikanterna anvisar. Byggnadsmaterial som inte kommer att utsättas för nederbörd under brukartiden bör förvaras torrt. Torra material och torra konstruktioner minskar risken för framtida fuktproblem. Exempel på lämplig förvaring: *inomhus* avskilt från fuktigt golv, *utomhus* avskilt från marken samt luftigt (väl ventilerat) under presenning.
2. Använd provisoriskt tak eller presenning för att förhindra fuktbelastning från nederbörd på redan färdigställda delar av ytterväggen. Tänk på att nederbörd orsakar en förhöjd energiförbrukning både under uttorkningen av byggfukt och om fukt finns instängd i värmeisoleringen mellan två ångtäta skikt.
3. Se till att förtillverkade byggnadsdelar skyddas väl mot nederbörd. Täck över med presenning etc. Tänk på att prefabricerade element inte bör förvaras under längre tider på arbetsplatsen utan helst ska de levereras samma dag som de ska användas.

5.2.2 Byggfukt

1. Konstruktioner med material som tillförs fukt under uppförandet, t.ex. betong, lättbetong och skalmurar, ska kunna torka ut inom rimliga tider. Kontrollera att t.ex. betong inte orsakar skador på omgivande fuktkänsliga material (t.ex. trä eller träbaserade material) efter att uttorkningen har skett till den lägsta kritiska fuktnivån. När olika material ingår i konstruktionen är det den lägsta kritiska fuktnivån som avgör till vilken relativ fuktighet som uttorkningen ska ske. Gjutformar av t.ex. trä eller träbaserade material ska inte finnas kvar i konstruktionen.
2. Fuktiga material ska inte byggas in i konstruktionen. Detta gäller speciellt organiska och hygroskopiska material, t.ex. trä och träbaserade material. Ange vilken maximal fuktnivå som kan accepteras vid inbyggnad.
3. Placera en alkalibeständig fuktspärr/ångspärr mellan trä och träbaserade produkter och material som kan vara fuktigt utan att ta skada (t.ex. betong, lättbetong, tegel, etc). Betongen ska vara väl rengjord innan t.ex. ångspärr eller fuktspärr appliceras.
4. Uttorkningstiden får inte förlängas av olämplig ytbehandling och/eller av de invändiga beklädnadsmaterialen (tillsammans). Redovisa både när ytbehandling kan göras och när en ny kan utföras.
5. Kontrollera att byggfukten, i ång- eller vätskefas, inte kan transporteras till andra konstruktioner och anslutningar där den kan kondensera eller på annat sätt ge skador.

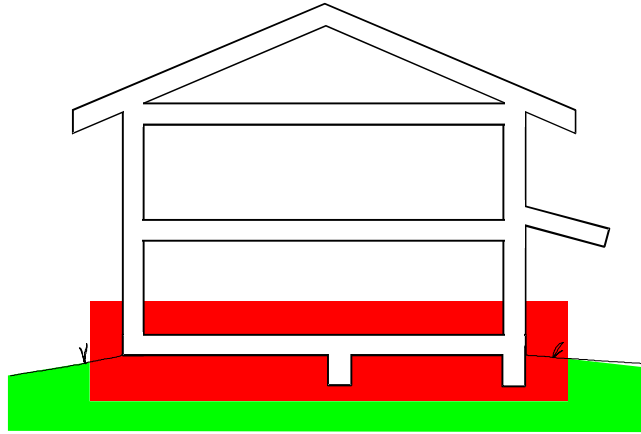
5.2.3 Läckage

1. Vattenledningsrör ska placeras så att eventuellt läckage kan upptäckas i ett tidigt skede.
2. För att undvika kondens på rör måste rörisoleringen vara tillräckligt tjock. På rör som alltid har en lägre temperatur än omgivningen kan kondens lätt uppstå. Sådana rör bör därför placeras i särskilda vattensäkra schakt där överskottsvattnet kan tas omhand.
3. Läckande stuprör och hängrännor ska inte kan orsaka skador i väggen eller på fasaden.
4. Om någon del av ytterväggarna kan belastas av direkt vattenspolning (t.ex. vid spolplatta, utvändiga tappvattenkranar m.m.) eller smältvatten (t.ex. uppvärmda garage) måste väggen förses med speciellt fuktskydd som förhindrar en vidare transport in i konstruktionen.
5. I rum som utsätts för antingen direkt eller indirekt vattenspolning eller hög fuktbelastning, t.ex. bad- eller duschrum och tvättstuga, ska invändiga beklädnader samt anslutningar mot byggnadsdelarna tak eller grund utföras enligt gällande branschstandarder.

6. GRUNDKONSTRUKTIONER

I avsnitten 6.1 *Normal fuktbelastning* och 6.2 *Enstaka fuktbelastning* följer vissa övergripande anvisningar och rekommendationer för grundkonstruktioner med tillhörande anslutningar.

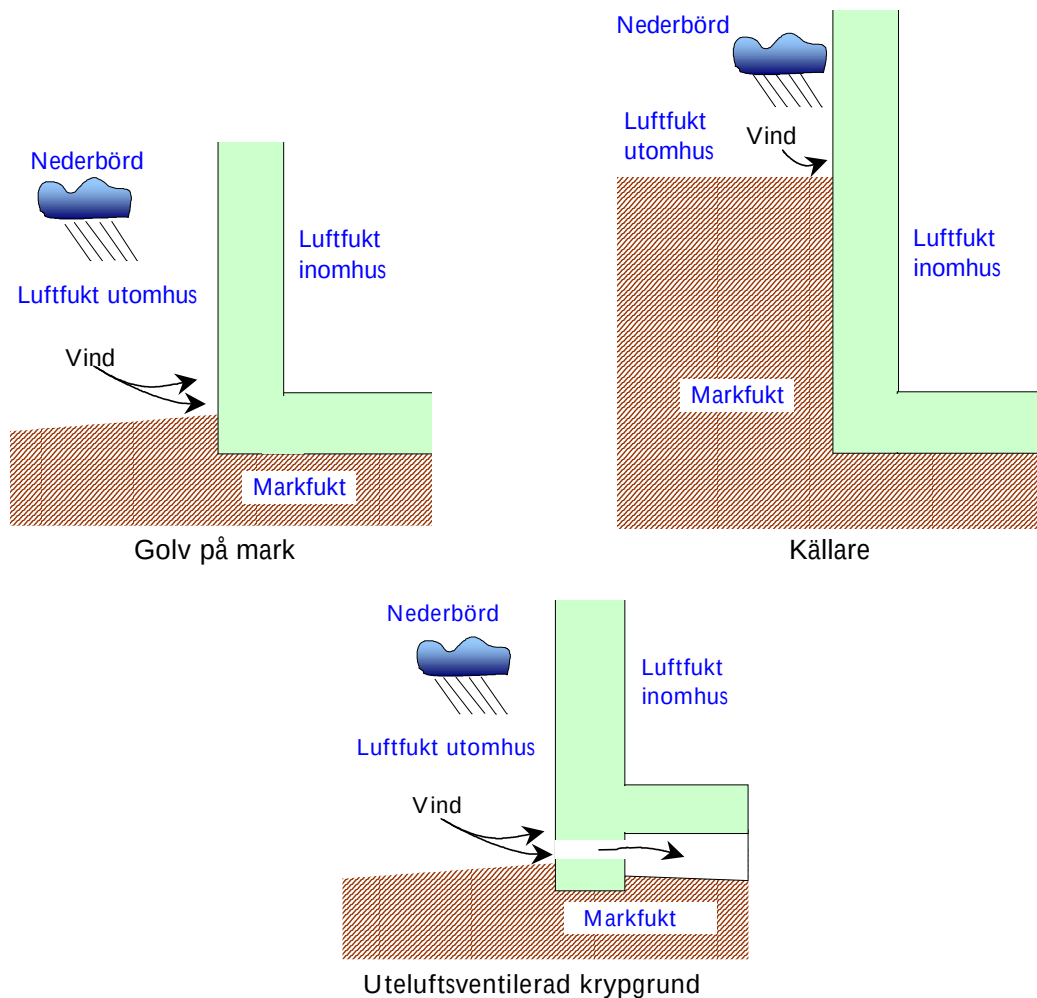
Med grundkonstruktioner avses konstruktioner under marknivå, d.v.s. de röda rutan i figuren nedan.



