



# LUND UNIVERSITY

## Verktyg för optimering av byggtorkning

Brander, Peter

2009

[Link to publication](#)

*Citation for published version (APA):*

Brander, P. (2009). *Verktyg för optimering av byggtorkning*. [Licentiatavhandling, Avdelningen för Byggnadsmaterial]. Avd Byggnadsmaterial, Lunds tekniska högskola.

*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/>

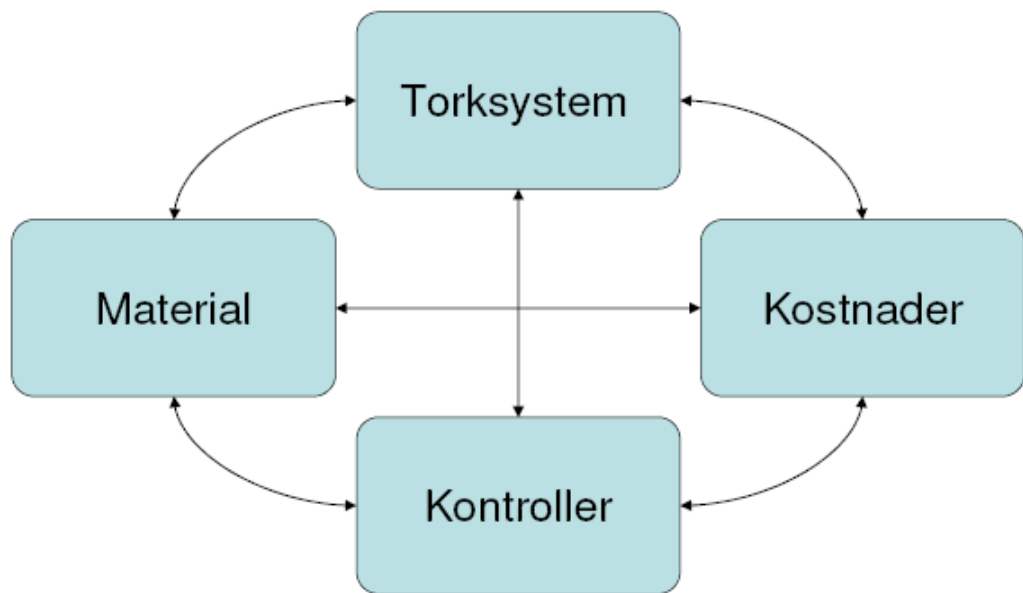
### Take down policy

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

## Verktyg för optimering av byggtorkning



Peter Brander  
Avdelning för byggnadsmaterial  
Lunds tekniska högskola  
Lund, 2009



# **Verktyg för optimering av byggtorkning**

## **Tools for optimizing drying systems in building construction**

Peter Brander

Framsida: Figuren illustrerar hur optimeringsverktyget i studien är sammansatt. Bilden är framtagen av författaren.

ISRN: LUTVDG/TVBM--09/3148--SE (1-101)

ISSN: 0348-7911 TVBM

Lunds Tekniska Högskola

Byggnadsmaterial

Box 118

SE-221 00 Lund

Tel: 046-2227415

Fax: 046-2224427

[www.byggnadsmaterial.se](http://www.byggnadsmaterial.se)

## Sammanfattning

För att bättre kunna kostnadsoptimera byggtorkningar har ett optimeringsverktyg innefattande ett antal olika beräknings och bedömningsparametrar tagits fram.

Byggtorkning innefattar stora kostnader för energi, provisorier och kontroller. Vid misslyckade byggtorkningar adderas det ytterligare kostnader via fuktskador samt ökade omkostnader på grund av byggtorkningar som drar ut på tiden. Alternativet till torkning är att använda robusta system som inte behöver torkas eller som säkerställer en torr produktionskedja där material aldrig blir för fuktiga. Robusta system innebär oftast ökade investeringskostnader, t ex robustare material och tält, även om totalkostnaden för byggtorkningen kan bli lägre.

Antalet parametrar som är kostnadsdrivande i en byggtorkning är många och flertalet av dem har stora variationer. Därför blir spannet av möjliga kostnadsutfall stort. I studien har kostnadsdrivande parametrar identifierats och kvantifierats. I optimeringsverktyget kan, olika angreppssätt i produktionen bedömas mot varandra, utvecklingen av klimatskalet över tid hanteras, tur och otur med väder hanteras, förväntade torkmiljöer bedömas samt energibehov bedömas. För att få en rimlig tidsåtgång för hantering av indata och beräkningar i verktyget har de flesta beräkningsmodeller och indata förenklats grovt vilket ger stora möjliga felkällor. Gjorda förenklingar och möjliga felkällor beskrivs i studien.

Ett antal slutsatser redovisas angående kostnadsdrivande parametrar i en byggtorkning. Den viktigaste slutsatsen är att byggnaden måste vara tillräckligt lufttät i klimatskalet om en bra torkmiljö ska kunna skapas med rimliga insatser.

Behov av förbättringar i optimeringsverktyget samt rekommenderade vidare forskningsinsatser presenteras.

Inom studien har även ett kontrollsystem för torkmiljöer utvecklats. Kontrollerna ger en förbättrad möjlighet att styra torkmiljön baserat på fakta. Kontrollsystemet har i olika utvecklingsfaser testats på arbetsplatser och innefattar ett antal mättekniker. Målet har varit att få fram ett enkelt kontrollsystem som kan användas av personal på byggarbetsplatsen.

## **Abstract**

In order to obtain cost effective drying during construction a tool for estimating and optimizing drying costs has been developed in this study.

Drying costs includes cost for energy, machinery, maintenance, controls, drying risks, contractual risks, and temporary constructions. Drying costs can also involve moisture proof designs witch increase the initial costs but hopefully decrease the overall drying cost.

To be able to determine the drying cost a lot of cost driving factors has to be considered. Most of these factors are variables with a broad span of possible values. The study has identified and quantified these factors and the tool can consider different values for several factors and predict a span of possible drying cost outcome.

For example the development of the building envelope over time (insulation and air tightness) has to be estimated because of the close interdependence with acquired drying climate. To be able to do this with manageable data handling several cut backs in resolution in factors have been made. These cut backs are presented within the study.

During the drying process several additional factors have to be considered to be able to obtain an optimized process with acceptable risks. A question like “what are the acceptable moisture levels in materials before, during and after drying” has to be answered to be able to design the drying climate properly. Drying rates of the materials are also important to know because they set the time table for the drying system. The study identifies and recommends information sources and tools to be able to do these considerations.

Conclusions about cost-driving factors are presented. Most important is the clear connection between air infiltration through the building envelope and drying climate. In early construction stages the building envelope performance concerning air tightness is often poor. This makes it impossible to create a reasonable drying climate with normal heating machinery.

Additional research areas are presented.

The study also presents a simple control system for tracking drying climate which have been tested under field conditions.

Keywords: Building construction, moisture, drying, optimizing, Building materials, costs, risks, system, tools, controls,

## Förord

Denna licentiatuppsats är utförd vid Lunds tekniska högskola, institutionen för bygg och miljöteknologi, avdelningen för byggnadsmaterial.

1994 började min yrkesbana i Byggsverige. Som nyutexaminerad arbetsledare var jag med på ett av de första kommersiella projekten i Sverige som använde högpresterande betong för att korta ned uttorkningstider. Kunskaperna om hur högpresterande betong beter sig vid gjutning var inte så kända vid tillfället (inte för oss i alla fall) och därför drabbades projektet initialt av skador via plastiska krympsprickor under härdningsfasen. Jag fick som arbetsledare i mitt andra byggprojekt producera en skola med tjocka betongfundament integrerade i betongplattan strax innan riktlinjer för fuktmätning i betong lanserades av Skanska 1997. Vid den efterföljande skadeutredningen ett par år senare visade det sig att den teoretiska torktiden var 6 till 8 år för den valda betongkvaliteten. Efter en kort, fukttekniskt mindre lyckad, karriär som arbetsledare började jag som utredningskonsult på Skanska Teknik 1998. Jag började utbilda mig inom byggfysik samtidigt som jag utförde många mättekniska uppdrag rörande främst betongskador. 1999 blev jag RBK-auktorerad för fuktmätning i betong ([www.rbk.nu](http://www.rbk.nu)). 2001 blev jag utbildad i Sverigesammanslutningen för fuktskadeutredare kallad Byggdoktorerna ([www.byggdoktor.com](http://www.byggdoktor.com)). I samband med detta kom jag i kontakt med Fuktcentrum i Lund ([www.fuktcentrum.se](http://www.fuktcentrum.se)) via professor Lars-Olof Nilsson och fick veta mer om principerna för fuktsäkerhetsprojektering och fuktsäkra konstruktioner. En ny värld av kunskap och fakta istället för tyckande öppnade sig.

Efter att ha presterat en rad egna fel som arbetsledare och utrett många andras som konsult började bilden av en kunskapsförstående delvis felinformerad bransch bli allt starkare. Varför fick jag hela tiden besked om att det inte fanns pengar i projekten till ordentlig torkning eller robusta konstruktioner när det enligt mitt sätt att se det var enda sättet att undvika ännu dyrare följdskador? Min egen slutsats efter många år är att branschen saknar bra verktyg för att göra pålitliga totalkostnadsanalyser för byggtorkning. Analyserna utförs även för sent vilket leder till att optimeringen som utförs blir en suboptimering på kostnaderna i produktionen och inte på kostnaderna för hela projektet.

Som ett försök att avhjälpa delar av kunskapsbristen började jag 2002 att ge fuktutbildningar för ingenjörer och yrkesarbetare internt inom Skanska med syfte att få till en bättre dialog kring fuktfrågor. I samband med detta upptäckte jag och mina kollegor att många nödvändiga verktyg och beskrivningar av arbetssätt saknades. I två SBUF-finansierad projekt producerades skrifterna Fuktrisker i HD/F-bjälklag (2003) och Fukt i trä för byggindustrin (2005). Erfarenheterna från dessa projekt är att det finns kunskapsluckor angående fukt hos de flesta discipliner vilket försvårar optimerade lösningar. I dialog går det bra att få till en gemensam problemförståelse som ger bättre underlag för bra helhetslösningar. Problemet när verktygen och beskrivningarna saknas är att det tar för lång tid att nå konsensus för att hinna med det i pågående produktion.



I mina egna mätningar av torkmiljöer såg jag en stor potential till att kunna driva effektivare torksystem baserat på fakta. Därför sitter jag nu här med vad som förhoppningsvis kan bli en ny diskussionsplattform för kostnadseffektivare byggtorkning framöver.

Det finns många som har bidragit till denna studie och gjort det möjligt för den att bli till.

- Först och främst vill jag tacka min snickarfar som ledde mig in på byggbanan tidigt och som alltid är villig att diskutera varför saker blir fel och vad som kan bli bättre. Tack resten av familjen för att ni låter oss hållas. Jag vill även tacka min mor för min förmåga att ifrågasätta sanningar och att stå upp för egna idéer.
- Mina handledare professor Lars-Olof Nilsson och lektor Anders Sjöberg för deras input och tid. Jag är inte lätt att hålla på spåret och jag hoppas att ni tycker slutresultatet varit värt mödan.

Tack också till

- Mina ”troende” kollegor på Skanska och då särskilt i min egen arbetsgrupp. Om fler hade arbetat som er så hade byggbranschen inte haft så dåligt rykte. Era synpunkter och att jag fått besöka ”verkligheten” har varit ytterst lärorikt. Jag vill rikta ett speciellt stort tack till min tekniska mentor Krister Ohlsson som skolat mig i rapportskrivandets och mätteknikens svåra konst och som visat mig vikten av att skynda långsamt.
- Professor Lars Jensen på LTH för hjälpen med ventilationsflödesberäkningarna i beräkningsmodellen.
- Chefer på Skanska samt SBUF som trott på mig och finansierat mig under dessa år.
- Min referensgrupp och då särskilt FoU-syd. Det är skönt i det ensamma doktorandarbetet att ha någon som bryr sig aktivt.
- Mina kollegor inom Fuktcentrum, Byggdoktorerna och Fuksakkunniga. Det är en ständig inspiration att diskutera idéer, problem och lösningar på fuktproblem och ni är alltid lika villiga till debatt. Ni lyckas ju även omsätta det mesta i konkreta lösningar efterhand och ibland undrar jag om ni vet riktigt hur bra ni är.
- Doktorandhandledaren Lars Wadsö för att du vidgat mina vyer och ökat mitt kontaktnät.
- Kollegerna på LTH Byggnadsmaterial för alla frukost- och lunchdiskussioner samt det goda mottagandet.
- Apricon för utlåningen av en projektplats på nätet via Pnet.

Sist men inte minst vill jag tacka Kajsa och Petra för att ni ser till att det finns balans i mitt liv så att jag inte blir rötskadad i huvudet av allt fuktprat.

Malmö, februari 2009  
Peter Brander

# Innehållsförteckning

<b>SAMMANFATTNING .....</b>	<b>I</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>II</b>
<b>FÖRORD .....</b>	<b>III</b>
<b>INNEHÅLLSFÖRTECKNING.....</b>	<b>1</b>
<b>ORDLISTA.....</b>	<b>5</b>
<b>1 INTRODUCTION.....</b>	<b>7</b>
1.1 MÅL.....	9
1.2 METODIK.....	9
1.3 AVGRÄNSNINGAR.....	10
1.4 STUDIENS UPPLÄGG.....	10
1.5 DEFINITIONER.....	11
<b>2 BESLUTSPROCESSEN.....</b>	<b>15</b>
2.1 PLANFÖRFARANDE .....	15
2.2 BYGGHERRENS PROGRAMHANDLINGAR .....	15
2.3 PROJEKTERING .....	16
2.4 PRODUKTIONSPLANERING .....	16
2.5 PRODUKTION .....	17
2.6 DRIFT OCH UNDERHÅLL.....	17
<b>3 SYSTEMBESKRIVNING .....</b>	<b>19</b>
3.1 TVÅ BYGGTORKNINGSPROJEKT .....	19
3.2 FUKTKÄLLOR.....	22
3.3 RISKER VID BYGGTORKNING .....	25
3.4 BYGGTORKNING AV MATERIAL .....	28
3.5 KLIMATSKALET'S UTVECKLING.....	33
3.6 PRINCIPER FÖR ROBUSTA BYGGSYSTEM .....	35
3.7 PROVISORISKA VÄDERSKYDD.....	37
3.8 VÄDER.....	38
3.9 ENERGISYSTEM .....	39
3.10 MASKINER.....	41
<b>4 TEKNISKA SAMBAND.....</b>	<b>45</b>
4.1 LUFTBALANS .....	45
4.2 FUKTBALANS.....	51
4.3 ENERGIBALANS .....	53
4.4 SAMBAND MELLAN FUKT, LUFT OCH ENERGI.....	58
4.5 MATERIALTORKNING .....	59
4.6 OMFÖRDELNING AV FUKT EFTER AVSLUTAD TORKNING .....	65
4.7 BERÄKNINGSVERKTYG.....	65
<b>5 KONTROLLER .....</b>	<b>69</b>
5.1 FUKTROND .....	70

5.2	TORKMILJÖ .....	70
5.3	ENERGIANVÄNDNING .....	72
5.4	MATERIALFUKNIVÅER .....	72
5.5	KOSTNADER .....	73
5.6	MÄTINSTRUMENT.....	73
<b>6</b>	<b>VERKTYGSBESKRIVNING.....</b>	<b>77</b>
6.1	TANKEMODELL .....	77
6.2	ARBETSGÅNG I VERKTYGET .....	78
6.3	PARAMETRAR FÖR OPTIMERING .....	80
6.4	MJUKVARA.....	80
6.5	INDATAKÄLLOR .....	81
6.6	UTDATA .....	81
6.7	KONTROLLPARAMETRAR .....	81
6.8	FASER.....	82
6.9	ALTERNATIV .....	82
<b>7</b>	<b>RESULTAT .....</b>	<b>83</b>
7.1	VERKTYGSRESULTAT TYPFALL .....	83
7.2	BERÄKNINGSRESULTAT GENERELLT .....	83
7.3	BERÄKNINGSRESULTAT TYPFALL.....	84
7.4	MÄTRESULTAT TORKMILJÖ .....	86
<b>8</b>	<b>DISKUSSION.....</b>	<b>89</b>
8.1	SYSTEMFÖRSTÅELSE .....	89
8.2	INDATAHANTERING .....	89
8.3	MATERIALDATA FÖR UTTORKNING I MATERIAL .....	89
8.4	LUFTBALANS.....	90
8.5	ENERGIBALANS .....	90
8.6	FUKTBALANS .....	90
8.7	KOSTNADER .....	91
8.8	KONTROLLER .....	91
<b>9</b>	<b>SLUTSATSER.....</b>	<b>93</b>
<b>10</b>	<b>REKOMMENDATIONER .....</b>	<b>95</b>
<b>11</b>	<b>FORTSATT ARBETE.....</b>	<b>97</b>
11.1	IMPLEMENTERING AV ARBETSSÄTT .....	97
11.2	UTVECKLING AV OPTIMERINGSVERKTYGET .....	97
11.3	PROVISORISKA TÄTNINGAR.....	98
<b>12</b>	<b>REFERENSER.....</b>	<b>99</b>
12.1	LITTERATUR.....	99
12.2	INTERNET .....	101
12.3	PROGRAMVAROR.....	101
<b>BILAGA A</b>	<b>OPTIMERINGSVERKTYGET BESKRIVNING.....</b>	<b>1</b>
<b>BILAGA B</b>	<b>KONTROLLDATA .....</b>	<b>1</b>

<b>BILAGA C</b>	<b>VERKTYGSDATA SMÅHUS.....</b>	<b>1</b>
<b>BILAGA D</b>	<b>VERKTYGSDATA FLERVÅNINGSHUS.....</b>	<b>1</b>
<b>BILAGA E</b>	<b>VERKTYGSDATA STOR VOLYM.....</b>	<b>1</b>
<b>BILAGA F</b>	<b>DOKUMENTATION PROJEKT 1.....</b>	<b>1</b>
<b>BILAGA G</b>	<b>DOKUMENTATION PROJEKT 2.....</b>	<b>1</b>



## Ordlista

ByggaF	- Metodik för fuktsäkert byggande. <a href="http://www.fuktcentrum.se">www.fuktcentrum.se</a>
FoU-syd	- Sveriges Byggindustriers forskningsutskott syd
HD/F	- Betongbjälklag i form av håldäck som har förspänd armering
IR-Pistol	- Temperaturmätare som mäter värmestrålning (infraröd)
LTH	- Lunds tekniska högskola
PEX-rör	- Mediarör i plast (cross-linked polyethylene)
Pnet	- Projektnätverksplats <a href="http://www.pnet.se">www.pnet.se</a>
RBK	- Rådet för byggkompetens, <a href="http://www.rbk.nu">www.rbk.nu</a>
SBUF	- Sveriges Byggindustriers utvecklingsfond
SCB	- Statistiska centralbyrån
SMHI	- Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut
TRP-tak	- Tak av trapetsprofilerad stålplåt
WPS	- WPS är en förkortning för weather protection systems (system för väderskydd), se även <a href="http://www.vaderskydd.se">www.vaderskydd.se</a> . Det engelska ordet används ofta i Sverige för stora väderskydd där hela hus tältas in men kan även innefatta lokala åtgärder på många ställen.



# 1 INTRODUKTION

Det är dyrt att driva en uttorkningsprocess på en byggarbetsplats. Det kostar energi, provisoriska energidistributionssystem, provisorier för att tätta huset, maskinhyra, underhåll, transporter, kontroller o.s.v. Det finns därför alternativa byggtorkningsstrategier som används vilket innebär att torkning på plats inte behövs eller att vatten inte tillåts nå objektet. Då innebär det istället delvis ökade materialkostnader, ökade kostnader för väderskydd o.s.v. Alternativen innebär olika risker, olika investeringskostnader och olika driftkostnader för torkningen medan den pågår. Det är denna byggtorkning som ska optimeras på ett smart sätt till lägsta kostnad.

När ett projekt hanterar sin byggtorkning fel adderas riskkostnader som ökade räntekostnader, ökade energikostnader, försenade intäkter, uppbundna etableringar under längre tid, skadat material o.s.v.

För att kunna kostnadsoptimera byggtorkningen för ett projekt behöver de olika möjliga alternativens totala kostnader vara kända. Så är det inte på ett enkelt sätt idag. I totala kostnaden finns förutom direkta kostnader även riskkostnader och väderberoende kostnader som är svårare att bedöma och som gör att totala kostnaden inte är en fix siffra utan ett spann av möjliga utfall.

Det går även att lyckas mer eller mindre bra med att skapa en torkmiljö och därför behövs även en djupare kunskap inom exempelvis torkningsteknik om hur material och torksystem beter sig för att kunna välja rätt teknik vid rätt tillfälle. Bra beskrivningar av torksystem saknas till största delen idag eftersom de som arbetar med byggtorkning traditionellt har ingen eller väldigt liten koppling till tillgängliga installationsberäkningsprogram. Traditionella installationsberäkningsprogram har i sin tur oftast ingen koppling till fuktegenskaperna hos materialen i de utrymmen som ska beräknas.

En ytterligare faktor som måste tas in i bedömningarna är arbetsmiljön under pågående produktion där ofta både damm och höga/ojäma temperaturnivåer ställer till med problem för yrkesarbetare, både hälsomässigt för yrkesarbetaren och kvalitetsmässigt för det arbete som ska utföras. Material kan torka och härda både för snabbt och för långsamt i torkmiljöer.

Torkningsmiljöer kontrolleras generellt inte på byggarbetsplatser idag. När det utförs är det oftast specialiserade tekniker som levererar mätdata utan att kunna påverka torkningssituationen. Det som kontrolleras är dessutom vanligtvis materialfuktnivåer i specifika punkter och inte själva torkmiljön. Resultatet blir att det inte tydligt går att utvärdera hur en torkmiljö fungerar så att den kan förbättras vid behov. Därför behöver det även utvecklas relevanta enkla kontrollsystem med återkopplingsmöjligheter för arbetsplatser.

