



LUND UNIVERSITY

Fuktdimensionering - Demonstrationsexempel på bostadshus

Harderup, Eva

1999

[Link to publication](#)

Citation for published version (APA):

Harderup, E. (1999). *Fuktdimensionering - Demonstrationsexempel på bostadshus*. (Rapport TVBH; Vol. 3032). Byggnadsfysik LTH, Lunds Tekniska Högskola. <http://www.byfy.lth.se/publikationer/tvbh-3000/>

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

LUND UNIVERSITY, LUND, SWEDEN

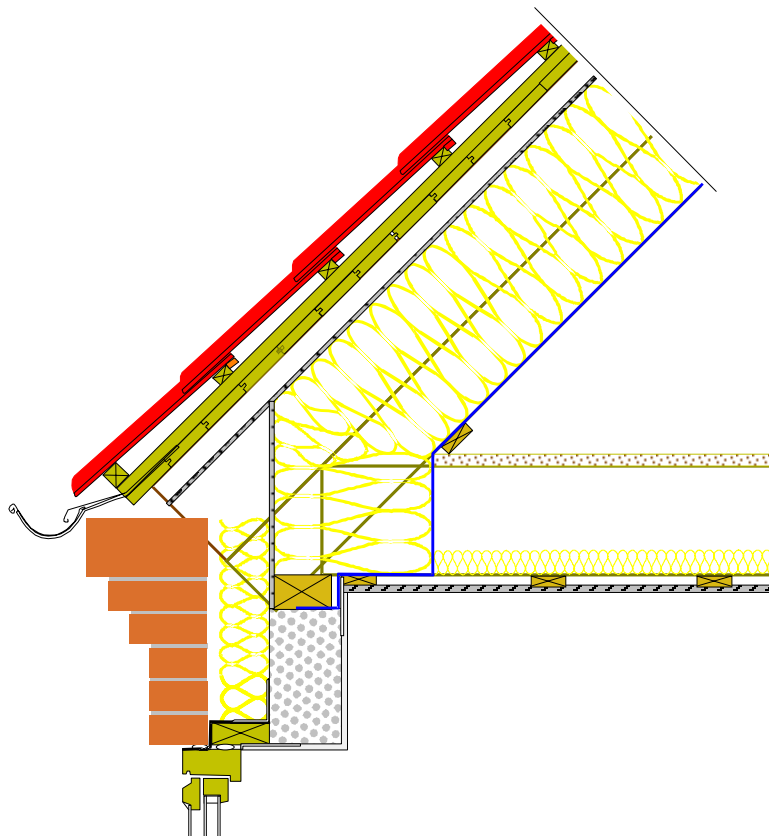
DEPT OF BUILDING TECHNOLOGY, BUILDING PHYSICS

LUNDS TEKNISKA HÖGSKOLA

INSTITUTIONEN FÖR BYGGNADSTEKNIK, BYGGNADSFYSIK



Fuktdimensionering – Demonstrationsexem- pel på bostadshus



Eva Harderup

April 1999

Rapport TVBH-3032 (Del 1 av 3).

Lund 1999

Fuktdimensionering – Demonstrationsexempel på bostadshus

Eva Harderup

Rapport TVBH-3032

Lunds universitet
Lunds tekniska högskola
Avdelningen för Byggnadsfysik
Box 118
221 00 Lund, Sverige

ISRN LUTVDG/TVBH--98/3032--SE(1-63) Bilagor medföljer.
ISBN 91-88722-16-3

FÖRORD

Denna rapport är ett exempel på hur man utför en noggrann fuktdimensionering av en byggnad. Till vår hjälp har vi en checklista som ska användas i projekteringen. Den presenteras i FUKTDIMENSIONERING MED GENERELL CHECKLISTA i rapporten TVBH-3031. Generella checklistor syftar till att kontrollera alla fuktbelastningar under en byggnads brukstid så att inte byggnaden får skador eller andra olägheter som direkt eller indirekt orsakas av fukt.

Skriften är sammanställd av Eva Harderup i samarbete med Arne Elmroth, Robert Danewid, Lars-Erik Harderup och Kenneth Sandin. Denna utgåva är ett led i att sprida kunskap hur man på ett ganska enkelt sätt kan minska risken för framtida fuktproblem i byggnader. Tidigare utgivna rapporter är FUKTDIMENSIONERING MED GENERELL CHECKLISTA och FUKTSÄKERHET I BYGGNADER – FUKTDIMENSIONERING GER FUKTSÄKRARE BYGGNADER. Projektet ingår i ett samarbete inom området god inomhusmiljö mellan Boverket och Byggeforskningsrådet inom ramen för Boverkets regeringsuppdrag att verka för ett miljö- och hälsorikt byggande och boende genom kunskapssammanställningar, erfarenhetsåterföring, demonstrations- och utvecklingsprojekt.

Ett hjärtligt tack till alla på avdelningen på Byggnadsfysik samt alla medlemmar i Fuktgruppen vid LTH för synpunkter.

April 1999

Eva Harderup

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Förord	1
Innehållsförteckning	I
1. Inledning	1
2. Ingångsinformation	4
2.1 Ritningar	4
2.2 Byggnadens användningsområde	6
2.3 Speciella krav och risknivåer	6
2.4 Utomhusklimat	7
2.5 Inomhusklimat	8
2.6 Materialdata för ingående material	9
3. Fuktdimensionering - Tak	11
3.1 Normal fuktbelastning	11
3.1.1 Nederbörd	11
3.1.2 Luftfukt utomhus	15
3.1.3 Luftfukt inomhus	17
3.2 Enstaka fuktbelastning	23
3.2.1 Nederbörd under byggnadstiden	23
3.2.2 Byggfukt	23
3.2.3 Läckage	25
4. Fuktdimensionering - Ytterväggar	26
4.1 Normal fuktbelastning	26
4.1.1 Nederbörd	26
4.1.2 Luftfukt utomhus	28
4.1.3 Luftfukt inomhus	29
4.2 Enstaka fuktbelastning	34
4.2.1 Nederbörd under byggnadstiden	34
4.2.2 Byggfukt	35
4.2.3 Läckage	36
5. Fuktdimensionering - Grundkonstruktioner	38
5.1 Normal fuktbelastning	38
5.1.1 Nederbörd	38
5.1.2 Luftfukt utomhus	39
5.1.3 Luftfukt inomhus	42
5.1.4 Markfukt	43
5.2 Enstaka fuktbelastning	45
5.2.1 Nederbörd under byggnadstiden	45
5.2.2 Byggfukt	46
5.2.3 Läckage	47

6. Allmänna kommentarer.....	49
7. Att läsa vidare	51
8. Beräkningshjälpmedel och beräkningar	53
8.1 Stationär beräkning av köldbrygga	53
8.1.1 Manual till modulen i PC-programmet klimatdata för fuktberäkningar	53
8.2 Beräkning av värmeledningsförmågan i en stålpelare	58

1. INLEDNING

Med fuktdimensionering avses all de åtgärder i byggprocessen som ska säkerställa att byggnaden inte får skador eller andra olägenheter som direkt eller indirekt har orsakats av fukt. Många fel i en byggnad orsakas av brister i projekteringen. Många av dessa kan elimineras om man genomför en fuktdimensionering. I denna rapport visas hur man genomför en utförlig fuktdimensionering av en byggnad under projekteringsskedet. Huset är ett parhus som har uppförts i Malmö under 1997.

Genom att utnyttja befintlig kunskap kan många problem med fukt undvikas i våra hus. Ett projekt startade 1989 som syftade till att ta fram en metod för fuktdimensionering som sedan kan användas vid projektering av en byggnad. Den presenterades första gången i rapporten FUKTSÄKERHET I BYGGNADER - GENERELL METOD FÖR FUKTDIMENSIONERING AV BYGGNADER (R32:1993). I rapporten finns sk. checklistor och dessa checklistor var ingalunda kompletta. De syftade till att kontrollera att den framtagna metoden gick att använda på alla typer av byggnader och byggnadsdelar. De olika punkterna i checklistan har kompletterats under årens lopp varefter ny kunskap har framkommit i reviderade versioner har utgivits i FUKTDIMENSIONERING MED CHECKLISTA – TAK-, YTTERVÄGGS- OCH GRUNDKONSTRUKTIONER MED ANSLUTNINGAR (TVBH-7164). Den publicerades i en första version 1993. Den ”slutgiltiga versionen” finns i rapporten FUKTDIMENSIONERING MED CHECKLISTA (TVBH-3031), vars checklistorna används i denna rapport för att kontrollera en byggnad i Malmö.

Kunskap om fuktdimensionering finns i många rapporter. Bl.a. har Fuktgruppen vid LTH producerat en 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/TEGELFASADER, FUKTMEKANIK OCH FUKTDIMENSIONERING (Sandin, 1993, 1994, 1995, 1997 och 1998) och UTELUFTSVENTILERADE KRYPPGRUNDER (Åberg) samt UTTORKNING AV BETONG OCH MATERIALDATA (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. Mer litteratur finns i kapitel 8. *Att läsa vidare.*

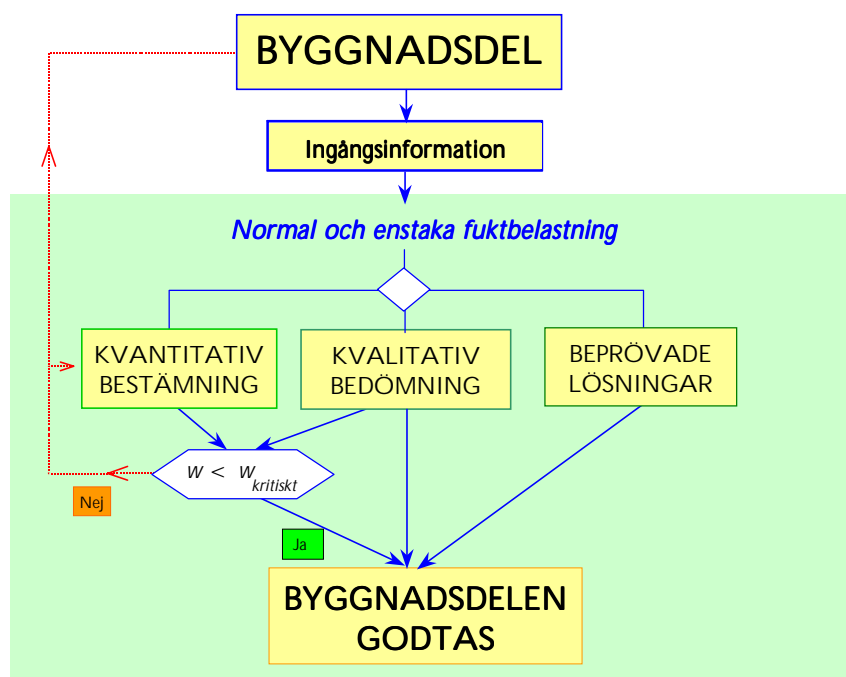
Blir det dyrare att genomföra en fuktdimensionering? Merkostnaden för att genomföra en fuktdimensionering är liten om man jämför med t.ex. reparationskostnaden vid en fuktskada. Som exempel kan nämnas att om man minskar bredden på en papp mellan en träsyll och en betongplatta så att den inte täcker hela syllens bredd kan man spara ca. 2 kr/lm. Fukt från betongplattan kan ”smita in” i träsyll. Efter att antal år uppkommer fuktskador på syll i form av mögel och kanske t.o.m. röta. Den måste därför bytas ut till en kostnad av ca. 1000 kr/lm. Mer om motiv m.m. finns i skriften FUKTSÄKERHET I BYGGNADER – FUKTDIMENSIONERING GER FUKTSÄKRARE BYGGNADER (Sandin, 1998)

Vad är en fuktdimensionering? Många av de åtgärder som genomförs i en fuktdimensionering kan lika gärna kallas ”fuktsäkerhet i byggandet”. I en fuktdimensionering används flera olika fuktsäkrande åtgärder och kontroller. Det kan exempelvis vara att

- beräkna eller uppskatta hur fuktfördelningen är under en platta på mark mitt i byggnaden.

- beräkna hur lång tid det tar för betongplattan eller mellanbjälklaget i betong att torka ut till en viss relativ fuktighet så att man kan limma en plastmatta eller lägga parkett.
- bestämma vilken typ av takbeläggning som man kan använda för aktuell lutning på taket och hur man ska utföra den för att få det ”regntätt”.
- bestämma hur materialen ska förvaras när byggnaden håller på att uppföras.
- bestämma detaljutformningar av t.ex. droppbleck och andra vattenutledande plåtdetaljer.
- se till att en detalj bli utformad så att det inte finns risk för att fukt kan transporteras från insidan och ut i konstruktionen via springor eller andra otätheter.

Metoden för fuktdimensionering har ett systematiskt tillvägagångssätt. Systematiken innebär att man kan dimensionera för alla fuktbelastningar som förekommer under hela byggnadens brukstid. De komponenter som ingår visas i figur 1.



Figur 1. Principiell metod för fuktdimensionering (E. Harderup, 1998).

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 i princip ett ”fuktproblem” i sänder, för såväl normal som enstaka fuktbelastning. Till normal fuktbelastning hör nederbörd, luftfukt både ute och inne samt markfukt. Till enstaka hör nederbörd under byggnadstiden, byggfukt och läckage. Kontrollen av fuktens påverkan görs genom att använda en av de tre olika metoderna: *Kvantitativ bestämning*, *Kvalitativ bedömning* eller *Beprovade lösningar*. I de två första utförs beräkningar för att kontrollera fukttillstånden. Resultaten från beräkningar måste jämföras med

kritiska värden (I figuren ovan betecknas detta med $w < w_{kritiskt}$). I Beprövade lösningar men även i Kvalitativa bedömningar utgörs den huvudsakliga dimensioneringen av 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 ur fuktsynpunkt *godtas* byggnadsdelen.

Uppläggningsen av skriften. För att genomföra fuktdimensioneringen behövs ingångsinformation om byggnaden och en checklista. I ingångsinformationen ingår bl.a. ritningar och vilka material som ska användas. Vad som finns tillgängligt för vår byggnad beskrivs i kapitel 2. *Ingångsinformation.*

När man har sammanställt all information börjar själva fuktdimensioneringen. I kapitel 3 till 5 fuktdimensioneras de olika byggnadsdelarna. Vi börjar med taket och slutar med grunden. För varje punkt för respektive byggnadsdel och fuktbelastning redovisas de anmärkningar vi har gjort, kommenterade med hänvisningar till ritningar. Allmänna kommentarer till resultatet av dimensioneringen finns i kapitel 6.

I kapitel 7 *Att läsa vidare* finns litteratur som kan vara användbar i en fuktdimensionering och slutligen i kapitel 8 *Beräkningshjälpmedel och beräkningar* finns vissa beräkningar som vi har genomfört.

Utformning av kommentarer i en fuktdimensionering. Kommentarer till varje punkt i checklistan i denna rapport är ganska omfattande. Det ska vara lätt att förstå varför det är viktigt att ändra en detalj för att den ska bli bättre i fuktsynpunkt. Hur pass detaljerat en punkt ska redovisas för andra byggnader bestäms bl.a. av kunskapen hos personen som utför dimensioneringen. Författaren rekommenderar dock att vid första genomförandet av en fuktdimensionering bör man redovisa ganska noggrant, d.v.s. både varför man tycker att en detalj är osäker ur fuktsynpunkt och hur man ska göra för att få den bättre. Vid nästa fuktdimensionering vet man ungefär vad som krävs för varje punkt i checklistan för att byggnaden ska bli mer fuktsäker. Man kan i vissa fall hänvisa till föregående fuktdimensionerad byggnad. Ju fler byggnader man fuktdimensionerar desto större bakgrundsmaterial finns till förfogande. Bakgrundsmaterialet behandlar på svaret frågorna i checklistan, var man kan finna kunskap om fuktproblemet i skrifter m.m. och erfarenheter från tidigare utförda projekt.

2. INGÅNGSINFORMATION

Nya material och produkter kan i framtiden om leda till fuktproblem de inte har kontrollerats bl.a. ur fuktsynpunkt innan de används på marknaden. Det kan gälla allt ifrån nya typer av isoleringsmaterial till återvunna material. Att bygga med ekologiskt material eller att använda återvunna material innebär inte att man direkt får en byggnad som är fri från fuktproblem. Det är viktigt att sammanställa all information om alla material och komponenter innan själva dimensioneringen genomförs. Man ska alltid granska hur materialen används med en fuktdimensionering för att undvika framtida problem med fukt.

För att genomföra en fuktdimensionering behövs ingångsinformation. Till vårt hus är det ritningar som finns i Bilaga A och Material-, Fasad- och Typrumsbeskrivning som finns i Bilaga B. I checklista, FUKTDIMENSIONERING MED CHECKLISTA (TVBH-3031), finns ett sammanställningsprotokoll i slutet av boken. I den finns det frågor som ska besvaras. Varje fråga anges här i en gul ruta och författarens svar följer direkt efter.

2.1 RITNINGAR

Vilka ritningar finns att tillgå?

Situationsplan

Ritning: Översiktskarta på första sidan i ritningarna i Bilaga A.

Planritningar

Ritning: A31-01-0601, A31-01-0602 och A31-01-0603.

Fasadritning

Ritning: 30-01

Sektionsritningar

Ritning: A31-01-0611, A31-04-01 och A31-04-05, K33:0061 t.o.m. 0064

Anslutningar och detaljer

Ritning: A31-04-02, A31-04-03, A31-04-04, A31-04-05 och K33:0063.

Takavvattning, dagavlopp och dränering

Takavvattning: (Utvändig takavvattning) Ritning: A31-01-0601, A31-01-0602 och A31-01-0603.

Dagavlopp: Ritning saknas.

Dränering: Ritning saknas. Behov av dränering bestäms innan grunden placeras vid en besiktning av geologisk sakkunnig.

VA-ritning

Ritning: 59:11, 59:12, 59:13

Eldragning

Ritning saknas.

Ventilationsritningar

Ritning: 57:11, 57:12, 57:13

Vattenburen värme

Ritning: 59:11, 59:12 och 59:13

Värmekulvert och övriga värmekällor

Information saknas.

Centralsugare eller övriga installationer

Centralsugare: Ritning 58:11: 58:12 och 58:13

Geoteknisk undersökning

Information saknas.

Grundvattenundersökning

Information saknas.

Byggnadsbeskrivning

Ritning: K33:0 samt Material-, Fasad- och Typrumsbeskrivning (se Bilaga B).

2.2 BYGGNADENS ANVÄNDNINGSSOMRÅDE

Byggnaden / Huset användning

Bostadshus, enfamiljsbostad.

Speciella krav på ändringar i planlösningen, etc

Bostadshuset är försedd med inredningsbar vind. VA-ledningar och el är framdragna.

2.3 SPECIELLA KRAV OCH RISKNIVÅER

Speciella material användas

Cellulosa isolering ska användas som värmeisolering i taket. Ekparkett, linoleum och klinker som golvmaterial. Övrig information om material finns i Material-, Fasad- och Typrumsbeskrivning i Bilaga B.

Innehållsdeklarerade material

Information saknas.

Risk för mögel, risk för kondens, risk för skadliga emissioner, etc

Information saknas. Vi får anta att alla beräknade risker m.m. ska vara minsta tänkbara, d.v.s. att ingen risk för skada eller annan olägenhet.

Framtida användning. Ombyggnader och utbyggnader.

Vinden ska kunna inredas i framtiden.

2.4 UTOMHUSKLIMAT

På vilken ort ska byggnaden uppföras?

Malmö, vid kajkanten i hamnen.

Skyddat för väder och vind eller utsatt läge

Byggnaden har utsatt läge invid kajen.

Vilken meteorologisk mätstation används vid beräkningarna?

Sturup, period 1961 t.o.m. 1990

Från vilken litteratur är klimatdata för beräkningarna hämtad

Klimatdata för fuktberäkningar, TVBH-3025.