I slutet av boken finns ett sammanställningsprotokoll för byggnadsdelen grunder. Det används för att kontrollera att checklistans olika punkter är genomförda för de olika fuktbelastningarna och är även ett beslutsunderlag för eventuellt godkännande.

6.1 Normal fuktbelastning

I följande avsnitt kontrolleras grundkonstruktionen för fuktbelastningar som finns omkring byggnaden under hela dess brukstid. I figur 18 finns de normala fuktbelastningarna illustrerade.



Figur 18. Exempel på normala fuktbelastningar, som finns i och omkring grunder.

6.1.1 Nederbörd

1. Marken utanför byggnaden ska luta från byggnaden och jorden komprimeras med en minsta lutning 1:20 och minst 3 m ut från grundens ytterkant räknat. Om inte tremetersgränsen kan uppnås avskiljs med ett dränerande dike som avleder vattnet.
2. Nederbörden som rinner ner mot grunden t.ex. från ytterväggar, ska avledas ut från grundkonstruktionen (t.ex. rinna av på markytan eller via dike) eller samlas upp i dagvattenledning, utan att några skador uppkommer.
3. Nederbörden får inte transporteras in i grunden via ventiler, springor eller spalter. Vatten kan exempelvis sugas in kapillärt, eller föras in med hjälp av vinden, eller rinna in genom springor eller spalter.

4. Sockelhöjden bör minst vara 200 - 300 mm för att förhindra att vattenstänk från markytan ökar fuktbelastningen mot fasadbeklädnaden och grundens anslutning mot ytterväggen.
5. Välj lämpligt färgsystem om grunden ska målas utvändigt.
6. Placera trä och träbaserade material så torrt som möjligt. Tänk på att tegel, betong, puts, etc. kan suga mycket fukt, kapillärt.

6.1.2 Luftfukt utomhus

1. Uteluftsventilerade konstruktioner (ex. kryprum) ska konstrueras så att en bra luftventilation erhålls i krypgrunden. Buskar m.m. bör inte täcka ventilationskanalerna och ventilationskanalerna bör utformas så att en horisontell luftströmning fås genom ventilen. Ventilationsöppningarna ska placeras så att hela utrymmet ventileras. Observera att det i allmänhet också måste finnas öppningar för luftventilation i hjärtväggsmuren.
2. Placera syllen så torrt som möjligt. För t.ex. platta på mark placeras den så nära insidan av ytterväggen som möjligt och med ett skikt av värmeisolering på utsidan av syllen.
3. För uteluftsventilerade grundkonstruktioner rekommenderas att materialen i det uteluftsventilerade utrymmet kan ta upp fukt under vissa tidsperioder (hög fuktkapacitet) under året och avge fukten under torrare förhållanden utan att materialen eller andra ingående komponenter tar skada.
4. I krypgrunder bör en del av värmeisoleringen placeras på marken för att motverka markens värmetröghet och reducera markavdunstningen. Värmeisoleringen i bjälklaget bör inte vara allt för tjock. Ju tjockare isolering i bjälklaget desto lägre temperatur i grunden och desto större blir risken för fuktproblem. Avlägsna alla virkesrester, humus och andra organiska material från schaktbotten
5. I krypgrunder bör i vissa fall en fuktspärr placeras på underliggande dränerande lagret. All kondensvatten på fuktspärren ska kunna rinna av utan att skador uppkommer. Avlägsna alla virkesrester, humus och andra organiska material innan fuktspärren läggs ut.

6.1.3 Luftfukt inomhus

1. Den största delen av värmeisoleringen bör placeras på konstruktionens kallaste sida, t.ex. för platta på mark direkt på marken ovanpå dräneringslager och geotextilduk. För källarytterväggar placeras all värmeisolering på konstruktionens utsida.
2. Fukttransport i ångfas (ångdiffusion) ska inte leda till höga fukttillstånd i något av konstruktionens ingående material. Ett materials lägsta kritiska fukttillstånd bestämmer högsta tillåtna fukttillståndet i konstruktionen.
3. Konstruktionen ska vara lufttät, inklusive alla skarvar, genomföringar och anslutningsdetaljer. Normalt finns undertryck vid grundkonstruktionen om inte byggnadens ventilationssystem ändrar förhållandena. Lufttätning behövs för att bl.a. undvika golvdrag och olägenheter i form av dålig luftkvalitet, t.ex. unken lukt och radonhaltig luft från grunden.
4. Undvik köldbryggor. För att undvika en köldbrygga bör en del av värmeisoleringen placeras på utsidan av köldbryggan. Om köldbryggor inte helt kan undvikas eller åtgärdas bör risken för fuktproblem utredas.

5. Inneluftsventilerade krypgrunder ska ha samma lufttäthetskrav som byggnaden i övrigt. Se till att luften sprids jämt över hela utrymmet och kontrollera risken för förhöjda fuktillstånd. Placera ingen värmeisolering i bottenbjälklaget samt minimera värmeförlusterna från grunden.

6.1.4 Markfukt

Beträffande markfukt ska hänsyn tas både till vatten i gasform, ÅNGFAS, och vatten i flytande form, VÄTSKEFAS.