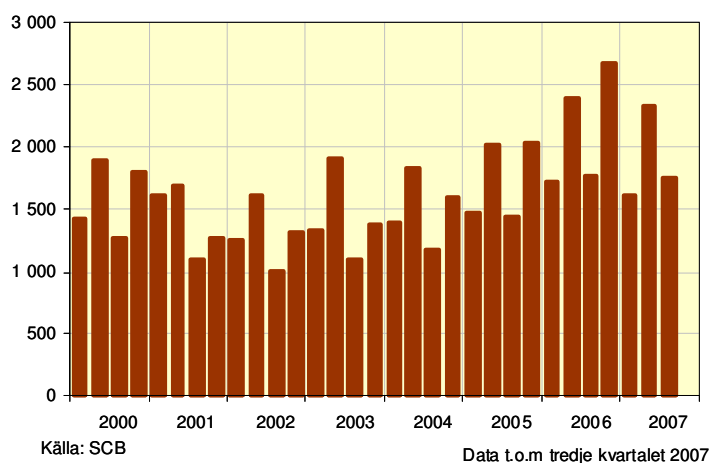
Med effektivare kostnadsmodeller för byggtorkningssystem förväntas kostnads-effektivare angreppssätt kunna väljas med bibehållen eller bättre produktkvalitet för byggherren. Ett effektivare system förväntas även ge positiva miljöeffekter i form av mindre resursutnyttjande.



Ett vanligt synsätt är att energianvändningen under produktionstiden är så liten i förhållande till under drifttiden att den inte är lönt att fokusera på. Det är en sanning med vissa förenklingar som blir allt mer intressant att ifrågasätta när energianvändningen sjunker radikalt i driftskedet med allt bättre isolerade byggnader. Det blir även allt intressantare ur ett rent ekonomiskt perspektiv med den snabba ökningen av energikostnader som skett de senaste åren.

Energianvändningen i byggbranschen undersöktes 2004, Statens Energimyndighet (2004). Undersökningen visar att ca 1,2 TWh används årligen för att skapa torkklimat i Sverige. Följande tankeexperiment kan då göras för att titta på förbättringspotentialen i detta arbete. En förbättring på endast en procent på energianvändningen skulle innebära ca 12 GWh mindre energianvändning i byggbranschen. Bättre energieffektivitet i byggtorkning kommer alltså snabbt att generera miljoner i minskade energiutgifter.

År 2006 beviljades bygglov för ca 6 000 000 m<sup>2</sup> småhus och fritidshus, SCB (2007). Med en snittanvändning på 100 kWh/m<sup>2</sup> innebär det att två års energianvändning i nyproduktion kan täckas in av en procents effektivisering av byggtorkningen. Detta är alltså en förbättring som byggbranschen kan påverka själv för att bebyggd yta i Sverige ska kunna öka utan att den totala energianvändningen för byggnaderna ökar.



Figur 1-1 Totalt beviljade bygglov, 1000-tals kvadratmeter. Bildkälla: Statistiska centralbyrån (2008)

Det finns idag ingen sammanställd statistik i Sverige på hur mycket av byggproduktionen som blir fuktskadad. En orsak är att det ofta tar flera år innan felet uppmärksammas och att de måste ge upphov till stora konsekvenser för brukaren för att initiera utredningar. Detta ger produktionen en felaktig bild av att det är ganska små och få problem eftersom de inte får reda på att de inträffat. Skadorna uppmärksammas ofta först långt efter att garantitiderna slutat gälla. Via mina egna och branschkollegors erfarenheter som skadeutredare och mättekniker är erfarenheten att det uppträder fuktskador tidigt i många projekt. De mest uppenbara åtgärdas redan innan överlämnande till kund men genom att läsa i tidningar och i forskningsrapporter blir tyvärr slutsatsen att en hel del skador även levereras till slutkund, se t ex Land & Must (2004), Rosenkilde (2006), Boverket (2007).

Om produktionstidplaner fallerar och förlängs uppkommer snabbt stora kostnader. Ofta blir det en korthuseffekt där nästa byggprojekt inte kan startas upp pga. upplåsta resurser, kunder behöver omlokaliseras för att de måste lämna sina gamla lokaler, hyror kommer inte in, kapital blir upplåst under längre tid o.s.v. Ofta är även uttorkningstider direkt styrande för projektets sluttid. När torktiden ligger på kritiska linjen i produktionstidplanen finns det därför stora möjligheter till att forcerande torkåtgärder kan vara ekonomiskt lönsamma för projektet.

## **1.1 Mål**

Projektet har haft som mål att tydliggöra de beslut och hänsyn som måste tas för att kunna optimera en byggtorkning i nyproduktion med avseende på kostnader, tid, låga fuktrisker och god arbetsmiljö. Målet har varit att ta fram en modell för hur denna optimering kan utföras samt att beskriva lämpliga verktyg för att säkerställa förutsättningarna för och driften av torkningen.

## **1.2 Metodik**

Då författaren varit inblandad i ett stort antal byggtorkningar innan det här arbetet påbörjades fanns en del dokumenterade erfarenheter att utgå ifrån. Två utvalda fall presenteras mer detaljerat, en ekonomiskt lyckad torkning och en ekonomiskt misslyckad torkning.

Informationssökning har utförts med flera olika syften vid flera olika tillfällen för att kunna få ett komplett optimeringsverktyg. Sökningarna har skett mestadels genom författarens egna kontakter samt via sökmotorer på Internet. Generellt kan sägas att de relevanta träffarna på Internet via sökord som handlar om byggtorkning är väldigt få.

Innan och under projektets gång har författaren genomfört intervjuer och diskussioner inom sitt eget nätverk för att diskutera och testa olika idéer. Främst Bo Månsson på Skanska Maskin i Malmö men även med byggdoktorer och företag fokuserade på byggtorkning. Eftersom bakgrundsförståelsen för problemställningen varit stor från båda håll samt att diskussionerna har handlat om specifika frågeställningar har inga generella enkäter använts. Svaren och bidragen till arbetet ligger därför inte heller som intervjubilagor utan är inbakat i de delar i verktyget som frågeställningen berört.

I verktyget används databaser och programvaror för att ge indata till beräkningarna. Ett antal databaser och beräkningsprogram presenteras i studien .

Ett antal utvalda typfall har analyserats med hjälp av verktyget för att synliggöra skillnader i resultat mellan och inom utvalda typfall beroende på strategi. Resultaten presenteras i kapitel 7.

## 1.3 Avgränsningar

Då antalet torksituationer som kan uppkomma är stort syftar projektet till att bedöma angreppssätt för optimerad byggtorkning vid nybyggnation efter att tätt hus har uppnåtts. Byggtorkningen anses vara avslutad vid slutbesiktning även om uttorkningen av byggfukt ofta pågår mycket längre.

Typfallen som studien fokuserar på är:

- Småhus i ett plan
- Flerbostadshus i flera plan
- Stora volymer (affärscentra, offentliga lokaler)

En förutsättning för att det ska vara meningsfullt att optimera byggtorkningen är att driftperioden är fukttekniskt säkrad. Detta kräver en kompetent genomförd fuksäkerhetsprojektering av hela projektet. I detta arbete utgår författaren ifrån att driften är säkrad på ett professionellt sätt via exempelvis diplomerade fuksakkunniga ([www.fuksakkunnig.se](http://www.fuksakkunnig.se)) enligt system ByggaF.

## 1.4 Studiens upplägg

För att underlätta läsförståelsen följer här författarens beskrivning av innehållet i de olika kapitlen samt vad de är tänkta att tillföra studien som helhet.

**Kapitel 2** behandlar den generella beslutsprocess som finns i ett byggprojekt med fokus på vem som tar beslut som påverkar byggtorkningen samt när dessa beslut fattas. Kapitlet är en bakgrund för att förstå när och hur påverkan på parametrar i byggtorkningen är möjlig.

**Kapitel 3** beskriver övergripande vilka parametrar som finns i en byggtorkning samt hur de samverkar på olika sätt. Kapitlet ger en bred bakgrund till byggtorkning som system för att få en bild över vad det är som ska optimeras samt vilka hänsyn som behöver tas vid optimeringen.

**Kapitel 4** beskriver den tekniska bakgrunden till de beräknings- och beslutsmodeller som används för att skapa beslutsunderlag till optimeringen.

**Kapitel 5** beskriver de kontroller som anses relevanta för styrning och uppföljning av en byggtorkning.

**Kapitel 6** beskriver hur författaren valt att definiera systemet som ska optimeras inför skapandet av optimeringsverktyget.

**Kapitel 7** beskriver de typfall som författaren valt att arbeta med i studien för test av optimeringsverktyget samt för att visa resultat framtagna i verktyget.

**Kapitel 8** diskuteras resultat utifrån arbete med optimeringsverktyget.

**Kapitel 9** redovisas slutsatser från studien.

**Kapitel 10** redovisas rekommendationer för hur författaren anser att optimering av byggtorkning bör ske.

**Kapitel 11** behandlar hur vidare arbete bör bedrivas för att verifiera och förfina optimeringsverktyget.

## 1.5 Definitioner

Många definitioner inom byggtorkning är dåligt beskrivna alternativt beskrivna på flera olika sätt. I detta kapitel har författaren valt viktiga definitioner för förståelsen av studien samt kompletterat med egna definitioner där det ansetts nödvändigt.

### Byggtorkning

I den här studien definieras *byggtorkning* som: den extra insats som krävs i produktionen i form av robustare materialkvaliteter och torksystem för att inte projektet ska drabbas av oacceptabla fuktrisker i produktion eller drift. Byggtorkning används idag som ett helhetsbegrepp som kan innefatta det mesta beroende på vem som tillfrågas. Därför är det viktigt att inte tro att andra vet vad som menas med begreppet.

### Torksystem

I den här studien definieras *torksystem* som: alla insatser utöver den permanenta byggnaden som syftar till att förbättra torkmiljön i byggnaden under produktion. Definitionen innefattar här förutom torkmaskiner och energi även WPS och åtgärder som provisorisk tätning av schakt inne i byggnaden.

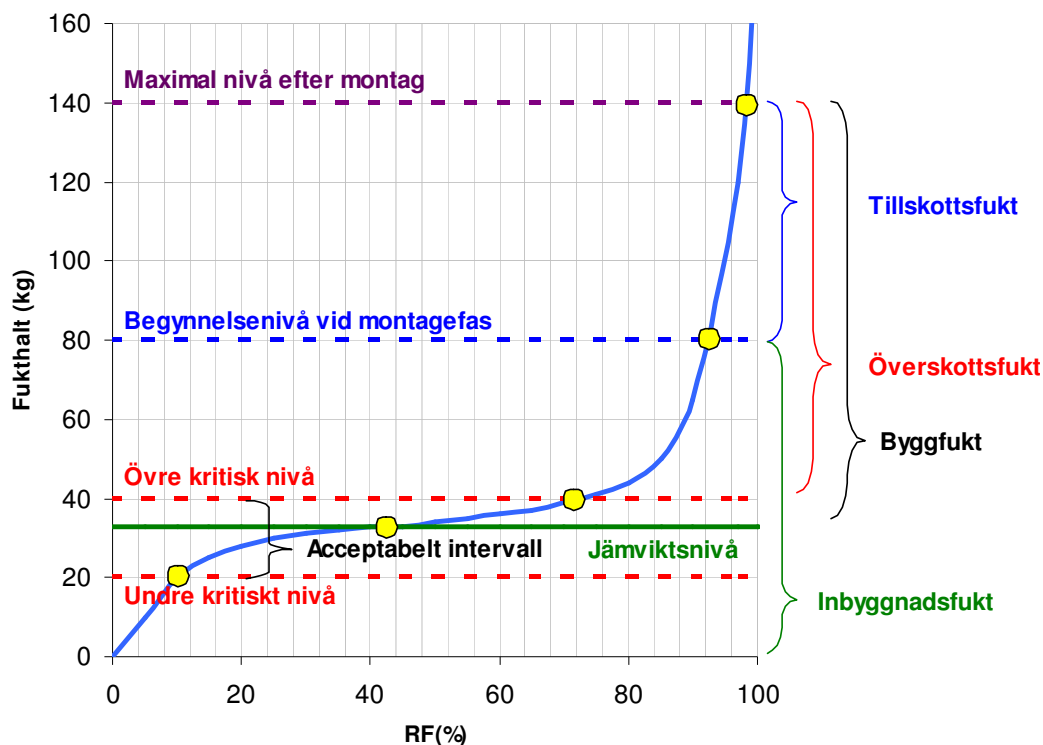
### Tätt hus

I den här studien definieras *tätt hus* som: när en byggnad uppnått täthet mot nederbörd (snö, slagregn) samt har så liten luftinfiltration att en torkmiljö med acceptabla fuktrisker kan upprättas i hela byggnaden.

Tätt hus är ett omfattande begrepp som produktionen använder sig av slarvigt utan att ha en detaljerad definition på vad som menas. Ordet skrivs ofta in som en händelse i produktionstidplaner. De flesta verkar syfta på att det inte kan regna in i projektet längre men för det mesta är detta inte heller sant. Slagregnstäta detaljer uppnås oftast inte förrän fasad och taklösningar är helt kompletta vilket mestadels inträffar sent i produktionsprocessen. Tätt hus är även ett missvisande ord om begreppet inte ska innefatta lufttäthet i klimatskalet. Är huset inte tillräckligt lufttätt kommer det inte att gå att skapa bra torkmiljö och det finns ökad risk för både snöinblåsning och sönderfrysta installationer. Antingen uppnås täthet genom att färdigställa klimatskalet alternativt går det att uppnå likvärdig situation med användande av WPS.

## Sorptionskurva

*Sorptionskurvan* definieras som: sambandet mellan mängden vatten i materialet som är åtkomligt för uttorkning och omgivande klimat, Nevander och Elmarsson (1995).



Figur 1-2 Sorptionskurva med definierade materialfuktbegrepp inom byggtorkning. Punkterna på kurvan representerar medelvärden i en ospecificerad materialtjocklek.

### Övre/undre kritisk nivå

*Övre kritisk nivå* definieras som: den fuktnivå där materialet riskerar att få skador orsakade av fukt om den överskrids. För många material kan det även bli för torrt. *Undre kritisk nivå* definieras som: den fuktnivå där materialet riskerar att få skador orsakade av fukt om den underskrids. Skador på grund av för torra material handlar ofta om för stora krymprörelser men även kemiska bindningar kan brytas. En värdering av var och när låga kritiska nivåer kan uppstå är därför viktig för att kunna bedöma totala riskeponeringen i byggtorkningen. Ofta är det även fler material än det som innehåller byggfukten som riskerar att få skador vilket gör det hela mer komplicerat se Avsnitt 4.5.4.

### Acceptabelt intervall

Mellan övre och undre kritiska fuktnivåerna uppstår ett *Acceptabelt intervall* med hänsyn till fuktrelaterade skador. Intervallets storlek kan också vara en egen faktor som avgör möjligheten för skador relaterade till fuktrörelser vilket gör att övre och undre kritisk nivå kan vara beroende av varandra. För ett antal material finns ingen nedre gräns där fuktskador kan inträffa (exempelvis stålplåt). Då räknas intervallet ned till 0 % RF.

### **Jämviktsnivå,**

*Jämviktsnivå* definieras som: den nivå där materialet står i fuktjämvikt med omgivande klimat, Nevander och Elmarsson (1995). De flesta driftklimat är inte konstanta fuktmässigt utan varierar. Med stora temperaturvariationer i torkmiljön kan jämviktsnivån variera kraftigt över ett enda dygn under produktionsfasen. Många material kommer därför aldrig att nå någon jämviktsnivå utan kommer hela tiden sträva mot den jämvikt som råder för tillfället. Jämvikten nås aldrig fullt ut eftersom materialets inre motstånd mot fuktändring ger en eftersläpnings-effekt som kan vara många år i täta material med stor fuktkapacitet. Ibland utnyttjas denna effekt inom fuktbuffring där exempelvis kondensisoleringen på ett plåttak tar upp vatten när det är blött på natten för att avge den när det blir torrt på dagen. En förutsättning för en fungerande byggnad i drift är att jämviktsnivån alltid håller sig inom det acceptabla intervallet, alternativt att materialet kan buffra fukt vid ändlägen utan att passera kritiska nivåer.

### **Begynnelsenivå vid montage**

*Begynnelsenivå* definieras som: den fuktnivå som materialet har vid montage i byggnaden. Den kan variera mellan ingen alls och vattenmättnad beroende på inköpt kvalitet, transport och mellanlagring.

### **Maximal fuktnivå**

*Maximal fuktnivå* definieras som: den högsta fuktnivån materialet når efter montage. Den kan pendla mellan begynnelsenivån och vattenmättnad. Om det kan bli blötare än begynnelsenivån beror på hur skyddat materialet är innan tätt hus uppnått samt vilka tork och driftmiljöer materialet kommer att befinna sig i. Maximal fuktnivå är ett egendefinierat begrepp.

### **Byggfukt**

*Byggfukt* definieras som: den mängd vatten som behöver torkas bort för att nå jämvikt med omgivningen i drift. Hur mycket vatten det handlar om beror på hur driftmiljön ser ut samt när i processen man vill kvantifiera byggfukten, Nevander och Elmarsson (1995).

### **Överskottsfukt**

*Överskottsfukt* definieras som: den mängd vatten som måste torkas för att nå under Övre kritisk nivå. Eftersom det är fullt tillräckligt dyrt och jobbigt att torka den här mängden vatten satsar projekten sällan på att nå längre, Nevander och Elmarsson (1995).

### **Tillskottsfukt**

*Tillskottsfukt* definieras som: den extra mängd vatten som behöver torkas för att nå tillbaka till inbyggnadsfuktnivån. Mängden tillskottsfukt kan bli mycket stor om projektet har cyklisk uppfuktning och uttorkning innan tätt hus uppnås. Då kan det till och med sluta med att uttorkad vattenmängd för materialet blir större än vattenmättnad. Å andra sidan kan tillskottsfukten vara obefintlig om inbyggnad sker i kontrollerade torkmiljöer efter tätt hus.



## 2 BESLUTSPROCESSEN

Beslut som påverkar kostnaderna i en byggtorkning tas vid flera olika tillfällen av flera olika personer. Många bra beslut som tas i olika skeden ökar fuktsäkerheten i projekt men samtidigt försvinner då faktorer att kostnadsoptimera utifrån ett riskperspektiv i ett senare skede. Därför är det viktigt att veta när kostnadsdrivande beslut fattas för byggtorkningar så att rätt beslutsunderlag kan tas fram vid rätt tillfälle.

För att få en övergripande bild över hur och när optimeringsbeslut rörande byggtorkning fattas följer här en generell beskrivning av hur författaren uppfattar ett projekts olika beslutsfaser när det gäller kostnadsoptimerad byggtorkning.

### 2.1 Planförfarande

Redan i planförfarandet kan de första förutsättningarna för byggtorkningen sättas via detaljplaner. Det kan vara krav i detaljplaner på fasadmateriäl, specifika grundläggningsmetoder, vindutsatta lägen m.m. Det kan även finnas ytterligare styrning från kommuner i samband med markförvärv om att införa tuffare krav angående exempelvis fuktsäkert byggande. Generellt är det mycket svårt att påverka dessa förutsättningar eftersom de är satta av flera olika aktörer i samverkan långt innan bygglovsansökan lämnas in. Det tar för det mesta även för lång tid att få till stånd en ändring för att det ska vara praktiskt genomförbart i ett pågående byggprojekt.

Beslut som påverkar byggtorkningskostnaderna i denna fas är exempelvis:

- Utrymme för provisorier kring byggnaden.
- Tillgång till fasta energisystem
- Möjliga materialval i klimatskal
- Krav på kontrollplaner via byggsamråd

### 2.2 Byggherrens programhandlingar

Många större byggherrar har interna krav på val av stommaterial, ytmaterial, kritiska fuktnivåer, väderskydd o.s.v. vilket begränsar möjligheten för optimeringar men som rätt ställda ofta minskar fuktriskerna i projekt. Hur lätt det är påverka dessa kravställningar beror på hur tidigt kravet tas upp till diskussion samt om kravställaren är öppen för avsteg som är välmotiverade.

En ganska ny företeelse på den svenska marknaden är att frivilligt koppla byggnaderna till kvalitetsstämplar satta av fristående organisationer (t ex Svanenmärkning, Green Building) . Här kan kravställningarna på detaljutförande vara långtgående och i princip låsa stora delar av de optimeringsmöjligheter som finns.

Beslut som påverkar byggtorkningskostnaderna i denna fas är exempelvis:

- Projektid och produktionstid
- Specifika kravställningar som är tuffare än normer och lagstiftning
- Fuktkänslighet i byggsystemet
- Valt energisystem



## 2.3 Projektering

Projekteringen definierar de allra flesta förutsättningarna för byggtorkningen och är den fas som påverkar torkkostnaden mest. Här finns en stor skillnad i hur väl beskriven arbetsgången är beroende på entreprenadform. Utförandeentreprenader är generellt mycket noggrannare beskrivna än totalentreprenader. I en väl utförd fuktsäkerhetsprojektering skall byggtorkningen vara beaktad. Då bör parametrar som provisoriska tätningar och provisoriska energidistributionssystem finnas beskrivna.

Fram tills nu har de flesta projektörer, oberoende av disciplin, inte tagit så stor hänsyn till byggtorkningen, dels därför att ingen har beställt att det ska ingå i projekteringen, dels för att det är en fråga som faller mellan stolarna eftersom den berör alla discipliner och därför inte kan lösas av en enskild. I många fall tas handlingarna fram innan inre ytmaterialval har gjorts eller produktionstidplan finns vilket gör att det är svårt att göra kompletta fuktsäkerhetsprojekteringar. Förhoppningsvis sker förbättringar nu när det börjar komma fram fuktsäkerhetsprogram i allt fler projekt där det finns tydliga krav på projekteringen att ta hänsyn till byggtorkningen.