Normalvärdesmetoden, extremvärdesmetoden eller statistiska metoder används i beräkningarna

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 fuktillstånd kan antingen läggas på beräkningsresultatet eller på det kritiska fuktillståndet.

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

Statistiska metoder: En statistisk simulering genomförs där hela fördelnings- eller frekvensfunktionen utnyttjas för varje ingångsvärde på de parametrarna 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 fuktillstånd.

Kommentar: Extremvärdesmetoden används huvudsakligen, se vidare utförda beräkningar i fuktdimensioneringen.

Vilka hjälpmedel i form av datorprogram finns tillgängliga och används i fukt-dimensioneringen?

Datorprogrammet Heat2 används för stationära beräkningar av temperaturfördelningar i och på ytan av detaljer. Utifrån resultatet bestäms sannolikheten för att få invändig kondens. Detta beräknas med en separat modul i datorprogrammet Klimatdata för fuktberäkningar. Metoden beskrivs i kapitel 8.1 *Stationär beräkning av köldbrygga* på sidan 53.

2.5 INOMHUSKLIMAT

Temperaturen inomhus

Temperaturen antas vara konstant 20°C i alla rummen under hela året.

Relativa fuktigheten

Relativa fuktigheten antas variera under året. Fuktförhållandena bestäms med hjälp av ånghalten, se nästa punkt.

Fukttillskott. Konstant/variabelt?

- för året?
- under månaderna?

Fukttillskottet är skillnaden i ånghalt mellan inomhus- och utomhusluften. Det antas vara konstant 4g/m³ under årets alla dagar. Det antas att ånghalten tempoärt är högre i dusch och badrum.

Typ av ventilation finns i byggnaden

Frånluftsventilation.

Justering av ventilationsanläggningen. När?

Boxfläkt BESF 160-4-01, se ritning 57:11. När på året och under vilka utomhusförhållanden ventilationsanläggningen justeras saknas. Tilluften justeras eller regleras manuellt via tilluftsventiler.

Luftkonditionering

Ingen luftkonditionering finns i byggnaden.

Variation av luftflöden mellan olika rum och under året

Luftflöden finns på ritning 57:11 med utsug i kök och bad/dusch. Tilluftsflödena justeras manuellt via tilluftsventiler.

Lufttrycksförhållandena i byggnaden. Beskriv förväntat resultat.

En rätt justerad frånluftsventilation borde ge undertryck i hela byggnaden. Dock kan man räkna med att övertryck kan förekomma invid taket, en 5 – 10 Pa övertryck, p.g.a. termiska drivkrafter (varm luft strömmar uppåt) och på läsidan av konstruktion (vindpåverkan).

Förväntat resultat av en täthetsprovning och luftläckage.

Byggnaden förutsätts ha en lufttäthet på maximalt 1 m³/h·m³ vid 50 Pa vid tryckprovning / lufttäthetsprovning. Luftläckage vid avsiktlig eller oavsiktlig håltagningar (t.ex. vid eldosor, ventilationskanaler) förutsätts inte förekomma. Håltagningar och genomföringar ska tätas med omsorg.

2.6 MATERIALDATA FÖR INGÅENDE MATERIAL

Nedan anges materialfabrikanter vars material ska användas i byggnaden. Fabrikatens namn anges med kursiv text. Det anges om produktpärm eller annan information finns tillgänglig eller var det finns mer information om materialet. Fler material och beskrivningar finns i Bilaga B (Materialbeskrivning, fasadbeskrivning samt typrumsbeskrivning).

- ✓ Fasadtegel *Östra Grevie*. Frostbeständigt tegel.
- ✓ Krypgrund från *Östra Grevie*. Viss information finns via konstruktören.
- ✓ *Sirena* släckskurning typ Ringarum, bruk SK *Optiroc* fasad. Information från *Optiroc* saknas.
- ✓ Taktegel *Vittinge Tegel AB*. Produktkatalog samt informationsblad om läggning av tegeltak.
- ✓ Plåtbeslag *Rheinzink*. Information saknas.
- ✓ LECA-block. Produktpärm från *Leca*.
- ✓ Cellulosa *TermoCell*. Information saknas.
- ✓ Gips *Gyproc*. Produktpärm från *Gyproc*.
- ✓ Ångspärr *MATAKI 457*. Informationsblad från *Mataki*

- ✓ Prefabricerad betong *ERGE-bjälklag*, Östra Grevie. Viss information finns via konstruktören.
- ✓ Ekparkett *TARKETT* fabrikslackad. Informationsblad från Tarkett.
- ✓ Linolium *Forbo Forshaga* Marmoleum. Informationsblad från Forbo Forshaga.
- ✓ Klinker serie *Colori Marazzi*. Information saknas.
- ✓ Väggfärg BTG *Alcro* Silikatfärg med fin Dolomit, målning 16-01535. Information från Alcro saknas. Målningsutförande enligt HusAMA kapitel P.
- ✓ Väggfärg gips, målning 56-03513. Information om fabrikant saknas. Målningsutförande enligt HusAMA kapitel P.
- ✓ Väggfärg *Nordsjö* Lasyr. Information från Nordsjö saknas. Målningsutförande enligt HusAMA kapitel P.
- ✓ Takfärg, Betong Silikatfärg målning 26-01810. Information om fabrikant saknas. Målningsutförande enligt HusAMA kapitel P.
- ✓ På gips invändigt: Latex, Lasyrfärg, målning 56-03314V microväv. Information om fabrikant saknas. Målningsutförande enligt AMA kapitel P.
- ✓ Takfärg våtrum och vindshall, målning 56-03419V. Information om fabrikant saknas. Målningsutförande enligt HusAMA kapitel P.
- ✓ Våtrum: Fuktspärre *Mira-X*. Information om fabrikant saknas.

Till beräkningarna av köldbryggor behövs värmeledningsförmågan för respektive skikt som ingår i konstruktionen samt yttre värmeövergångsmotstånd. Det innebär att har ett material endast ett värmemotstånd måste det räknas om till en värmeledningsförmåga. Valda värden anges i tabell 1 nedan. Värden på yttre värmeövergångsmotstånd, R_{se} respektive R_{si} , antas vara för

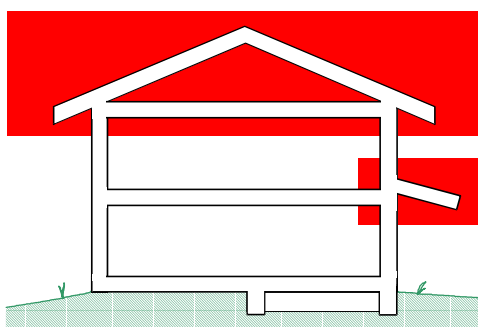
- tak 0,30 respektive 0,13 ($m^2 \cdot K$)/W
- ytterväggar 0,04 respektive 0,13 ($m^2 \cdot K$)/W
- fönster 0,06 respektive 0,20 ($m^2 \cdot K$)/W.

Tabell 1. Valda värden på värmeledningsförmåga vid datorberäkningar med HEAT2.

Material	Värmeledningsförmåga, λ_p (W/m·K)	Kommentar
Tegel	0,7	
LECA-block	0,26	Värmemotståndet $R_T = 0,567$ ($m^2 \cdot K$)/W enligt LECA
Trä och trädetaljer	0,14	
Puts	1,0	
Luftspalt	Se i respektive beräkning	
Taktegel	0,75	Omräknat värmemotstånd ifrån R_p på 0.3 ($m^2 \cdot K$)/W
Gips	0,22	
Stål eller plåtdetaljer	60	
Värmeisolering	0,033	
Fönster	0,18	$U = 1,8$ W/($m^2 \cdot K$) och tjocklek på 70 mm. Använda värdet är exklusive R_{se} och R_{si} på 0.17 ($m^2 \cdot K$)/W.

3. FUKTDIMENSIONERING - TAK

I detta kapitel finns checklistepunkter med synpunkter på byggnadens tak. Ritningar på takets detaljer och utförande finns i **ritningarna i Bilaga A**. Med tak omfattar även anslutningar till andra byggnadsdelar, se de röda rutorna i figuren nedan. Både 3.1. *Normal fuktbelastning* och 3.2 *Enstaka fuktbelastning* ska kontrolleras med hjälp av ett antal punkter. Punkterna finns i ljusgula rutor. Efter varje punkt finns en kommentar som gäller vår byggnad, där frågorna varför och hur besvaras.



3.1 NORMAL FUKTBELASTNING

3.1.1 NEDERBÖRD

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

Kommentarer:

Taktegel (Vittinge Taktegel AB) med bär- och ströläkt på underlagspapp och råspont.

- Takpannorna kan ha en minsta lutning på 14° för falsade pannor och 27° för ofalsade på vattenutledande underlag enligt tabell 1 i checklistan. Takpannorna är Vittinge taktegel, typ E13, enkupigt på underlagstäckt trä (papp på 22 mm råspont). Enligt fabrikanter ska taket ha en minsta lutning på 22°. Vår byggnad har 45°, se t.ex. på ritning [A30-01](#). *Godkänt*.
- Bärläkt 25x38mm, ströläkt 25x25 enligt ritning [A31-04-03](#), detalj 1. *Godkänt* enligt gällande branschstandard och enligt materialfabrikanten Vittinge taktegel. Centrumavstånd mellan bärläkten ska vara högst 375 mm och mellan ströläkt 600 mm, träkvalitet lägst sort V. Det är viktigt när det gäller taktegel att överlappet för varje takpanna är som takpannefabrikanten anvisar, se figuren nedan. *Kontrolleras i kontrollplanen om läggningen av taket sker enligt broschyren "TakTegel / Teknisk läggning av taktegel"*.



För mycket överlapp



Korrekt överlapp



För litet överlapp

- Underlagspappens kvalitet saknas, se t.ex. [A31-04-03](#) detalj 1. Enligt Vittinge Taktegel AB bör man använda lägst YAM 2000. *Beskrivningen bör kompletteras med att använda lägst YAM 2000 för underlagspapp.*
- Infästning av takpannor (kramling) ska utföras enligt gällande branschstandarder och materialfabrikantens anvisningar. *Kontrollera att takpannor kramlas enligt Vittinge Taktegel AB's broschyr TakTegel Teknik / Läggning av taktegel.*

2. Hinder, anslutningar och genomföringar ska inte medföra risk för stigande vatten och läckage. Taket ska luta ifrån hinder, anslutningar och genomföringar.

Kommentarer: Taktegel med bär- och ströläkt på underlagstäkt trä.

Hinder: Inga hinder, t.ex. säkerhetsdetaljer, fasta stegar till skorstenar, finns på ritningarna. Det rekommenderas att använda fasta takstegar och de säkerhetsdetaljer som krävs enligt gällande föreskrifter i Arbetskyddsföreskrifter och i BBR.

Genomföringar: Ritningar på genomföringar saknas. *Bör kompletteras med ritning på avluftning och ventilationsrör, skorstenar.* Takpannefabrikanten har ett antal speciella anslutningar för taktegel som bör utnyttjas.

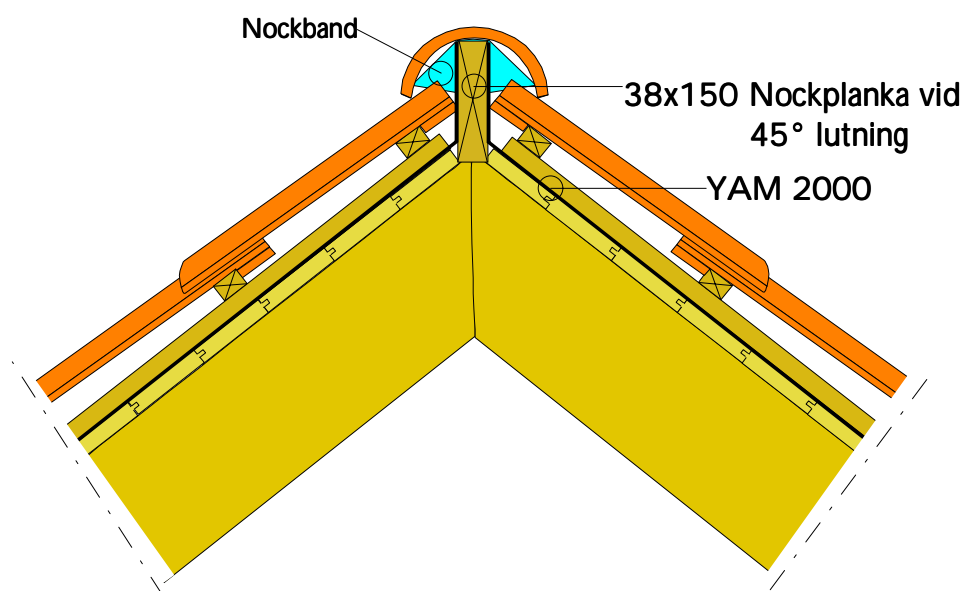
Anslutningar:

- Anslutning vid takfot (Tak och Yttervägg) på ritningarna [K33:0061](#), [A31-04-03](#) detalj 1, [K33:0063](#) och [A31-04-03](#) detalj 4 är utförd så att vattenavrinning kan ske. *Godkänd.*
- Anslutning balkong – yttervägg enligt ritning [K33:0061](#). Limträbalk finns med distans från tegelfasaden 10 mm (en 10mm tjock plåt). *Godkänd. Kontrollera att balkongen lutar utåt så att vatten kan rinna av ut från tegelfasaden.*
- Anslutning mellan två tak på ritning [K33:0064](#), detalj A. Detalj på ”ränndal” finns på ritning [A31-04-05](#), detalj 1. Lutning finns utåt mot stuprör med en ungefärlig lutning (uppskattat med hjälp av arkitektritningen) på 1:200. *Ange hur mycket det ska luta. Den bör inte vara mindre än 1:100* för att man ska erhålla en vattenavledning från taket.
- Anslutning yttervägg – tak på ritning [K33:0063](#), detalj B är utförd enligt gällande regler. Eventuellt regnvatten från insida skalmur rinner ut mot ströläkt intill tegelfasaden. Ströläkten hindrar vatten att rinna ut från fasaden eftersom de ”täcker” nedre delen av de öppna stötfogarna. *Flytta ströläkt från väggen och se till att vatten från fasaden kan rinna ut från fasaden utan att belasta inre ströläkt.*
- Anslutning mellan tak – tak på ritning [K33:0062](#), detalj A. *Detaljlösning vid sk. Gradsparr saknas och bör kompletteras.*

- 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.**

Kommentarer:

- Takfotsutförandet på ritning [A31-04-03](#) detalj 1 och 4 innerbär att ingen nederbörd kan tränga in i taket. *Godkänd.*
- Takfotsutförandet på ritning [K33:0063](#) detalj B, med uppdragen plåt ger att inga större mängder nederbörd kan tränga in i taket. *Godkänd.*
- Utförandet av taknock på ritning [A31-04-05](#), detalj 3 visar att det finns en möjlighet för snö att komma in i taket. Om man jämför lösningen med materialfabrikanten Vittinge Tegel ska nockbrädan vara massiv och nockband bör finnas. Exempel finns i figuren som gäller för ett oventilerat nockutförande. *Takpannefabrikantens lösning bör följas.*



- 4. Placera genomföringar i ett fåtal grupper på taket. Genomföringar ska inte placeras i rännalar eller andra lågpunkter. Rekommendationen gäller inte för invändigt placerade takbrunnar och bräddavlopp.**

Kommentarer: Redovisning av placering av genomföringar ska vara saknas. Ett tips är att takpannefabrikanten har ett speciella kompletteringar av takteglet som bör utnyttjas vid genomföringar igenom tegelpannorna. *Var de ska användas och hur det ska göras bör visas.*

- 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.**

Kommentarer: Vår byggnad har utvändigt takavvattning, se t.ex. på ritning [A30-01](#). Ett antal stuprör och hängrännor finns på fasad- och detaljritningar. Hängrännor och stuprör med di-

mensionen 125 mm klarar att maximalt avvattna 100 m² takyta. På ritning [A31-04-03](#), detalj 1 ser dimensionen på hängrännan ut att vara 125 mm. Takyterna är alla under 100 m², vilket är godkänt. *Kontrollera att dimensionen på hängrännor och stuprör är minst 125 mm.*

På ritning [A31-04-05](#) detalj 1, sektion Z visas en anslutning mellan två tak. Mellan taken lutar det mot stuprör. *Lutningens storlek ska anges och bör minst vara 1:100.*

6. Förhindra att smält snö kan återfrysa och ge uppdämningar.

Kommentarer: Det finns liten risk för återfrysning invid takfoten, se ritning t.ex. ritning [A31-04-03](#). *Godkänd.*

I anslutningen tak – tak på ritning [A31-04-05](#) detalj 1, kan snö bli liggande mellan taken i en sk. snöficka. Inga möjligheter finns för att rensa bort snö. Dessutom finns det en köldbrygga mellan husen som gör att snön kan smälta och det finns därmed en risk för återfrysning. *Kontrollera att vatten kan avledas samt se till att man åtminstone kan skotta bort snön.*

7. Om det finns eller kommer att finnas träd i byggnadens omgivning bör de invändiga takbrunnarnas antal ökas. Stuprör ska ha rensningsmöjligheter som förhindrar att löv m.m. täpper igen systemet.

Kommentarer: *Komplettera handlingarna* med att det ska finnas rensningsmöjligheter av stuprören.

Hur är det tänkt att rensningen mellan två tak, se ritning [A31-04-05](#) detalj 1, ska göras med tanke på att det är 6 m upp i luften och rensningen ska ske mitt i fastighetsgränsen? *Se till att det finns säkerhetsdetaljer som möjliggör rensning och tillsyn.*

8. Vid invändig takavvattning bör försänkta rännदार undvikas p.g.a. svårigheter vid arbetsutförandet.

Kommentarer: Det finns inte invändig takavvattning enligt definitionen. Men ett moment är svårt att praktiskt utföra, detaljen finns på ritning [A31-04-05](#) detalj 1, sektion Z. Det krävs att det blir noggrant utfört för att undvika att nederbörd tränger in i konstruktionen. *Kontrollera arbetsutförandet av detaljen.*

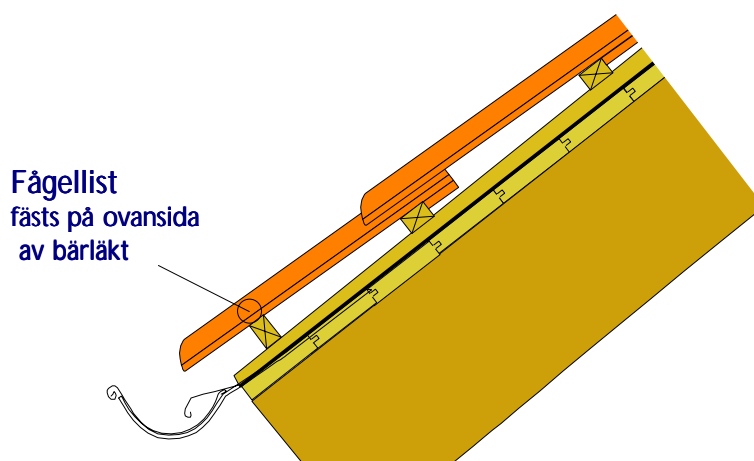
9. Vid invändig takavvattning ska bräddavlopp finnas som indikerar när takbrunnarna är igentäppta.

Kommentarer: Inte aktuell.

- 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.**

Kommentarer: Vårt tak har taktegel med bär- och ströläkt på underlagstäckt trä. Utförandet av taket ger inga bekymmer om en takpanna går sönder. Vattnet kan transporteras fritt ner till hängrännorna vid takfoten, se t.ex. på ritning [A31-04-03](#) detalj 1. *Godkänd.*

Det rekommenderas att använda en sk. fågellist som fästs på den nedre bärläkten, se figuren nedan. I varje fall då bär- och ströläkt inte är tryckimpregnerat virke. Fågellisten förhindrar att fåglar bygger bon under takpannorna. Fågelbon och annat som kan blåsa in under pannorna förhindrar att vatten kan fritt rinna ner till hängrännorna. Skräpet fastnar oftast emellan den nedre bärläkten och pappen. Kvarstående vatten kan innebära att den nedre bärläkten ruttnar.