ÅNGFAS

1. För golv på mark ska man utgå ifrån att markens relativa fuktighet motsvara 100% och att golvbeläggningen är diffusionstät. Detta gäller även om det föreskrivs en ånggenomsläpplig golvbeläggning. Utforma grunden med en värmeisolering under hela grundkonstruktionen mellan betongplattan och de underliggande skikten. Kontrollera med en beräkning att värmeisoleringens översida är minst 2 till 3°C varmare än dess undersida. För limmade mattor utan organiskt skydd bör temperaturskillnaden vara minst 3°C.

I de centrala delarna för breda byggnader kan temperaturskillnaden över värmeisoleringen bli otillräcklig för att den ensam ska fungera som ett ångskydd. Om så blir fallet erfordras antingen en tjockare värmeisolering eller kompletteras ångskyddet med en ångspärr.

Finns det värmekällor i grunden, i marken (t.ex. värmekulvert) eller olika temperaturer i olika rum (>5°C temperaturskillnad mellan rummen) kan det ske en uppvärmning av marken. Effekten av en sådan uppvärmning måste utredas med beräkningar.

2. För krypgrunder bör en ångspärr placeras under markens värmeisolering och ovanpå dräneringslagret. En markisolering motverkar markens värmetröghet och reducerar avdunstning av vatten från markytan.

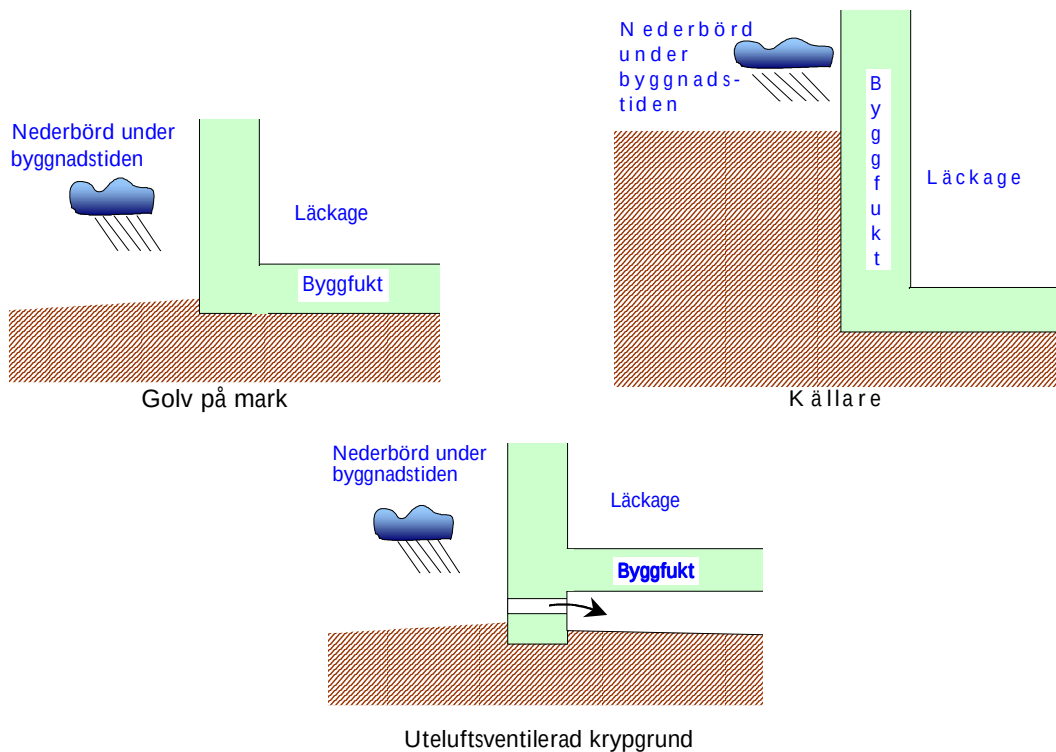
VÄTSKEFAS

1. Minst ett kapillärbrytande lager ska finnas under hela byggnaden. Dräneringsgrus eller dräneringsmakadam bör ha en minsta tjocklek av 2 gånger det kapillärbrytande skiktets stighöjd. Kapillärbrytande värmeisolerade skivor utan falsar bör läggas i två lager med förskjutna skarvar. Det rekommenderas att använda en geotextilduk att förhindra att den befintliga jorden transporteras in i det undre kapillärbrytande lagret. Duken bör placeras mellan den befintliga jorden och det kapillärbrytande skiktet. Se till att överlapp är enligt gällande branschstandarder eller tillverkarens anvisningar.
2. En fungerade dräneringsledning ska finnas med en minsta lutningen 1:200 mot uppsamlingskanalen. Vattnet ska från uppsamlingskanalen transporteras ifrån byggnaden, direkt till ex. dagvattenavlopp. Minsta dimension är 70 mm och rören ska vara placerade i underkant av dräneringslagret för grundkonstruktionen. Högsta höjden på dräneringssystemets underkant är grundkonstruktionens lägsta punkt, exklusive dränering. Oavsett grundkonstruktion ska schaktbotten packas med lutning mot dräneringsrören. Dräneringslagret ska passera oavbrutet under alla förstövningar, grundmurar etc. Beakta att rötter från träd och buskar kan tränga in i dräneringen eller dränerande lager. Schaktbotten ska packas med lutning ifrån byggnaden.

- Under syllar liksom under andra träbaserade material som ska placeras på betong o.dyl. måste man anbringa en pålitlig och heltäckande alkalibeständig fuktspärr.

6.2 Enstaka fuktbelastning

I följande avsnitt kontrolleras grundkonstruktionen för fuktbelastningar som uppkommer under någon tidpunkt av byggnadens totala livslängd. De enstaka fuktbelastningarna finns i figur 19.



Figur 19. Exempel på enstaka fuktbelastningar, som finns i och omkring grunder.

6.2.1 Nederbörd under byggnadstiden

- Förvara byggnadsmaterialen torrt och så som materialfabrikanten föreskriver. De byggnadsmaterial som inte kommer att utsättas för nederbörd under brukartiden bör inte utsättas för det under uppförandet av byggnaden. Torra material och torra konstruktioner minskar risken för framtida fuktproblem. Exempel på lämplig förvaring: *inomhus* avskilt från fuktigt golv, *utomhus* avskilt från marken samt luftigt (väl ventilerat) under presenning
- Förhindra att nederbörd belastar grunden genom att använda provisoriskt tak eller presenning över grundkonstruktionen. Regn eller snö kan leda till att uttorkningstiden förlängs. Det gäller både för helt eller för delvis färdigställda delar av konstruktionen.
- Dräneringen ska fungera innan den övriga grundkonstruktionen finns på plats.
- Förtillverkade byggnadsdelar ska skyddas mot nederbörd. Täck över t.ex. med presenning. Prefabricerade element ska inte förvaras under längre tider på arbetsplatsen utan ska helst användas samma dag som de levereras.