Beslut som påverkar byggtorkningskostnaderna i denna fas är exempelvis:

- Materialval
- Konstruktionens specifika uppbyggnad
- Installationssystem i byggnaden

## 2.4 Produktionsplanering

En viktig fas för att optimera byggtorkningen är den produktionsplanering som bör initieras i slutet av projekteringen och i början av produktionen. Har fuktsäkerhetsprojekteringen utförts bra finns det ganska lite som produktionen kan optimera utan det handlar mer om att följa riktlinjerna så kostnadseffektivt som möjligt. Nu fungerar det normalt sett inte så utan stora delar av optimeringsarbetet lämnas vidare till produktionen. Ska det bli riktigt bra borde det ske i samråd mellan parterna i slutfasen av projekteringen. Även här finns stora skillnader beroende på entreprenadform där ansvaret för att ta fram lösningar är olika. I totalentreprenader driver produktionschefer sin egen agenda hårt medan de sitter mer avvaktande i en utförandeentreprenad och väntar på att någon ska beskriva hur det ska gå till.

Beslut som påverkar byggtorkningskostnaderna i denna fas är exempelvis:

- Hantering av nederbörd innan tätt hus
- Infästningspunkter för väderskydd
- Vilken årstid det är mest fördelaktigt att resa stommen
- Val av prefabriceringsgrad på byggnadsdelar som avgör hur snabbt tätt hus kan nås
- Val av provisoriskt energisystem
- Hur husets permanenta installationer kan användas till byggtorkningen
- Placering av tätskikt i byggnadsdelar så att tätt hus kan nås innan fukt känsliga material måste monteras

## 2.5 Produktion

I produktionen handlar optimeringen om att ha fokus på att uppnå tätt hus samt att ha rätt maskiner på rätt plats vid rätt tidpunkt. Via kontrollsystem bevakas att uttorkningen följer uppgjorda planer. När materialfuktmålen uppnåtts är det ofta acceptabelt att låta torkklimatet försämrats vilket gör att energianvändningen minskar och att maskiner kan skickas tillbaka. Som vi ska se senare innebär även den normala utvecklingen av klimatskalet i ett byggprojekt att energibehovet minskar radikalt från torkstart till slutbesiktning.

Produktionen måste dock vara observant på eventuella ”fuktstötter” som kan genereras som gör att maskinparken måste förstärkas när arbetet utförs. Exempelvis kan det vara mycket viktigt att sätta en byggnad i undertryck när flytavjämning sker vintertid för att fuktig varm luft inte ska kunna nå vinden. Ett vanligt problem är förseningar i produktionen där slutdatum ligger fast vilket gör att torkmiljön kan behöva forceras kraftigt eftersom tillgänglig torkningstid minskar.

Beslut som påverkar byggtorkningskostnaderna i denna fas är exempelvis:

- Effekt i energisystemet (säkringsstorlekar och panncentralers maximala effekt)
- Maskinparkens utformning
- Provisoriska tätningars utformning
- Kontrollsystemets utformning
- Hantering av förseningar i produktionstidplanen

## 2.6 Drift och underhåll

Drift och underhåll har inte direkt med kostnadsoptimeringen av byggtorkningen att göra men ibland spiller kostnader för byggtorkning över i driften. I många fall fortsätter torkningen av byggfukt flera år in i driften. I början kan det ge märkbara effekter i form av sämre isoleringsegenskaper hos material samt ökad energianvändning för att avdunsta vatten. I extrema fall med mycket fuktiga material som avdunstar vatten snabbt kan det innebära att ventilationen måste forceras för att inte få för höga fuktillskott med ökad risk för fuktproblem i andra bygghälsdelar eller angränsande material.

Beslut som påverkar byggtorkningskostnaderna i denna fas är exempelvis:

- Tillåten ökad driftkostnad på grund av kvarvarande byggfukt
- Tillåten ökad fuktbelastning på driftmiljön
- Temporärt ventilerade golvkonstruktioner

### 3 SYSTEMBESKRIVNING

Detta kapitel beskriver övergripande byggtorkningens olika delar och samband. Bakgrunden ges för att skapa övergripande förståelse för hur byggtorkning skiljer sig från klimatsystem i driftsatta byggnader samt för att få en övergripande bild över vilka faktorer som är viktiga att ha med i en optimeringsprocess.

#### 3.1 Två byggtorkningsprojekt

Följande avsnitt beskriver erfarenheter från två genomförda projekt där författaren var delvis involverad i byggtorkningen. Projekten har valts ut för att visa på olika angreppssätt men även för att exemplifiera praktiska problem med ändrade förhållanden som behöver hanteras i en byggtorkning.

##### **Projekt 1 Varuhusbyggnad, Malmö**

I detta projekt hade författaren hjälpt produktionschefen i ett antal tidigare projekt. På grund av stora mängder direktklustrade trägolv på ganska tjocka betongkonstruktioner blev det tidigt fokus på hur betonggolven skulle lösas torktekniskt. Ett tidigt möte hölls med alla berörda parter där alla aspekter för ett lyckat resultat vägdes mot varandra. Konsensus nåddes och beslutet skrevs ned i en gemensam arbetsberedning för alla discipliner vilket även innefattade vilka kontroller som skulle utföras. Ett viktigt beslut som togs tidigt var att arbeta med kemiskt självtorkande betong. Författaren fick även vara med utformandet av kontrollsystemet samt hade en tät dialog med det företag som dimensionerade torksystemet. Projektet försvårades av stora takhöjder samt stora öppna ytor generellt vilket gjorde att torkföretaget var mycket oroligt för om det skulle vara möjligt att nå tillräckligt höga inomhustemperaturer. Författaren fick även vara med vid diskussionerna kring hur provisoriska tätningar skulle gå till. Detta ledde till att man bland annat monterade provisoriska väggar kring ett inre atrium för att inte tappa värme från plan ett till plan två.

När torksystemet kördes kontrollerade arbetsplatsen själv sin torkmiljö via en utsedd fuktsäkerhetsansvarig som levererade mätvärden till författaren som underlag för dialog och beslut om vidare åtgärder. Torkningen gick mycket fortare än förväntat mestadels beroende på att det visade sig att torkföretaget överdimensionerat värmeeffekten. Delvis berodde det även på att projektet hade tur med vädret som var varmare än normalt och delvis på stor fokus på provisoriska tätningar, provisoriska dörrar och effektiv torkstart efter tätt hus.

Tack vara kontrollprogrammet kunde arbetsplatsen avveckla stora delar av maskinparken tidigare än planerat. Förutom att energianvändningen kunde minskas minskade även hyreskostnaden för maskinparken. Uttorkningsbudgeten och tider hölls i projektet trots två veckor utan bra torkmiljö efter att en storm blåst sönder stora delar av den provisoriska intäckningen. Alla inblandade upplevde ”en trygg resa”.



*Figur 3-1 Provisorisk vägg på plan 2 uppsatt innanför det glasparti som skulle monteras senare. Bildkälla: Skanska Sverige AB*

För dokumentation se bilaga G

### **Projekt 2 Kontorsprojekt, Malmö**

I projekt 2 blev författaren kontaktad i ett sent skede för att arbetsplatsen hade problem att få upp temperaturen så att flytavjämning kunde ske se termografi-rapport i bilaga H. Vid besöket levererade torkutrustningen 850kW.

I det här projektet samverkade ett antal negativa faktorer:

- Fasaden var komplicerad med många fönsterband, veckade fasader, glasade yttre trapphus, atrium som var öppet mot uteklimatet och glasade gångar mellan byggnader som gick i hela husets höjd. Glasmontaget blev försenat vilket innebar att produktionen tvingades att arbeta med provisoriska fasader på stora ytor när byggtorkningen skulle startas. Det fanns även interna trapphus och stora schakt som stod öppna i byggnaden vilket gav stor skorstensverkan internt i byggnaden.
- Byggnaden låg mycket vindutsatt vid en kaj.
- Inför foggjutning av HD/F hade krav på självtorkande betong framförts men montagepersonalen vägrade använda självtorkande betong eftersom de var rädda för okontrollerbar sprickbildning då stommen uppfördes mestadels på sommaren (sedan en tid tillbaka har nu rutiner utarbetats med förstärkt fukthärdning för att kunna hantera självtorkande betonger i foggjutningar när det är varmt ute).

- Projektet hade vid starten enbart textilgolv planerade vilket brukar vara problemfritt ur fuktsynpunkt på grund av att det normalt är diffusionsöppna produkter. Nu visade det sig att just det textilgolv som valts hade belagts med en ångtät baksida och helt plötsligt skärptes uttorkningskraven radikalt i hela projektet. Golvåterförsäljaren av textilgolvet hade som vanligt inte så mycket att tillföra i diskussionen utan det krävdes direktkontakt med fabriken på Irland för att få information om textilgolvet egenskaper samt vilka kritiska fuktnivåer som gällde. Ursprungsinformationen gällande kritiska fuktnivåer från återförsäljaren skulle ha inneburit stor risk för skador på mattlim i hela byggnaden.
- Beställaren bytte även golvmaterial på ytor sent i processen till bland annat direktklistrade trägolv.

Resultatet blev att projektet fick stora störningar i produktionstidplanen för att ge golvytor så lång uttorkningstid som möjligt. Bra lufttäthet gick inte att uppnå förrän glasfasaderna började bli kompletta vilket gjorde att arbetsplatspersonalen kämpade hårt med dålig torkmiljö genom större delen av projektet. Ett tag var det frågan om projektet skulle gå att få klart i tid över huvud taget.



*Figur 3-2 Misslyckad dörrtätning utförd med plast och träregel mot utomhusmiljö. Bildkälla: Skanska Sverige AB*

För dokumentation se bilaga H

## 3.2 Fuktkällor

Byggtorkning handlar bl.a. om att ta bort vatten ur byggnaden så att produktion och drift kan drivas fram utan fuktproblem. För att kunna anpassa byggtorkningen effektivt är det viktigt att veta var vattnet kan komma in i byggnaden så att torkinsatser kan sättas in så nära fuktkällan som möjligt. I följande avsnitt beskrivs olika typer av fuktkällor som författaren anser viktiga att ta hänsyn till vid en byggtorkning.

### Materialfukt

Materialfukt är den mängd vatten materialet innehåller när det byggs in i ett projekt (begynnelsenivå vid montage) och beror på en rad faktorer. Materialets tillverkningsprocess, hygroskopiska egenskaper, lagrings och leveransvillkor innan inbyggnad o.s.v. Vissa material kommer därför att tillföra mycket fukt som behöver torkas ut (flytavjämning, lättbetong) medan andra kan vara helt fria från byggfukt (glas, metall).

### Nederbörd

Nederbörd är den största fuktkällan att ta hänsyn till innan tätt hus. Varje år brukar nederbörd innebära stora problem för ett antal byggprojekt runt om i Sverige. De värsta situationerna uppstår oftast vid regn under vindbelastning eller om nederbörden kommer vid ett extra utsatt läge med stora delar av huset exponerat för uteklimat.

Fuktbelastningen från nederbörd är svårbedömd på förhand. Variationerna år från år, månad för månad och dag för dag kan vara allt från ingen nederbörd alls till mycket stora mängder i form av åskregn eller intensiva regn under flera dygn. Varje år är det platser i Sverige som drabbas av större översvämningar. Varje millimeter nederbörd innebär en liter vatten per kvadratmeter horisontell yta.

Lika viktigt som att försöka bedöma hur mycket nederbörd som kan falla är att bedöma hur nederbörden träffar byggnaden och vilka konsekvenser det kan få. Det är exempelvis stor skillnad på hur lätt det är att uppnå tätt hus beroende på om huset utsätts för slagregn eller inte. Olika delar av Sverige kommer dessutom att få huvuddelen av slagregnet från olika riktningar. En hjälp för den här typen av bedömningar är de slagregnskartor som kan köpas av SMHI ([www.smhi.se](http://www.smhi.se)). Slagregnets mängd och riktning kan vara avgörande för hur man väljer att täcka in huset eller vilka fasader som färdigställs först.

Ett ytterligare problem att ta hänsyn till är yrsnö som kan göra att tätt hus inte uppnås fast det är tätt mot regn, Martinell (2005). Det är därför viktigt att inspektera dolda uteluftsventilerade utrymmen efter snöstormar, se figur 4-1. Då kan eventuell snö tas ut ur huset innan den smält. Yrsnö ska inte kunna ta sig in i det färdiga huset om det är rätt utformat i detaljlösningarna men kan innebära stora bekymmer innan klimatskalet är helt klar.



*Figur 3-3 Snöinblåsning via takfot på kallvind. Bildkälla: Skanska Sverige AB*

I många fall har det visat sig att tätt hus inte går att uppnå förrän fasaden är helt färdigställd (ibland inte ens då). Då kan enda möjliga lösningen vara att bygga väderskyddat under tält. Innan tätt hus behöver produktionen ha en plan för dränering och omhändertagande av nederbörd.

#### **Fukt från utomhusluften**

Relativa luftfuktigheten utomhus är en följd av ånghalt och temperaturberoende mätnadsånghalt. Fuktkällan består till största del av solens och vindens uttorkning av mark och fria vattenytor (vattendrag och hav). För att kunna tala om luftfuktighet på ett relevant sätt måste relativ fuktighet, temperatur, ånghalt och mätnadsånghalt diskuteras samtidigt.

Är byggnaden kallare än utomhus kan ånghalten i utomhusluften ge mycket höga fuktnivåer inomhus via ventilation. Det är samma effekt som uppnås sommartid i exempelvis kalla krypgrunder. Det kan till och med bildas kondens. Ett fall när det blir extra svårt är när det varit kallt länge och det blir ett snabbt väderomslag med varmare väder. Ånghalten stiger då snabbt i utomhusluften och den temperaturtrögare stommen är fortfarande kall. Då kan krypgrundsförhållanden uppstå i hela huset under en kortare period. I sådana situationer ger extra ventilation mer kondens och bör undvikas. Efter en kall vinter våren 2004 hade författaren ett sådant fall i en bilhall i Stockholm där betongstommen blivit nedkyld under produktionsfasen. Efter ett snabbt väderomslag ringde produktionschefen och undrade om vi kunde söka efter vattenläckage eftersom det fanns stora vattenpölar på betongplattan. Problemet löste sig med att vattendammsuga bort vattnet tills stommen blivit varmare.



## **Installationer**

Installationer finns både som provisoriska och permanenta i byggfasen. När de ger ett tillskott till överskottsukten handlar det oftast om oplanerade vattenläckage från trycksatta installationer som går sönder. Dessa läckage kan ge relativt stora vattenmängder på kort tid. Därför bör exempelvis provtryckning av vatteninstallationer aldrig ske nattetid eller över helger om det inte finns extra bevakning i huset. Under produktionsfasen kan installationer även vara utsatta för större frysrisk än vad som blir fallet i den färdigisolerade byggnaden. På senare år har även risker med felaktiga kopplingar i vattensystem uppmärksammats på bred front (framförallt presskopplingar på PEX-rör). Författaren har exempelvis själv vid två tillfällen skadutrett när kopplingar på inkommande vatten till villor lossnat vid vattenmätaren under pågående produktion.

## **Omfuktning**

Fukt som torkar ut ur materialen måste även ut ur byggnaden innan det går att prata om att uttorkning skett. Det gäller framförallt att ha kontroll på temperaturfördelningen i byggnaden. Fukt från varma material som torkar bra kan annars lätt bli en fuktkälla för kallare material. Denna fuktkälla kallas omfuktning.

Det finns några klassiska problemområden när det gäller omfuktning av byggnader. Kondensanslag vintertid på oisolerade byggnadsdelar som inte färdigställt är vanligt, då framförallt på ytterväggar och på tak. Eftersom ytorna ofta inte är färdigställda på utsidan heller blir det ännu kallare på grund av mer nattutstrålning till en klar himmel. Det är exempelvis inte ovanligt att det ”regnar” inomhus på hösten i ett TRP-tak som inte blivit isolerat på utsidan. Tillförs isolering på insidan utan att sätta dit ångspärr och luftspärr kan det snabbt bli ännu värre. Då blir det tätskikt på kalla sidan och det kan till och med bli fråga om ispåfrysning i byggnadsdelar. På vindar är det viktigt att minimera luftläckaget från torkmiljön till det kalla taket. Tillåts exempelvis blöt varm luft nå ett underlagstak av trä kan det bli mikrobiell påväxt och taket kan svälla sönder.

## **Arbete som innefattar mycket vatten**

Håltagning i massiva konstruktioner med vattenkylning kan ofta ställa till med problem lokalt. Vissa typer av arbeten som flytavjämning, grängning av tak och putsning av innerväggar tillför stora vattenmängder på kort tid i ett sent skede vilket kan skapa höga ånghalter i torkmiljön.

### 3.3 Risker vid byggtorkning

Inom byggtorkningen har framförallt betongtorkning i golvkonstruktioner drivit utvecklingen framåt eftersom stora problem har funnits och delvis fortfarande finns med bl.a. kaseinhaltigt spackel som bryts ned vid höga fuktnivåer, alkalisk nedbrytning av lim under täta ytbeläggningar, direktklistrade trägolvsom släpper på grund av fuktrörelser samt golvsystem som möglar på undersidan, se t ex Nilsson (1977), Sjöberg (2001), RBK (2007), Anderberg (2007). På senare år har även fokus funnits på fuktrörelser i träkonstruktioner i drift där byggtorkningen sätter viktiga förutsättningar för möjligheten till att få problem, Esping et al (2005), Rosenkilde (2006), Sjödin (2008), Sjöberg & Nilsson (2008b) m fl. Ett annat minst lika viktigt problem som nu uppmärksammas allt mer är att många material har varit skadade redan på väg in i produktionen alternativt skadats innan överlämnande till kund, Samuelsson & Wånggren (2002), Nilsson & Samuelsson (2006), Land & Must (2004) samt Brag & Snarberg (2002).

Byggtorkning utförs primärt som ett sätt att hantera fuktrisker i projektet. Risker är uppbyggda av sannolikheten för att en händelse inträffar i kombination med konsekvensen av att händelsen inträffar. Byggtorkning har delvis samma sannolikheter för problem som vid drift av byggnaden men konsekvenserna är inte riktigt likadana. Det finns även en del sannolika problem i byggtorkningen som inte inträffar i driftsituationen. I följande avsnitt beskrivs de risker som författaren uppfattar som viktiga att ta hänsyn till. Riskerna är inte kvantifierade.

#### 3.3.1 Risker genererat av torksystemet

##### **Heta ytor**

Maskiner som gasolvärmare kan vid felaktig hantering antända/smälta andra material. Eldrivna fläktar och värmare kan drabbas av överhettning. I många fall kommer det även att finnas heta mediarör som innebär en risk för brännskador.

##### **Vattenläckor**

Beroende på hur mycket tryckvakter och backventiler som används i vattenburna system kan konsekvenserna av vattenläckor bli olika stora. När vatten används som värmemedier kan värmesystemet drabbas av vattenläckor. Om värmesystem stannar finns ofta en betydande möjlighet för frysskador på värmesystemet vilket ökar risken för stora fuktbelastningar i produktionen.

##### **Damm**

Beroende på materialval och produktionsteknik kommer det att finnas damm i torkmiljön. Fläktar och byggvärme drar upp mer damm i luften. Detta ökar risken för dålig arbetsmiljö för arbetsstyrkan på projektet.

##### **Buller**

De flesta torkmaskiner som innehåller fläktar och pumpar genererar mycket buller. Risken blir då hörselskador och överstigna bullernivåer till angränsande byggnader.

### **Snubbelrisker**

Slangar och sladdar på golven ger sannolikhet för fall i de flesta projekt. Konsekvensen av fall är ofta stor. Risken för fallskador ökar alltså ofta på grund av byggtorkning.

### **Elbrist för produktionen**

En risk som främst uppstår vid forceringsbehov i torkmiljön.

### **Provisoriska klimatskal som inte fungerar**

De flesta provisoriska inklädnader är utformade för att gå sönder vid stark vind för att inte äventyra stomkonstruktionen för väderskyddet. Vid dessa situationer kan konsekvenserna bli mycket stora.

### **Stora temperaturvariationer i produktionsmiljön**

Temperaturvariationer gör det svårt för yrkesarbetare att klä sig rätt och att hantera arbetsmoment likartat där material ska härda och torka. Stora temperaturvariationer ger därför risk både för ökad sjukfrånvaro och sämre produktkvalitet.

## **3.3.2 Risker vid försenad torkning**

Sannolikheten för förseningar i produktionen beror på planering och resurstilldelning samt robustheten i byggsystemet. Vid förseningar blir konsekvenserna uppbundna resurser över längre tid vilket ger risk för ökad kapitalkostnad, ökad etableringskostnad, ökad driftkostnad för torksystemet samt risk för omlokalisering av hyresgäster eftersom inflyttningen blir försenad. Konsekvenserna kan även innefatta viten i kontraktet vilket gör att riskkostnaden kan bli stor.

## **3.3.3 Risker vid felaktig torkning**

Skador på grund av byggtorkning kan uppstå av flera anledningar: uttorkning sker inte alls, uttorkning sker för sent, uttorkning sker för snabbt, uttorkningen sker med skadliga metoder, det blir för torrt, materialet blir uppfuktat på ett skadligt sätt o.s.v. Ofta innebär det att ett material kan ha flera olika kritiska fuktnivåer beroende på vilken skada som ska undvikas. I följande avsnitt beskrivs ett antal skadetyper som bör beaktas i en riskvärdering. Mer om ämnet finns att läsa i Nilsson (2006).