3.1.2 LUFTFUKT UTOMHUS

- 1. För kyl- och frysrum i anslutning till taket 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.**

Kommentarer: Inte aktuell eftersom inga kylutrymmen finns i anslutning till takkonstruktionen enligt planlösning.

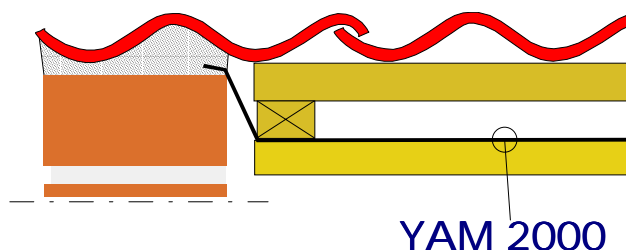
- 2. Placera trä eller träbaserade material så varmt och torrt som möjligt**

Kommentarer: En del trädetaljer är placerade varmt som på ritning [K33:0061](#). Kortling för kramling av översta tegelskiktet samt remstycke 70x120 på syllisolering RW-list har 100 mm utvändigt värmeisolering. *Dessa två är godkända.*

Enligt ritning [K33:0063](#) finns det två träreglar uppe vid råspont mellan LECA-block och tegel som saknar utvändigt värmeisolering. *Dessa bör placeras något varmare.*

På ritning [K33:0063](#), detalj B är takstol placerad kallt och är en köldbrygga. *Se vidare luftfukt inomhus punkt 5.*

Råsponten under takpannorna på ritning [A31-04-03](#), detalj 4 har direkt kontakt med tegelmurverket. Detta innebär att träet direkt kan suga vatten från tegelfasaden. Det finns en stor risk för mögel- och rötangrepp. Anvisningar från Vittinge Tegelpannor föreskriver ett annat alternativ som innebär att man undviker kontakt med murverket, se skissen nedan. En luftspalt finns mellan tegel och råspont. *Trä i direkt kontakt med fasadtegel accepteras inte. Använd Vittinge's förslag på lösning.*



På ritning [A31-04-03](#), detalj 1 finns urtag i tegel för takstol. *Kontrollera att det finns fukt-skydd mellan takstolar och tegel.*

- 3. Tak med pannor eller överläggsplattor och underlagstäckning samt luftspalter ska utföras både enligt takpannefabrikantens respektive undertäckningsfabrikantens anvisningar och gällande branschstandarder.**

Kommentarer:

Takpannor och undertäckning behandlades i *Nederbörd punkt 1* ovan.

När det gäller ventilerade luftspalten under underlagstäckningen (råspont) är det svårt att utifrån ritningarna bedöma om den är tillräckligt ventilerad. Framförallt på ritning [A31-04-05](#), detalj 1 och 4 (anslutningen tak - tak) verkar ventilationen vara liten. Även under hänggränsan på ritning [A31-04-03](#), detalj 1 ser det ut att vara dåligt ventilerat. För att öka ventilationen av ventilerad luftspalt används sk. Mögelstoppar, d.v.s. extra ventiler som fästs i råsponten. Antal och placering av dessa finns på ritning [K33:7081](#).

- 4. Materialen i vindsutrymmen rekommenderas ha en hög fuktkapacitet och tåla normal fuktbelastning utan att ta skada. Om kondens kan uppstå på undersidan av taket ska inte kondensen rinna ner i underliggande konstruktion/bjälklag.**

Kommentarer: I det lilla vindsutrymmet som finns på ritning [A31-01-0611](#), sektion B t.o.m. E, är undertaket av 22 mm råspont. Värmeisoleringen är Termocell, cellulosaisolering, enligt ritning [K33:0061](#). *Godkänd.*

- 5. Ventilations- och avluftningskanaler får inte ha utloppet i det ventilerade utrymmet. Alla måste avslutas helt och hållet utanför yttertaket.**

Kommentarer: Information om kanaler saknas på ritningarna. *Måste kompletteras.*

3.1.3 LUFTFUKT INOMHUS

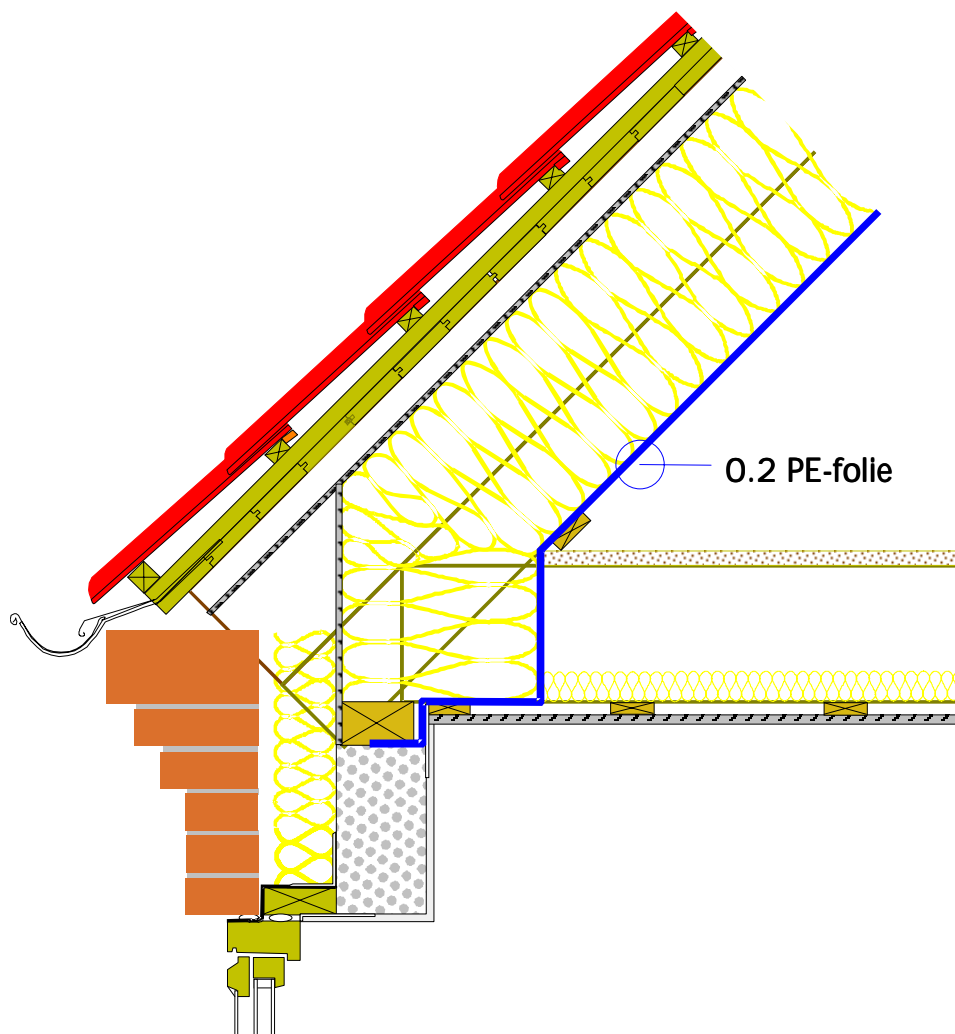
- 1. Fuktttransport i ångfas (ångdiffusion) ska inte öka fukttillståndet i konstruktionen. Om så är fallet placera en heltäckande ångspärr på konstruktionens insida. Ångspärren får inte kan skadas av de boendes vanor, t.ex. håltagning för uppsättning av lampor m.m. (se punkt 3 nedan). Tänk på att akustikplattor kan ge ett extra värmemotstånd och därmed påverka fukttillståndet i takkonstruktionen.**

Kommentarer: Som ångspärr används MATAKI vindpapp MB 547, se ritning [K33:0061](#). Den har tillräckligt stort ångmotstånd. *Godkänd.*

- 2. God lufttätethet 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.**

Kommentarer: Lufttätningen utgörs av vindpapp, MB 547 MATAKI och invändig gips fästs på glespanel 28x70 c 400 enligt ritning [K33:0061](#). Enligt materialfabrikanternas anvisningar ska överlappet vara minst 200 mm och spikad i skarvarna. Vindpappen har ett lågt värde på lufttätetheten och är inte avsedd att förhindra att fuktig luft tränger ut i konstruktionen. Ur fukt-synpunkt *rekommenderas att man väljer ett annat material, t.ex. en lufttät papp eller plastfolie.*

Vindpappen finns ansluten till ytterväggen som ritning [K33:0061](#) visar och hänvisar till arkitektritning. Men på ritning [A31-04-03](#), detalj 1 slutar vindpappen vid spånskivan på vindsgolvet. Man kan inte se att lufttätningen är ansluten till ytterväggen. En hel lufttätning och en lufttät anslutning till ytterväggen är ett måste för att erhålla en bra lufttätning och slippa skador p.g.a. fuktkonvektion. *Det rekommenderas att istället använda en PE-folie för att undvika fuktkonvektion* och utföra dragningen av lufttätningen som skissen nedan visar.



Gradsparr på ritning K33:0062 är synlig från insidan och det är svårt att erhålla en god lufttätning mot anslutande material. *Kontrollera hur anslutningen av lufttätningen är utförd. Det rekommenderas att använda en PE-folie* istället där materialfabrikanten har stor kunskap om hur skarvning, håltagning och överlapp utförs.

Redovisning av anslutningar av lufttätning till ventilationskanaler och skorsten saknas. *Ange hur dessa ska genomföras.*

Risk för kondens finns på ritning K33:0063, detalj 3. På grund av olika rörelser i takstolar och anslutande delar kan otätheter inte uteslutas. *Lufttätningen bör kontrolleras.*

- 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 fuktillstånd inuti konstruktionen.**

Kommentarer: Det saknas detaljritningar på hur både eldragning och ventilationskanaler ska göras samt var genomföringar finns i taket. Dessa bör antingen redovisas på ritningar eller ska

det finnas hänvisning till gällande branschstandarder. *Ej godkänd, komplettering av hur tätning kring el- och ventilationskanaler ska göras.*

- 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.

Kommentarer: Hur håltagningar för skorsten och ventilation m.m. ska genomföras framgår inte av ritningarna. Dessa ska utföras så att inget luftläckage kan förekomma. *Ej godkänd, komplettering av genomföringar i lufttätningen krävs.*

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

Kommentarer:

Varje takstol i taket är en liten köldbrygga eftersom de är genomgående, se exempelvis på ritning [A31-04-03](#) detalj 1. Istället för påsaling med 45x145 på takstolarna hade det varit bättre med horisontella reglar.

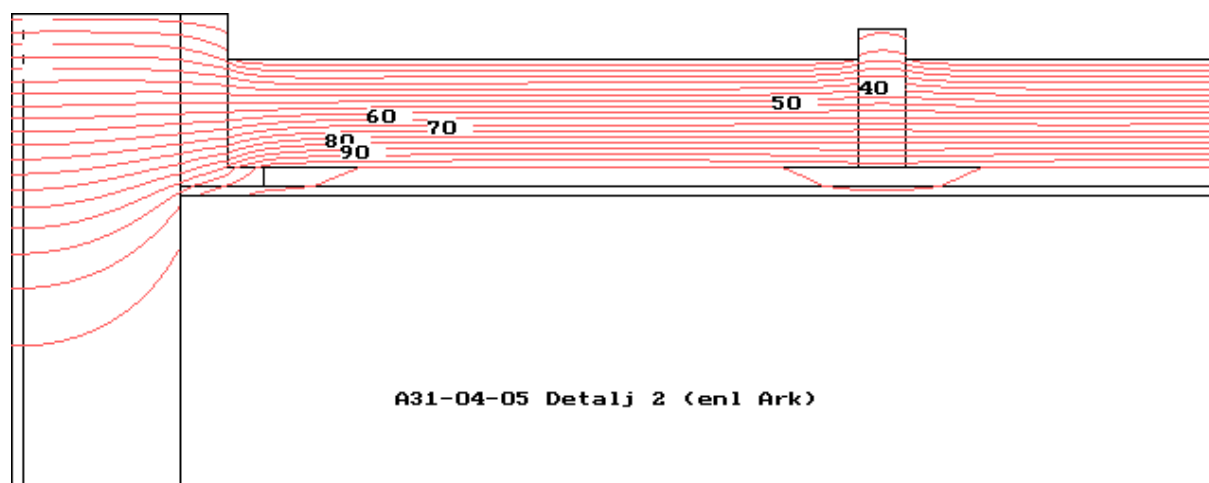
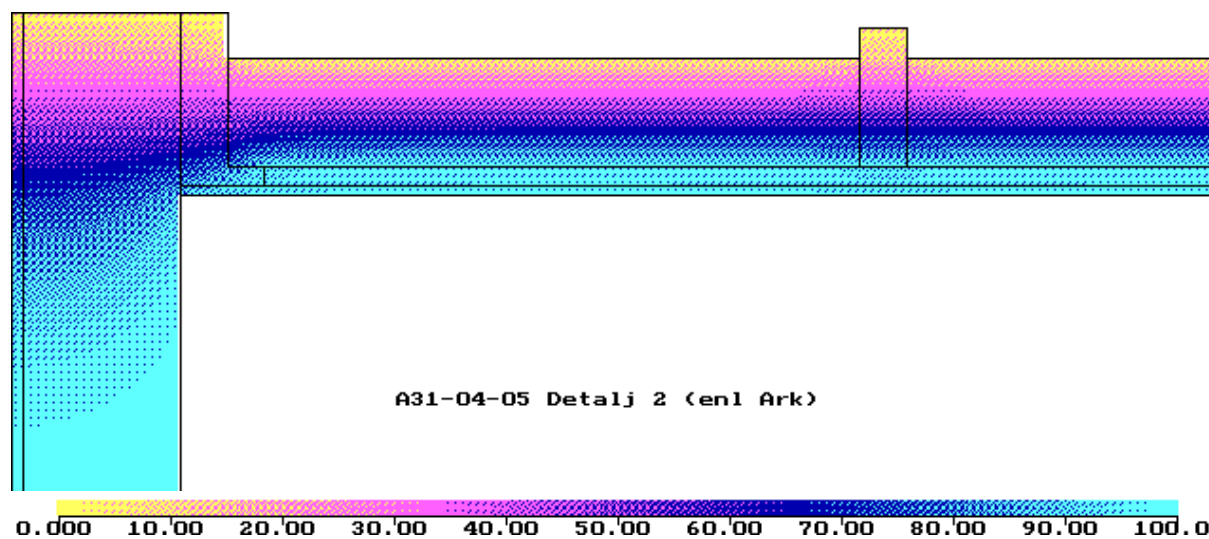
Enligt ritning A31-04-03, detalj 4 anslutning mellan tak och gavel finns en köldbrygga. Leca-block har en värmeisolering placerad mot råspont. Temperaturen på insidan bedöms bli tillräckligt stor för att kondens ska undvikas varför ingen beräkning genomförs. *Konstruktionen accepteras.*

På ritning A31-04-05, detalj 1 (en anslutning mellan två tak) samt detalj 2 (brandvägg mellan fastigheterna) finns en köldbrygga. Detalj 1 är svår att utföra beräkningar med beräkningsprogrammet HEAT2. Storleksordningen på köldbryggan blir ungefär lika stor som för detalj 2. I beräkningarna sätts temperaturen utomhus till 0 och inomhus till 100. Det smarta med att sätta temperaturen till 0 respektive 100 är att man sen helt valfritt kan välja både utomhus och inomhus. Temperatur på köldbryggan är en relativ invändig yttemperatur och med hjälp av den kan vi bestämma risken för ytkondens med hjälp av ett PC-program.

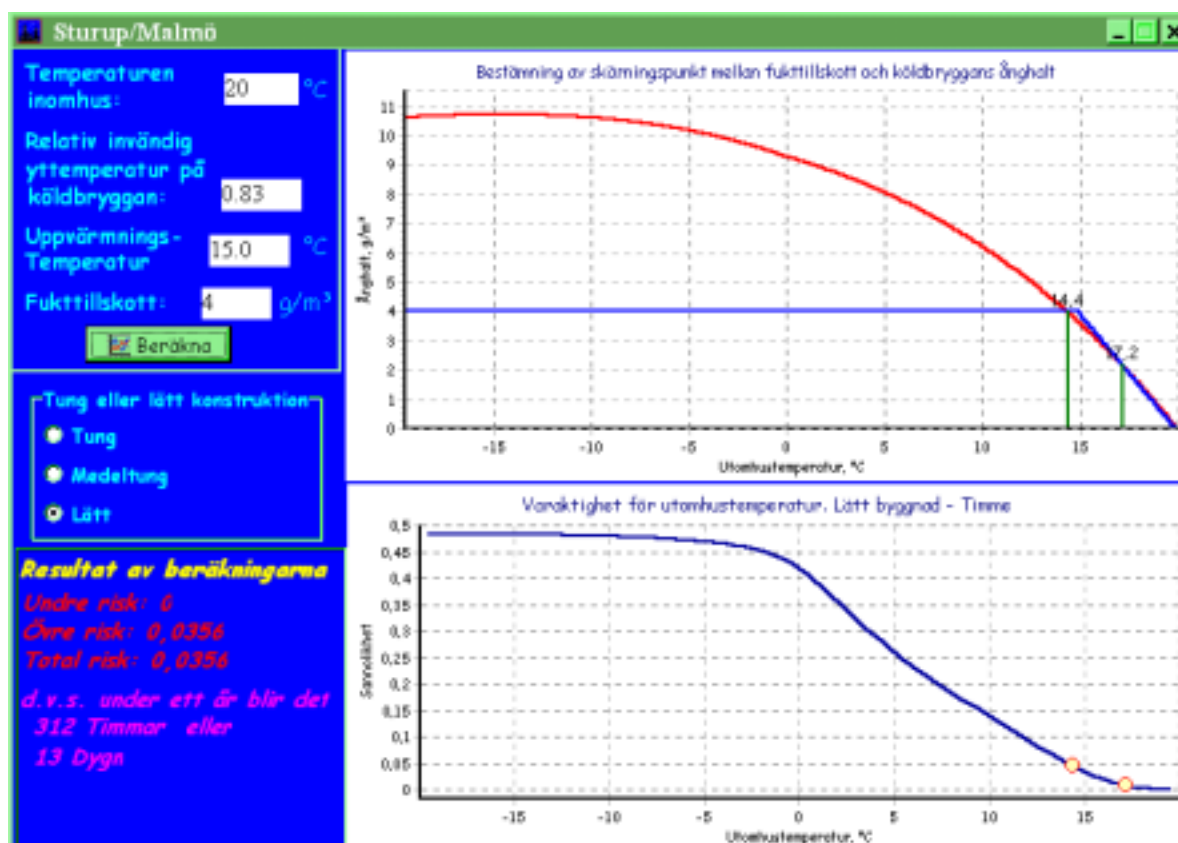
I Heat2 antas värmeledningsförmågan i luftspalten antas vara 0,125 (m·K)/W i brandväggen samt 0,12 (m·K)/W i mellan värmeisolering och gips. För att få ett extremt värde på köldbryggans storlek sätts det yttre värmemotståndet till 0,04 (m²·K)/W ovanför brandväggen. Tegeltakets inverkan på värmemotståndet reduceras alltså över brandväggen medan värdet på 0,3 (m²·K)/W gäller annars överallt på konstruktionens utsida. Övrigt valda värden på inångsdata till beräkningarna redovisas i kapitel 2. *Ingångsinformation*, sidan 9.