6.2.2 Byggfukt

1. Konstruktioner med material som tillförs fukt under uppförandet, t.ex. betong och lättbetong, ska torka ut inom rimliga tider. Kontrollera att t.ex. betong inte orsakar skador på de omgivande trä eller träbaserade materialen efter det att uttorkningen har skett till den lägsta kritiska fuktnivån. När olika material ingår i konstruktionen är det den lägsta kritiska fuktnivån som avgör till vilket fukttillstånd som uttorkningen ska ske. Gjutformar av t.ex. trä eller träbaserade material ska inte finnas kvar i konstruktionen. Följ upp uttorkningstiden med fältmätningar.
2. Fuktiga material ska inte byggas in i konstruktionen. Detta gäller speciellt organiska och hygroskopiska material, t.ex. trä och träbaserade material. Ange vilken maximal fuktnivå som kan accepteras vid inbyggnaden.
3. Placera en heltäckande alkalibeständig fuktspärr/ångspärr mellan trä och träbaserade produkter och material som kan vara fuktigt utan att ta skada (t.ex. betong, lättbetong, tegel, etc). Betongen ska vara väl rengjord innan t.ex. ångspärr eller fuktspärr appliceras.
4. Fuktiga material ska inte stängas in mellan två ångtäta skikt.
5. Uttorkningstiden får inte förlängs av olämplig ytbehandling och/eller av de invändiga beklädnadsmaterialen (tillsammans). Redovisa både när ytbehandling kan genomföras och när en ny kan utföras i framtiden.
6. Kontrollera att byggfukten, i ång- eller vätskefas, inte kan transporteras till andra konstruktioner och anslutningar där den kan kondensera eller på annat sätt ge skador.
7. Inneluftsventilerade krypgrunder och lättbetongsystem bör ha forcerad ventilation under uttorkningsskedet för att förhindra korrosion på armeringen.

6.2.3 Läckage

1. Vattenledningsrör ska placeras väl synliga enligt gällande branschstandarder. Om vattenledningsrör måste placeras inuti grundkonstruktionen ska dessa vara placerade i speciella fack och så att eventuellt läckage kan upptäckas snabbt.
2. Behandla grundens utsida med ett åldersbeständigt fuktskydd. Detta är speciellt viktigt om det finns rabatter, avspolningsplatser etc. invid huset.
3. Lutningen mot golvbrunnar ska vara tillfredsställande och tätningarna ska utföras med omsorg enligt gällande regler för våtrum.
4. Kontrollera var avlopps- och värmekulvertssystemet är placerade. Eventuellt läckage ska upptäckas snabbt och inte leda till skador.
5. Kontrollera takavvattningens anslutning till dagvattenavloppet. Finns det risk för läckage?
6. Dräneringssystemet ska ha rensningsmöjligheter.
7. Förhindra direkt vattenläckage in i konstruktionen. Det rekommenderas att utföra exempelvis bad, tvättstuga eller kök enligt gällande branschstandarder.
8. Om vattenledningar passerar genom eller finns bakom en fast inredning bör golvet luta från rörets placering så att ett vattenläckage uppmärksammas snabbt.

7. ATT LÄSA VIDARE

I följande skrifter kan man få mer information om den aktuella byggnadsdelen samt klimat- och materialdata för fuktberäkningar som bör genomföras under en fuktdimensionering.

IEA Annex 24: International Energy Agency: Heat, Air and Moisture Transfer in Insulated Envelope Parts, *Final Report, TASK 1: Modelling, Volume 1*. ISBN 90-75741-02-2. Leuven, Belgium. 1996

IEA Annex 24: International Energy Agency: Heat, Air and Moisture Transfer in Insulated Envelope Parts, *Final Report, TASK 1: Modelling, Volume 1 Addendum, Common Exercises, Summary reports*. ISBN 90-75741-02-2. Leuven, Belgium 1996.

IEA Annex 24: International Energy Agency: Heat, Air and Moisture Transfer in Insulated Envelope Parts, *Final Report, TASK 2: Environmental conditions Volume 2*. ISBN 90-75741-03-0. Leuven, Belgium 1996.

IEA Annex 24: International Energy Agency: Heat, Air and Moisture Transfer in Insulated Envelope Parts, *Final Report, TASK 3: Material Properties, Volume 3*. ISBN 90-75741-01-4. Leuven, Belgium 1996.

Kunskapsbas till Hus & Hälsa: *Människan & Inomhusklimatet*. U4:1992
ISBN 91-540-5429-X. Byggforskningsrådet, Stockholm 1992.

Kunskapsbas till Hus & Hälsa: *Byggnadsmaterial & Emissioner*. U6:1992
ISBN 91-540-5433-8. Byggforskningsrådet, Stockholm 1992.

Elmroth Arne, *Fukt i kryprum*, Tidskriften Cementa nr. 2.88.

Harderup Eva, *Fuktsäkerhet i byggnader - Generell metod för fuktdimensionering av byggnader*, BFR R32:1993

Harderup Eva, *Klimatdata för fuktberäkningar - Väderdata från tio meteorologiska mätstationer i Sverige*, TVBH 3025, Lunds tekniska högskola, Avd. Byggnadsfysik, 1995

Harderup Eva, *Fuktsäkerhet i byggnader - Generell metod för fuktdimensionering av byggnader*, AMA-Nytt Mark Hus 1/93, Svensk Byggtjänst 1993

Harderup Eva, *Kvalitativ bedömning av fuktsäkerhet i tak med hjälp av checklistor*, AMA Nytt-Mark Hus 2/93, Svensk Byggtjänst 1993

Harderup Eva, *Kvalitativ bedömning av fuktsäkerhet i ytterväggar med hjälp av checklistor*, AMA-Nytt Mark Hus 1/94, Svensk Byggtjänst 1994

Harderup Eva, *Kvalitativ bedömning av fuktsäkerhet i grundkonstruktioner med hjälp av checklistor*, AMA-Nytt 2/94, Svensk Byggtjänst 1994

Harderup Eva, *Metoder att välja korrekationer vid varierande utomhusklimat*. LTH, Byggnadsfysik, TVBH-1011, Lund 1998

Harderup Eva, *Generell checklista för fuktdimensionering av tak-, ytterväggs- och grundkonstruktioner, version 7*. LTH, Byggnadsfysik, TVBH-7164, Lund 1997

Harderup Lars-Erik, *Fuktsäkerhet i byggnader- Golv på mark*. T17:1993, Byggforskningsrådet ISBN 952-5004-09-0, Stockholm 1993