### **Fuktrörelser**

Både krympnings- och svällningsproblem vid fuktförändringar i material är vanliga vid byggtorkningar. Hygroskopiska material kan ha stora fuktrörelser och särskilt trä används i konstruktioner på ett sätt som gör att fuktrörelser ofta behöver beaktas. Problemen ökar ju större spannen mellan torraste och blötaste situationen som finns. Rörelser kan resultera i både konstruktiva och estetiska problem. Material som är tunna och därför reagerar snabbare på fuktförändringar behöver ofta ges extra hänsyn.

### **Mikrobiell påväxt**

Påväxt av svampar och bakterier kan ske på de flesta material. Materialet behöver inte ens alltid vara en näringskälla själv. Det kan räcka med att materialet blivit nedsmutsat eller att exempelvis alger som inte behöver näring från underlaget etablerar sig. Resultatet utomhus blir ofta estetiskt förfulande påväxt. Inomhus finns det även en hälsorisk som är svårbedömd. Om det växer beror det ofta på fler faktorer än fukt men relativa fuktigheten behöver vara hög en längre tid för att de flesta organismer ska kunna etablera sig.

### **Kemiska reaktioner**

Kemiska reaktioner av olika slag är den skadeorsak som det fokuserats mest på de senaste åren och då främst limnedbrytning i alkaliska miljöer. Detta är dock en skadetyp som inte utvecklas fullt ut förrän i driftfasen.

### **Försämrade materialegenskaper**

Kemiska bindningar påverkas av fukt i många fall. Exempelvis behöver cementbundna material fukthärdas för att ytorna ska få de egenskaper som eftersträvas. För tidig uttorkning kan därför försämra ytegenskaperna, men också ge plastiska krympsprickor, se Figur 3-4. Andra kemiska bindningar kan brytas vid höga temperaturer. Exempelvis flytavjämning bör inte utsättas för temperaturer över 50°C vid en uttorkning. Isolerförmågan i ett isoleringsmaterial sjunker oftast med ökande vatteninnehåll vilket gör att energiberäkningar kanske inte fungerar som tänkt. Fuktigt trä har mindre styvhet än torrt trä vilket kan ge fuktrelaterade deformationer.



*Figur 3-4 Plastiska krympsprickor orsakade av bristfällig fukthärdning av ytan vid gjutning med självtorkande betong. Bildkälla: Skanska Sverige AB*

### **3.3.4 Risk för missfärgningar**

Urlakning av ämnen kan ske från exempelvis mineralull som det rinner fritt vatten genom. Detta är en inte helt ovanlig källa till gula ränder på prefabricerade element i betong. Urlakning av betong som ger vatten med högt pH-värde kan etsa både stenmaterial och glas om vattnet tillåts rinna vidare. Alkaliskt vatten kan även ge frätskador på ytmaterial som linoleumgolvs. Fuktransport genom material kan dra med sig salter och andra ämnen till ytan vilket kan ge missfärgande avlagringar på ytan.

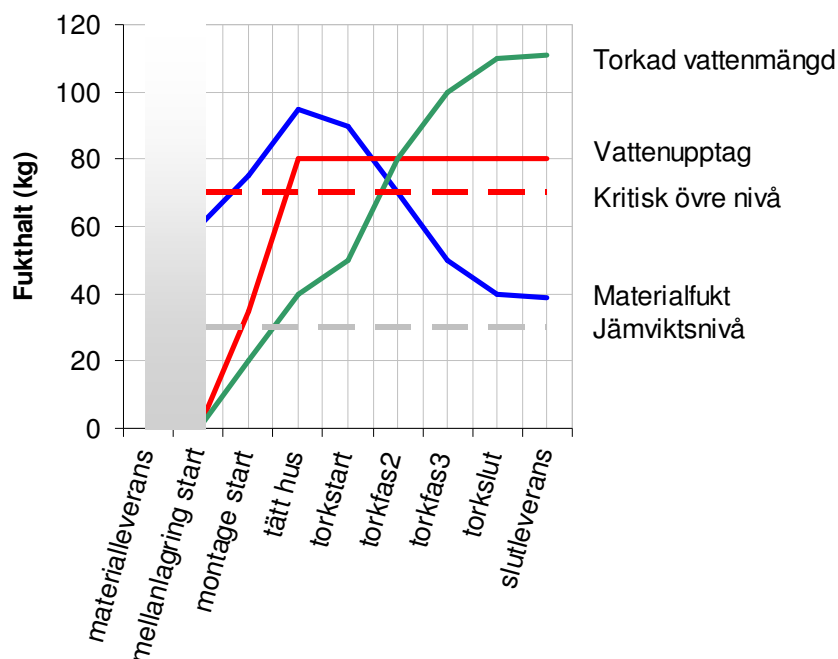
### 3.4 Byggtorkning av material

Det finns skillnader mellan byggtorkning av material och hur uttorkning av byggnadsmaterial normalt beskrivs. Vid byggtorkningar finns det tidvis möjligheter för materialet ta upp fukt ur torkmiljön, beroende på att torkmiljön inte är stabil på det sätt som används vid laboratorietester av materialegenskaper. Resultatet blir att fuktgradienter och temperaturgradienter bildas, att hystereseffekter kan behöva beaktas, att torra material som förs in i processen riskerar att bli uppfuktade o.s.v.

För att exemplifiera torkning av ett byggnadsmaterial över tid har ett fiktivt torkningsschema för ett hygroskopiskt material med en fiktiv fuktkapacitet upprättats. Beskrivningen gäller för hela kedjan från materialleverans till arbetsplatsen till slutleverans av huset till beställaren. Optimeringsverktyget i den här studien omfattar dock bara tiden från torkstart till torkslut.

#### Materialleverans

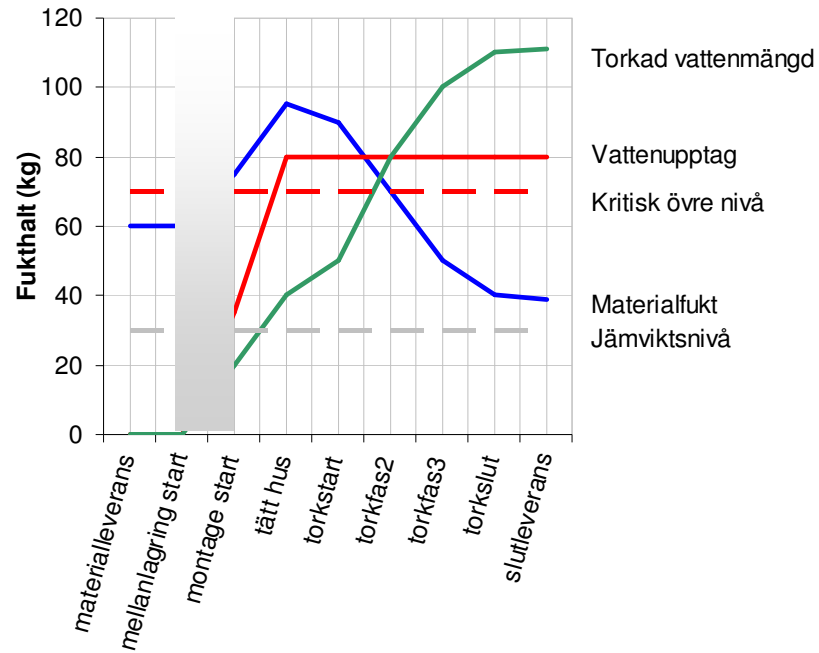
I Figur 3-5 beskrivs fuktutvecklingen i ett material i en byggtorkning vid leverans. X-axeln redovisar händelseförloppet i en byggprocess. Y-axeln redovisar fukthalten i kg för ett hypotetiskt material. Vid materialleverans innehåller materialet en viss mängd fukt (blå kurvan). Hur mycket beror på materialets egenskaper, hur det torkades innan leverans samt hur det skyddades när det transporterades. I det här fallet lagras materialet på ett mellanlager innan det är dags att använda det. Mängden vatten som materialet tagit upp (röd kurva) och uttorkad mängd vatten (grön kurva) är noll vid leverans till arbetsplatsen. Kritisk fukthalt (övre röd streckad linje) är den fuktmängd som krävs för att materialet skall kunna bli fuktskadat alternativt skada andra anslutande material i konstruktionen. Jämviktsfukt (nedre grå streckad linje) är den fuktnivå där materialet står i jämvikt med driftsituationen i den färdiga byggnaden.



Figur 3-5 Schematiskt torkförlopp vid leverans

### Mellanlagring

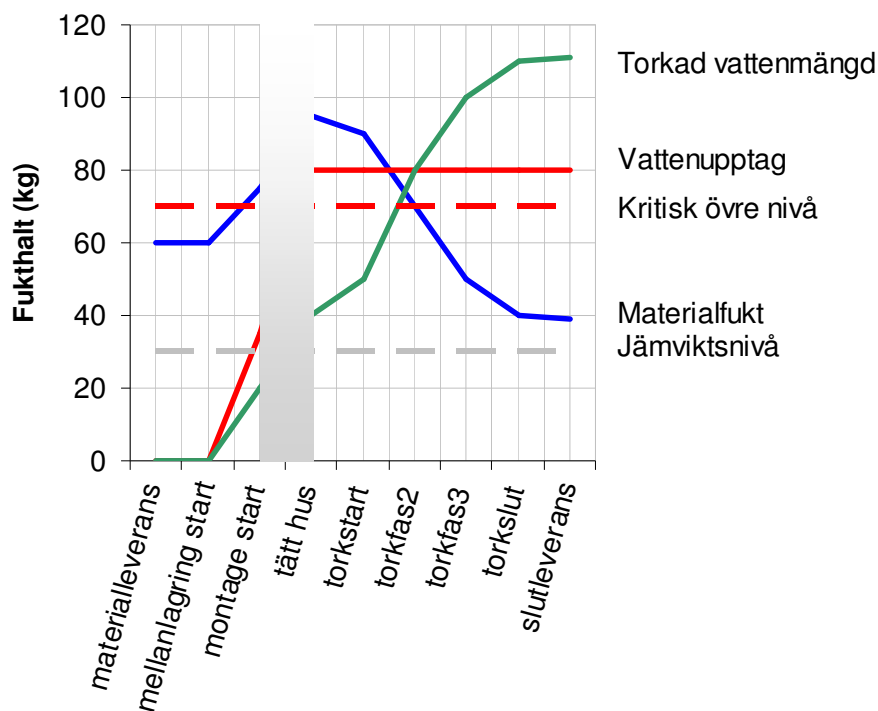
I Figur 3-6 beskrivs vad som händer vid en mellanlagring där fuktskyddet inte är komplett. Beroende på lagringstid, årstid, nederbörds mängder samt hur lätt materialet tar upp vatten kommer fukttinnehållet att öka med tiden. Samtidigt kommer det att finnas perioder när klimatet medger uttorkning. Fukthalten (blå kurva) börjar stiga beroende på att vattenupptaget (röd kurva) är större än uttorkningsförmågan (grön kurva).



Figur 3-6 Schematiskt torkförlopp vid mellanlagring

## Montage

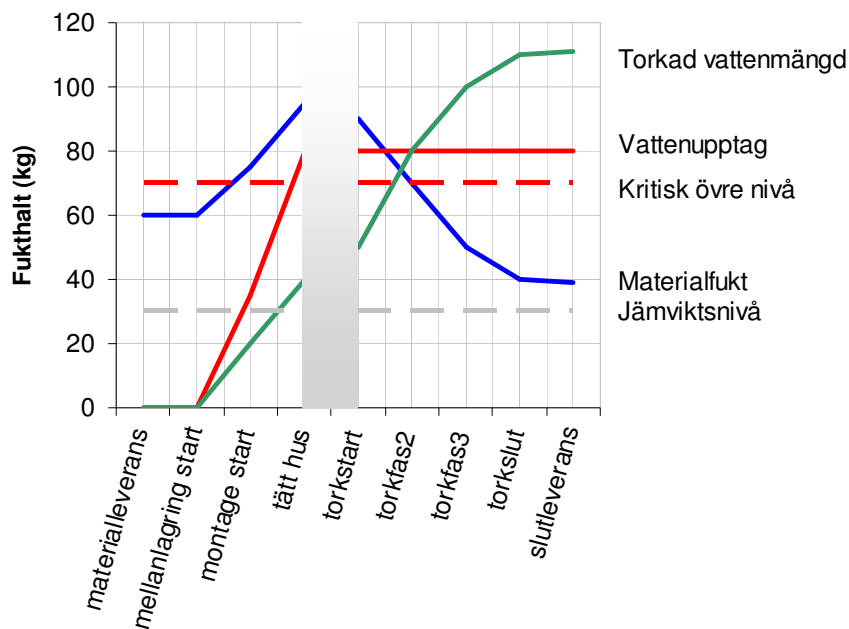
I Figur 3-7 beskrivs vad som händer vid montage innan tätt hus. Efter montage exponeras materialet ofta ännu mer för väder och vind. Uppfuktningen går snabbare. Är det riktigt mycket nederbörd kan man till och med ”lyckas” med att mätta materialet med vatten. Är det gynnsamt väder under montage kan det å andra sidan även torka ut stora mängder vatten från materialet. Det här materialet kommer snabbt upp över kritisk fuktnivå i montageskedet vilket innebär risk för skador. Fukthalten (blå kurva) börjar stiga snabbare beroende på att vattenupptaget (röd kurva) nu är ännu större jämfört med uttorkningsförmågan (grön kurva).



Figur 3-7 Schematiskt torkförlopp vid montage

## Tätt hus

I Figur 3-8 beskrivs vad som händer efter tätt hus innan torkstart. Efter tätt hus har vattenupptaget upphört och huset börjar torka ut. Hastigheten för uttorkningen innan provisoriska torksystem installerats är låg om inte vädret är gynnsamt. Materialet är i det här fallet fortfarande blötare än kritisk fuktnivå och torkar långsamt. Fukthalten (blå kurva) börjar sjunka beroende på att vattenupptaget (röd kurva) nu avstannat samtidigt som en viss uttorkningsförmåga (grön kurva) finns.



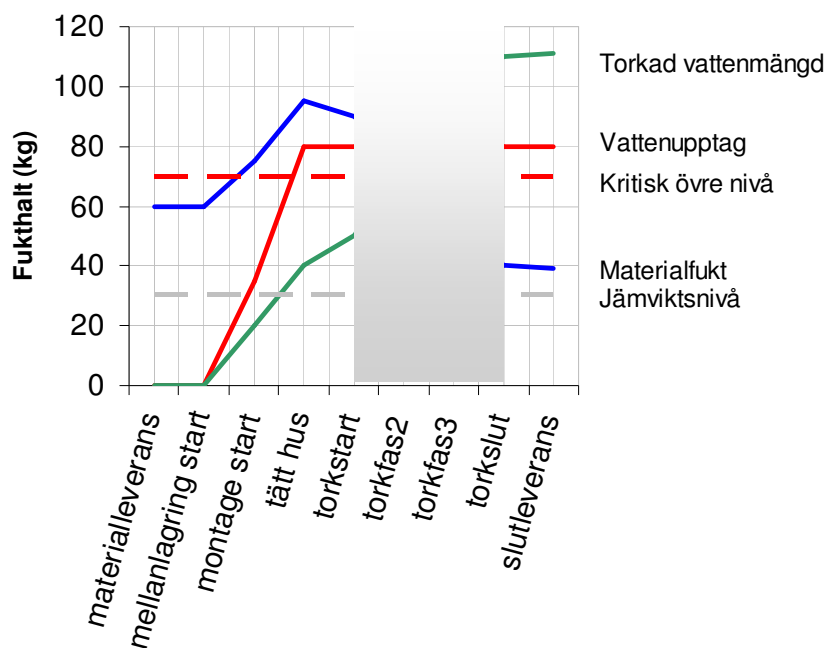
Figur 3-8 Schematiskt torkförlopp vid tätt hus



## Torkförlopp

I Figur 3-9 beskrivs vad som händer under torkningen innan slutleverans.

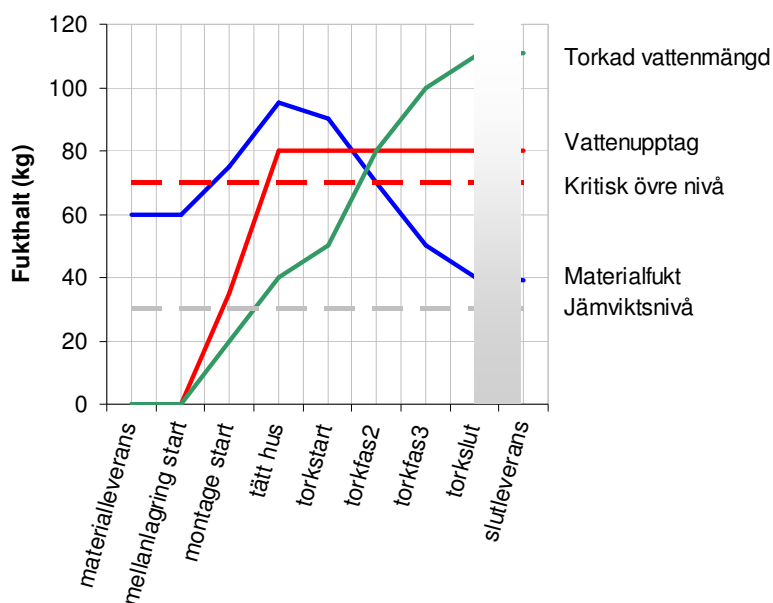
När torkmaskiner installerats och startats kommer torkmiljön snabbt att förbättras och materialet börjar torka snabbare. Efterhand som materialet torkar ut kommer det inre motståndet i materialet att öka vilket bromsar uttorkningshastigheten (torkningsfas 2). När all transport genom materialet sker i ångfas (torkningsfas 3) går det mycket långsammare och uttorkningshastigheten avtar snabbt om inte torkmiljön kontinuerligt förbättras. Fukthalten (blå kurva) sjunker snabbt i början för att klinga av efterhand som materialet torkar. Uttorkad vattenmängd (grön kurva) följer med på samma sätt där uttorkad vattenmängd stiger snabbt vid torkstart för att klinga av efterhand som materialet torkar.



Figur 3-9 Schematiskt torkförlopp vid uttorkning

## Slutleverans

I Figur 3-10 beskrivs vad som händer efter slutleverans. Vid slutleverans är det sällan som materialen har hunnit komma helt i jämvikt med driftmiljön. Alltså återstår det en del byggfukt att torka ut. Torkmaskinerna har då ersatts med det permanenta klimatsystemet. Hur lång tid det tar innan jämvikt uppnås beror på driftsituationen och konstruktionen. En del tjocka konstruktioner kommer aldrig att nå jämvikt under husets livstid. För andra kan det ta många år. I det här fallet drevs torkningen inte till jämvikt med driftmiljön vilket gör att fukthalten (blå kurva) fortsätter att sjunka efter torkslut eftersom driftmiljön medger vidare uttorkning. Därför ökar även uttorkad fuktmängd (grön kurva).



Figur 3-10 Schematiskt torkförlopp vid slutleverans

## 3.5 Klimatskalets utveckling

Den största skillnaden i klimatskalet mot vanliga energisimuleringar av färdiga byggnader är att klimatskalets lufttäthet och isolerförmåga förändras över tid i en byggtorkningsprocess. Hur och när förändringen sker varierar beroende på vilken montageordning och montageteknik som tillämpas. I detta avsnitt görs en principiell genomgång över hur författaren uppfattar klimatskalets utveckling i de byggnadstyper författaren valt att arbeta med.

### Typfall villa

För de mest prefabricerade villakoncepten idag är klimatskalet helt klart på mindre än en vecka efter montagestart beroende på att det mesta redan är gjort i en fabrik. För platsbyggda villor däremot handlar det ofta om 4-6 månader från montagestart innan den sista lösullen sprutas in på vinden eftersom det ligger mycket installationer på vindarna som ska dras innan sista lösullen läggs.

### **Typfall flerfamiljshus i flera våningar**

När det gäller flervånings bostadshus är storleken mellan projekt så olika att det är svårt att tala generellt om produktionstider. Produktionstiden är dock betydligt längre än för villor. I ett konceptbyggande för lägenheter författaren varit involverad i låg totala produktionstiden för åtta våningar på 7-9 månader.

När vi kommer till höga byggnader i flera våningar blir det även viktigare att ta hänsyn till lufttäthet internt i byggnaden. Här finns det installationsschakt, hisschakt och trapphus som medger skorstensverkan i byggnaden innan de blivit tätade. Lägenhetsdörrar mot trapphus brukar exempelvis inte monteras förrän huset nästan är klart beroende på risk för skador på dörrarna. Det rör sig även mycket mer folk genom klimatskalet eftersom det är en större arbetsplats vilket gör att entrédörrar i bottenvåningen, vindsdörrar och intagshål står öppna långa stunder under ordinarie arbetstid.

Tryckskillnaden över klimatskärmen är generellt högre än för små hus, dels på grund av att höjden ger större skorstensverkan och dels eftersom anblåsningen ökar med ökande hushöjd. Därför kommer lika stora hål i klimatskalet som på en villa att läcka mer luft. I hus med lätta utfackningsväggar blir det även stora mängder väggskarvar som ska tätas både utifrån och inifrån vilket dels gör att det läcker mer luft och tyvärr också kan komma in slagregn i väggen tills fasaden i princip är färdigställd. Detta gör att utfackningsväggarna inte kan utföras färdigisolerade utan att skydda huset med inklädd ställning. Därför blir isoleringsförmågan inte bra förrän ganska långt in i projekten. Det finns dock självbärande fasadelement i sandwichteknik där ytterväggen blir helt färdig direkt vid montage så det beror mycket på valt fasadsystem hur fort det kan gå.

Vid stora flerfamiljshus är det inte ovanligt att det finns källare, parkeringshus eller butiker i bottenvåningen som gör att isoleringsförmåga och lufttäthet nedåt inte färdigställs lika snabbt som med välisolerad platta på mark.