I nedanstående figurer visas temperaturprofilen för detaljen, dels med färg dels med sk. isotermier. Den lägsta relativa invändiga yttemperatur finns precis i innerväggshörnet och är 83%. Kommentar: På detaljen står 156 mm värmeisolering medan på övriga ritningar står 310

mm. Beräkningarna har gjorts med de måtten som anges på detaljen. Vid 310 mm värmeisolering blir det minsta värdet 88,6% istället för 83%.



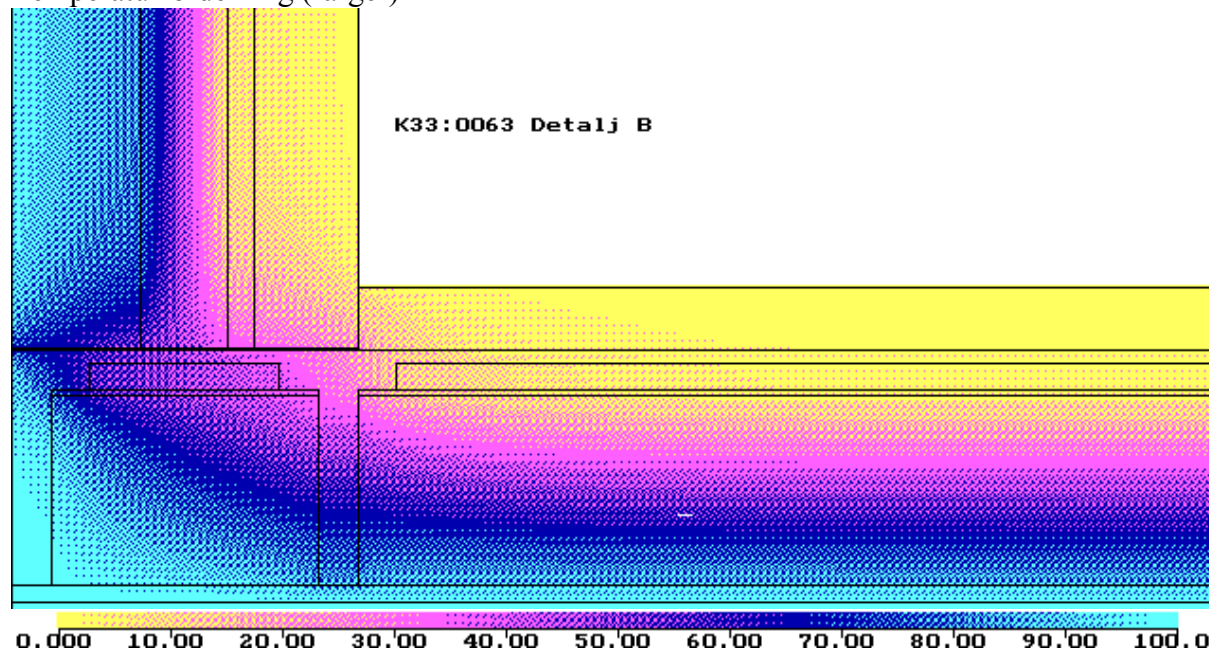
Risken för ytkondens på detalj 2 kan nu beräknas och det görs med hjälp av metoden i kapitel 8.1 Stationär beräkning av köldbrygga på sidan 53. Vi utnyttjar den separata modulen i PC-programmet Klimatdata för fuktberäkningar. Som ingångsdata behövs temperaturen inomhus (20°C), uppvärmningstemperatur (sätts till 15°C), relativ temperatur på köldbryggan (83% eller 0,83) och fuktillskott (4g/m³). Som utomhusklimat väljs Sturup. Konstruktionen är sammansatt av dels en träkonstruktion (lätt) dels lättklinkervägg (medeltung). Det mest ogynnsamma fallet för konstruktionen är om vi använder en lätt konstruktion ur värmesynpunkt. Resultatet från programmet visas i nedanstående figur och är en skärmutskrift ifrån programmet.



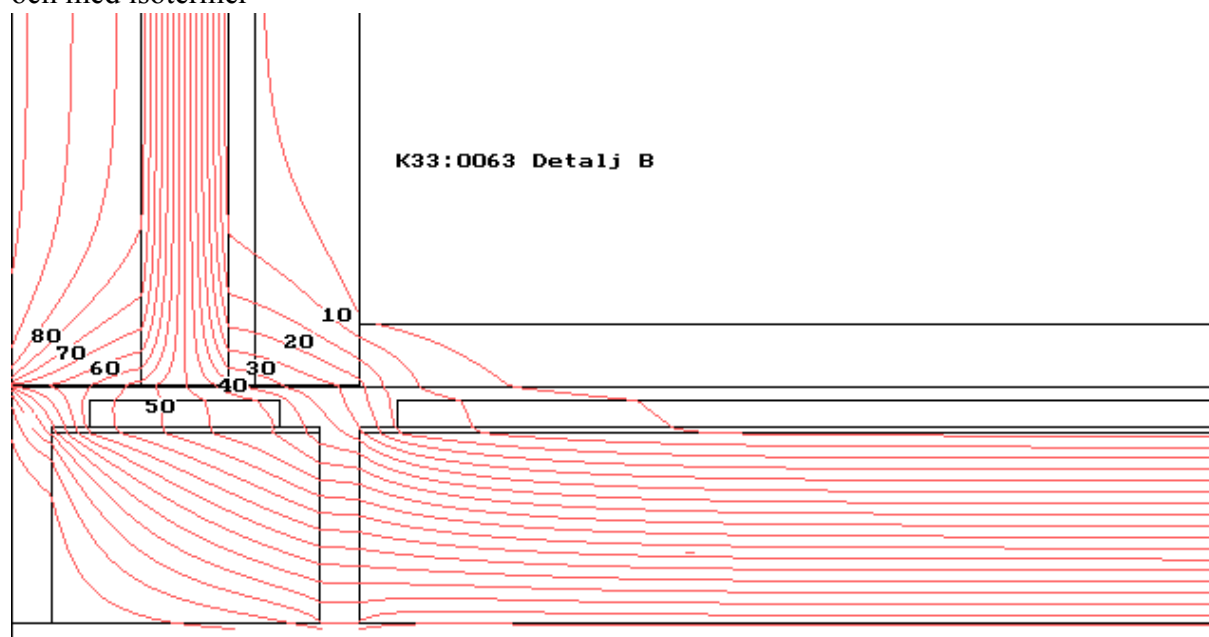
Sannolikheten eller risken för att det ska bli kondens med valda ingångsvärden är 0,0356, d.v.s. 3,6 % av alla antalet timmar under ett år. Med valda ingångsdata för ger det att under 13 dygn under ett år bildas det kondens på konstruktionens insida. Temperaturen utomhus ska då vara i intervallet 14,4°C till 17,2°C. Är fukttillskottet lägre än 3,6 g/m³ finns det ingen risk för kondens. *Sett ur ytkondensation bör detalj 2 på ritning A31-04-05 modifieras något men kan i princip accepteras.*

Enligt ritning [K33:0063](#), detalj B är takstol placerad kallt och utgör en köldbrygga. Detaljen bör undersökas med avseende på risk för ytkondensation. Köldbryggan har kontrollerats med HEAT2 och modulen till programmet Klimatdata för fuktberäkningar. Om man genomför beräkningar med HEAT2 och sätter 100 på insidan av konstruktionen och 0 på utsidan får man ett resultat som figurerna nedan visar. I Heat2 antas ventilationen i takets luftspalt vara väl ventilerad (värmeledningsförmågan antas till 1,1 W/m·K) och ytterväggens antas vara delvis ventilerad (värmeledningsförmågan antas till 0,66 W/m·K). Övrigt valda värden på ingångsdata till beräkningarna visas i kapitel 2. *Ingångsinformation*, sidan 9. Figurerna nedan visa på olika sätt att redovisa temperaturprofilen för detaljen. Den lägsta relativa invändiga ytemperaturen finns precis i anslutningen mellan ytterväggen och den inre takstolen. Värdet är här ca 67%.

Temperaturfördelning (färger)



och med isotermer



Risken eller sannolikheten för att det bildas kondens på konstruktionens insida kan nu beräknas med hjälp av modulen i PC-programmet Klimatdata för fuktberäkningar. Konstruktionen kan anses som en lätt konstruktion sett ur värmetröghet. Temperaturen inomhus är 20°, uppvärmningstemperatur antas till 15°C och fuktillskottet 4 g/m³. Som utomhusklimat väljs Sturup.

Risk för ytkondens uppträden när temperaturen utomhus är större än eller lika med 12,4°C. Risken är 0,0845 av antalet timmar under ett år d.v.s. kondens på köldbryggan uppträder under ca 720 timmar (31 dygn)! *Det rekommenderas att ändra eller konstruera på annat sätt detalj B på ritning K33:0063 för att minska risken för ytkondensation.*

3.2 ENSTAKA FUKTBELASTNING

3.2.1 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.**

Kommentarer: I de allmänna kommentarerna anges inget om förvaring av material och komponenter. *Kompletera handlingarna med hur materialen ska förvaras*, t.ex. värmeisolering och trä: utomhus torrt och luftigt under en presenning eller inomhus avskilt från golvet vid minst +10°C. Pappen ska förvaras stående och inomhus enligt fabrikantens anvisningar.

- 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.**

Kommentarer: *Kompletera handlingarna* att se till att konstruktionen är regntät, d.v.s. råspont och papp, är på plats innan värmeisoleringen monteras i konstruktionen. Se även till att täcka över, helst efter varje arbetsdag och minst innan helger och längre ledigheter.

- 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.**

Kommentarer: Takstolarna är prefabricerade och bör sättas upp samma dag som de levereras. Om de inte kan sättas upp samma dag ska de förvaras avskilt från marken och luftigt under en presenning. *Kompletera handlingarna*.

3.2.2 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 fuktillstånd som uttorkningen ska ske. Gjutformar av t.ex. trä eller träbaserade material ska inte finnas kvar i konstruktionen.**

Kommentarer: Taket har obetydligt med byggfukt om material förvaras enligt 3.2.1 *Nederbörd under byggnadstiden*. *Godkänd om materialen förvaras torrt*.

- 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.**

Kommentarer: Trä och takstolar ska ha en fuktkvot som understiger 20% när de byggs in enligt Hus AMA 93. *Komplettera handlingarna.*

- 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.**

Kommentarer: Vid takfot remstycke enligt ritning [K33:0061](#) finns en fuktspärr, RW-list på ritning [A31-04-03](#) står papp. *Godkänt.*

Enligt ritning [K33:0062](#) ska det vara en grundpapp mellan mellanbjälklag och LECA-blocken. *Godkänt.*

På ritning [A31-04-03](#), detalj 1 finns urtag i tegel för takstol. *Kontrollera att det finns fukt-skydd mellan takstolar och tegel.*

På ritning [A31-04-05](#), detalj 2 finns råspont i direkt kontakt med LECA-block eller puts. Det finns heller ingen papp mellan takstolar med påsalning och LECA-blocken. I dessa fallen borde det finnas en fuktspärr. *Komplettera handlingarna med att det alltid ska finnas fuktspärr mellan trä och murverk.*

- 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.**

Kommentarer: Takets fuktförhållanden påverkas inte av invändiga ytbehandlingar. *Godkänd.*

- 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.**

Kommentarer: Inte aktuellt eftersom vi har en träkonstruktion i taket.

- 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.**

Kommentarer: Fukt kan transporteras till taket vid avdunstning från ytterväggar och grund. Det kommer att belasta takstolar och andra trädetaljer. Man bör därför se till att värmeisole-

ringen och invändiga lufttätningen placeras i konstruktionen så fort som möjligt för att undvika att byggfukt kan vandra upp till råspont och takstolar. *Komplettera handlingarna.*

3.2.3 LÄCKAGE

- 1. Vattenledningsrör ska placeras så att eventuellt läckage kan upptäckas i ett tidigt skede.**

Kommentarer: Alla vattenledningsrör finns innanför värmeisoleringen i mellanbjälklaget i taket. Det innebär att man inte upptäcker vattenläckage på ett tidigt stadium. Rör bör placeras väl synliga. Inspektionsluckor för vattenledningsrören saknas varför den boende inte själv kan kontrollera rören. *Komplettera handlingarna.*

- 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.**

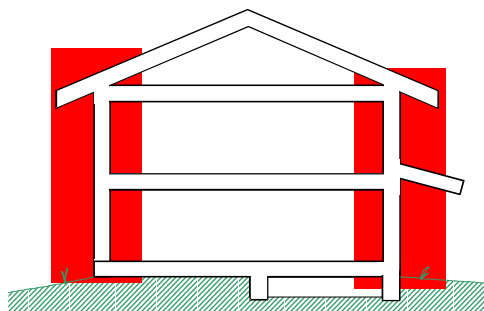
Kommentarer: Ledningsrör för kallvatten finns innanför värmeisoleringen i taket. *Kontrollera att de har tillräckligt med isolering (enligt gällande normer).*

- 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.**

Kommentarer: Taken i WC, bad- och duschrum finns inte i direkt anslutning till taket. Dessa tak bör utföras enligt rekommendationerna för väggar i gällande branschstandard för våtrum. *Komplettera handlingarna och anvisningar enligt VASKA bör beaktas.*

4. FUKTDIMENSIONERING - YTTERVÄGGAR

I detta kapitel kontrolleras punkterna i checklistan på byggnadsdelen ytterväggar. Ritningar på ytterväggarna för vår byggnad finns i [Bilaga A](#). Med ytterväggar avses även anslutningar till andra byggnadsdelar, se de röda rutorna i figuren nedan. Både *4.1 Normal fuktbelastning* och *4.2 Enstaka fuktbelastning* visas kontrollpunkterna i ljusgula rutor. Kommentarer och synpunkter på vår byggnad följer därefter.



4.1 NORMAL FUKTBELASTNING

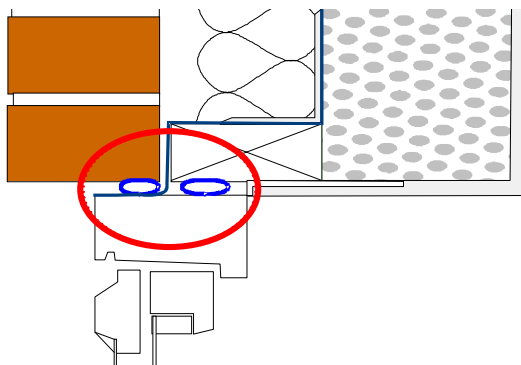
4.1.1 NEDERBÖRD

- 1. Nederbörd som absorberas av fasadmaterialet/en ska kunna torka ut utan att skador eller andra olägenheter uppkommer.**

Kommentarer: Säcksurning medför att murverket blir relativt tätt mot slagregn och regngenslag. Även om vatten skulle tränga in och rinna på insidan av tegelmurverket rinner det ner och ut genom de öppna stötfogarna. Hela väggen, se förklaringar till ritn. nr sidan 4 i [Bilaga A \(YV1\)](#), består av fukttåliga material, varför någon risk för skada vid höga fuktillstånd inte finns. *Godkänd.*

- 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.**

Kommentarer: Vattenutledande butylgummiduk finns ovanför fönster, se ritning [A31-04-03](#), detalj 1. Det finns en tätning mellan butylgummiduk och tegelbalk, se nedan röda ringen i vänstra skissen nedan. Vad denna ”tätning” består av och vilken funktion den har är oklart. Risk finns att den hindrar dräneringen av regnvatten i spalten. *Tätningen bör tas bort.* I övrigt ger butylgummiduken en god vattenutledning från luftspalten eftersom de är indragen under värmeisoleringen och uppdragen ca 100 mm på det inre murverket. Dock är anslutningen mot karmen något tveksam eftersom det finns risk för att vatten kan tränga in under duken. *Den bästa lösningen ur fuktsynpunkt är att flytta fönstret längre in i fasaden.*



På ritning [A31-04-04](#), detalj 7 visas infästning av fönster i ytterväggen på ovanvåningen. I ovankant fönster finns två tegelbalkar utan vattenutledande skikt i luftspalten. Hur är det tänkt att vattnet avledas från luftspalten? Utförandet medger inget vattenutsläpp. *Bör åtgärdas.*

Vattenutledande butylgummiduk vid grundkonstruktion på ritning [A31-04-03](#), detalj 3 leder vattnet utåt och garanterar god vattenavledning. *Godkänt.*

I den vertikala infästningen av fönster på ritning [A31-04-02](#), detalj 11 och 13 bör träregel 45x120 mm vid fönster skyddas bättre för fukt från tegelfasaden. Träet bör antingen skyddas via en bakomliggande papp eller måste detaljerna konstrueras om, t.ex. som detalj 14 visar. Det sista alternativet medför dock att det bildas en köldbrygga (se 4.1.3 *Luftfukt inomhus*, sidan 29). *Komplettera handlingarna eller på ritning med att mellan trä och murbruk ska finnas en fuktspärr, t.ex. en grundpapp.*

Fönsterbleck finns på ritningen [A31-04-03](#), detalj 2 med god lutning utåt så att vatten avleds. *Godkänd.*

Fönsterbleck på ritning [A31-04-04](#), detalj 8 och dörrbleck på ritning [A31-04-03](#), detalj 6 är lutningen i det minsta laget. Det rekommenderas att *öka lutningen på fönsterblecken något.*

3. Vid utvändig målning av fasadmaterialet bör lämpligt färgsystem väljas.

Kommentarer: Säckskurat tegel görs oftast som en separat behandling efteråt och påverkar inte fuktförhållandena i väggen. Dock kan det i vissa fall förekomma flagning. I vissa fall kan kalkutfällningar förekomma om säcksburningsbruket innehåller mycket cement. *Godkänt.*

4. Fasadmateriell 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.

Kommentarer: Bakomliggande luftspalt finns med vattenutledande skikt av papp eller butylgummiduk. Vattenutledande skiktet är fäst som ritning [A31-04-03](#), detalj 3 visar. Även om

det bildas brukstuggor i luftspalten fungerar luftspalten eftersom värmeisoleringen är dränerande. *Godkänt.*

Gaveln är ventilerad med uteluftsgaller enligt ritning [A31-04-05](#). Det är svårt att avgöra om det blir ventilation i anslutning tak yttervägg/gavel på ritningarna [K33:0063](#), detalj A eller [A31-04-03](#), detalj 4. *Bör förtydligas.*

- 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.**

Kommentarer: Byggnaden har inget taksprång, se ritning [A31-01-0611](#) eller fasadritningar. Risk finns att det kommer att ske urlakning upptill, samt saltutfällningar och frostnedbrytning i säckskurningen. Dessa bekymmer är dock endast en estetisk fråga. *Konstruktionen kan accepteras.*

- 6. Fasadmaterial av tegel, betong, puts, m.fl. bör vara frostbeständiga.**

Kommentarer: Valt tegel för fasaden är frostbeständig enligt konstruktören. *Godkänt.*

4.1.2 LUFTFUKT UTOMHUS

- 1. Kondens på fasadbeklädnadens insida kan orsakas av temperaturändringar vid vissa väderförhållanden. Använd tvåstegstätning (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).**

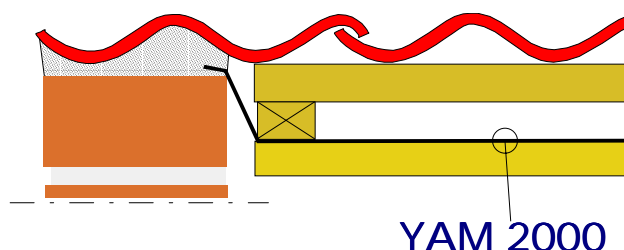
Kommentarer: Fasadtegel med bakomliggande luftspalt finns. Eventuell kondens på tegelmuren saknar betydelse. *Godkänd.*

- 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.**

Kommentarer: Alla syllar samt remstycken och kortlingar är placerade i torr miljö bortsett från en träregel finns invid tegelskalet, enligt ritning [A 31-04-03](#), detalj 4. *Godkänt med undantag för detalj 4.*