- Hedenblad Göran, *Fuktsäkerhet i byggnader - Torktider för betong efter vattanskada*. T27:1993, Byggforskningsrådet, Stockholm, 1993.
- Hedenblad Göran, *Fuktsäkerhet i byggnader - Uttorkning av byggfukt i betong*. T12:1995, Byggforskningsrådet, Stockholm 1995.
- Hedenblad Göran, *Fuktsäkerhet i byggnader - Materialdata för fuktberäkningar*. T19:1996, Byggforskningsrådet, Stockholm 1995.
- Nilsson Lars-Olof, *Att undvika fuktproblem i betonggolv*, AMA-Nytt Mark Hus 2/90, Svensk Byggtjänst 1990
- Nevander & Elmarsson, *Fukthandbok*, Svensk byggtjänst 1994
- Nilsson Lars-Olof, *Fuktmätningar i betonggolv föreläggning av fuktkänsliga ytskikt*, AMA-Nytt Mark Hus 2/91, Svensk Byggtjänst 1991
- Sandin Kenneth, *Värme, Luft och Fukt*. Kompendium i Byggnadsfysik, LTH, Lund 1990
- Sandin Kenneth, *Fuktsäkerhet i byggnader - Skalmurar med träregerstomme*. T10:1993, Byggforskningsrådet, Stockholm 1993
- Sandin Kenneth, *Fuktsäkerhet i byggnader - Vattenavvisande fasadimpregnering*. T15:1994, Byggforskningsrådet, Stockholm 1994
- Sandin Kenneth, *Fuktsäkerhet i byggnader - Utvändigt ytbehandling av puts och murverk*. T13:1995, Byggforskningsrådet, Stockholm 1995
- Sandin Kenneth, *Fuktsäkerhet i byggnader - Introduktion till fuktmekaniken*. T16:1997, Byggforskningsrådet, Stockholm 1997
- Sandin Kenneth, *Fuktsäkerhet i byggnader - Fuktdimensionering ger fuktsäkrare byggnader*. T19:1998, Byggforskningsrådet, Stockholm 1998
- Åberg Olle, *Fuktsäkerhet i byggnader - Kryprumsgrunder*. T10:1995, Byggforskningsrådet, Stockholm. 1995

8. SAMMANSTÄLLNINGSPROTOKOLL

På följande sidor finns dels protokoll för ingångsinformation dels ett protokoll för varje byggnadsdel.

- **Ingångsinformation**, sidorna 40 till 50
- **Takkonstruktioner**, sidorna 51 till 57
- **Ytternäggskonstruktioner**, sidorna 58 till 63
- **Grundkonstruktioner**, sidorna 64 till 70



© Eva Harderup
Avd Byggnadsfysik
LTH

LUNDS TEKNISKA HÖGSKOLA
Lunds universitet

Projektnummer:

Objektnamn:

Del:

Sign:

Handläggare:

Datum:

Ingångsinformation

Byggnadshandlingar

Vilka <u>ritningar</u> finns att tillgå?	Info finns	Beskrivning och kommentar	Bilaga
✓ Situationsplan		RitningsNR:	
✓ Planritningar		RitningsNR:	
✓ Fasadritning		RitningsNR:	
✓ Sektionsritningar		RitningsNR:	
✓ Anslutningar, detaljlösningar och genomföringar		RitningsNR:	
✓ Takavvattning, dagavlopp och dränering		RitningsNR:	
✓ VA-ritningar		RitningsNR:	



LUNDS TEKNISKA HÖGSKOLA
Lunds universitet

© Eva Harderup
Avd Byggnadsfysik
LTH

Projektnummer:

Objektnamn:

Del:

Sign:

Handläggare:

Datum:

Ingångsinformation

Byggnadshandlingar

	<i>Info. finns</i>	<i>Beskrivning</i>	<i>Bilaga</i>
Finns ritningar på eldragning?		RitningsNR:	
Finns ritningar på ventilationen?		RitningsNR:	
Centralsugare, m.m.		RitningsNR:	
Vattenburen värme? Ritningar?		RitningsNR:	
Finns geoteknisk undersökning?			
Finns grundvattenundersökning?			
Finns Byggnadsbeskrivning?			



LUNDS TEKNISKA HÖGSKOLA
Lunds universitet

© Eva Harderup
Avd Byggnadsfysik
LTH

Projektnummer:

Objektnamn:

Del:

Sign:

Handläggare:

Datum:

Ingångsinformation

Byggnadens användningsområde

	Info finns	Beskrivning	Bilaga
Vad ska byggnaden användas till?			
Finns det speciella krav			
✓ Flexibel planlösning			
✓ Framtida ändringar			
✓ Etc.			

Ingångsinformation - Byggnadens användningsområde



© Eva Harderup
Avd Byggnadsfysik
LTH

LUNDS TEKNISKA HÖGSKOLA
Lunds universitet

Projektnummer:

Objektnamn:

Del:

Sign:

Handläggare:

Datum:

Ingångsinformation

Speciella krav och risknivåer

	<i>Info finns</i>	<i>Beskrivning</i>	<i>Bilaga</i>
.			
Ska speciella material eller fabrikat användas?			
Vilka risker accepteras? ✓ Risk för mögelpåväxt ✓ Risk för kondens ✓ Risk för skadliga emissioner			
Innehållsdeklarerade material			
Framtida användning? Om- eller utbyggnader, etc.			



LUNDS TEKNISKA HÖGSKOLA
Lunds universitet

© Eva Harderup
Avd Byggnadsfysik
LTH

Projektnummer:

Objektnamn:

Del:

Sign:

Handläggare:

Datum:

Ingångsinformation

Utomhusklimat

Krav, kontrollfrågor etc.	Info finns	Beskrivning	Bilaga
Byggnads ort			
Skyddat eller utsatt läge			
Vilken meteorologisk mätstation används vid beräkningarna?			
Från vilken litteratur är klimatdata för beräkningarna hämtad ifrån?		☐ Fukthandbok ☐ Klimatdata för fuktberäkningar ☐ SMHI	☐
Används normalvärdes- eller extremvärdesmetoden eller statistiska metoder i beräkningarna?		☐ Normalvärdesmetoden ☐ Extremvärdesmetoden ☐ Statistiska metoder	Kommentar
Vilka hjälpmedel i form av datorprogram finns tillgängliga?		☐ GF-kond ☐ 1D-HAM ☐ 1DHAM98	☐ WUFIZ ☐ Latenite ☐ Hygroram24
		☐ Match ☐ Heat2 ☐ Heat3	☐ AH-Comp ☐ Cralw ☐ Slab
		☐ ☐ ☐	

Ingångsinformation - Utomhusklimat



LUNDS TEKNISKA HÖGSKOLA
Lunds universitet

© Eva Harderup
Avd Byggnadsfysik
LTH

Projektnummer:

Objektnamn:

Del:

Sign:

Handläggare:

Datum:

Ingångsinformation

Inomhusklimat

	<i>Info finns</i>	<i>Beskrivning</i>	<i>Bilaga</i>
Hur varierar temperaturen? Under året och under dygnet?			
Hur varierar relativa fuktigheten? Under året och under dygnet?			
Vilket fukttillskott beräknas i byggnaden? Konstant/variabelt? - för året och under månaderna		Ange storleken:	



© Eva Harderup
Avd Byggnadsfysik
LTH

LUNDS TEKNISKA HÖGSKOLA
Lunds universitet

Projektnummer:

Objektnamn:

Del:

Sign:

Handläggare:

Datum:

Ingångsinformation

Inomhusklimat

	<i>Info finns</i>	<i>Beskrivning</i>	<i>Bilaga</i>
Vilken typ av ventilation finns i byggnaden?			
Hur justeras ventilationsanläggningen? Hur? När?			
Luftkonditionering?			
Hur variera luftflödena mellan olika rum och under året?			
Hur är tryckförhållandena? Beskriv förväntat förhållande.			
Förväntat resultat av en täthetsprovning och luftläckage.			



LUNDS TEKNISKA HÖGSKOLA
Lunds universitet

© Eva Harderup
Avd Byggnadsfysik
LTH

Projektnummer:

Objektnamn:

Del:

Sign:

Handläggare:

Datum:

Ingångsinformation

Materialdata för ingående material

Takkonstruktionen

Material	Värmeledningsförmåga	Värmekapacitet	Ånggenomsläpplighet	Kritiskt gräns/ Dimensionerande värde	Underhållsintervall Skötselråd	Speciella kommentarer

Ingångsinformation – Materialdata för ingående material



© Eva Harderup
Avd Byggnadsfysik
LTH

LUNDS TEKNISKA HÖGSKOLA
Lunds universitet

Projektnummer:

Objektnamn:

Del:

Sign:

Handläggare:

Datum:

Ingångsinformation

Materialdata för ingående material

Ytterväggskonstruktion

Material	Värmeledningsförmåga	Värmekapacitet	Ånggenomsläpplighet	Kritiskt gräns/ Dimensionerande värde	Underhållsintervall Skötselråd	Speciella kommentarer

Ingångsinformation – Materialdata för ingående material



© Eva Harderup
Avd Byggnadsfysik
LTH

LUNDS TEKNISKA HÖGSKOLA
Lunds universitet

Projektnummer:
Objektnamn:
Del:

Sign:
Handläggare:

Datum:

Ingångsinformation

Materialdata för ingående material

Grundkonstruktionen

Material	Värmeledningsförmåga	Värmekapacitet	Ånggenomsläpplighet	Kritiskt gräns/ Dimensionerande värde	Underhållsintervall Skötselråd	Speciella kommentarer

Ingångsinformation – Materialdata för ingående material



© Eva Harderup
Avd Byggnadsfysik
LTH

LUNDS TEKNISKA HÖGSKOLA
Lunds universitet

Projektnummer:

Objektnamn:

Del:

Sign:

Handläggare:

Datum:

Ingångsinformation

Materialdata för ingående material

Källare

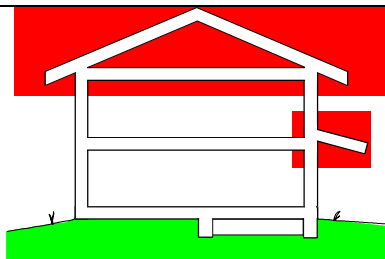
Material	Värmeledningsförmåga	Värmekapacitet	Ånggenomsläpplighet	Kritiskt gräns/ Dimensionerande värde	Underhållsintervall Skötselråd	Speciella kommentarer

Ingångsinformation – Materialdata för ingående material



LUNDS TEKNISKA HÖGSKOLA
Lunds universitet

©Eva Harderup
Avd Byggnadsfysik
LTH



TAKKONSTRUKTIONER

NORMAL FUKTBELASTNING

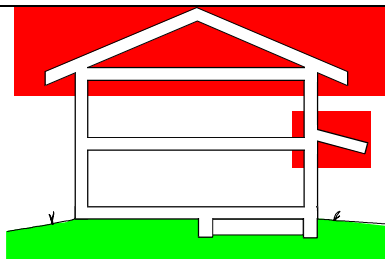
NEDERBÖRD

	Godkänd	Varför	Bilaga
1. Takbeläggningsmaterial			
2. Hinder, anslutningar Skarvar			
3. Placera i grupper			
4. Takavvattningssystem			
5. Snösmältning			



LUNDS TEKNISKA HÖGSKOLA
Lunds universitet

©Eva Harderup
Avd Byggnadsfysik
LTH



TAKKONSTRUKTIONER

NORMAL FUKTBELASTNING

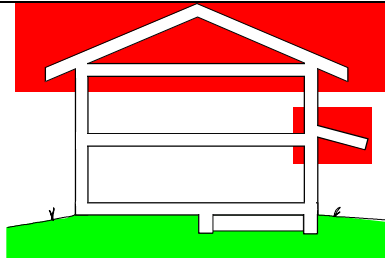
NEDERBÖRD

	Godkänd	Varför	Bilaga
6. Snösmältning			
7. Träd i omgivningen			
8. Försänkta ränndalar			
9. Bräddavlopp			
10. Söndriga takplattor			
11. Placering av trä			



LUNDS TEKNISKA HÖGSKOLA
Lunds universitet

©Eva Harderup
Avd Byggnadsfysik
LTH



TAKKONSTRUKTIONER

NORMAL FUKTBELASTNING

LUFTFUKT UTOMHUS

Godkänd

Varför

Bilaga

1. Kyl och frysrums

2. Placering av trä

Uteluftsventilerade tak (3 t.o.m. 5)