### **Typfall stora volymer**

Produktion av byggnader med stora volymer går snabbt. Tekniken är vanligtvis enkel och byggsystemen är utvecklade för att klara av att montera stora ytor per tidsenhet. Exempelvis används betongläggarmaskiner som kan gjuta flera tusen kvadratmeter golvyta på en enda dag.

Vid stora volymer som köpcentra och fabriker blir förutsättningarna annorlunda byggfysikaliskt på grund av storleken. Klimatskalets yta i förhållande till inomhusvolymen minskar ju större byggnaden blir. Exempelvis lägger man inte isolering i plattan mer än i ytterranden utan förlitar sig på att det ska byggas upp en värmekudde i marken över tid via markens egen isolerförmåga. Värmekudden finns ju dock inte där när torksystemet ska startas. Generellt sett är det betydligt mindre isolering i klimatskalet jämfört med andra hustyper eftersom internlasterna från verksamheten ofta ger ett kylningsbehov istället för ett uppvärmningsbehov under brukstiden.

I de flesta fall består väggarna av sandwichelement i plåt (plåt, isolering, plåt) som ger färdigisolerade väggar direkt vid montage. Håltagningar utförs inte förrän det är dags att montera genomföringen vilket är en klar fördel. Även taken brukar

färdigställas snabbt eftersom det oftast inte går att få tätt hus förrän takduken är monterad. Golven gjuts mestadels efter tätt hus vilket gör att risken för vatteninsugning i betongen minimeras.

Problemet i torksystemet är att det finns väldigt stora porthål där dörrautomatiken eller porten monteras sent vilket gör att portarna står öppna långa stunder. Genom dessa hål kan stora mängder luft transporteras på kort tid. Höjden i byggnadsvolymen gör även att det blir stora interna variationer i torkmiljön via skorstensverkan där det tyvärr är svårt att få ner värmen till golvet.

### **3.6 Principer för robusta byggsystem**

Inom fuktsäkerhetsprojektering finns det principiellt två angreppssätt för att uppnå låg fuktriskexponering i produktionen:

1. Utforma produktion, torkmiljö och byggnadsdelar så att låga fuktbelastningar uppnås.
2. Använd material som tål höga fuktbelastningar.

#### **Låga fuktbelastningar**

Inom byggtorkning innebär det första angreppssättet att försöka skapa torra kedjor där materialet är torrt (innehåller ingen överskottsfukt) när det går in i produktionen och fortsätter att hållas torrt hela vägen igenom. Angreppssättet är vanligt och för den delen även nödvändigt vid hög prefabriceringsgrad där produktionstakten är hög. Det innebär att montage av material bara får ske vid klart väder, under tält eller efter tätt hus med styrd torkmiljö. Konsekvenserna av oförutsedda vattenbelastningar blir ofta stora.

#### **Höga fuktbelastningar**

Alternativ två som är att använda material som tål höga fuktbelastningar ger större manöverutrymme i början av produktionen. Vid större projekt är det kanske inte ekonomiskt försvarbart att bygga under tält och därför kan bara robusta material som tål nederbörd användas fram tills att tätt hus har uppnåtts. Likväl kan fukttåliga ytmaterial väljas för att minska mängden överskottsfukt som måste torkas ut ur underlaget innan ytmaterial kan monteras. Vid det här angreppssättet är det viktigt att fundera över möjliga mängder tillskottsfukt innan tätt hus som kan öka mängden överskottsfukt radikalt vid felaktiga materialval. Fördelen med val av robusta material är även att konsekvenser av oförutsedda vattenbelastningar i drift ger små konsekvenser.

I de allra flesta projekt finns båda angreppssätten där det används robusta material i samband grundläggningen och där det används känsliga material efter tätt hus.

Vid byte av system och material där mer robusta situationer eftersträvas gäller det att känna sina material och system väl för att inte skapa nya problem med andra faktorer som också påverkas av ändringen. I vissa svårare fall ger egenskaper direkt motstridiga effekter. Förbättras den ena försämras den andra. Nedan följer några hänsyn som måste tas vid materialskiftet.

### **Radonsäker grundläggning**

Radonsäkrad grundläggning med betong kräver tjocka dubbelarmerade sprickfria konstruktioner jämfört med vanlig platta på mark med centriskt armeringsnät. Då blir torktiderna långa vilket gör att en självtorkande betong kan verka lockande. Självtorkande betong innehåller mer cement vilket ger en starkare betong som ger större krympkrafter och därmed måste sprickarmeringen i plattan ökas ytterligare. Beräkningstekniskt kan det bli orimligt mycket armering. I de här fallen är det troligtvis smartare att välja ett robust ytmaterial istället som medger att betongen inte är torr vid montaget av ytmaterial.

### **Självtorkande betong**

Att välja självtorkande betong för golvkonstruktioner är vanligt idag för att ha en rimlig chans att producera snabbt. Det är dock mer än kostnaden för betongen som måste tas i beaktande. Det går inte att använda självkompakterande betong eftersom materialutvecklingen inte har hunnit så långt vilket är negativt ur ett ergonomiskt perspektiv då betong med låga vattencementtal kräver vibrering i dagsläget. Utläggningen blir även annorlunda jämfört med en mer vanlig betong eftersom den ökande mängden finmaterial ger en "klibbigare" produkt som är svårare att nivellera. Fukthärdeningen av ytan i tidiga faser blir viktigare, för att undvika plastiska krympsprickor, eftersom betongen inte blöder upp vatten på ytan som en ordinär betong. Härdningen är kraftigt retarderad i början för att därefter ha ett mycket snabbt tillstyvningsförlopp vilket gör betongen mycket svår att stålslipa till en yta med höga krav. Betongen suger inte vatten vilket är bra innan tätt hus men dåligt om det ska limmas täta mattor. Ovanstående problem innebär att det ofta slutar med att en avjämningsmassa läggs på som även kan fuktbuffra limningen. Sist men inte minst kommer den ökade hållfastheten att innebära ett problem vid eventuell framtida håltagning i konstruktionen.

### **Robustare vindskyddsskivor**

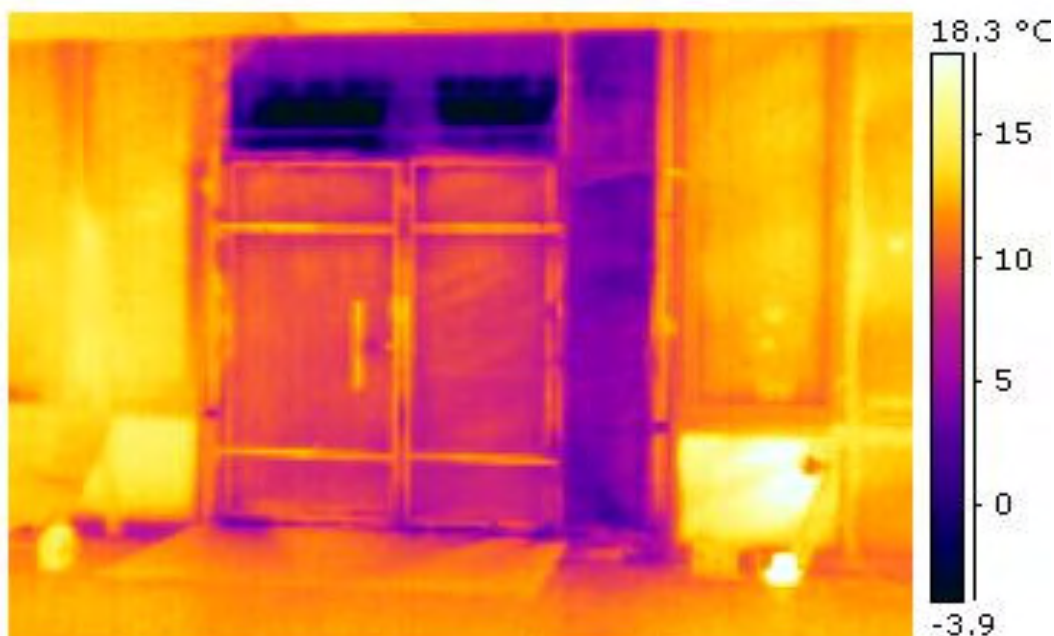
Byte av pappersklädda gipsskivor till tåligare skivmaterial som vindskydd har också inneburit stort hänsynstagande. Alternativskivorna är klart dyrare och många alternativskivor är för tunga för att få hanteras av en person alternativt så små att längden på skarvarna i vindskyddet blir mångdubbelt längre. Många skivtyper har varit hårdare än gips vilket inneburit svårigheter med infästningsteknik. Glasfiberklädda gipsskivor har haft problem med både med slitage på händer och även hälsoproblem när de använts i dåligt ventilerade utrymmen. Även fukttåliga vinddukar kan användas men då måste vindstabiliteten åstadkommas på andra sätt än genom skivverkan i vindskyddet. Ett ytterligare problem som varit påtagligt under den senaste högkonjunkturen är att det inte går att ändra på stora volymer material snabbt. Fabrikerna har helt enkelt inte haft kapacitet att tillfredställa behovsökningen på de tåligare skivtyperna när en hel bransch byter material samtidigt.

Att rekommendera bättre materialval är alltså en delikat fråga som är mycket svårare att hantera än att varna för dåliga lösningar. Därför bör val utgå ifrån välkända beprövade system med kända egenskaper om det inte finns mycket tid och stor utredningsbudget inom projekten.

Ett mellanting mellan de två huvudprinciperna är att använda fuktspärrar i robust material mellan ett blött material och ett känsligt material. Fuktspärren bromsar upp fukttransporten till det känsliga materialet så att kritiska fuktnivåer inte överstigs. Exempelvis plastfolie på ett betonggolvet för att skydda parkettgolvet på ytan är en sådan lösning. Syllisolering mellan träreglar och betonggolvet är en annan. Det finns även målade fuktspärrar att tillgå i vissa fall, se Sjöberg (2001). Valen som ska göras baseras lämpligen på en fuktsäkerhetsprojektering enligt metodiken i ByggaF, Norling-Mjörnell (2007).

### 3.7 Provisoriska väderskydd

I princip i alla byggtorkningar uppstår det behov av att skydda material eller byggdelar med provisoriska komplement tills full funktion uppnåtts i klimatskalet. I många fall väljer produktionspersonalen medvetet att vänta med montage av exempelvis fönster och dörrar för att inte riskera att få skador på produkterna. Dessa ersätts då i bästa fall med provisorier som har liknande egenskaper men oftast är de provisorier betydligt sämre prestanda. Detta försvårar ofta möjligheten att skapa bra torkmiljöer. Hur provisorier utformas är därför avgörande för möjligheterna att skapa en bra torkmiljö. Ett vanligt problem är exempelvis stora luftläckage via transportöppningar, se Figur 3-11, vilket borde kunna förbättras med befintliga luftslusstekniker som exempelvis värmegardiner.



Figur 3-11 Termografibild på lufttät provisorisk dörrlösning med stort luftläckage under dörren som följd. Platsbyggd kryssfaneldörr med kompletterande plastfolie på träram vilket även ger stora värmeledningsförluster. Dörren sitter här infälld i en glasfasad med mycket bättre isolervärde. Bildkälla: Skanska Sverige AB

Möjligheterna till lösningar är stora idag, allt från färdiga små ”paraplyer” som fästs i fönsterhåll till tält som täcker in hela projekt. Utvecklingen av stora väderskydd, kallat WPS, har varit snabb de senaste åren och en del forskningsrön om fördelar och nackdelar har presenterats. Idag finns det bra beskrivningar och kalkylunderlag att ta hjälp av, se t ex [www.vaderskydd.se](http://www.vaderskydd.se).



*Figur 3-12 System Gibson Tower. Självklättrande skjutbart WPS på fackverkstorn. Bildkälla: NSS Sverige AB (2008)*

### 3.8 Väder

Väderbelastningen på en byggnad innehåller många faktorer som påverkar torkmiljön och som var och en kan ha stor spridning. Exempelvis faktorn vind sträcker sig från vindstilla till orkan i Sverige. Väderdata behöver därför hanteras som medelvärden över tid för att kunna hanteras praktiskt. Väderdata i Sverige samlas först och främst in av SMHI ([www.smhi.se](http://www.smhi.se)). Att köpa aktuell väderdata för en specifik plats är dyrt och därför används ofta den statistiskt bearbetade databasen Klimatdata för fuktberäkningar, Harderup (1999), som tyvärr har begränsningen att den idag bara bygger på väderdata från 1960-1990. Databasen är dock gratis nedladdningsbar från Fuktcentrum. Fördelen med databasen är att värdena är statistiskt bearbetade så att de enklare kan tas in i beräkningar. En stor tveksamhet finns idag gällande hur mycket gammal klimatdata är värd som bakgrund till att bedöma framtida situationer. Global uppvärmning spås ge mer regn och starkare vind i Sverige vilket är negativt för byggtorkningen. Ökad temperatur ger högre ånghalter i luften men samtidigt mindre energiförluster. SMHI har i ett arbete kallat sverigeanalysen tittat på möjlig klimatutveckling framöver. Resultat kan laddas ned från [www.smhi.se](http://www.smhi.se). För byggtorkningen bedöms dock den väderdata som redan finns i statistiken vara fullt tillräcklig för att kunna bedöma vad ”tur och otur” med vädret kan betyda för torksystemet.

Väderstatistik från SMHI visar tydligt på hur det kan variera, SMHI (2008). Medelnederbörden i Lund för juli månad är ett normalår 60,8 mm. I juli 2007 föll det 232 mm och på ett enda åskregn 5:e juli 2007 föll det 82 mm. Detta enda åskregn på 82mm ger över åtta kubikmeter vatten till en villa på 100 m<sup>2</sup> om inte taket är på. Enligt mjukvaran Klimatdata för fuktberäkningar, Harderup (1999), är dock sannolikheten mindre än 1 % att råka ut för ett dygnsregn på över 38 mm i juli i Lund. Under 2006 föll det bara 7,8 mm regn under hela juli månad. Medeltemperaturen för månaden varierade mellan 21,1°C 2006 till 16,6°C 2007. Hur relevant gammal statistik blir framöver är också svårt att förutse med global uppvärmning. Flera regnrekord har slagits i Sverige de senaste åren. Statistiskt är det dock minst nederbörd i Sverige perioden februari till maj.

### 3.9 Energisystem

Ett viktigt val projektet gör tidigt är vilket energisystem som ska användas för uppvärmningen. Två faktorer avgör:

1. Vilka energislag som finns tillgängliga i en omfattning som kan täcka energibehovet.
2. Totalpris per kWh om flera olika alternativ finns tillgängliga samtidigt.

Till detta adderas bedömningar av hur det permanenta uppvärmningssystemet kan utnyttjas tidigt för att slippa provisorier som är i vägen i produktionen. Priset och tillgången på energi är en lokal företeelse där det kan variera beroende på lokala energiproducenters anläggningar och distributionssystem. Fjärrvärme är exempelvis ofta mycket billigt jämfört med andra energislag men finns bara tillgängligt för ett fåtal projekt i Sverige vilket gör att det bara stod för ca 3 % av den totala byggvärmens 2005.

*Tabell 3-1 Energianvändning i byggsektorn, SCB (2005). Kolumnen Övrigt bedöms till huvuddelen bestå av uppvärmningsenergi.*

<b>2. Användning av energi inom SNI 45 fördelat på energibärare, MWh</b>				
<i>2. Consumption of energy within NACE 45 divided into energy carriers, MWh</i>				
Bränsle	Totalt	Fordon	Arbets- maskiner	Övrigt
Totalt	5 037 776	1 635 871	2 045 046	1 210 944
Bensin	1 177 092	592 327	584 766	-
Diesel	2 423 413	1 041 145	1 357 270	24 998
Eldningsolja nr 1	356 437	-	37 871	318 567
Eldningsolja nr 2 -5	76 208	-	20 605	55 603
Gasol	38 443	192	9 109	29 142
Natur- och stadsgas	145 915	..	..	..
Fjärrvärme	37 926	-	-	37 926
Biobränslen	34 983	-	-	34 983
Elektrisk energi	747 358	2 207	35 426	709 725

Anm. På grund av avrundningar kan summor av delposter avvika från totaler

Att bedöma en total energikostnad i förväg innebär en hel del tankearbete. 1 kWh köpt energi är inte samma sak som 1 kWh värme i byggtorkningen. I de flesta energisystem finns det förluster. Förluster i pannor vid förbränning av bränslen (står inte pannan inne i projektet blir det ännu sämre), förluster vid distribution



inom projektet via värmeläckage från varmvattensystem, förluster i värmeväxlare på fjärrvärme etc. I fjärrvärmefallet kan projekten även drabbas av straffavgifter om returvattnet blir för varmt eftersom det försämrar utbytet i fjärrvärmeverkets värmepannor.

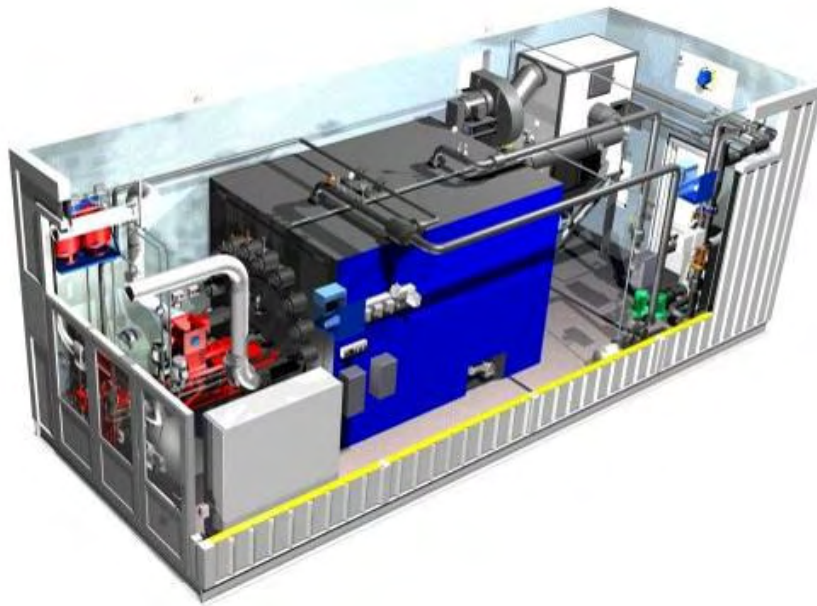
Till den rena energikostnaden adderas transport och hanteringskostnader beroende på energisystem. För elkraft är den nästan försumbar medan den kan bli stor vid hantering av exempelvis små gasolflaskor som behöver bytas varje dygn.

Till energisystemets kostnader hör även hyreskostnader och kostnader för provisorier till distributionssystemet. Det kan handla om extra ventiler på stammar för att kunna använda permanenta installationer tidigt, kablar eller slangar för media, distributionscentraler (elskåp, shuntar), extra provisoriska schakt o.s.v.

Priset för en kWh som bygget betalar energileverantören varierar också kraftigt. Olika energislag är olika dyra och många större byggentreprenörer gör även avtal för alla sina projekt samtidigt vilket gör att de som storkonsumenter kan få avsevärda rabatter jämfört med de priser man kan se presenterade för småhusägare.

Ovanstående sammantaget innebär att kostnaden per kWh byggvärme är något som måste bedömas separat från projekt till projekt.

Ur Tabell 3-1 kan utläsas att i Sverige är elenergi den huvudsakliga uppvärmningskällan följt av eldningsolja. Tillsammans står de idag för ca 90% av energianvändningen av byggvärme. Motsvarande gäller inte i t ex Norge där gasol sägs vara huvudsakliga byggvärmekällan enligt muntlig kontakt med ett byggtorkningsföretag i Norge. Det ska bli spännande att se utvecklingen de närmaste åren eftersom byggbranschen verkar vara underutvecklad när det gäller miljösmygta energisystem för produktionen. Exempelvis är värmepumpar inte ens vanligt förekommande på byggbodar och författaren har aldrig stött på dem inom byggvärme som ett komplement till exempelvis en panncentral. Det har även kommit fram intressanta alternativ till dieseldrivna värmepannor. Det finns nu helautomatiska mobila pannor för bl.a. träpellets som, även om de kanske inte kan konkurrera fullt ut prismässigt än, borde kunna konkurrera bra miljömässigt.



*Figur 3-13 Mobil panncentral för pellets (pelletsförrådet syns inte på bilden).  
Bildkälla: Linka Energy A/S (2008)*

### **3.10 Maskiner**

När energisystemet har valts gäller det att skapa torkmiljön på smartaste sättet.

Till detta används byggtorkmaskiner som har två huvudprinciper:

1. Fördela och förbättra torkmiljö generellt
2. Koncentrera och fokusera torkmiljö lokalt

Dessa huvudinriktningar har inga skarpa gränser mellan sig så maskiner kan ofta användas till båda sakerna beroende på hur de används och beroende på vilken energieffekt som väljs på maskinerna.

#### **Fördela och förbättra torkmiljö generellt**

I de flesta torksystem behöver torkmiljön vara tillräckligt bra i hela huset eftersom känsliga material finns överallt i byggnaden. Vanliga maskiner för att lösa detta är exempelvis luftvärmare med stor kapacitet. Det finns även avfuktare med stor kapacitet som dock används mer sällan. Fläktdrivna damm och partikelfilter används för att förbättra arbetsmiljön i torkningen generellt men även för att skydda värmeväxlare i maskinerna. Fläktar används dels för att öka lufthastigheten utmed ytor och i hörn (höghastighetsfläktar med spridare) men även för att styra tryckbilden i byggnaden bättre och motverka skorstensverkan där varm luft blir stående vid taken (jetfläktar).