Trädetaljer vid infästning fönster/dörrar är inte placerade varmt, se ritningarna [A31-04-02](#), detalj 11, 12 och 13 samt [A31-04-03](#), detalj 1 och 2. Generellt kan sägas att trä i kontakt med den fuktiga luften i konstruktionens yttre delar är en riskkonstruktion. Den relativa fuktigheten i luftspalten är oftast över 90% och det leder till att risken för röta och mögelpåväxt är stor. *Alternativa lösningar måste därför övervägas.*

Råsponten under takpannorna på ritning [A31-04-03](#), detalj 4 har direkt kontakt med tegelmurverket. Detta innebär att träet kan direkt suga vatten från tegelfasaden och det finns en stor risk för mögel- och rötangrepp. Anvisningar från Vittinge Tegelpannor föreskriver ett annat alternativ som ger att man helt undviker kontakt med murverket, se skissen nedan. *Trä i direkt kontakt med fasadtegel accepteras inte. Använd Vittinge's förslag på lösning.*



4.1.3 LUFTFUKT INOMHUS

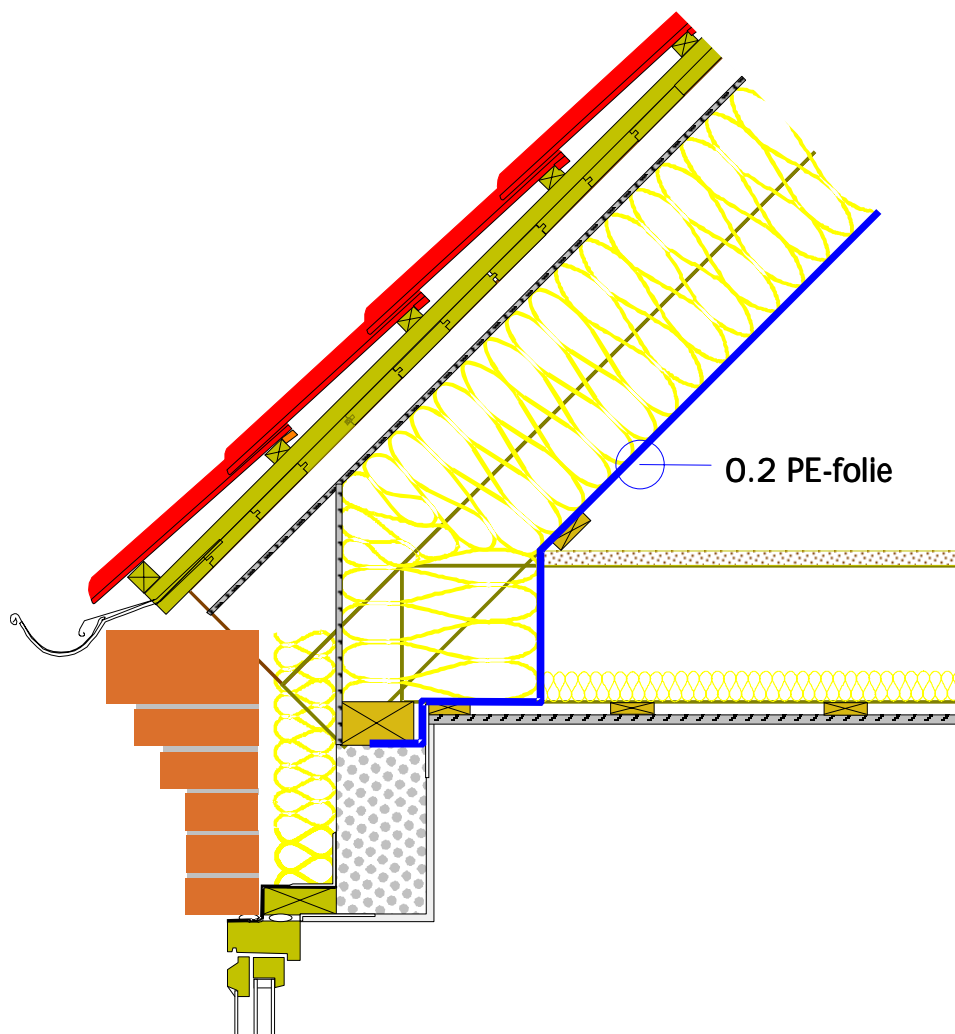
- 1. Fukttransport i ångfas (ångdiffusion) ska inte ge skadliga fuktillstånd i konstruktionen. Om så är fallet placera en heltäckande ångspärr i konstruktionens insida. Ångspärren får inte kan skadas av de boendes vanor, t.ex. håltagning för uppsättning av tavlor m.m. (se punkt 3 nedan).**

Kommentarer: Tegel och lättklinker (LECA-block) har ungefär samma ånggenomsläpplighet. Målningen på insidan av väggen med silikatfärg ger att insidan blir något ångtätare än utsidan. Den mängd som kondenserar i väggen blir liten och helt ofarlig ur fuktsynpunkt. En beräkning av den kondenserad mängd behövs därför inte. *Godkänd.*

- 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.**

Kommentarer: Ytterväggens konstruktion (YV1 på sidan 4 i [Bilaga A](#)) utan håltagning är tillräckligt lufttät eftersom den är putsad. *Godkänd.*

Lufttätningen vid anslutningen till taket är oklar. På ritning [K33:0061](#) finns en vindpapp utritad men inte på ritning [A31-04-03](#), detalj 1. Det är stor risk för skadlig fuktkonvektion om inte en ordentlig lufttätning finns vid anslutningen yttervägg och tak. Det rekommenderas att en lufttät papp eller en PE-folie används istället, se figuren nedan. *Anslutningen i dess nuvarande utformning godkänds inte.*



Förutsättningar för skadlig fuktkonvektion finns på ritning [K33:0063](#) detalj B. Om luftspalten i taket är ventilerad kan tryckskillnad uppstå. På grund av olika rörelser i takstolar och anslutande delar kan otätheter inte heller uteslutas. *Lufttätningen bör kompletteras.*

- 3. Då ångspärr/lufttätning behövs i ytterväggen rekommenderas en installations-spalt närmast väggens insida, där elkablar och ventilationskanaler kan placeras. Vattenledningsrör skall dock placeras väl synliga. (Se vidare under 4.2.3 Läckage). Ångspärrens placering i väggen ska inte ge kondens eller höga fukt-tillstånd inuti ytterväggen.**

Kommentarer: Ångtätning behövs inte för rådande konstruktion. *Godkänd.*

- 4. Vid klimatanläggningar med kondensorn placerad på ytterväggens utsida bör risken för skador i fasadbeklädnaden undersökas.**

Kommentarer: Inte aktuell.

- 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.

Kommentarer: Punkten går inte att kontrollera eftersom det saknas ritningar på håltagning och genomföringar i ytterväggen. Elledningar och dylikt kan bilas in i den inre delen av muren. Genomföringar kan lätt tätas med murbruk. *Konstruktionen accepteras med ovanstående förbehåll.*

- 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.**

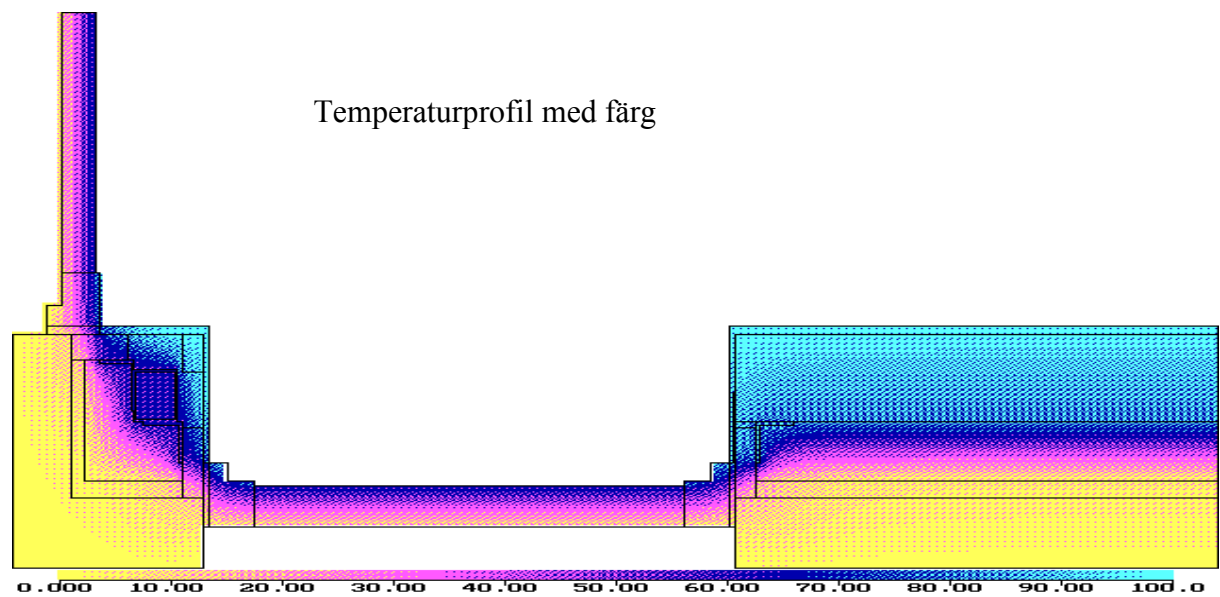
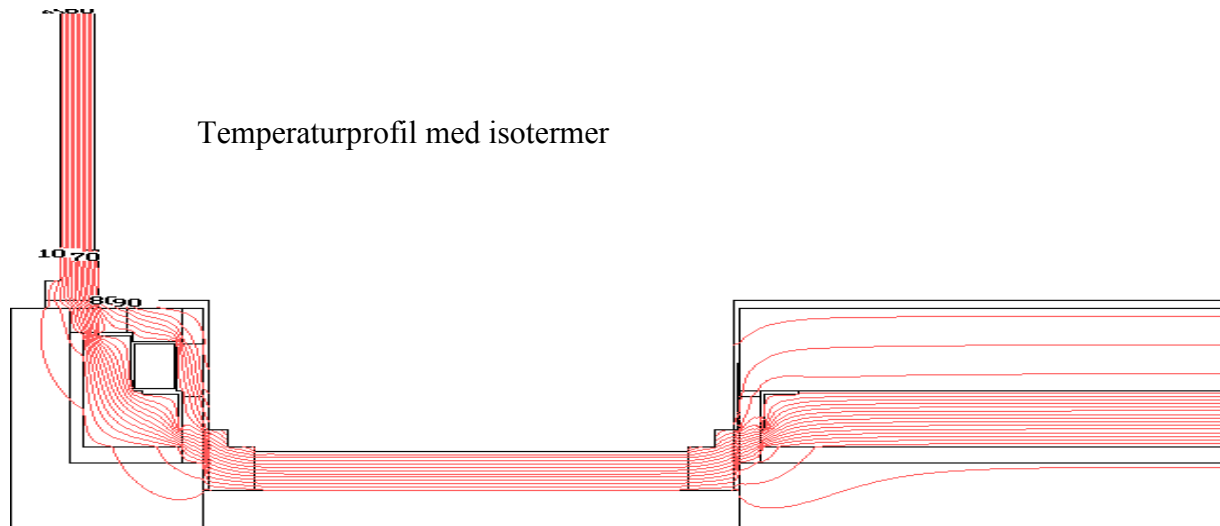
Kommentarer: Köldbryggor finns vid anslutningen

- ✓ tak - yttervägg (K33:0062, A31-04-03 Detalj 4) och K33:0063 detalj B.
- ✓ fönster/dörrar - yttervägg (A31-04-03 vertikalt detalj 1 och 2 samt horisontellt A31-04-02 detalj 11, 13 och 14).
- ✓ yttervägg/dörr grundkonstruktion, A31-04-03 detalj 3 och 6.
- ✓ fönster/yttervägg i ovanvåningen, A31-04-04 detalj 7 med två tegelbalkar.

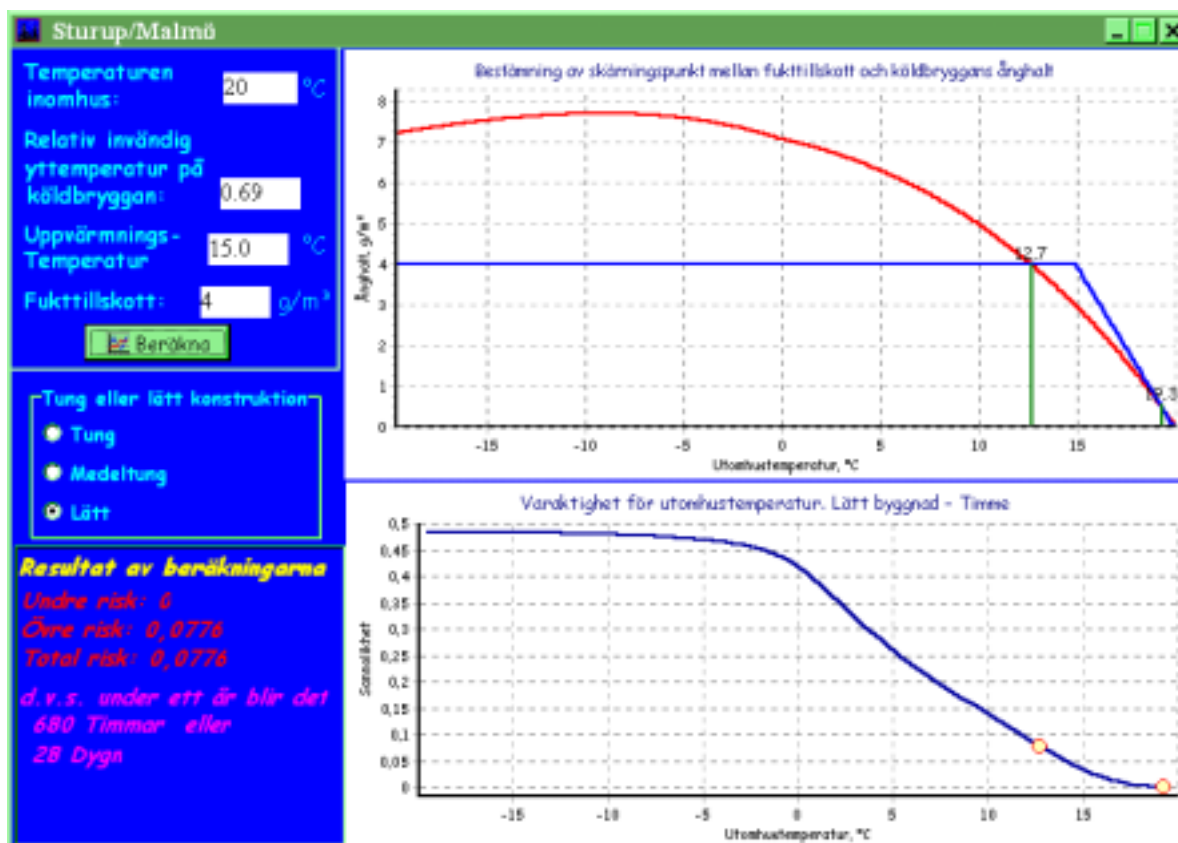
Beräkning krävs för att verifiera att inga höga relativa fuktigheter erhålls på den invändiga ytan p.g.a. låga yttemperaturer. Följande köldbryggor har kontrollerats med HEAT2-beräkningar:

- yttervägg/tak på ritning K33:0063 detalj B. Beräkningar utfördes vid fuktdimensionering av taket, se sidan 19.
- vertikal infästning av fönster i yttervägg på ritning A31-04-02 detalj 11, 12, 13 och 14.
- fönster/yttervägg i ovanvåningen på ritning A31-04-04 detalj 7.

Vertikal infästning av fönster i yttervägg på ritning A31-04-02 detalj 11,12 och 13. Genom att sätta temperaturen i HEAT2 till 0 utvändigt och 100 invändigt får man en sk. relativ invändig yttemperatur på köldbryggan. Värdet kan sen användas i bedöma risken för ytkondens i modulen i PC-programmet Klimatdata för fuktberäkningar. I Heat2 sätts värmeledningsförmågan i luftspalten i ytterväggen och inuti stålpelaren luftspalt till det värdet finns beräknad i kapitel 9.2. Övrigt valda värden på ingångsdata visas i kapitel 2. *Ingångsinformation*, se sidan 9. Resultatet av beräkningarna visas temperaturprofilen i de två figurer nedan.

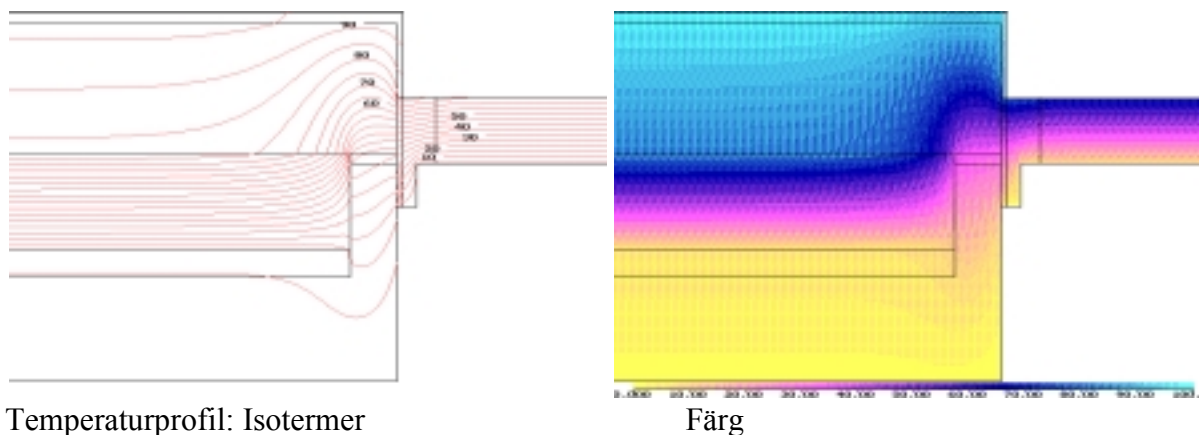


I figurerna finner man att det finns tre olika platser på insidan där temperaturen är låg. Alla finns i invid infästningen av karmen i väggen. Den lägsta relativa invändiga yttemperaturen är 69%, infästning av fönsterkarmen i hörnplanet. Vi kan nu bestämma risken för invändig ytkondensation och det gör vi genom att använda modulen i PC-programmet Klimatdata för fuktberäkningar. Vi har 20°C inomhus, ett fuktillskott på 4g/m³ och sätter uppvärmningstemperatur till 15°C. Konstruktionen kan anses som en lätt konstruktion sett ur värmesynpunkt. Klimatstationen är Sturup. Vi matar in våra data i modulen och resultatet visas i figuren nedan.



Ytkondens på köldbryggan uppträder när temperaturen utomhus är över 12,7°C. Risken för kondens är 0,0776 av antalet timmar under ett år. Det kan bli ytkondens under 680 timmar eller 28 dygn! *Det rekommenderas därför att konstruera om detaljen.*

Vertikal infästning av fönster i yttervägg på ritning A31-04-02 detalj 14 & Fönster/yttervägg i ovanvåningen på ritning A31-04-04 detalj 7. Dessa två detaljer är beräkningsmässigt desamma. Vi antar som vanligt att vi har 0 utvändigt och 100 invändigt och bestämmer igen en relativ invändig ytttemperatur på köldbryggan. Värmeledningsförmågan i luftspalten i ytterväggen är beräknad i kapitel 9.2 och övrigt valda värden på ingångsdata till Heat2 visas på sidan 9. Temperaturprofilen för detaljen visas i nedanstående figur.