3. Yttertaket ventilation

4. Material i vindsutrymmen

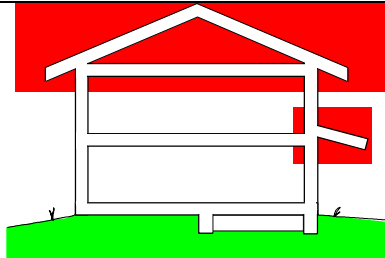
5. Ventilation och avlutningskanaler

Takkonstruktion - Luftfukt utomhus



LUNDS TEKNISKA HÖGSKOLA
Lunds universitet

©Eva Harderup
Avd Byggnadsfysik
LTH



TAKKONSTRUKTIONER

NORMAL FUKTBELASTNING

LUFTFUKT INOMHUS

Godkänd

Varför

Bilaga

1. Ångdiffusion

2. Fuktkonvektion

3. Indragen ångspärr

4. Håltagningar

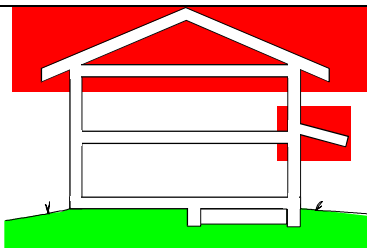
5. Köldbryggor

Takkonstruktion - Luftfukt inomhus



LUNDS TEKNISKA HÖGSKOLA
Lunds universitet

©Eva Harderup
Avd Byggnadsfysik
LTH



TAKKONSTRUKTIONER

ENSTAKA FUKTBELASTNING

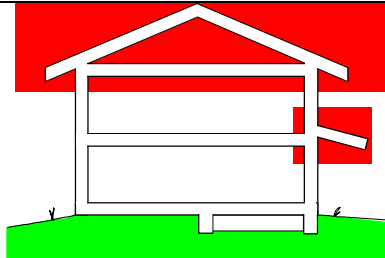
NEDERBÖRD UNDER BYGGNADSTIDEN

	Godkänd	Varför	Bilaga
1. Förvaring av material			
2. Provisoriska tak			
3. Förtillverkade delar			



LUNDS TEKNISKA HÖGSKOLA
Lunds universitet

©Eva Harderup
Avd Byggnadsfysik
LTH



TAKKONSTRUKTIONER

ENSTAKA FUKTBELASTNING

BYGGFUKT

Godkänd

Varför

Bilaga

1. Torkning inom rimliga tider

2. Fuktiga material

3. Fuktspärr

4. Ytbehandling

5. Ångspärr

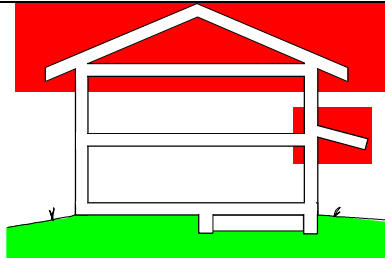
6. Transport av byggfukt

Takkonstruktioner - Byggfukt



LUNDS TEKNISKA HÖGSKOLA
Lunds universitet

©Eva Harderup
Avd Byggnadsfysik
LTH



TAKKONSTRUKTIONER

ENSTAKA FUKTBELASTNING

LÄCKAGE

Godkänd

Varför

Bilaga

1. Vattenledningsrör

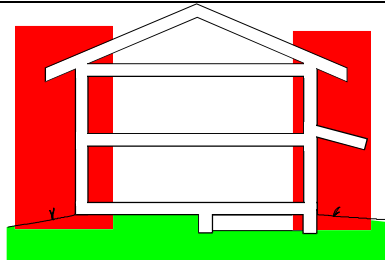
2. Kondensrisk på rör

3. Våtrum



LUNDS TEKNISKA HÖGSKOLA
Lunds universitet

©Eva Harderup
Avd Byggnadsfysik
LTH



YTTERVÄGGAR

NORMAL FUKTBELASTNING

NEDERBÖRD

Godkänd

Varför

Bilaga

1. Absorberad nederbörd

2. Fasadens överlapp, skarvar, m.m.

3. Utvändig målning

4. Bakomliggande ventilerad luftspalt

5. Höga byggnader

6. Frostbeständiga material

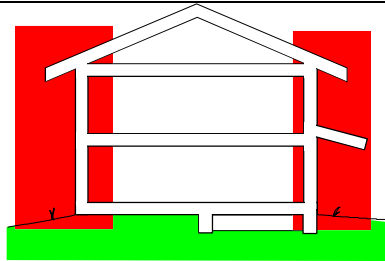
7. Placering av trä

Ytterväggar - Nederbörd



LUNDS TEKNISKA HÖGSKOLA
Lunds universitet

©Eva Harderup
Avd Byggnadsfysik
LTH



YTTERVÄGGAR

NORMAL FUKTBELASTNING

LUFTFUKT UTOMHUS

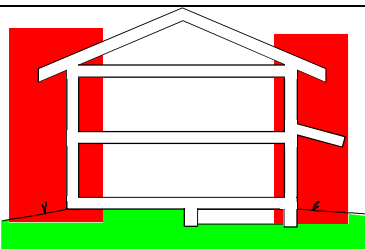
	Godkänd	Varför	Bilaga
1. Kondens på fasadmaterialets insida			
2. Placering av träprodukter			

Ytterväggar – Luftfukt utomhus



LUNDS TEKNISKA HÖGSKOLA
Lunds universitet

©Eva Harderup
Avd Byggnadsfysik
LTH



YTTERVÄGGAR

NORMAL FUKTBELASTNING

LUFTFUKT INOMHUS

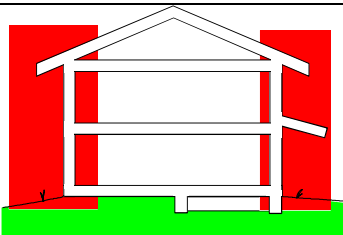
	Godkänd	Varför	Bilaga
1. Ångdiffusion			
2. Fuktkonvektion			
3. Installationsspalt			
4. Klimatanläggning			
5. Håltagning			
6. Köldbryggor			
7. Rum med hög fuktbelastning			

Ytterväggar – Luftfukt inomhus



LUNDS TEKNISKA HÖGSKOLA
Lunds universitet

©Eva Harderup
Avd Byggnadsfysik
LTH



YTTERVÄGGAR

ENSTAKA FUKTBELASTNING

NEDERBÖRD UNDER BYGGNADSTIDEN

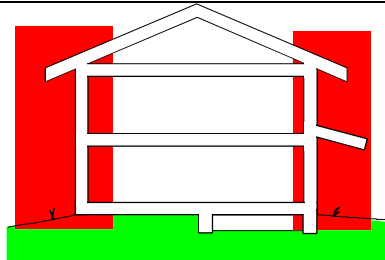
	Godkänd	Varför	Bilaga
1. Förvara material			
2. Provisoriska tak			
3. Förtillverkade delar			

Ytterväggar – Nederbörd under byggnadstiden



LUNDS TEKNISKA HÖGSKOLA
Lunds universitet

©Eva Harderup
Avd Byggnadsfysik
LTH



YTTERVÄGGAR

ENSTAKA FUKTBELASTNING

BYGGFUKT

Godkänd

Varför

Bilaga

1. Torka ut inom rimliga tider

2. Fuktiga material

3. Fuktspärr/ Ångspärr

4. Ytbehandling

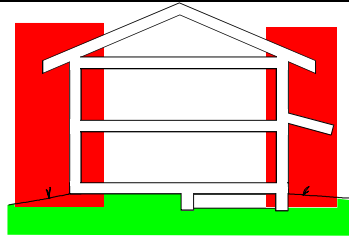
5. Förflyttning av byggfukt

Ytterväggar - Byggfukt



LUNDS TEKNISKA HÖGSKOLA
Lunds universitet

©Eva Harderup
Avd Byggnadsfysik
LTH



YTTERVÄGGAR

ENSTAKA FUKTBELASTNING

LÄCKAGE

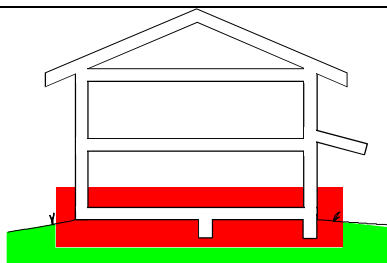
	Godkänd	Varför	Bilaga
1. Vattenledningsrör			
2. Kondens på rör			
3. Läckande stuprör			
4. Direkt vattenspolning			
5. Våtrum			