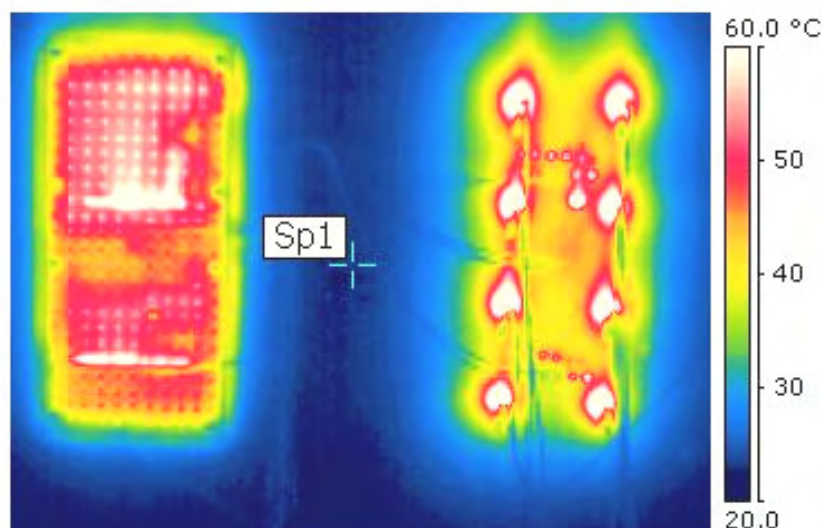
### **Koncentrera och fokusera torkmiljö lokalt**

Många maskiner med syfte koncentrera och fokusera torkmiljö har som huvudprincip att få in energin direkt i materialet som ska torka för att minimera energiförlusterna i torkningen. Tekniker som används är bland annat golvvärmslingor, infravärmare, mikrovågstorkar och doppvärmare. Alternativt försöker man förbättra torkmiljön lokalt kring materialet utan att behöva göra det i hela torkmiljön. Då används maskiner som hetluftstorkar med kapslad miljö, avfuktare samt riktad anblåsning av varmluft.

Fokusen på byggtorkning har varit stor under många år vilket gjort att även mer avancerade torktekniker tagits fram. Till dessa hör exempelvis vakuumsugning, system för att blåsa varmluft genom betongkonstruktioner samt högtryckstorkning med luft som ska pressas genom materialet som ska torka.



*Figur 3-14 Riktad anblåsning på syllar med torr och varm luft. Bildkälla: Skanska Sverige AB*



Figur 3-15 Värmesignatur insida yttervägg vid jämförande mätning mellan utanpåliggande värmematta (vänster) och inborrade värmestavar (höger). Bildkälla: Skanska Sverige AB

Det finns en mängd specialiserade företag som hyr ut torkmaskiner. Ett antal av dem har paketlösningar där de tar ansvar för hela torksystemet så att byggentreprenören kan fokusera på att bygga byggnaden. De riktigt häftiga forceringsteknikerna finns dock inte att tillgå på så många håll eller i särskilt stor mängd. Mikrovågor exempelvis är omgärdade med stränga säkerhetskrav som gör det dyrt och svårt att använda, FS1995:3 Föreskrifter om torkning med mikrovågor, SSI (1995)

Viktig fakta att vara medveten om är hur maskiners effektivitet i torkmiljön beror på faktorer i torkmiljön. För värmebatterier är saker som temperaturskillnad mellan luft och värmebatteri, luftfuktighet och lufthastighet genom batteriet viktiga faktorer för hur mycket energi som kan pumpas ut per timme. Detta kan försämrats av flera olika anledningar vilket gör att de maximala effekter som anges på maskindatablad sällan är relevanta. Seriösa torkfirmor använder därför effektkurvor för sina maskiner baserade på det torkmiljöer som projektet vill upprätthålla. Avfuktare är en annan maskintyp som har mycket stora variationer i kapacitet beroende på omgivande klimat. Exempelvis tappar kondensavfuktare snabbt kapacitet vid låga temperaturer.

Maskinerna har ofta en uppdelning på flera energieffekter dels på driftel för fläktar, pumpar, styrning o.s.v. och dels för uppvärmning. I många fall kan maskiner köras utan värmebatterier inkopplade eller på reducerade värmeeffekter. Driftelens inverkan på energianvändningen och effektbehovet brukar ignoreras vid bedömningar av torkeffekter eftersom de oftast är små jämfört med värmebatteriet. Författaren har ändå valt att ta med det i studien eftersom det är just eleffekt det handlar om. Fläktar går oftast för fullt oavsett värmebehov så det blir långa drifttider och därmed ganska stora mängder driftenergi i alla fall. Elenergi är ofta en bristvara på byggarbetsplatser så det är viktigt att ha kontroll över det totala eleffektbehovet. El brukar också vara det energislag man använder för att kapa effekttopparna i torkmiljön så då gäller det att det finns effektkapacitet över vid behov.

### **3.10.1 Maskinprestanda**

Data på maskinprestanda hämtas lämpligen från leverantörer av maskinen. Nu brukar den typen av information vara svår att direkt jämföra mellan maskiner som arbetar med olika torkfaktorer. Därför kan det vara bra att känna till några övergripande beskrivningar av maskiners torkprinciper. Nedan beskrivs två skrifter författaren har haft nytta av i studien.

#### **Uttorkning på byggarbetsplatser-klimat och uttorkningsprocesser, Lindahl & Lilliesköld (2003).**

Tillsammans med docent Folke Björk och professor Gudni Johannesson som handledare på KTH var författaren hjälphandledare på distans till detta examensarbete. I arbetet listades för och nackdelar med olika torkmaskiner.

#### **Effektiv Byggtorkning, Almqvist & Lindvall (1997)**

Skriften ger en övergripande genomgång över hur torkmiljöer fungerar. En av de viktigaste lärdomarna författaren hämtade ur skriften var hur ventilationsflödet vid en specifik värmeeffekt har en koppling till fuktillskottet och uttorkningshastigheten där för lite ventilation ger för höga fuktillskott med fördröjd uttorkning som följd liksom att mycket ventilation ger kalla torkmiljöer med fördröjd uttorkning som följd. Det gav också en ingång till förståelse av torkeffektkurvor hos avfuktare.

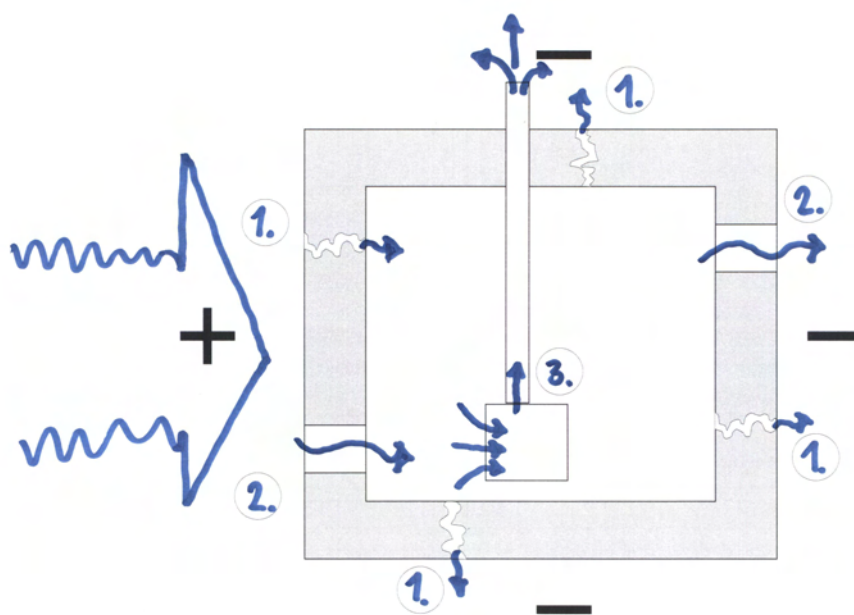
## 4 TEKNISKA SAMBAND

Många faktorer påverkar varandra i en byggtorkning. Detta kapitel tar upp viktiga tekniska förutsättningar och samband för att kunna bedöma torksystem. Kapitlet beskriver hur författaren uppfattar diverse processer samt var författaren har hämtat indata och beräkningsverktyg som kan användas vid bedömning av torksystem.

### 4.1 Luftbalans

Att känna till hur luften rör sig i en byggtorkning är avgörande för att kunna placera torkmaskinerna rätt samt för att kunna bedöma energiförluster via ventilation. Lufttransporten in och ut i en byggnad beror på tryckskillnader över hål i klimatskärmen i kombination med hålets egenskaper och placering. Luftflödet in och ut ur en byggnad måste vara lika stort om inte andra faktorer ska påverkas.

$$Q_{IN} = Q_{UT} \quad (4.1)$$



Figur 4-1 Luftflöden i en byggtorkning (anblåsning från vänster). 1. Infiltration genom oplanerade hål, 2. Ventilation genom planerade hål, 3. Ventilation genom fläktar och skorstensverkan. Alla flöden kan gå både in och ut beroende på resulterande tryckbild.

## 4.1.1 Lufttryck

Tryckbilden över klimatskärmen byggs upp av tre faktorer

1. Mekanisk ventilation
2. Anblåsning
3. Skorstensverkan

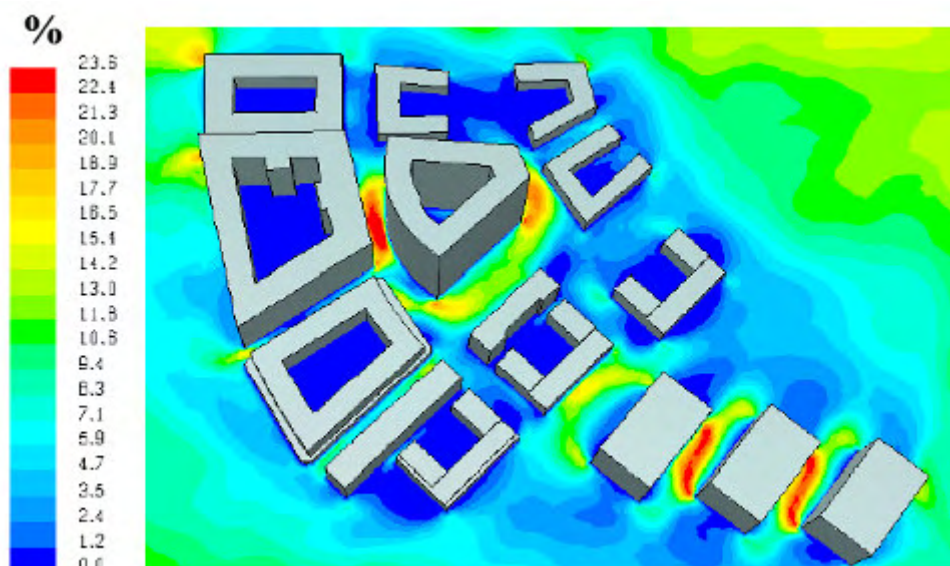
### **Mekanisk ventilation**

Mekanisk ventilation uppnås via fläktar som för luft genom klimatskalet. Maskinerna används bland annat för att skapa säkrade undertryck i byggnadsdelar i samband med stora fuktillskott. Oftast går inte det permanenta ventilations-systemet att använda i en byggtorkning på grund av rädsla att smutsa ned kanalsystemet. Författaren har dock stött på luftdistribution i byggtorkning via frånluftssystemet som inte har samma renhetskrav. Ett farligt scenario som kan uppstå är när stora övertryck genereras via inblåsning av varmluft från luftvärmare som tar luft utomhus. Trycksituationerna som kan genereras av mekaniska system är helt valfria och det finns fläktar med kapacitet att trycka sönder byggnadsdelar.

### **Anblåsning**

Trycksituationen från anblåsning genereras av vind i kombination med husets utformning och terrängen kring byggnaden. Att bedöma tryckbilden på en fasad är mycket komplicerat. Dels är vindhastigheten mycket varierad över tid (årstid, dygn, tryckstötter) se Figur 4-3, dels varierar vindriktningen och dels avgör geometrin och omgivningen hur trycksituationen blir lokalt. Som en ytterligare faktor kommer även vindens densitet (som är temperaturberoende) att påverka trycket som byggs upp. Normalt hanteras problemet extremt förenklat konstruktivt via formfaktorer för olika delar på fasaden, dimensionerande vindlast samt via en vald terrängtyp, Boverket (1998). Sättet att bedöma vindtryck ger svårigheter att titta fullt ut på infiltrationsfenomen inom en väggyta eftersom tryckskillnaden bedöms vara konstant över ytan. I verkligheten kommer luftrörelser i väggen p.g.a. tryckskillnader i horisontal och vertikalled att kunna existera samtidigt som det är troligast att störst infiltration inträffar vid hörnen på huset där kombination av tryck och sug ökar tryckskillnaden över klimatskärmen. Idag kan mer noggranna matematiska analyser med aktuell klimatdata genomföras med computational fluid dynamics modellering (CFD-modellering), [www.smhi.se](http://www.smhi.se). Ett exempel visas i Figur 4-2.





Figur 4-2 CFD-modellering av procentuell årstidsfördelning med vindhastigheter över 5m/s för ytor i ett bostadsområde. Bildkälla: SMHI (2008).

Enligt Boverket(1998) kan vindtrycket beräknas ur formeln:

$$p = \mu \frac{\rho}{2} \cdot u^2 \quad (4.2)$$

$p$  = resulterande tryck [Pa]

$\mu$  = formfaktor

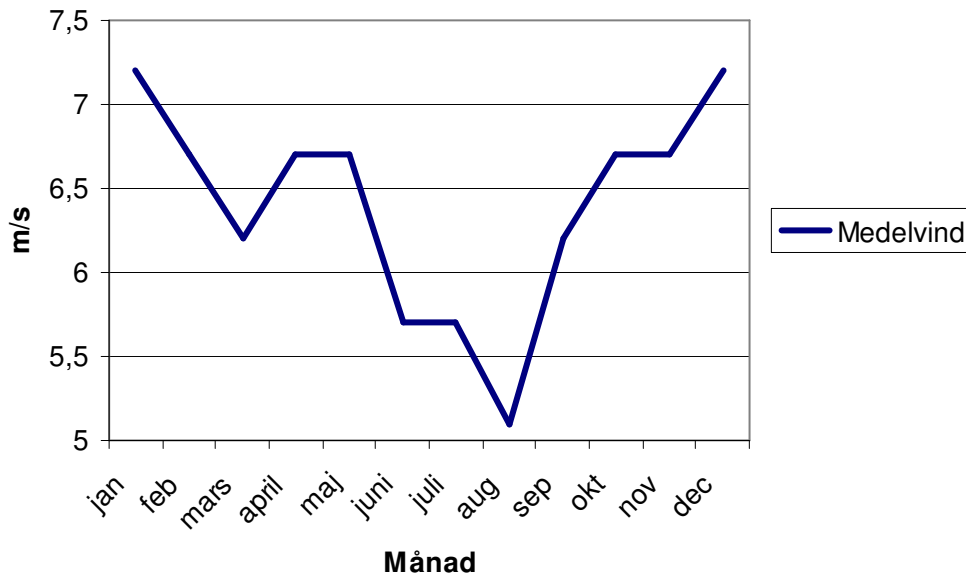
$\rho$  = Luftens densitet [ $\text{kg/m}^3$ ]

$u$  = vindhastighet [m/s]

Tryckskillnader som kan skapas av anblåsning är mycket varierande men ofta helt avgörande för tryckbilden i byggnaden så fort vindhastigheten blir hög, se Figur 4-4.

Anblåsningen på en byggnad påverkar även isoleringsförmågan i klimatskalet, dels genom att stillastående luftlager utmed materialytor blir mindre och dels genom att infiltration av luft genom klimatskärmen försämrar isoleringsvärdet hos isoleringen. Resultatet blir ökad energianvändning, kalla ytor i torkmiljön vid läckagepunkterna samt allmänt lägre temperaturer i torkmiljön om energieffekten inte är tillräckligt hög i torksystemet. I en klimatskärm med dålig lufttäthet kommer vindhastigheten att vara den viktigaste faktorn när det gäller hur bra torkmiljö som kan uppnås.





Figur 4-3 Medelvind per månad (Sturups mätstation) Data hämtad ur Klimatdata för fuktberäkningar, Harderup (1998)

### Skorstensverkan

Luftens densitet varierar med lufttemperaturen. Varm luft utvidgar sig och får därmed lägre densitet än kall luft vilket gör att den stiger. Fenomenet som utnyttjas i bland annat varmluftsballonger kallas skorstensverkan och innebär att det uppkommer en lufttrycksskillnad.

Enligt Nevander och Elmarsson (1995) kan lufttrycksskillnaden beräknas enligt:

$$\Delta p = g \cdot (\rho(T_e) - \rho(T_i)) \cdot h \quad (4.3)$$

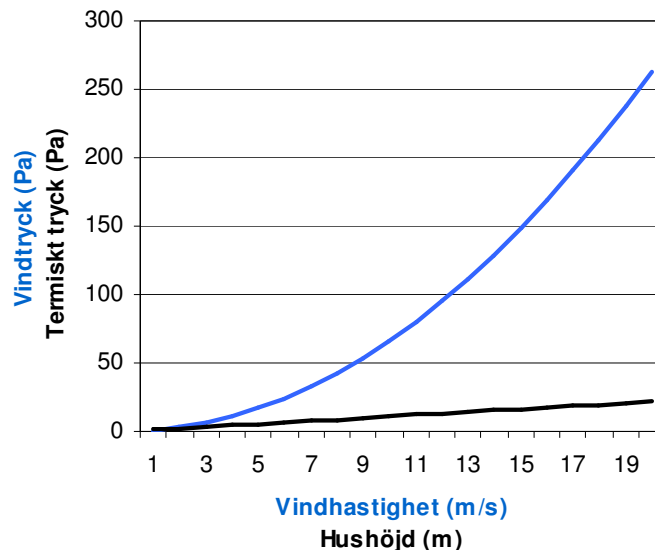
$\Delta p$  = Resultande tryck [Pa]

$\rho(T_e)$  = Densitet på inomhusluft vid given temperatur [ $\text{kg}/\text{m}^3$ ]

$\rho(T_i)$  = Densitet på utomhusluft vid given temperatur [ $\text{kg}/\text{m}^3$ ]

$h$  = höjden på byggnaden [m]

$g$  = tyngdaccelerationen [ $9,81\text{m}/\text{s}^2$ ]



Figur 4-4 Jämförande lufttryckskillnad över klimatskalet genererad av skorstensverkan och anblåsning, utomhustemperatur  $-5^{\circ}\text{C}$ , inomhustemperatur  $+20^{\circ}\text{C}$ .

Tryckskillnader som kan skapas via skorstensverkan är relativt små i låga byggnader men kan i höga byggnader ge större problem på grund av det större undertryck som skapas i de nedre delarna av byggnaden. Skorstensverkan ger samma tryckskillnad dygnet runt vilket gör att den kan bidra till stora luftrörelser trots att tryckskillnaden är liten.

#### 4.1.2 Hål i klimatskärmen

Hål klimatskärmen består vid byggtorkning av tre olika typer.

1. Temporära hål beroende på att klimatskärmen inte är färdigställd.
2. Planerade ventilationshål som ska finnas i drift.
3. Hål beroende på imperfektioner i klimatskalet.

##### Temporära hål

Temporära hål innefattar alla genomföringar i klimatskalet som t ex fönster, schakt och dörrar tills de blivit tätade. Den största hålarean uppträder dock tidigare medan luft kan läcka rakt igenom klimatskalet tills en konvektionspärr har hunnit monteras. Då är varenda materialskarv en trolig läckagepunkt. Temporära hål kommer i normalfallet att vara den helt dominerande källan till hål i klimatskalet långt in i produktionsprocessen.

##### Planerade ventilationshål

Byggnader förses normalt med en viss planerad ventilation genom klimatskalet. Det kan vara spaltventiler i fönster, luftintag via element, stora kanaler till ventilationsaggregat o.s.v. Hur hålen kan påverka byggtorkningen beror på om det finns provisoriska tätningar i hålen eller inte. Finns det ingen provisorisk tätning kan de ha mycket stor påverkan på hålarean innan kanalsystem kopplats färdigt alternativt filter monterats.

## Imperfektioner

I det tekniskt perfekta huset finns inga oplanerade hål. Nu är det i praktiken ganska svårt att bygga ett klimatskal helt utan oplanerade hål och därför tillåts vissa hålareor i drift enligt de energiberäkningar som görs. Hur stora de tillåts vara beror på vilket fokus projektet haft på lufttäta konstruktioner. Imperfektioner medför normalt sett litet tillskott till totala hålarean i en byggtorknings tidiga skeden men kan vara huvudsakliga källan till infiltrationen mot slutet.

### 4.1.3 Luftflöden

Luftflödena in och ut ur byggnaden styrs av två faktorer.

1. Hål och spalters utformning som kan strypa luftflödet olika mycket..
2. Resulterande tryckskillnad som finns över hålen/spalterna beroende på placering i byggnaden.

#### Flöde genom hål och spalter

Små hål har större strypning av luftflöde än stora beroende på mer friktion mot inre ytor i hålet. Luft rörelsen genom strypningen skapar även turbulens som gör att det för små hål finns en övre gräns där ökad tryckskillnad inte kommer att ge ett ökat flöde genom hålet.