Det lägsta värdet på insidan finns vid infästningen av karmen i ytterväggen. Värdet är här 75%. Risken för kondens beräknas i modulen i PC-programmet Klimatdata för fuktberäk-

ningar. Med inomhustemperaturen på 20°C, uppvärmningstemperatur 15°C och ett fuktillskott på 4g/m³ blir risken för kondens ca. 0,056. Temperaturen utomhus måste vara större än eller lika med 13,6°C för att det ska bli ytkondens. Beräknad risk för kondens kan innebära att det kan bildas kondens på köldbryggan under 508 timmar eller 21 dygn under ett år. Är fuktillskottet lägre än 3,5g/m³ så är risken för ytkondens mycket liten. *Det rekommenderas att konstruera om konstruktionen så att risken för kondens på köldbryggan minskas.*

7. Rum med en hög fuktbelastning skall ventileras väl.

Kommentarer: I WC, dusch, badrum samt kök finns frånluftsuttag. Kapaciteten framgår av ritning 57:11. Ventilationsflöden är enligt gällande standarder. *Godkänd.*

4.2 ENSTAKA FUKTBELASTNING

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.**

Kommentarer: Värmeisolering, trä samt fönster och dörrar bör förvaras torrt utan att regn eller snö belastar. Se till att de förvaras inomhus avskilt från fuktigt golv, utomhus avskilt från marken samt luftigt (väl ventilerat) under presenning eller tak. *Anvisningar ska finnas i föreskrifter.*

- 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.**

Kommentarer: För färdigställda delar av ytterväggen rekommenderas att de skyddas med presenning, dock minst under längre ledigheter och helger. Tegelmuren behöver endast skyddas under själva murningen. Värmeisolering och lättklinkermur ska skyddas mot nedfuktning. *Anvisningar ska finnas i föreskrifter.*

- 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.**

Kommentarer: Inga prefabricerade i ytterväggen.

Mellanbjälklag är prefabricerade, NB-lättbärlag. De bör antingen användas samma dag som de levereras eller skyddas mot nederbörd så att uttorkningstiden inte förlängs. Förtillverkade

delar bör även skyddas under transporten. Enligt konstruktören så ingår det i konceptet från materialfabrikanten (Östra Greve) att leveransen sker på önskat sätt. *Se till att konceptet finns med i föreskrifterna eller anvisa om förvaring och transport.*

4.2.2 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.**

Kommentarer: Tegelmuren är ofta blöt. Den fuktas upp av slagregn under hösten och torkar först ut under våren. Byggfukten spelar här ingen roll.

Mineralullen innehåller ingen byggfukt om den förvaras på ett korrekt sätt under byggnadstiden.

Lättklinkerväggens byggfukt kommer från murbruket och hinner oftast torka ut vid normala byggtider. För att inte förhindra uttorkningen bör den invändiga putsningen ske så sent som möjligt.

Gipsputs innehåller obetydliga mängder byggfukt.

Godkänt.

- 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.**

Kommentarer: Trä ska vid inbyggnad vara ”torrt”. Enligt Hus AMA 93 ska fuktkvoten vid inbyggnad vara mindre än 20 viktprocent. *Maximalt tillåten fuktkvot vid inbyggnad ska anges i föreskrifterna.*

- 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.**

Kommentarer: Träreger på insidan om balkong på ritning [K33:0061](#) vid anslutningen till mellanbjälklaget bör ha grundpapp som finns på ritning [K33:0062](#), A vid anslutning vindsgolv – yttervägg.

Träreger vid anslutningen till fönster på ritningarna [A31-04-02](#) (detalj 11 och 13) och [A31-04-03](#) (detalj 1 och 2) bör ha grundpapp mot LECA-blocken.

På ritning [A31-04-05](#), detalj 2 finns råspont i direkt kontakt med LECA-block eller puts.

Ange i föreskrifterna att fuktspärr ska monteras mellan trä och murverk.

Enligt ritning [A31-04-03](#), detalj 1 finns urtag i tegel för takstol. *Kontrollera att det finns fukt-skydd mellan takstolar och tegel.*

- 4. Uttorkningstiden får inte förlängas av olämplig ytbehandling och/eller av de in-vändiga beklädnadsmaterialen (tillsammans). Redovisa både när ytbehandling kan göras och när en ny kan utföras.**

Kommentarer: Ytbehandlingen av ytterväggens insida är oftast en silikatfärg. I vissa rum kan insidan förses med ”täta” skikt utan att det på sikt påverkar uttorkningen eftersom ytter-väggen består av fuktökänsliga material. *Godkänt.*

- 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.**

Kommentarer: Kontrollplan hur murning av ytterväggarna utförs saknas. Fukt kan transporterats både till grunden och taket. Dock är mängden byggfukt relativt liten varför en ”normal ventilation” troligen är tillräcklig för att ta hand om byggfukten. *Krav på ventilation under uttorkningsskedet ska anges i föreskrifter.*

4.2.3 LÄCKAGE

- 1. Vattenledningsrör ska placeras så att eventuellt läckage kan upptäckas i ett ti-digt skede.**

Kommentarer: Exakt var vattenledningar finns i ytterväggar och i mellanbjälklag framgår inte ritningarna [59:11](#) t.o.m. [12](#). Det saknas detaljlösningar på exakt hur och var de ska place-ras i mellanbjälklagen. Vattenledningsrör ska vara förlagda väl synliga, enligt gällande branschstandarder. En skada upptäcks snabbt om den boende blir ”våt om fötterna” när en läcka har inträffat.

Avloppsledningar kommer troligen att förläggas i mellanbjälklagen. Det rekommenderas att det finns inspektionsluckor och att gällande regler följs.

Kompletteringar krävs och anvisningar enligt VASKA bör följas.

- 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 överskott-svattnet kan tas omhand.**

Kommentarer: Behov av rörisolering framgår inte. De bör finnas med i föreskrifterna varför *kompletteringar krävs.*

3. Läckande stuprör och hängrännor ska inte orsaka skador i väggen eller på fasaden.

Kommentarer: Avsaknaden av taksprång, se t.ex. ritning [A31-01-0611](#), kan medföra en lokalt stor vattenbelastning på fasaden upptill vid läckage eller stopp i hängrännan. Detta kan medföra en ojämn nedsmutsning eller vittring av fasaden.

För att minska inverkan av läckande hängrännor och stuprör ska svepstift (infästningsanordning för stuprör) luta så att vatten rinner ut från tegelfasaden.

Se till att det finns rensningsmöjligheter och att en igentäppt hängränna eller stuprör lätt upptäcks.

Konstruktionen accepteras med ovanstående kompletteringar.

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.

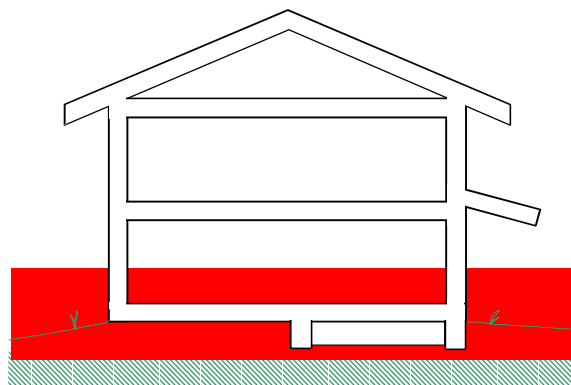
Kommentarer: Det finns inga spolplatser och utvändiga vattenkranar på ritning [59:11](#). Om rabatter finns inne vid huset finns ingen kunskap om. *Rekommendera husägarna att de placerar rabatter en bit från husets grund.*

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.

Kommentarer: WC, duschrum och badrum ska utföras enligt branschstandard för våtrum. *Komplettera handlingarna* och se till att utrymmena följer gällande reglerna för våtrum. *Synpunkter och råd enligt VASKA bör beaktas.*

5. FUKTDIMENSIONERING - GRUNDKONSTRUKTIONER

I avsnitten 5.1 *Normal fuktbelastning* och 5.2 *Enstaka fuktbelastning* finns kontrollpunkter i en ljusgula ruta och rekommendationer samt kommentarer om vårt hus följer direkt efter. Ritningar på vårt hus och grundkonstruktionen finns i [Bilaga A](#). Med grundkonstruktioner avses även anslutningar som de röda rutorna i figuren nedan visar.

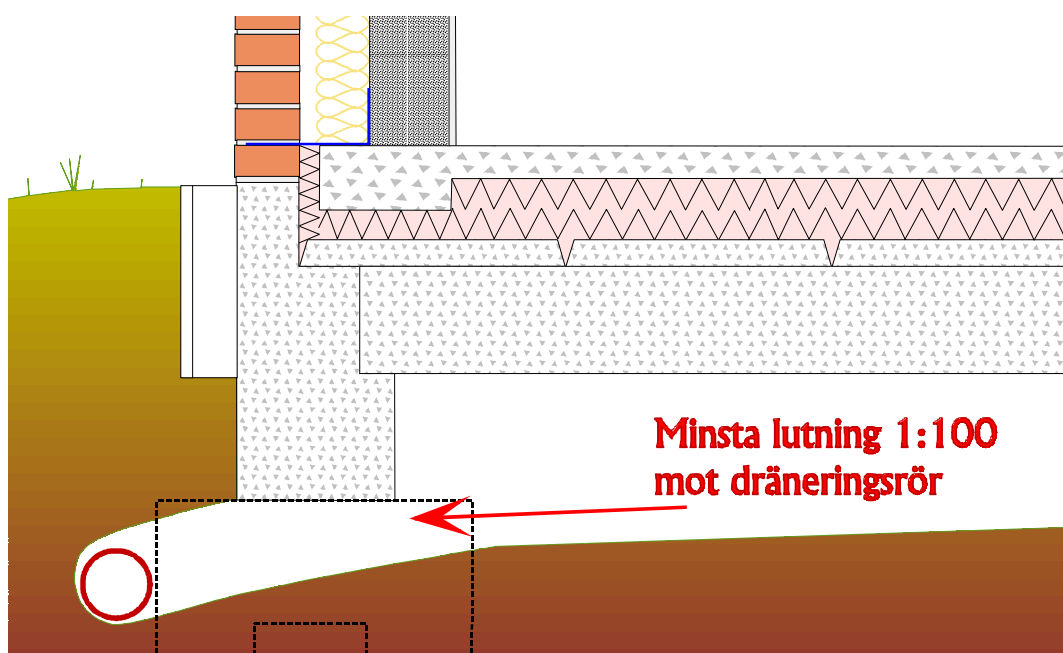


5.1 NORMAL FUKTBELASTNING

5.1.1 NEDERBÖRD

- 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.**

Kommentarer: Marken utanför byggnaden finns inte beskriven, varken på ritningarna eller i beskrivningarna. Enligt konstruktören ska behovet av dränering och schaktbotten besiktigas av en geotekniker innan grundkonstruktionen sätts upp. [Kompletera föreskrifter](#) hur marken utanför och schaktbotten ska luta, se exempel i figuren nedan, och komprimeras.



- 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.**

Kommentarer: Det finns inte angivet på ritningarna om det finns ett dränerande lager intill grunden där vatten kan rinna fritt ner till dräneringen (se figuren ovan i föregående punkt). Om man studerar ritning [K33:0061](#), detalj A så finns det risk för att vatten kan rinna in i grunden via ventilerna. *Komplettering krävs.*

- 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.**

Kommentarer: Papp finns bakom tegel på ritning [K33:0061](#), som avleder vatten utåt. På ritning [A31-04-03](#) detalj 3 och 6 finns också vattenutledande papp. *Godkänd.*

Vid en undermålig tätning av skarvarna i sockelelementen kan vatten rinna in mellan och in i krypgrunden. *Komplettera hur tätningen ska utföras mellan sockelelementen.*

Det ska vara en ordentlig återfyllning under sockelbalkarna så att inte återfyllnad från utsidan kommer in i grunden. Förhindra att dräneringsvatten som rinner på utsida sockelbalk rinner in i grunden under sockelbalkarna. *Komplettering krävs.*

- 4. Sockelhöjden bör minst vara 200 - 300 mm för att förhindra att vattenstänk från markytan ökar fuktbelastningen mot fasadbeklädnaden och grundens anslutning mot ytterväggen.**

Kommentarer: Sockelhöjden är liten. Det finns risk för att nedre delarna av konstruktionen kommer att få förhöjda fuktillstånd p.g.a. vattenstänk. Det kan bildas alger och smutsfläckar på fasadens nedre delar. *Konstruktionen kan accepteras.*

- 5. Välj lämpligt färgsystem om grunden ska målas utvändigt.**

Kommentarer: Grunden ska inte målas.

5.1.2 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.**

Kommentarer: Ventilerna i krypgrunden ger inte ett välventilerat utrymme, se ritning [K33:0061](#) och [K33:0063](#). Luftströmmen in i krypgrunden ska ner under marknivå innan den kommer in i utrymmet. Troligen fungerar ventilationen dåligt. *Ej godkänd.*

Antalet ventiler och var de är placerade finns angivet på ritning [A31-01-0601](#). Det går inte att beräkna om den totala effektiva ventilarean är tillräcklig. Beräkningen förutsätter att luften passerar horisontellt genom ventilen till krypgrunden. Den använda typen av ventilationsöppningar, nedsänkta under markytan, ska inte förekomma enligt all tillgänglig litteratur. *Utformningen av ventiler bör därför ändras så att luftflödet blir horisontellt.*

- 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.**

Kommentarer: Punkten är inte aktuell eftersom det finns inga syllar av trä i ytterväggen.

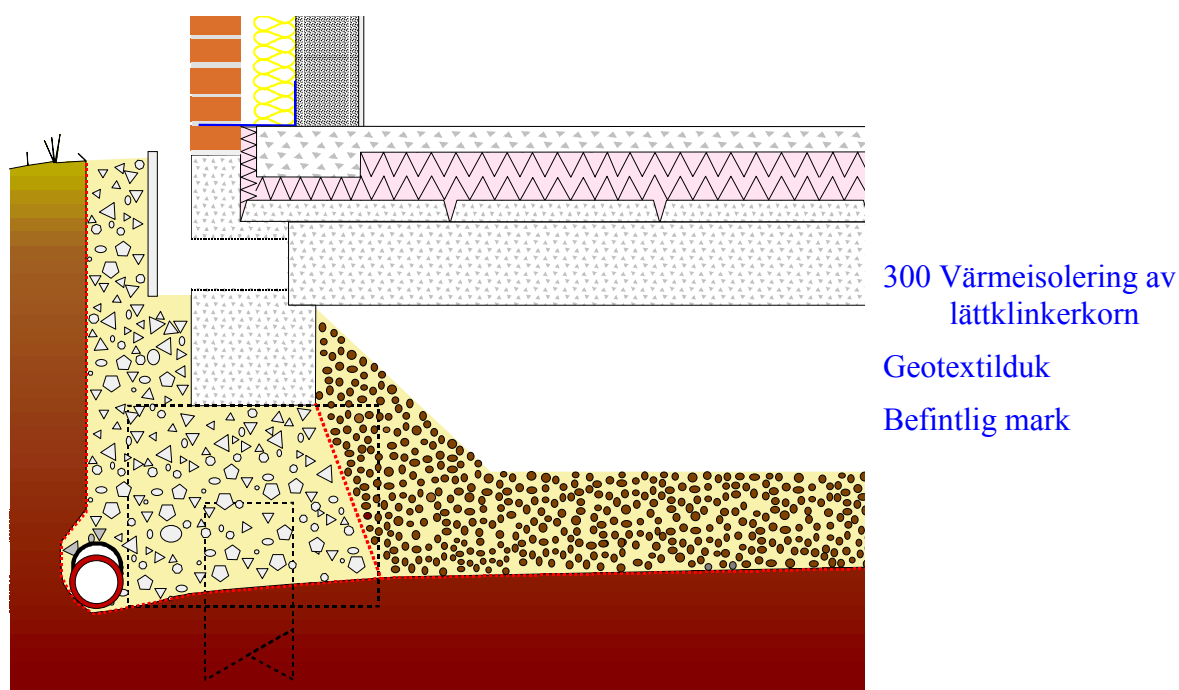
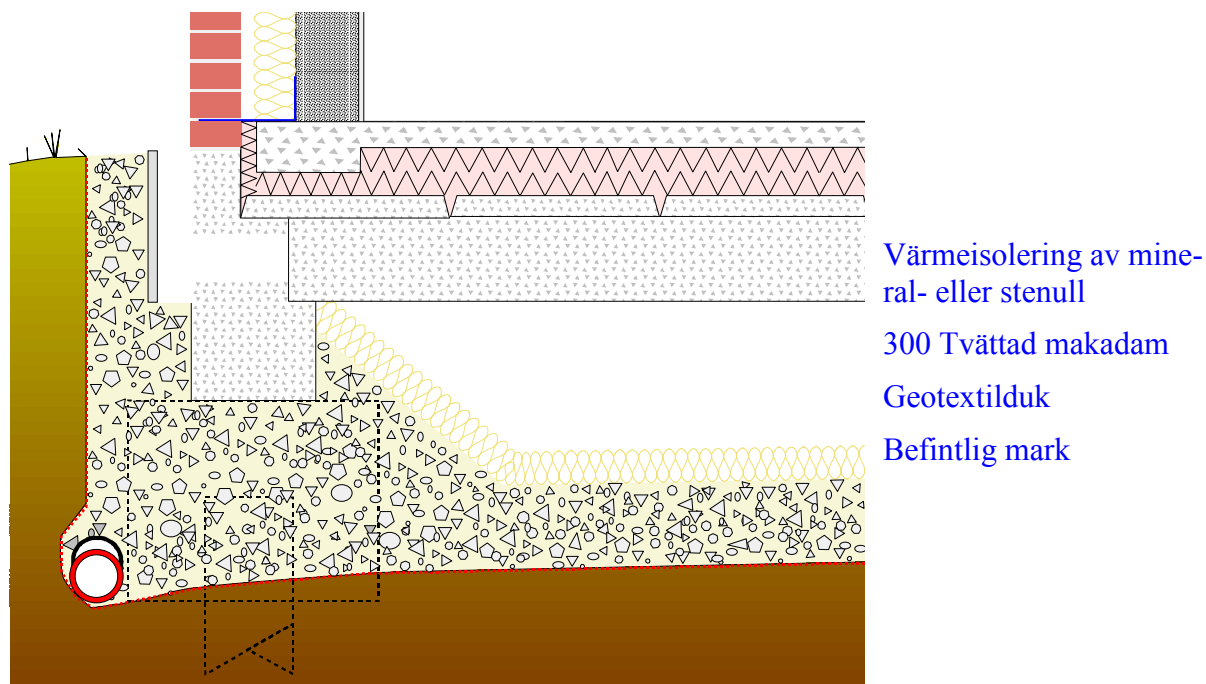
- 3. För uteluftsventilerade grundkonstruktioner rekommenderas att materialen i det uteluftsventilerade utrymmet kan ta upp fukt under vissa tidsperioder (hög fuktkapacitet) under året och avge fukten under torrare förhållanden utan att materialen eller andra ingående komponenter tar skada.**

Kommentarer: Materialet i krypgrunden är betong och den kan ta upp fukt under vissa tider när det förekommer en ökad fuktbelastning. Inga fuktkänsliga material i kontakt med betongen. *Godkänt.*

- 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**

Kommentarer: Ingen värmeisolering är placerad på markytan enligt ritningarna [K33:0061](#) och [K33:0063](#). Det bör finnas värmeisolering på marken för att reducera avdunstning från marken. Exempel på hur det kan utföras finns i nedanstående skisser. *Komplettering krävs.*

Enligt ritning [K33:0061](#), detalj A ska krypgrunden rengöras noggrant från organiska material inkl. sågspån. *Godkänt.*



- 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.**

Kommentarer: Det finns ingen ångspärr/fuktspärr utlagd i kryputrymmet. Det medför att vatten fritt kan transporteras från markytan eftersom det saknas värmeisolering på marken. Avdunstning från marken ger en ökad fuktbelastning i utrymmet. Med tanke på den dåliga ventilationen, se punkt 1 ovan sidan 39, *rekommenderas att det finns en ångspärr utlagd.*

Enligt ritning [K33:0061](#), detalj A ska krypgrunden rengöras noggrant från organiska material inkl. sågspån. *Godkänt*.