Ytterväggar - Läckage



LUNDS TEKNISKA HÖGSKOLA
Lunds universitet

©Eva Harderup
Avd Byggnadsfysik
LTH



GRUNDKONSTRUKTIONER

NORMAL FUKTBELASTNING

NEDERBÖRD

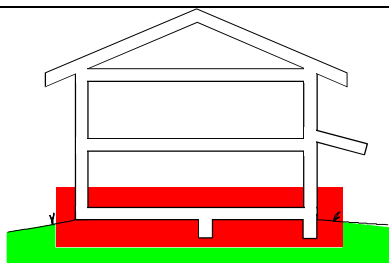
	Godkänd	Varför	Bilaga
1. Lutning på marken			
2. Avledning av regnvatten			
3. Ventiler, springer m.m.			
4. Sockelhöjd			
5. Lämpligt färgsystem			
6. Placering av trä			

Grundkonstruktioner - Nederbörd



©Eva Harderup
Avd Byggnadsfysik
LTH

LUNDS TEKNISKA HÖGSKOLA
Lunds universitet



GRUNDKONSTRUKTIONER

NORMAL FUKTBELASTNING

LUFTFUKT UTMOMHUS

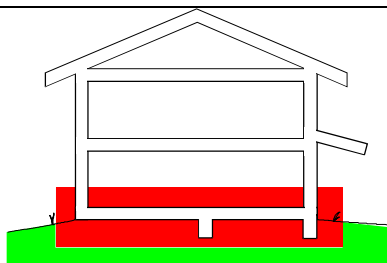
	Godkänd	Varför	Bilaga
1. God ventilation av krypgrunder			
2. Trämateriäl			
3. Krypgrund - Fuktabsorberande material			
4. Krypgrund - Värmeisolering på marken			
5. Krypgrund - Ångspärr			

Grundkonstruktioner – Luftfukt utomhus



LUNDS TEKNISKA HÖGSKOLA
Lunds universitet

©Eva Harderup
Avd Byggnadsfysik
LTH



GRUNDKONSTRUKTIONER

NORMAL FUKTBELASTNING

LUFTFUKT INOMHUS

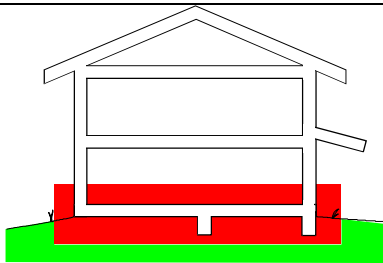
	Godkänd	Varför	Bilaga
1. Placering av värmeisolering			
2. Ångdiffusion			
3. Fuktkonvektion			
4. Köldbryggor			
5. Inneluftsventilerade kryppgrunder - lufttäthet			

Grundkonstruktioner - Luftfukt inomhus



LUNDS TEKNISKA HÖGSKOLA
Lunds universitet

©Eva Harderup
Avd Byggnadsfysik
LTH



GRUNDKONSTRUKTIONER

NORMAL FUKTBELASTNING

MARKFUKT

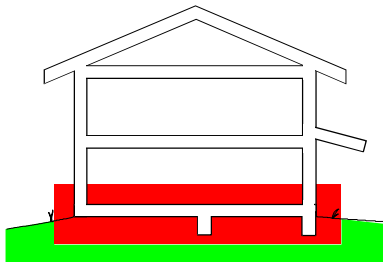
ÅNGFAS	Godkänd	Varför	Bilaga
1. Golv på mark			
2. Krypgrunder			
VÄTSKEFAS	Godkänd	Varför	Bilaga
1. Kapillärbrytande lager			
2. Fungerade dränering			
3. Placering av trämaterial			

Grundkonstruktioner - Markfukt



LUNDS TEKNISKA HÖGSKOLA
Lunds universitet

©Eva Harderup
Avd Byggnadsfysik
LTH



GRUNDKONSTRUKTIONER

ENSTAKA FUKTBELASTNING

NEDERBÖRD UNDER BYGGNADSTIDEN

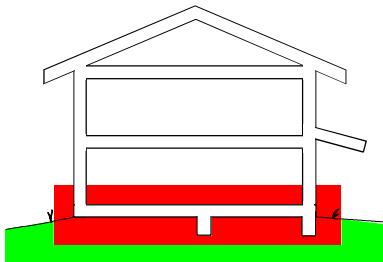
	Godkänd	Varför	Bilaga
1. Förvaring av material			
2. Provisoriska tak			
3. Dränering			
4. Förtillverkade delar			

Grundkonstruktioner – Nederbörd under byggnadstiden



LUNDS TEKNISKA HÖGSKOLA
Lunds universitet

©Eva Harderup
Avrd Rvonnadsfsik



GRUNDKONSTRUKTIONER

ENSTAKA FUKTBELASTNING

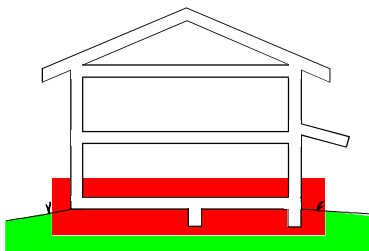
BYGGFUKT

	Godkänd	Varför	Bilaga
1. Torka inom rimliga tider			
2. Fuktiga material			
3. Fuktspärr/Ångspärr			
4. Instängd mellan ångtäta skikt			
5. Ytbehandling			
6. Förflyttning av byggfukt			
7. Inneluftsventilerade kryprum			



LUNDS TEKNISKA HÖGSKOLA
Lunds universitet

©Eva Harderup
Avd Byggnadsfysik
LTH



GRUNDKONSTRUKTIONER

ENSTAKA FUKTBELASTNING

LÄCKAGE

	Godkänd	Varför	Bilaga
1. Vattenledningsrör			
2. Avspolningsplatser			
3. Lutning mot golvvbrunnar			
4. Avlopps- och värmekulvert-system			
5. Anslutning till dagavlopp			
6. Rensningsmöjligheter			
7. Direkt vattenläckage			
8. "Gömda" ledningar			

Grundkonstruktioner - Läckage