Ur Nevander och Elmarsson(1995), Ekv.73.8a kan luftflödet i spalter genom tjocka skivor lösas till:

$$R = A \cdot \left( -\frac{48\eta L}{b^2 \xi \rho} + \sqrt{\left(\frac{48\eta L}{b^2 \xi \rho}\right)^2 - \frac{2\Delta p}{\xi \rho}} \right) \quad (4.4)$$

$R$  = luftföde [ $\text{m}^3/\text{s}$ ]

$A$  = area [ $\text{m}^2$ ]

$\eta$  = dynamisk viskositet [ $\text{Ns}/\text{m}^2$ ]

$L$  = skivans tjocklek [m]

$b$  = luftspaltens bredd [m]

$\xi$  = förlustfaktor

$\rho$  = luftens densitet [ $\text{kg}/\text{m}^3$ ]

$\Delta p$  = tryckskillnaden över skivan [Pa]

Från Nevander och Elmarsson(1995), Ekv.73.9a kan luftflödet genom större hål bestämmas till:

$$R = A \cdot \mu \sqrt{\frac{2}{\rho}} \cdot \sqrt{\Delta p} \quad (4.5)$$

$R$  = luftföde [ $\text{m}^3/\text{s}$ ]

$A$  = area [ $\text{m}^2$ ]

$\rho$  = luftens densitet [ $\text{kg}/\text{m}^3$ ]

$\Delta p$  = tryckskillnaden över skivan [Pa]

$\mu$  = formfaktor

### Resultande tryckskillnad

De olika trycken enligt tidigare summeras till en resulterande tryckskillnad över klimatskalet där varje faktor kan bidra positivt eller negativt till tryckskillnaden. Beroende på hålets placering i klimatskalet och flödesmängden genom hålen kommer den interna tryckkurvan i byggnaden att justeras tills flödesbalans uppnås i hela byggnaden. Det brukar talas om justering av nolltrycksnivån i byggnaden (normalt halva byggnadshöjden vid jämn fördelning av hål).

## 4.2 Fuktbalans

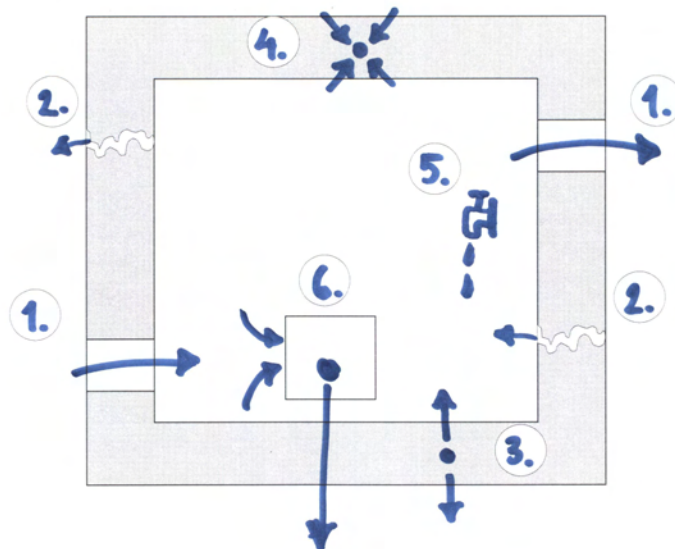
Att tala om en fuktbalans i en byggtorkning kräver en tydlig definition. Det som ska balanseras är lämpligen en stabil torkmiljö. Vatten som kommer ut ur ett specifikt material ska även komma ut ur byggnaden i samma takt så att torkmiljön och andra material inte påverkas negativt. Syftet i en materialtorkning är att skapa så stora ånghaltsskillnad som möjligt mellan material och torkmiljö för att påskynda uttorkningen. I en torkmiljö eftersträvar man alltså inte fuktbalans mellan material och torkmiljö. Ett sätt att titta på fuktbalansen i en torkmiljö är att anta en torkmiljö, beräkna fuktproduktionen baserat på den torkmiljön, beräkna luftomsättningarna via ventilationsberäkningar, beräkna ett förväntat fuktillskott, jämföra det med antagen torkmiljö och sen justera torkmiljön för vidare kunna iterera fram en torkmiljö i fuktbalans.

$$V_{LUFT} = V_{UTE} + V_{FT} \quad (4.6)$$

$V_{LUFT}$  = ånghalt i inomhusluften [kg/m<sup>3</sup>]

$V_{UTE}$  = ånghalt i utomhusluften [kg/m<sup>3</sup>]

$V_{FT}$  = fuktillskottet inomhus [kg/m<sup>3</sup>]



Figur 4-5 Fuktflöden i en byggtorkning. 1. Ventilation för in och ut luft med viss ånghalt, 2. Infiltration kan torka ut/fukta konstruktionen lokalt, 3. Uttorkning av material i klimatskärmen sker både utåt och inåt, 4. Fuktkapaciteten i materialen dämpar uttorkningshastigheten, 5. Fukttillskott via aktiviteter, 6. Avfuktare.

#### 4.2.1 Fukttillskott

Fukttillskottet baseras på fuktproduktion och utspädningseffekten genererad av den luftvolym och luftomsättning som finns i torkmiljön. Fukttillskottet kan beräknas ur ekvationen nedan, Nevander och Elmarsson (1995):

$$v_{FT} = \frac{G}{nV} \quad (4.7)$$

$v_{FT}$  = fukttillskott [ $\text{kg}/\text{m}^3$ ]

$G$  = fuktproduktion [ $\text{kg}/\text{s}$ ]

$n$  = luftomsättning per tidsenhet [ $\text{s}^{-1}$ ]

$V$  = ventilerad byggnadsvolym [ $\text{m}^3$ ]

#### 4.2.2 Fuktproduktion

Fuktproduktionen är summan av de fuktkällor och fuktsänkor som kan finnas i torkmiljön.

$$G_{tot} = G_+ - G_- \quad (4.8)$$

$G_{tot}$  = resulterande fuktproduktion [ $\text{kg}/\text{s}$ ]

$G_+$  = positiv fuktproduktion [ $\text{kg}/\text{s}$ ]

$G_-$  = negativ fuktproduktion [ $\text{kg}/\text{s}$ ]

### **Fuktkällor**

Viktiga fuktkällor är sen tidigare beskrivna i avsnitt 3.2. För att enklare kunna räkna på fuktbalansen via fuktillskottet redovisas fuktkällorna lämpligen som kg/s. Många av fuktkällorna kräver beräkningar för att kunna kvantifieras, se exempelvis avsnitt 4.5 för fuktavgivning från materialytor.

### **Fuktsänkor**

I byggtorkning kommer det även att finnas möjlighet för vatten att gå tillbaka in i andra material som är torrare än torkmiljön eller att eventuellt kunna kondensera ut på ytor som fritt vatten som även kan frysa vid minusgrader. Avfuktare kan också bidra till att ta bort vatten ur torkmiljön.

## **4.2.3 Utspädning**

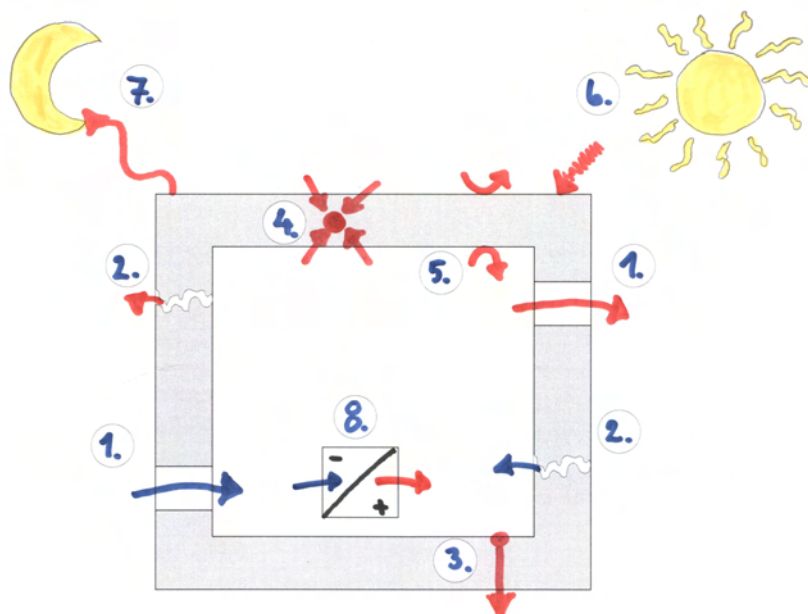
Fukten som produceras späds ut i den luftvolym som finns i byggnaden samt via den luftomsättning som genereras enligt tidigare resonemang i avsnitt 4.1.3.

## **4.3 Energibalans**

För att kunna tillföra energi på rätt sätt och i rätt mängd till byggnaden är det viktigt att känna till vad som styr och påverkar energiförlusterna.

Energiutbyte kan ske på fem sätt i torkmiljön där torkmaskiner kan påverka en eller flera faktorer samtidigt beroende på maskinval.

1. Ledning
2. Strålning
3. Konvektion
4. Förångning
5. Värmekapacitet



Figur 4-6 Energibalans i en byggtorkning. 1. Ventilation tar in kall uteluft och släpper ut varm inneluft, 2. Infiltration kan både kyla och värma byggnadsdelar lokalt, 3 Ledningsförluster via klimatskalet, 4a. Värmekapaciteten i materialen dämpar temperaturförändringar, 4b. Förångningsvärme för att göra vattnet åtkomligt för uttorkning, 5. Konvektion utmed ytor ökar värmeutbytet, 6. Kortvågig solinstrålning, 7. Långvågig nattutstrålning, 8. Värmare.

### 4.3.1 Ledning

Värmeledningsberäkningar kräver en stor mängd indata. Faktorer som motstånd på ytor pga. stillastående luft, värmeledningsförmåga i materialet som varierar med både temperaturprofiler och fuktprofiler, konstruktionens uppbyggnad som snabbt kan bli mycket komplex, energiövergångar via infästningar, temperaturdifferensen över klimatskalet o.s.v. Idag utförs endast noggranna beräkningar på delar av byggnaderna som anses speciellt intressanta i drift (främst köldbryggor) medan större ytor hanteras mer övergripande för att få rimlig indatahantering. Temperaturdifferensen över klimatskärmen är inte heller konstant över årstider eller över dygnet vilket gör att även värmekapacitet behöver hanteras (som ofta är fuktberoende) för att få en helt korrekt bild över hur klimatskalet beter sig värmeledningsmässigt. Vanliga programvaror för att beräkna energiförluster är ex. HEAT för köldbryggor och VIP+ för klimatskal.

En förutsättning för att det ska gå att räkna rätt på värmeledning är att det inte blåser okontrollerat genom eller på konstruktionen. Luftrörelserna kan då både kyla längs yttre och inre ytor samt rakt igenom porösare material som mineralull. Sker det faller de beräkningsprinciper som normalt används. Å andra sidan kan även anblåsning utifrån försvinna helt om projektet byggs i ett tält. Här finns stora skillnader mellan energiberäkning för byggtorkning och energiberäkning för det färdiga huset. I en byggtorkning är det tidigt i processen svårt att få klimatskalet lufttätt eftersom de konvektionsspärrar som ska skydda det färdiga huset inte finns monterade än. Dessutom kan ibland fläktar i det provisoriska torksystemet skapa stora tryckskillnader och höga lufthastigheter lokalt vilket ökar risken för genomblåsning. Det innebär även att de stillastående luftlager vid inre materialytor som adderas i en normal energiberäkning kanske inte finns i en byggtorkning.

*Tabell 4-1 Värmemotstånd på ytor beroende på vindhastighet längs ytan, Nevander och Elmarsson (1995).*

Rsi 0,5m/s	0,125
Rsi 1m/s	0,100
Rsi 2m/s	0,071
Rsi 3m/s	0,056
Rsi 5m/s	0,039
Rse 5m/s	0,048
Rse 10m/s	0,028

En bra anledning att fundera över hur en värmeledningssituation påverkas av luftflöden i en byggtorkning är de provisorier som ibland byggs för att täta klimatskalet innan permanenta lösningen monteras. Består tätningen då av kryssfanerskivor eller plastfolie i ett lager är det stillastående luft utmed ytorna som är värmeledningsmotståndet. Då kan fler lager med stillastående luft via dubblering av plasten göra mycket stor skillnad på värmeledningsförlusterna. Samma tankesätt bör gälla om byggtorkningen ska startas med enbart gipsskivor på utfackningsväggar. Beräkningsmässigt ger det mycket stora energiförluster.

### 4.3.2 Strålning

Solstrålning och strålningsförluster mot rymden påverkar byggnaden mycket tidvis men är svårbedömt. Största orsaken är att moln påverkar utbytet av direkt strålning. En annan är att strålningsutbyte sker mellan alla ytor som visar sig mot varandra så faktorer utanför byggnaden blir viktiga vilket är tidskrävande att modellera i en byggtorkning (exempelvis påverkan av ställningar).

Strålningsutbytet med omgivningen beror främst på två faktorer

1. Strålningsförluster mot rymden (långvågig strålning).
2. Solstrålning (kortvågig strålning).



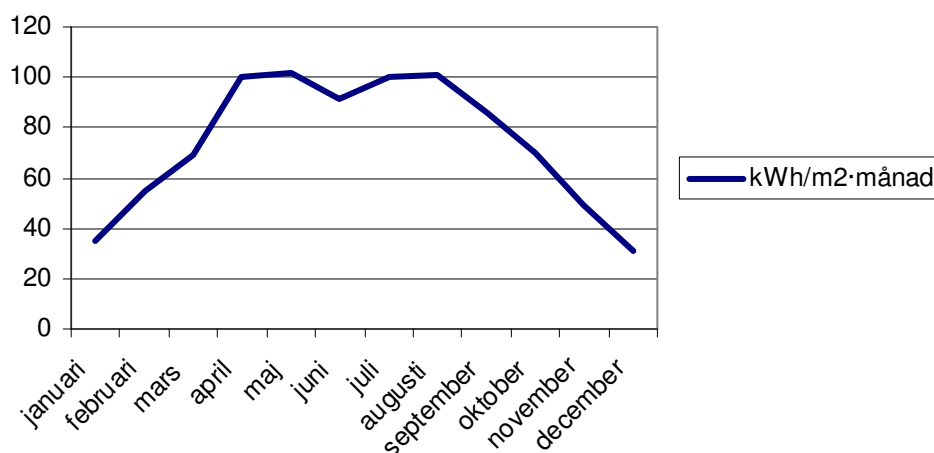
### Strålningsförluster mot rymden

Långvågig utstrålning mot rymden sker dygnet runt oberoende av tid på dygnet beroende på temperaturskillnaden mellan rymden och materialytan. Störst påverkan på förlusten är moln som effektivt hindrar strålningsutbytet. Nattetid när solstrålning inte kompenserar för förlusten kan därför ytor som visar sig mot rymden bli mycket kallare än omgivande klimat klara nätter. Hur kalla de kan bli beror på värmekapacitet, värmeledningsförmåga, emissivitetstalet för ytan samt strålningssituationen.

Effekterna i en byggtorkning kan bli att oisolerade byggnadsdelar kan bli så kalla in mot torkmiljön att det bildas fri kondens invändigt nattetid. Ett vanligt fall är exempelvis TRP-tak som inte har hunnit beläggas med isolering och takduk.

### Solstrålning

Solstrålning kan generera stora energieffekter tidvis men är opålitligt för bedömning av energibehov i en byggtorkning. Direkt solstrålning finns bara dagtid och då bara i vissa väderstreck och vid klar väderlek. Är det molnigt minskar energiutbytet snabbt. Beroende på årstid varierar möjliga energitillskott där det finns minst solstrålning när energibehovet är som störst. Ju längre norrut i Sverige byggnaden ligger desto mindre strålning finns tillgänglig vintertid. Alltså påverkar inte solstrålning effektbehovet i torksystemet särskilt mycket.



Figur 4-7 Infallande solenergi i kWh/(m<sup>2</sup>·månad) på en vertikal yta riktad mot söder i Malmö. Data är framräknad i programvaran Meteonorm. Hur mycket stöd det kan ge till torkmiljön kräver fler och mer avancerade beräkningar.

Det finns en mängd avancerad mjukvara för att bedöma effekter av strålning på färdiga byggnader men det blir orimliga modelleringstider i en byggtorkningsutredning när faktorer som skuggning från ställning, fasader som ändrar värmekapacitet och isolerförmåga över tid, fasader som tidvis inte har fönster samt reflektionsfaktorer som skiftar efterhand som fasaden färdigställs ska beräknas i olika skeden. Att inte räkna med solstrålning kommer att överskatta behovet av uppvärmning i byggnaden främst sommartid. Används torkutrustning med termostater kommer dock energivinsten att utnyttjas fullt ut även utan beräkningar. Solstrålning som genererar övertemperaturer är dock ett reellt arbetsmiljömässigt problem sommartid som måste beaktas vid användande av heltäckande WPS.

Strålningsutbyte sker mellan alla ytor som visar sig mot varandra i en byggtorkning. Dock är temperaturskillnaderna mellan dessa ytor normalt mycket mindre än för solstrålning och nattutstrålning (bortsett från strålningsvärmare) vilket gör att energiutbytet inte blir lika stort. Internt strålningsutbyte brukar därför inte finnas med vid bedömningar av torkmiljö. En ytterligare anledning till detta är att det är mycket komplicerat att modellera på ett relevant sätt.

### 4.3.3 Förångning

För att kunna torka vatten ur ett material måste det flytande vattnet först övergå till vattenånga. Denna fasförändring kräver energi och kallas ångbildningsentalpi. För vatten är den ca 2,26MJ/kg eller 0,63kWh/kg. Nu är ju material normalt inte så varma att vattnet kokar utan det som sker är att de enskilda molekyler som har tillräckligt högt energiinnehåll kan bryta sig loss från systemet. Då kommer resten av systemet att tappa motsvarande energi vilket ger en kylningseffekt som behöver kompenseras via uppvärmning om inte temperaturen och avdunstningshastigheten ska avta.

### 4.3.4 Konvektion

Utbytet av inomhusluft mot utomhusluft kräver energi för att värma upp luften till inomhustemperaturen. Hur mycket luft som växlas beror på resonemanget i Avsnitt 4.1. Energieffekten som krävs för att värma luften kan räknas fram ur formeln nedan, Olander (1994):

$$Q = \Delta T \cdot V \cdot \frac{\eta}{3600} \cdot \rho_{Luft} \cdot c_{luft} \quad (4.9)$$

$Q$  = Värmeeffekt [W]

$\Delta T$  = Temperaturökningen på luften [°C]

$V$  = Volymen på luften i byggnaden [m<sup>3</sup>]

$\eta$  = Luftomsättningar i byggnaden [oms/h]

$\rho_{Luft}$  = densiteten i luften vid given temperatur [kg/m<sup>3</sup>]

$c_{luft}$  = Värmekapaciteten i luft [~1000 J/kg·°C]

### 4.3.5 Värmekapacitet

Alla material har en värmekapacitet som gör att det krävs energi för att ändra temperaturen i materialet. Värmekapacitet är starkt knutet till densiteten på materialet och har därför även ofta ett starkt fuktberoende i hygroskopiska material. Värmekapaciteten används bland annat vid tunga stommar i drift för att jämna ut klimatet i byggnaden över dygnet. För byggtorkningar innebär det att tunga stommar kommer att kräva större energimängder initialt för att kunna nå eftersträvd torkmiljö samt att det blir en viss eftersläpning i tid från det att torkmiljön startat tills att materialen når samma temperatur. Kontrollberäkningar i WUFI visar att det även för ganska tjocka betongkonstruktioner endast tar enstaka dagar att nå drifttemperaturen på materialet i normala torkmiljöer. Därför bedöms inte värmekapacitet vara en särskilt viktig fråga att hantera i vanliga byggtorkningar.

## 4.4 Samband mellan fukt, luft och energi

Faktorer i fuktbalansen, energibalansen och luftbalansen samverkar och påverkar varandra i torkmiljön. Dessa samband är viktiga att känna till för att förstå hur olika insatser kommer att påverka torkmiljön. Nedan finns några vanliga insatser i torkmiljön beskrivna. Det är viktigt att vara medveten om att insatser oftast inte enbart innebär fördelar i torkmiljön.

### Tillförsel av energi i ett specifikt material

Luftbalans:

Om det inte innefattar stora energimängder är påverkan liten. Vid stora energimängder värms luften och större skorstensverkan uppstår.

Fuktbalans:

Den ökade värmen skapar en större ånghaltsskillnad mellan materialet och torkmiljön. Mer fukt lämnar då materialet vilket ökar ånghalten i torkmiljön. Är materialet mycket varmare än omgivande material kan fukten tas upp av de kallare materialen vid ogynnsamma situationer.

Energibalans:

Förlusterna för ångbildningsentalpin ökar när avdunstningen ökar. Det behövs initialt även energi för att höja materialets temperatur beroende på värmekapaciteten. Energiförlusten ökar även genom klimatskalet om materialet sitter i klimatskalet.

### Tillförsel av mer energi i hela torkmiljön

Luftbalans:

Vid ökad temperaturskillnad över klimatskalet blir skorstensverkan större vilket ökar ventilationen.

Fuktbalans:

Fuktavgivningen från alla materialytor ökar vilket ökar ånghalten i byggnaden. Samtidigt ökar mätnadsånghalten för luften vilket sänker RF-nivån. Den ökade ventilationen späder ut fukttillskottet vilket minskar ånghalten i byggnaden.

Energibalans:

Ledningsförlusterna ökar. Ventilationsförlusterna ökar både via större temperaturskillnad och större ventilation. Förlusterna för ångbildningsentalpin ökar när avdunstningen ökar. Det behövs initialt även energi för att höja byggnadens temperatur beroende på värmekapaciteten.

### **Lufttätande åtgärder**

Luftbalans:

Luftomsättningen minskar via mindre antal hål som kan transportera luft.

Fuktbalans:

Minskad luftomsättning innebär ökad ånghalt i byggnaden.

Energibalans:

Minskade ventilationsförluster innebär att det krävs mindre energi för att upprätthålla torkmiljön. Vid konstant energieffekt kommer därför torkmiljön att bli varmare vilket ger kompletterande effekter enligt tidigare.

## **4.5 Materialtorkning**

Vid bedömning av materialtorkning är vanligtvis hur lång tid det tar att torka materialet mest intressant. För att kunna göra detta behöver antal frågeställningar och bedömningar hanteras.

1. Fuktnivå i materialet vid torkstart.
2. Drivkrafter för uttorkning.
3. Torkmiljö kring materialet.
4. Målfuktnivå.
5. Omfördelning av fukt efter avslutad torkning.