5.1.3 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.**

Kommentarer: Värmeisoleringen är placerad på den kalla sidan ingjutt i grundkonstruktionen och är kontinuerlig. *Godkänt*.

ERGE-plattan måste rengöras noggrant innan cellplasten (värmeisolering) appliceras. *Kontroll av handlingarna krävs*.

- 2. Fuktransport 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.**

Kommentarer: Konstruktionen består av betong – cellplast - betong. Som golvmaterial används antingen ekparkett med underliggande ångspärr eller klinker. Den mest fuktösa delen av konstruktionen finns på insidan varför en beräkning inte behövs. *Konstruktionen kan accepteras*.

- 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.**

Kommentarer: Själva bjälklaget är lufttätt utförd. Luft ska inte läcka upp från grunden via håltagningar i plattan (inkommande vatten, avloppsrör, elledningar, etc.) och ge dålig luft inomhus. *Kontrollera genomföringar m.m. blir lufttäta*.

- 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.**

Kommentarer: En liten köldbrygga finns vid anslutning till ytterväggen på ritningarna [K33:0061](#) och [A31-04-03](#) detalj 3 och 6. En kontinuerlig värmeisolering ger att risken för fuktproblem blir liten varför ingen beräkning behöver göras. *Godkänd*.

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.**

Kommentarer: Inte aktuell eftersom det är en uteluftsventilerad grund.

5.1.4 MARKFUKT

Ångfas

1. **För golv på mark ska man utgå ifrån att markens relativa fuktighet motsvarar 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 och 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.

Kommentarer: Inte aktuell eftersom vi har en krypgrund.

2. **För krypgrunder rekommenderas att en ångspärr placeras under värmeisolering och ovanpå dräneringslagret. En markisolering motverkar markens värmeförlust och reducerar avdunstning av vatten från markytan.**

Kommentarer: Ingen ångspärr eller värmeisolering finns utlagd. Bör åtgärdas. *Ej godkänd.*

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 fallisar 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.**

Kommentarer: Hur marken ser ut under sandlager i krypgrunden finns inte angivet. Den

geologiska undersökningen eller en beskrivning av jordlagerföljden i marken saknas. Det saknas underlag för att bedöma kapillärbrytande skiktens förmåga.

På schaktbotten, (som alltid är ojämn) ska det finnas 40 mm sand enligt ritning [K33:0061](#), sektion A. Sanden måste vara fri från organiskt material.

- 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 förstävningar, grundmurar etc. Beakta att rötter från träd och buskar kan tränga in i dräneringen eller dränerande lager. Schaktbotten ska packas med lutning ifrån byggnaden.**

Kommentarer: Dränering finns inte angiven på ritning. Enligt konstruktören ska behovet av dränering och schaktbotten besiktigas av en geotekniker innan grundkonstruktionen sätts upp. *Komplettera ändå handlingarna med beskriva packning av marken samt lutningen av schaktbotten.* Det ska luta mot dräneringsrör mot grundens utsida.

Det finns punktvisa urschaktningarna under betongbalkarna enligt ritning [K33:0062](#) detalj A. Är dessa urschaktningar anslutna till dräneringen? *Komplettering krävs.*

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

Kommentarer: Under ytterdörrar finns en grundpapp utlagd, se ritning [A31-04-03](#), detalj 6. *Godkänt.*

Under träpelare finns en ingjuten fotplåt, se ritning [K33:0062](#). *Godkänd.*

Under ekparkett ska det finnas en fuktspärr som är förlagd mellan parkett och betongplatta. *Kontrollera att materialfabrikantens anvisningar följs.*

Innerväggarna står på en träsyll enligt ritning [K33:0062](#) med dimensionen 45x95mm. NB-bjälklaget består utav en 80 mm betongplatta, fackverk av tunnplåt och träregel 45x95mm.

5.2 ENSTAKA FUKTBELASTNING

5.2.1 NEDERBÖRD UNDER BYGGNADSTIDEN

- 1. 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.**

Kommentarer: Värmeisoleringen, cellplast ska förvaras enligt materialfabrikantens rekommendationer. *Komplettera handlingarna.*

- 2. 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.**

Kommentarer: En kontinuerlig platta gjuts. Det rekommenderas att den täcks över med presenning minst innan helgen och större ledigheter. *Komplettera handlingarna.*

- 3. Dräneringen ska fungera innan den övriga grundkonstruktionen finns på plats.**

Kommentarer: Det finns ingen dränering ritad på ritningarna. Eftersom vi inte kan bedöma dräneringen av marken så *krävs komplettering.*

- 4. 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.**

Kommentarer: I grunden finns ERGE platta, ERGE balkar och sockelbalk. Det rekommenderas att de förvaras torrt, t.ex. utomhus luftigt under en presenning. De bör täckas även under transporten från fabriken och helst användas samma dag som de leveras. Enligt konstruktören så ingår det i konceptet från materialfabrikanten (Östra Grevie) att leveransen sker på önskat sätt. *Se till att konceptet finns med i föreskrifterna eller anvisa om förvaring och transport.*

5.2.2 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.**

Kommentarer: Uttorkningstiden för den gjutna plattan behöver inte beräknas eftersom den hinner torka medan murning av ytterväggarna görs. *Mätning av relativ fuktighet bör genomföras innan golvbeläggningen läggs varför komplettering krävs.*

- 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.**

Kommentarer: Materialen i grunden tål fukt. Grunden ska enligt ritning K33:0061 rensas helt från organiska material inkl sågspån. *Godkänd.*

ERGE-plattan måste rengöras noggrant innan cellplasten appliceras. *Kontroll av handlingarna krävs.*

- 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.**

Kommentarer: Under ekparkett ska det finnas en fuktspärr som är förlagd mellan parkett och betongplatt. *Kontrollera att materialfabrikantens anvisningar följs.*

Under träpelare finns en ingjuten fotplåt. *Godkänd.*

Innerväggarna står på en träsyll enligt ritning K33:0062 med dimensionen 45x95mm. NB-bjälklaget består utav en 80 mm betongplatta, fackverk av tunnplåt och träregel 45x95mm. Träreglen är ingjuten i elementen!

- 4. Fuktiga material ska inte stängas in mellan två ångtäta skikt.**

Kommentarer: Inga material är enligt ritningarna instängda mellan två ångtäta skikt. *Godkänd.*

- 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.**

Kommentarer: Typ av golvbeläggning är ekparkett och klinker enligt Bilaga B. Under ekparketten ska en fuktspärr placeras. Det leder till att byggfukten endast kan torka ut nedåt. Ett klinkergolv ger att fukten kan torkar ut dels via fogarna dels nedåt mot den uteluftsventilerade grunden. *Godkänd.*

- 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.**

Kommentarer: Transport av byggfukt är liten. *Godkänt.*

- 7. Inneluftsventilerade krypgrunder och lättbetongsystem bör ha forcerad ventilation under uttorkningskedet för att förhindra korrosion på armeringen.**

Kommentarer: Inte aktuellt eftersom vi har en uteluftsventilerad krypgrund.

5.2.3 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.**

Kommentarer: Detaljritning som exakt beskriver placering av vattenledningar och avloppsledningar saknas. På ritning 59:11 t.o.m. 59:13 verkar de finnas placerade i bjälklagen. Vattenledningsrör bör vara placerade väl synliga eller i ett vattensäkert schakt. Inspektionsluckor saknas. *Komplettering krävs.*

- 2. Behandla grundens utsida med ett åldersbeständigt fuktskydd. Detta är speciellt viktigt om det finns rabatter, avspolningsplatser etc. invid huset.**

Kommentarer: Det finns inga spolplatser eller utvändiga tappställen på ritning 59:11. *Godkänt.* Var rabatter ska förläggas finns det ingen kunskap om. *Rekommendera husägarna att placera rabatter minst 0,5 m från husgrunden.*

Vilken typ av fuktskydd som ska användas mellan sockelbalkarna anges inte. *Komplettering krävs.*

- 3. Lutningen mot golvbrunnar ska vara tillfredsställande och tätningarna ska utföras med omsorg enligt gällande regler för våtrum.**

Kommentarer: Enligt ritning K33:0061 finns lutning mot golvbrunn på andra planet. Lutningar för andra golvbrunnar saknas. *Se till att anslutningen mot golvbrunnen genomförs enligt gällande våtrumsstandard.*

- 4. Kontrollera var avlopps- och värmekulvertsystem är placerade. Eventuellt läckage ska upptäckas snabbt och inte leda till skador.**

Kommentarer: Ritningar på dragning av avloppsledningar utanför byggnaden saknas. *Komplettering krävs.*

- 5. Kontrollera takavvattningens anslutning till dagvattenavloppet. Finns det risk för läckage?**

Kommentarer: Anslutning mellan stuprör och dagvattenledning saknas. *Komplettering krävs.*

- 6. Dräneringssystemet ska ha rensningsmöjligheter.**

Kommentarer: Hur dränering av byggnaden är utförd finns inte angiven. *Komplettering krävs.*

- 7. Förhindra direkt vattenläckage in i konstruktionen. Det rekommenderas att utföra exempelvis bad, tvättstuga eller kök enligt gällande branschstandarder.**

Kommentarer: Hur WC, dusch och badrum ska utföras finns inte angivet på ritningarna (Bilaga A) eller i byggnadsbeskrivning (Bilaga B eller på ritning K33:0). Dessa ska vara utförda enligt gällande branschstandarder för våtutrymmen. *Komplettering krävs.*

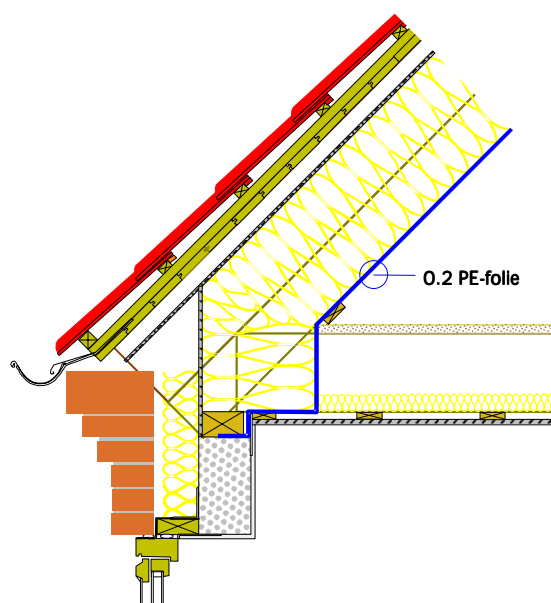
- 8. Om vattenledningar passerar genom eller finns bakom en fast inredning bör golvet luta från rörets placering så att ett vattenläckage uppmärksammas snabbt.**

Kommentarer: Vattenledningsrören finns troligen i mellanbjälklagen. Bakom köksinredning bör man se till att golvbeläggningen leder ev. vatten ut från väggen. *Komplettering krävs* och att *synpunkter och råd enligt VASKA beaktas.*

6. ALLMÄNNA KOMMENTARER

Huset har ganska fuktökänsliga material både i ytterväggen och i grundkonstruktionen. Taket är traditionellt men med cellulosaisolering som värmeisolering och vindpapp som ångspärr och lufttätning. Genom fuktdimensioneringen upptäckte vi att det finns störst risk för fuktproblem i takets och i grundens konstruktion.

Taket: När det gäller lufttätningen av taket är det största problemet i anslutningen mellan tak och yttervägg. Anslutningen av vindpappen saknas helt i detalj 1 på ritning A31-04-03. Enligt ritning K33:0061 ska den finnas. Det är mycket allvarligt om lufttätningen inte finns ansluten till ytterväggen med tanke på fuktkonvektion. Det rekommenderas att se till att lufttätningen är väl ansluten till ytterväggen, t.ex. som figuren på sidan 18 eller nedan visar. Det får inte förekomma någon risk att inomhusluften kan ta sig ut i takkonstruktionen.



Valet av vindpapp som lufttätning är inte helt lyckad. Det rekommenderas att man väljer en bättre lufttätning, t.ex. en lufttät papp eller en PE-folie. En PE-folie rekommenderas av följande skäl: Byggnaden är två våningar hög och med tanke på den termiska drivkraften (värme strömmar uppåt) kommer det att temporärt finnas ett övertryck invid lufttätningen. Folien är i princip lufttät och den "klarar av" ganska stora tryckskillnader. Genomföringar och hålltagning i folien är dessutom väl beprövade och rätt utförda enligt materialfabrikantens anvisningar och gällande branschstandarder ger den byggnader med små eller inga fuktproblem.

Grunden är en uteluftsventilerad krypgrund. Denna grundkonstruktion är inte fuktsäker. Själva utförandet av konstruktionen är så bra en uteluftsventilerad krypgrund kan bli men det är två saker som bör åtgärdas/redovisas.

1. Ventilationen är för dålig. Uteluften ska först transporteras ner under markytan innan den självmant ska in i krypgrunden. Man kan tänka sig tre sätt att åtgärda grunden 1) ändra utformningen så att luftströmmen in till krypgrunden går horisontell. Det innebär att man måste höja byggnaden så att sockelhöjden blir ca. 300 mm. 2) göra om krypgrunden till en inneluftsventilerad grund eller till en platta på mark. 3) använda mekanisk ventilation av grunden.

2. När det gäller att förhindra avdunstning från markytan i kryppgrunden är nuvarande utformning inte bra. Det rekommenderas att 1) lägga en ångspärr över hela ytan med minst 300 mm överlapp eller enligt vald materialfabrikans anvisningar. Markytan bör luta mot dräneringsrör så att ev. kondensvatten kan tas om hand. Eller 2) placera en värmeisolering på marken i hela kryppgrunden. Hur tjock denna ska vara bör undersökas. Värmeisoleringen gör att det bildas en temperaturskillnad mellan markytan och luften i kryppgrunden som reducerar ångtransporten.

Övriga generella brister som kan leda till fuktproblem i framtiden.

- ✓ Det förekommer trä som är direkt fastsatt mot murverk. Det ska alltid finnas en fuktspärr mellan trä och murverk. Det är p.g.a. två olika fuktbelastningar Nederbörd och Byggfukt. T.ex. är trä i direkt kontakt mot en tegelfasad är en riskkonstruktion. Tegelfasaden fuktas upp varje höst med slagregn och torkar inte ut förrän under våren. Fukthalten i tegelfasaden är då ofta över det hygroskopiska området, d.v.s. över 100% relativ fuktighet. En blöt yta ger att träet kan suga upp mycket vatten och kommer därför att ruttna.
- ✓ Eftersom tegelfasaden är ”blöt” från hösten till våren är relativa fuktigheten i luftspalten är ofta över 90 %. Den höga fuktigheten leder till att risken för mögel och rötangrepp är mycket stor. Trä i luftspalten på rådande konstruktion är en riskkonstruktion. Den rådande utformningen för infästning av fönster i ytterväggen bör därför konstrueras om och alternativa lösningar på infästningen bör undersökas.
- ✓ Några ritningar saknas. Det är t.ex. detaljer för skorsten och avluftningsventiler, samt ritningar på utformningen av dränering.

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. Byggeforskningsrådet, Stockholm 1992.

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

Claesson, Nevander & Sandin, *Värme*, Kompendium i Byggnadsfysik, Lunds tekniska högskola, Avd. Byggnadsfysik, 1984.

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 korrektioner 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, Byggeforskningsrådet ISBN 952-5004-09-0, Stockholm 1993

Hedenblad Göran, *Fuktsäkerhet i byggnader - Torktider för betong efter vattanskada*. T27:1993, Byggeforskningsrådet, Stockholm, 1993.

Hedenblad Göran, *Fuktsäkerhet i byggnader - Uttorkning av byggfukt i betong*. T12:1995, Byggeforskningsrådet, Stockholm 1995.

Hedenblad Göran, *Fuktsäkerhet i byggnader - Materialdata för fuktberäkningar*. T19:1996, Byggeforskningsrådet, Stockholm 1995.

Krakenberger G, *Byggvägledning - Fukt*, Svensk Byggtjänst 1996

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 före läggning av fukt känsliga 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, Byggeforskningsrådet, Stockholm 1993

Sandin Kenneth, *Fuktsäkerhet i byggnader - Vattenavvisande fasadimpregnering*. T15:1994, Byggeforskningsrådet, Stockholm 1994

Sandin Kenneth, *Fuktsäkerhet i byggnader - Utvändigt ytbehandling av puts och murverk*. T13:1995, Byggeforskningsrådet, Stockholm 1995

Sandin Kenneth, *Fuktsäkerhet i byggnader - Introduktion till fuktmekniken*. T16:1997, Byggeforskningsrådet, Stockholm 1997

Sandin Kenneth, *Fuktsäkerhet i byggnader - Fuktdimensionering ger fuktsäkrare byggnader*. T19:1998, Byggeforskningsrådet, Stockholm 1998

Åberg Olle, *Fuktsäkerhet i byggnader - Kryprumsgrunder*. T10:1995, Byggeforskningsrådet, Stockholm. 1995

8. BERÄKNINGSHJÄLPMEDEL OCH BERÄKNINGAR

8.1 STATIONÄR BERÄKNING AV KÖLDBRYGGA

För att utnyttja modulen i PC-programmet måste man först genomföra temperaturberäkningar. Det ska vara stationära beräkningar och utföras med ett program som beräknar temperaturfördelningen i konstruktionen. I programmet måste följande väljas:

- ✓ Välj temperatur inomhus till 1
- ✓ Välj temperatur utomhus till 0

Övriga materialdata och randvillkor till programmet ska väljas till vanliga värden på material (värmeledningsförmåga) eller på ytorna (värmeövergångsmotstånd).

8.1.1 MANUAL TILL MODULEN I PC-PROGRAMMET KLIMATDATA FÖR FUKTBERÄKNINGAR



Uppskattning av risken för invändig ytkondensation kan genomföras på 10 olika platser i Sverige, från Sturup i söder till Kiruna i norr. Det första Du ska göra är att välja en av orterna genom att klicka med musen på orten. Ska huset byggas annan plats som finns mellan två av de olika orterna i figuren rekommenderas att studera båda dessa. Den ort som ger de högsta värdena på risken bör användas. Ett litet tips är att i de södra delarna av Sverige finns oftast de högsta riskerna.

När man har klickat på en av dessa orter kommer följande bild upp på skärmen:

Temperaturen inomhus ska anges. Normalt är bostadshus mellan 19 till 22 °C medan flerfamiljshus har mellan 20 och 24°C. Temperaturen antas vara en konstant under hela året och kan ha ett värde från 0°C.

Relativ invändig ytttemperatur på köldbryggan där det resultatet som Du fick från de stationära beräkningarna av temperaturfördelningen i detaljen. Du väljer här den lägsta relativa temperaturen som finns på insidan av konstruktionen. Det ska anges som ett värde mellan 0 och 1.

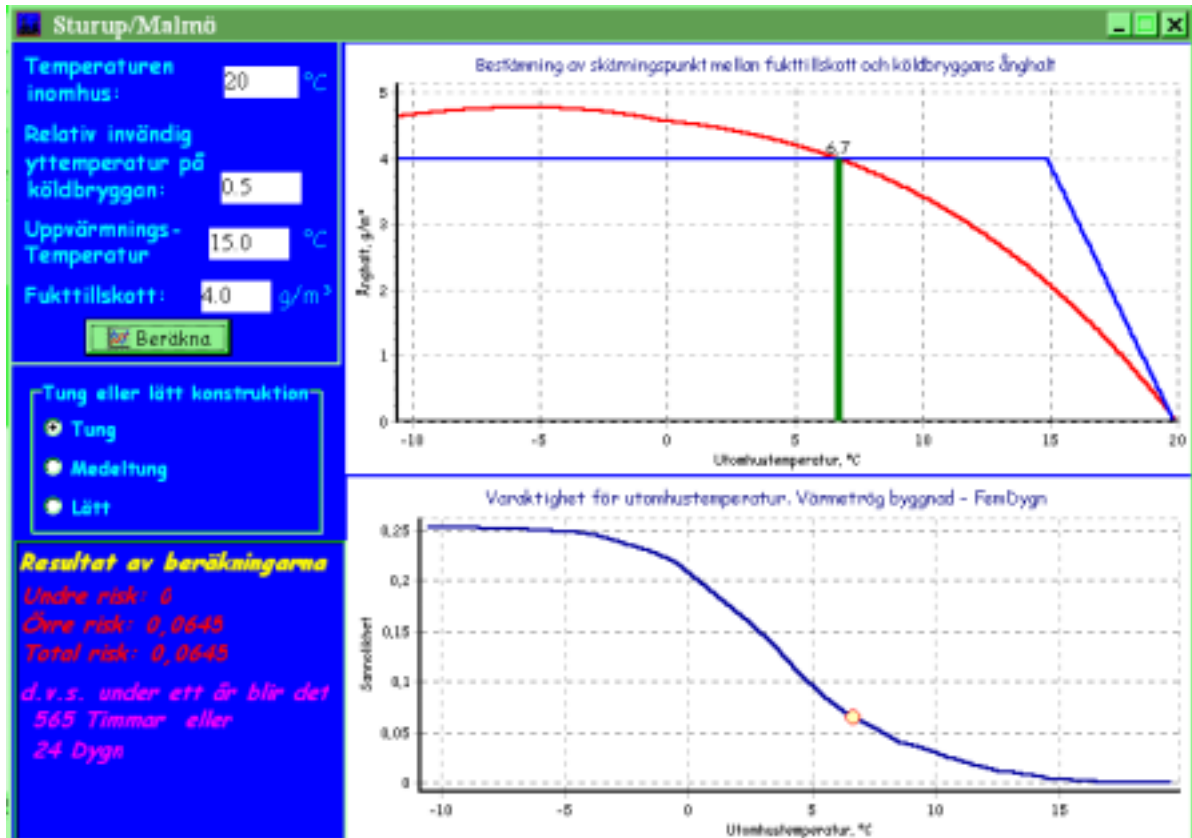
Uppvärmningstemperatur anger vid vilken temperatur inomhus som själva uppvärmningen av huset börjas. I beräkningarna antas att under denna temperatur är fukttillskottet ett konstant värde. Vid temperaturer över minskar fukttillskottet linjärt och är 0g/m³ vid den inomhustemperatur som Du anger. Värdet varierar från 0°C upp till satt inomhustemperatur. Om uppvärmningstemperaturen är större än inomhus så blir sätts uppvärmningstemperaturen till temperaturen inomhus.

Fukttillskottet, g/m³, d.v.s. skillnaden i ånghalt mellan utomhus- och inomhusluften, väljer Du till ett förväntat värde i huset eller där detaljen finns. Angivet värde antas till en konstant under året fram tills utomhustemperaturen har nått upp till Uppvärmningstemperatur. Därefter antas ett fukttillskottet avtar linjärt och är 0 g/m³ för den inomhustemperatur Du har valt.

Konstruktionens värmetröghet påverkar risken för ytkondensation. En värmetrög konstruktion reagerar långsammare på förändringar i utomhusklimatet. Här finns tre olika typer att välja på: Tung, Medeltung eller Lätt. Tung innebär i programmet att det tar minst fem dagar innan konstruktionen märker att det har skett någon förändring av temperaturen utomhus. Ex-

empel är sandwichkonstruktioner av betong. Medeltung ska det ta ungefär ett dygn medan Lätt reagerar på variationer mellan olika timmar. Är Du det minsta osäker på vilken som ska användas bör Du använda Lätt, eftersom den ger de högsta riskerna.

För att starta beräkningarna kan man klicka på antingen Beräkna eller någon av alternativen Tung, Medeltung eller Lätt. Då visas följande skärmbild.



I det övre högra diagrammet Bestämning av skärningspunkt mellan fuktillskott och köldbryggans ånghalt bestäms vid vilken utomhustemperatur som kondens på köldbryggan kan inträffa. Köldbryggans ånghalt är skillnaden mellan mätnadsånghalten på köldbryggan och utomhusluftens ånghalt. Det är med andra ord ett tillåtet fuktillskott för köldbryggan. Den blåa linjen anger det fuktillskottet Du har valt och skärningen mellan kurvorna ger vid vilken utomhustemperatur kondens inträffar. Kritiskt utomhustemperatur markeras med den gröna stapeln och värdet ovanför anger storleken, i detta fallet 6,7°C.

Diagrammet Varaktighetsdiagram av utomhustemperaturen. Ett varaktighetsdiagram anger hur stor sannolikheten är för att ett värde överskrids. I vårt fall studeras när ett visst värde på utomhustemperaturen överskrids, den kritiska temperaturen. Det är här konstruktionens värmetröghet har betydelse (Tung, Medeltung eller Lätt). Varaktighetsdiagram är framtagna med hjälp av registrerad väderdata för perioden 1961 till 1990. När konstruktionen är Lätt används varaktighetsdiagram som innehåller temperaturer som är registrerade för varje timme under åren. De framtagna diagrammen är sammanställda med en sk. begränsning. Den relativa fuktigheten i luften måste vara över 90%. För att man ska få kondens på en köldbrygga vid en viss temperatur förutsätts oftast att den relativa fuktigheten i utomhusluften är 100%. Registreringarna är gjorda av SMHI görs med hjälp av elektrisk utrustning och dessa kan visa fel. För att vara på den säkra sidan och som ett första steg väljs att sammanställa

temperaturerna utomhus när den relativa fuktigheten är större än 90%. När konstruktionen är Medeltung respektive Tung används medelvärden av temperatur och relativ fuktighet. Medeltung är varaktighetsdiagrammet baserade på dygnsmedelvärden medan för Tung är det femdygnsmedelvärden.

I det undre vänstra diagrammet (Varaktighetsdiagram av utomhustemperaturen: Värmetrög byggnad – Femdygn, Medellätt byggnad – Dygn eller Lätt byggnad – Timme) bestäms sannolikheten eller risken för ytkondens. Utomhustemperatur, de kritiska temperaturerna, som bestäms i det övre högra diagrammet och detta värde används här för att bestämma sannolikheter. Värdet markeras i det undre vänstra diagrammet med en röd cirkel med gul fyllning.

Resultat av beräkningarna
Undre risk: 0
Övre risk: 0,0645
Total risk: 0,0645
d.v.s. under ett år blir det
565 Timmar eller
24 Dygn

Resultat av beräkningar. Risken för ytkondens kan ske vid två olika utomhustemperaturer. Risken är en sannolikhet som bestäms via varaktighetsdiagram.

Under risk är när utomhustemperaturen utomhus har låga värden relativt inomhustemperaturen. Bestäms som skillnaden mellan den minsta temperaturens sannolikhet och den första värdet på temperaturen bestämd via det övre högra diagrammet.

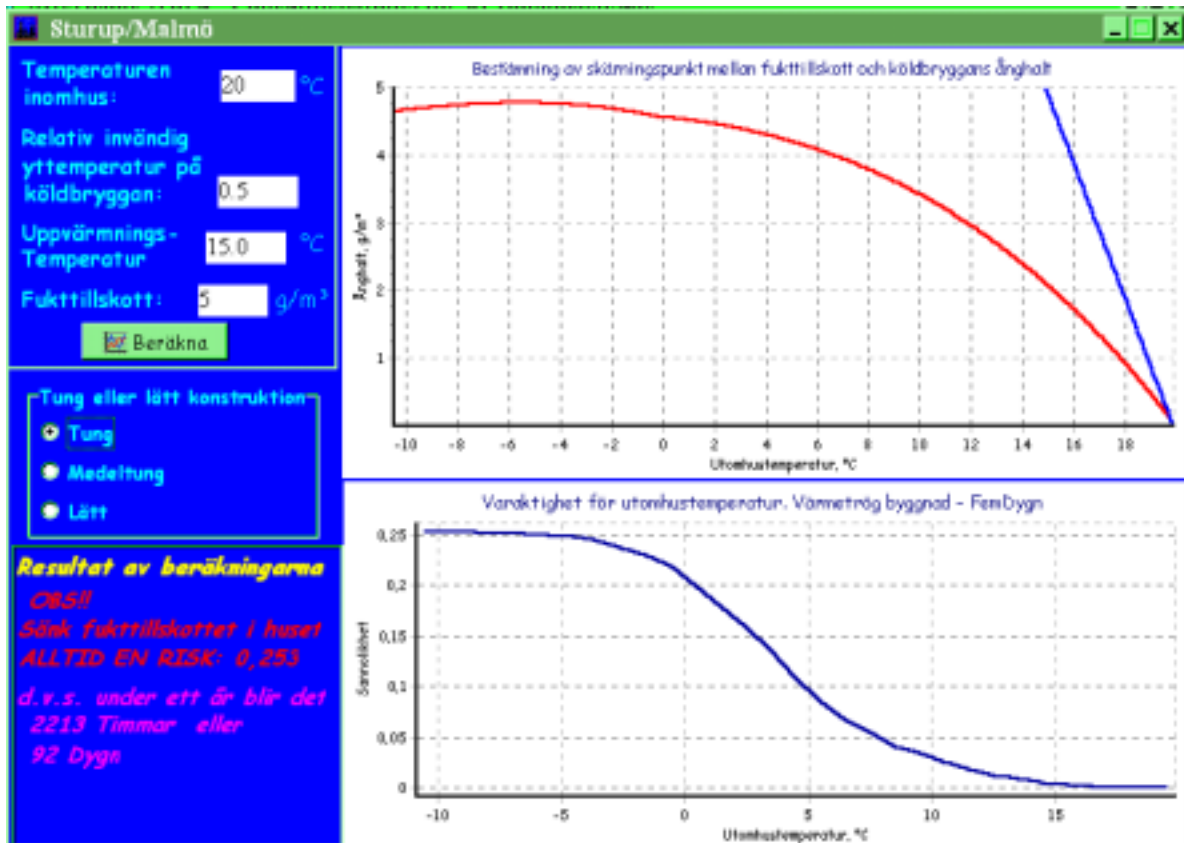
Övre risk är bestämd när temperaturen utomhus är ganska hög relativt inomhustemperaturen. Risken bestäms direkt av varaktighetsdiagrammet. I figuren jämte är den 0,0645.

Total risk är summan av övre och undre risk. Utifrån denna risk bedöms hur många timmar eller dygn det kan förekomma ytkondens på köldbryggan under ett år. Dessa visas längst ner under Timmar respektive Dygn.

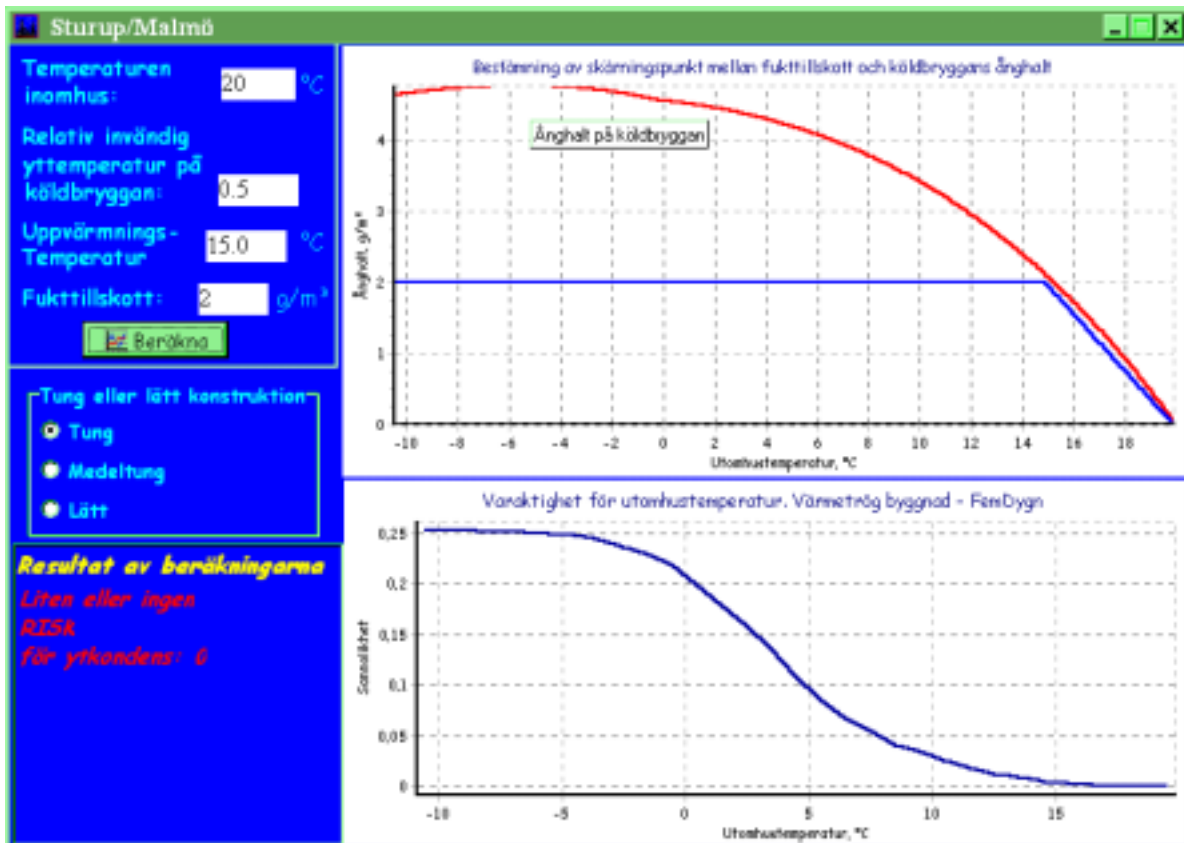
Utskrifter. Vill Du ha ut resultatet av beräkningarna på ett papper dubbelklickar Du på en av diagrammen. Det diagrammet Du har klickat på kommer att skrivas ut på en skrivare. Utskicket inkluderas även av valda ingångsvärden och bestämda risker. Bara ett diagram i sänder skickas till skrivaren.

Förstora diagram. Diagrammen kan även förstoras. Det gör Du genom att markera med musen ett område i diagrammet. Markera från vänster till höger och uppifrån och nedåt. Detta område som Du har valt är det som kommer att förstoras. Genom att markera med musen ett område på den uppförstorate området från höger till vänster kommer det ursprungliga diagrammet fram igen.

Nedan visas några fler exempel på resultat. Ytterligare exempel finns i fuktdimensioneringen av vårt hus i Malmö.



Resultat när fukttillskottet inomhus är för högt. Här krävs insatser i form av förbättringar av åtgärder av köldbryggans utformning eller att se till att fukttillskottet inomhus sänks radikalt.



I figuren ovan är resultatet bra. Här finns ingen risk för att det blir ytkondens.

8.2 BERÄKNING AV VÄRMELEDNINGSFÖRMÅGAN I EN STÅLPELARE

Av Lars-Erik Harderup

På ritning A31-04-03 detalj 11 t.o.m. 13 finns en stålpelare placerad i ytterväggshörnet. Värmeledningsförmågan inuti stålpelaren måste bestämmas för att man ska kunna genomföra beräkningar av köldbryggan. Man tar fram en sk. ekvivalent värmeledningsförmåga på luften inuti pelaren.

För att bestämma den ekvivalenta värmeledningsförmågan måste man först känna värmeledningsförmågan eller värmemotståndet för övriga skikt i konstruktionen.

För luftspalten i skalmuren antas följande:

- Bredd $d = 0,02$ m
- Delvis ventilerad
- Temperaturer på angränsande ytor är ± 0 °C respektive 5 °C, d.v.s. temperaturdifferensen är 5 °C.

Bestämning av α_s och α_{kl} utförs enligt (Sandin, 1990).

$$\varepsilon_1 = \varepsilon_2 = 0,92 \Rightarrow \varepsilon_{12} = \frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{1}{\varepsilon_2} - 1} = \frac{1}{\frac{1}{0,92} + \frac{1}{0,92} - 1} = 0,852$$

$$\left. \begin{aligned} \alpha_{kl} &= 1,1 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) \\ \alpha_s &= \varepsilon_{12} \cdot \sigma \cdot 4 \cdot \left(273 + \frac{\Delta T}{2} \right)^3 = 0,85 \cdot 5,68 \cdot 10^{-8} \cdot 4 \cdot (273 + 2,5)^3 = 4,0 \end{aligned} \right\} \alpha = 5,1 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

$$\alpha = 5,1 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) \Rightarrow R_{spalt} = \frac{1}{\alpha} \approx 0,20 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$$

Med delvis ventilerad luftspalt antas att

$$R_{ls} = \frac{R_{spalt}}{4} = 0,05 \Rightarrow \lambda_{ls} = \frac{d_{spalt}}{R_{ls}} = \frac{0,02}{0,05} = 0,40 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$$

Genom att anta en värmeledningsförmåga för luften i pelaren kan väggens totala värmemotstånd beräknas. Anta $\lambda_{pelare} = 0,4 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ samt att pelarens invändiga mått är 0,08 m enligt nedanstående figur.

$$\Sigma R = R_{se} + \Sigma \frac{d_{mtrl}}{\lambda_{mtrl}} + R_{si} = 0,04 + \frac{0,12}{0,7} + 0,05 + \frac{0,10}{0,033} + \frac{0,08}{0,4} + \frac{0,06}{0,033} + \frac{0,013}{0,22} + 0,13 = 5,50$$

Temperatur på pelarens ut- och insida, (endimensionell approximation):

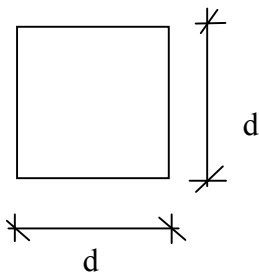
$$\left. \begin{aligned} T_{\text{utsida}} &= -10 + \frac{0,04 + \frac{0,12}{0,7} + 0,05 + \frac{0,100}{0,033}}{5,50} (20 - (-10)) = 7,95 \\ T_{\text{insida}} &= 20 - \frac{0,13 + \frac{0,013}{0,22} + \frac{0,060}{0,033}}{5,50} (20 - (-10)) = 9,05 \end{aligned} \right\} T_{\text{medel}} = \frac{T_{\text{utsida}} + T_{\text{insida}}}{2} = 8,50$$

Medeltemperatur i K: $T_{\text{medel}} = 273 + 8,5 = 281,5 \text{ K}$

Horisontellt värmemotstånd för den icke ventilerade luftspalten inuti stålpelaren kan nu beräknas enligt en metod från CEN/TC89. Med ekvationer från (Claesson, Nevander & Sandin, 1984) kan detta uttryckas:

$$\alpha_s = \varepsilon_{12} \cdot \sigma \cdot 4 \cdot \left(\frac{T_{\text{medel}}}{2} \right)^3 = 0,85 \cdot 5,68 \cdot 10^{-8} \cdot 4 \cdot (281,5)^3 = 4,308 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

$$\Rightarrow R_{\text{strålning}} = \frac{1}{\alpha_s} = 0,232 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$$



Beräkning av invändigt mått i pelaren

$$d = 0,09 - 2 \cdot 0,005 = 0,08 \text{ m}$$

$$R_{\text{ledning}} = \frac{d}{\lambda_{\text{luft}}} = \frac{0,08}{0,025} = 3,20 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$$

Parallellkoppling: $\frac{1}{R_{\text{pelare}}} = \frac{1}{R_{\text{ledning}}} + \frac{1}{R_{\text{strålning}}} = \frac{0,025}{0,08} + \frac{1}{0,232} = 4,623 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$

$$\Rightarrow R_{\text{pelare}} = 0,216 \Rightarrow \lambda_{\text{pelare}} = \frac{d}{R_{\text{pelare}}} = \frac{0,08}{0,216} = 0,37 \approx 0,4 \text{ W/(m} \cdot \text{K)} \rightarrow \text{Antagandet OK!}$$