### **4.5.1 Fuktnivå i materialet vid torkstart**

Fuktnivån bestäms av ett antal faktorer enligt tidigare resonemang se Avsnitt 3.4 För att kunna bedöma hur mycket vatten som finns i materialet behöver sorptionskurvan vara känd samtidigt som den interna fuktprofilen i materialet är känd.

## 4.5.2 Drivkrafter för uttorkning

Fukt i material är mer komplext än fukt i luft. I material finns det ett antal sätt att binda och transportera fukt som inte finns i luft vilket påverkar hur mycket vatten som behöver torkas ut samt hur det kan göras på bästa sätt. I en del material finns även en förändring av materialets egenskaper över tid som gör att uttorknings-situationen förändras. I följande avsnitt beskrivs de egenskaper som påverkar materialtorkningen.

1. Diffusion.
2. Kapillär sugning.
3. Vakuumsugning.
4. Konvektion.
5. Kemisk bindning.
6. Fysikalisk bindning.

### Diffusion

Diffusion som drivs av ånghaltsskillnaden mellan material och torkmiljö är en viktig torkprocess i de flesta byggtorkningar. Fuktflödet kan beräknas ur följande formel, Nevander och Elmarsson (1995):

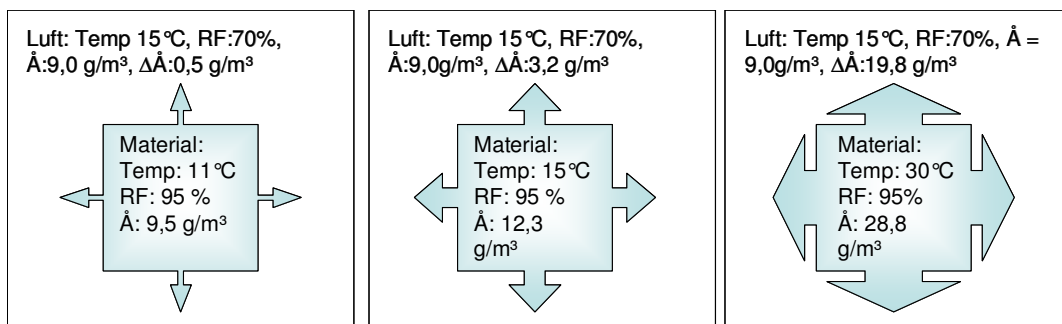
$$g = \frac{\Delta v}{Z} \quad (4.10)$$

$g$  = fuktflödet [ $\text{kg}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$ ]

$\Delta v$  = ånghaltsskillnaden mellan material och torkmiljö [ $\text{kg}/\text{m}^3$ ]

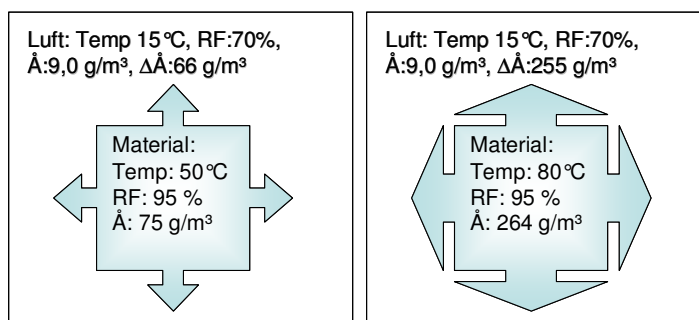
$Z$  = ånggenomgångsmotståndet i materialet [ $\text{s}/\text{m}$ ]

Därför är det viktigt att förstå hur avgörande värme är i ett material för att det ska kunna bildas stora ånghaltsskillnader mellan material och torkmiljö. Effekten uppstår eftersom RF i material inte ändras påtagligt vid förändring i materialtemperatur (vilket innebär att ånghalten i luftsystemet i materialet stiger vid höjd temperatur). I Figur 4-8 visas längst till vänster en torkmiljö med lite kallare material än torkklimatet (exempelvis platta på mark), i mitten visas en torkmiljö där materialet håller samma temperatur som luften (exempelvis mellanbjälklag) och längst till höger en torkmiljö där materialet är mycket varmare än torkmiljön (exempelvis golvvärme). I figuren kan utläsas att ånghaltsskillnaden varierar från  $0,5\text{g}/\text{m}^3$  till  $19,8\text{g}/\text{m}^3$  i det varmaste fallet.



Figur 4-8 Principiella drivkrafter för diffusion vid olika materialtemperaturer i torkmiljön för ett material med fyra begränsningsytor.

När uttorkningstiden blir för lång med normalt torkklimat används maskiner som kan höja materialtemperaturerna högt över rumstemperaturen. I Figur 4-9 visas i vänstra bilden materialtemperaturer som kan nås exempelvis med infravärmare eller hetluftsvärmare. Högra bilden visar materialtemperaturer som kan nås exempelvis med doppvärmare eller mikrovågor. Ett problem med teknikerna med höga temperaturer är att det för det mesta även bildas stora temperaturgradienter inom materialet som ger möjlighet för vattnet som torkar att kondensera längre bort i konstruktionen. Det är alltså inte säkert att allt vatten som torkar lokalt försvinner ut ur materialet. Ånghaltsskillnaden mellan material och torkmiljö uppnår här till 255g/m<sup>3</sup> i det varmaste fallet.



Figur 4-9 Principiella drivkrafter för diffusion vid höga materialtemperaturer i torkmiljön för ett material med fyra begränsningsytor.

### Kapillär sugning

Kapillär sugning finns i många finporösa material där det finns tillgång till mer eller mindre hårt bundet vatten. Transportprocessen styrs av porundertryck där fina kapillärer kan suga vatten från större. Tidigt i en torkprocess är detta det huvudsakliga transportsättet för många material att få fram vatten till ytan vilket gör att uttorkningen går snabbt jämfört med diffusion genom materialet. Oftast kan kapillärsugningen pågå under 100 % RF i material eftersom det fortfarande kan finnas vattenfyllda små porer även när de stora blivit tömda. För betong upphör inte kapillärsugningen förrän en bit under 95% RF. Transporthastigheten i de riktigt små porerna är dock låg så diffusion får en allt större betydelse efterhand som materialtorkningen fortskrider.

### **Vakuumsugning**

Ett sätt att öka effekten av kapillär sugning är att förstärka porundertrycket via vakuumsugning. Detta är intressant när det finns tillgång till stora mängder lättåtkomligt porvatten i stora porer som i färsk betong och flytavjämning. För flytavjämning är det inte tillåtet att torka bort något vatten i tidiga skeden men i färsk betong används ibland vakuumsugning som en teknik att suga ut delar av blandningsvattnet, då främst för att det skapar en betong med lägre vattencementtal vilket ger en slitstarkare yta samt för att få mindre total krympning vid stora golvytor. Med dagens betongprodukter innehållande mycket finmaterial är dock effekterna av vakuumsugning starkt begränsad ur ett fuktperspektiv (sugdjupe blir för litet för att kunna påverka exempelvis vater). Att vakuumsuga material bra är dessutom svårt och innebär omfattande hantering med maskiner och sugmattor. Därför används tekniken inte ofta enligt författarens erfarenheter.

### **Konvektion**

I material med ett genomgående öppet porsystem med stora porer går det att trycka eller suga luft igenom vilket gör att materialets kontakt med torkmiljön kan bli mångdubbelt större. Metoden används mestadels vid vattenskador och då framförallt i porösa material som mineralull där tekniken kan ge mycket snabba torkresultat. De flesta material som ingår i en byggtorkning är dock för lufttäta för att kunna utnyttja principen.

En specialvariant är att medvetet skapa ventilerade större hålrum i materialet i produktionen. Metodiken har främst testats i betongkonstruktioner där exempelvis HD/F-bjälklag kan ventileras mekaniskt. Fördelen förutom att öka materialets yta mot torkmiljön är att de effektiva materialjocklekarna minskar vilket ger kortare transportvägar för fukten att kunna nå torkmiljön.

### **Kemisk bindning**

Ett sätt att torka material är att använda material som har en stor kemisk bindning av vatten efter montage. Metoden har främst använts för självtorkande betong.

### **Fysikalisk bindning**

Fukt binds till de inre ytorna i ett material via adsorption. Hur mycket vatten som kan bindas beror på hur stor inre yta materialet har samt fuktjämvikten med omgivningen. Fukt binds också i de fina porerna med vattenmenisker. Kemisk härdning i material (främst betong) kan även göra att porstrukturen i materialet förfinas vilket ökar möjligheten att binda vatten även fysikaliskt. Effekten är betydande i exempelvis självtorkande betong.

En annan viktig effekt hos den fysikaliska bindningen är att den i många material försvagas lite vid uppvärmning. Vid normala torktemperaturer är effekten för det mesta försumbar (betong justeras ca + 0,2 % RF per °C höjning). Vid kraftigt forcerade torksystem med temperaturhöjningar på över 50°C kan det dock ge en betydande effekt på uttorkningshastigheten.

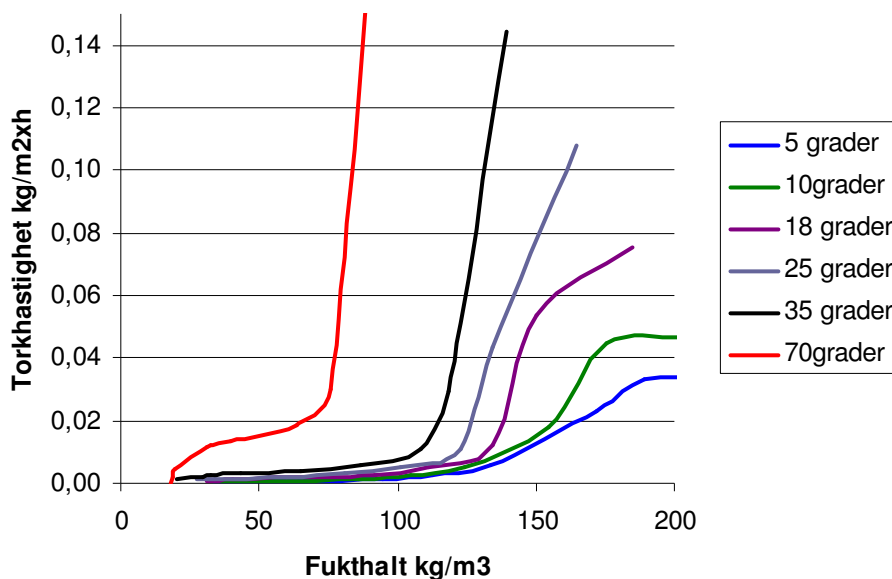
## **4.5.3 Torkmiljö kring materialet**

Torkmiljön påverkas av hur materialet torkar. En viktig faktor för att kunna bedöma torkmiljön är därför att veta hur mycket vatten som lämnar de material

som finns i torkmiljön. Om materialdata finns tillgänglig och torkmiljön är känd kan fuktavgivningen från materialytan beräknas. Fuktavgivningen kan sen användas för att förfinna bedömningen av torkmiljön. Torkning av material brukar delas in i olika steg där första steget innebär att materialytan är blöt och vattentransport fram till ytan sker kapillärt. I detta steg går uttorkningen snabbt om torkmiljön är bra och klarar av att ta hand om vattnet som kommer ut. I steg två har yttre delarna torkat ut så mycket att fukten måste diffundera igenom materialet för att kunna nå ytan för vidare uttorkning. Detta innebär ett avsevärt större motstånd mot torkning och torkhastigheten avtar snabbt med att skiktet som vatten ska diffundera genom blir tjockare .

För att kunna ta in fuktavgivningen i torkklimatberäkningen enkelt redovisas den lämpligen som  $\text{kg/m}^2\cdot\text{s}$ . Tyvärr är det inte vanligt att kunna få ut den här typen av data ur de program som normalt används för t ex betonguttorkning. I exempelvis TorKaS redovisas bara en RF-sänkning per tidsenhet inklusive kemisk torkning. RF-sänkningen gäller även för hela konstruktionen vilket gör att det inte går att se hur mycket som försvinner åt olika håll vilket kan vara intressant om fukten delvis går ut direkt genom klimatskalet.

Som sagts tidigare avtar torkhastigheten i konstanta torkmiljöer efterhand som materialet närmar sig fuktjämvikten i miljön och i takt med att ångomsläppligheten minskar. Därför behövs bedömning av torkhastigheter göras för flera olika tidpunkter i torkningen. Torkmiljön är inte heller konstant över tid eftersom klimatskalet utvecklas kontinuerligt vilket också gör att ännu fler olika torkmiljöer kan behöva bedömas.



Figur 4-10 Torkhastighet beroende på torktemperaturer och fukthalt i material (enbart diffusion). Bearbetad data från KFX03 för lättbetong 300mm tjock vägg med 50% RF på båda sidor.



#### 4.5.4 Målfuktnivå

Att bedöma hur torrt ett material behöver bli för att det inte ska kunna få skador är komplicerat. I Avsnitt 1.5 definieras begreppet överskottsfukt förenklat via ett antal andra faktorer. Begreppet baserade sig på ett resonemang där en övre och en undre kritisk fuktnivå gick att bestämma för en materialtjocklek. Definitionen kan dock bara användas vid stationära förhållanden med kända omgivningsfaktorer.

Kritiska fuktnivåer varierar nämligen med vilken skada som ska undvikas men även med hur andra faktorer än fukt varierar. Exempelvis frostsprängning kan bara ske vid minusgrader likväl som att mögeltillväxt bara kan ske vid plusgrader. Därför bör diskussionen hellre föras i termer av flera olika kritiska tillstånd där alla samverkande faktorer inklusive fukt bedöms tillsammans. För biologiska och kemiska processer kan faktorer som pH, varaktighet, ultraviolettt ljus, näringstillgång på ytan, katalysatorer, närsalter och konkurrens vara avgörande. Detta är viktigt att ta hänsyn till inte minst eftersom många kritiska fuktnivåer som anges i litteraturen för material egentligen handlar om ett kritiskt fukttillstånd för ett angränsande material.

Att beskriva kritiska fukttillstånd som en punkt på en sorptionskurva missar även risker orsakade av gradienter inom ett material eller en torkmiljö. Skaderisker kan alltså inte bedömas fullt ut enbart via ett medelvärde på materialfukten. Både fukt och temperaturgradienter kan ge skador i en byggtorkning där uttorkningen är låst i någon riktning. Klassiska problem är exempelvis kantresning på betongplattor lagda på glidskikt, träregelväggar med enkelgips där träregeln hinner slå sig innan väggen dubblas samt kalla utfackningsväggar som drabbas av kondens i varma torkmiljöer med hög ånghalt inomhus. När det gäller rörelsebetingade problem är det ofta hur stort spannet mellan blötaste och torraste nivån mer än de absoluta nivåerna på ändlägena som avgör om det kan bli skador. Därför används till exempel olika fuktkvotklasser för trä beroende på vilken driftmiljö virket ska användas i.

## 4.6 Omfördelning av fukt efter avslutad torkning

Efter avslutad torkning när forcerande torkåtgärder tagits bort ändrar sig temperaturgradienter och fuktgradienter tills de kommer i jämvikt med rådande driftmiljö.

I byggtorkningar är det vanligt att robusta stommaterial som inte är känsliga för fukt beläggs med känsligare ytmaterial efter tätt hus. Det är inte heller ovanligt att konstruktioner byggs upp med flera lager olika material, exempelvis pågjutningar på HD/F-bjälklag. Vid sådana konstruktioner blir det snabbt mer komplicerat att bedöma vilken fuktnivå material behöver torkas till för att inte kunna nå kritiska nivåer. Framförallt är det olika kritiska nivåer på olika materialtyper och det blir det känsligaste materialet som styr risknivån. Ofta tillförs även fukt via limmer vid själva montaget vilket ökar fuktbelastningen.

Flera studier med olika materialkombinationer har utförts de senaste åren för att få en bättre förståelse, Sjöberg (2001), Sjöberg(2003), Åhs(2007), Sjöberg & Nilsson (2008a,b), RBK (2007).

## 4.7 Beräkningsverktyg

För bedömning av byggtorkningar används idag beräkningsverktyg i en ganska blygsam omfattning. Torkegenskaper hos material redovisas ofta som erfarenhetsvärden mer eller mindre noggrant dokumenterade för en specifik torksituation och konstruktion. För att kunna bedöma varierande torksituationer bättre krävs det att man kan beräkna dem. Fördelen med beräkningsverktyg är att de ofta är framtagna för att titta på driftmiljön för byggnadsdelen vilket gör att man kan slå två flugor i en smäll när man tar fram materialdatan och matar in den i programmet. Den extra tid man behöver för att kontrollera driftläget för byggdelen är liten. Båda beräkningarna behövs för en komplett fuktsäkerhetsprojektering.

Det finns en stor mängd tillgängliga beräkningsverktyg som kan beräkna delar av ingående faktorer i en torkmiljö. Verktrogen kan grovt delas in i följande fyra områden:

1. Simuleringar av faktorer utanför klimatskalet .
2. Simuleringar av faktorer i klimatskalet.
3. Simuleringar av faktorer innanför klimatskalet.
4. Simuleringar av klimatsystem.

Många verktyg kan innehålla flera olika delar samtidigt. Nedan följer en uppräknig av några verktyg som hittats i studien. En mer komplett sammanställning av tillgängliga beräkningsverktyg finns hos Amerikanska energidepartementet, [http://apps1.eere.energy.gov/buildings/tools\\_directory/alpha\\_list.cfm](http://apps1.eere.energy.gov/buildings/tools_directory/alpha_list.cfm) (2008).

## 4.7.1 Simuleringar av faktorer utanför klimatskalet

Faktorer utanför klimatskalet handlar om vilka laster som läggs utifrån på torkmiljön. Lasterna finns i form av väderfaktorer.

**Meteonorm**, [www.meteotest.ch](http://www.meteotest.ch)

Beräknar solinstrålning på ytor på valfri punkt i världen men kan även beräkna ett antal andra klimatfaktorer beroende på hur bra klimatdata som finns tillgänglig i programmet i närheten av byggnadens placering.

**Klimatdata för fuktberäkningar, Harderup (1999)**

Beräknar sannolikheter för olika klimatsituationer i Sverige baserat på klimatdata från 1960-1990. Finns ett antal olika funktioner där de flesta klimatparametrar kan behandlas separat men även sammanvägt.

**CFD Modellering av vindförhållanden, SMHI(2008)**

Används bland annat för att modellera slagregn och vindbelastningar detaljerat.

## 4.7.2 Simuleringar av faktorer i klimatskalet

Klimatskalet är den del av byggnaden som utsätts för flest laster och störst gradienter vilket även gör det mest svårberäknat. I alla tillgängliga verktyg idag görs grova förenklingar för att få en rimlig inmatning av data till beräkningen. Förenkningarna är en avvägning mellan att få en bra beräkning och att hinna testa många olika lösningar. Projektören måste därför vara mycket medveten om begränsningarna för att inte begå grova fel i sina beräkningar. Nedan följer en uppräknig på begränsningar som finns i många verktyg.

- **Begränsade riktningar på flöden.** De flesta program idag räknar bara på fukttransport i en dimension vilket kan ge stora fel beroende på konstruktionens geometri.
- **Begränsade transportmekanismer.** Oftast är det ånghaltsskillnader som är drivkraften i beräkningen. Ett fåtal kan även ta hänsyn till vätsketransport via portrycksskillnader. Får man exempelvis kondenspunkter eller har konstruktioner i kontakt med fritt vatten måste programmen kunna räkna på vätsketransport om de ska kunna räkna rätt.
- **Begränsningar i tidssteg.** De flesta program låser materialparametrar och drivkrafter under ett tidssteg vilket måste justeras mot materialtjocklekar, fuktmotstånd och fuktkapaciteter så att förändringen under tidssteget inte blir så stor att materialparametrarna hinner ändra sig för mycket. I många program kan man inte ändra tidssteget vilket kan ge mycket stora fel.
- **Begränsningar i materialparametrar.** Att mäta fullständiga materialparametrar är svårt i praktiken. Det krävs helt enkelt för omfattande testprogram och en del saker vet vi inte ens hur vi ska mäta på ett relevant sätt. Materialdata tar ofta lång tid att ta fram också (flera månader) vilket gör att det alltid blir befintliga materialdata som används i beräkningar för ett aktuellt projekt. I de flesta fall får man därför ta materialdata från material som är liknande det material man ska använda. De flesta program klarar inte heller av att hantera material vars egenskaper ändras sig med tiden (t ex platsgjuten betong som hydratiserar eller karbonatiserar). De

klarar inte heller av finlir som hysteres med scanningkurvor när torkklimatet ändras från uttorkning till uppfuktning.

- **Begränsningar i utvändig klimatdata.** Många beräkningsverktyg tar inte hänsyn till utvändiga klimatvariationer, men en del utnyttjar funktioner för att variera klimat och ett fåtal utnyttjar klimatdatabaser. När databaser används är det ovanligt med data för den aktuella arbetsplatsen utan det blir alltid ett visst avstånd till mätstation. Man bör även kunna ta hänsyn till hur utsatt byggnaden ligger vilket inte heller går i klimatdata normalt.
- **Begränsningar i materialuppbyggnad.** De flesta beräkningsprogram klarar inte skiktade konstruktioner med många olika lager material utan begränsar sig till ett fåtal materialkombinationer i ett fåtal tjocklekar.
- **Begränsningar i invändig klimatdata.** I de flesta verktyg kan man inte variera torkmiljön över tiden utan att ta beräkningen framåt stegvis. Oftast är torkmiljön inne inte heller kopplad till vädret utanför utan läggs in som ett fixt värde. Detta leder ofta till att torkmiljön överskattas invändigt i en beräkningssituation.
- **Temperaturgradienter.** I många program förutsätts jämn temperaturfördelning i konstruktionen vilket i princip aldrig inträffar i en torkmiljö. Oftast har vi temperaturgradienter både horisontellt och vertikalt.

Trots alla begränsningar ger beräkningsverktygen en bättre förståelse för hur klimatskalet beter sig samt vilka faktorer som påverkar mest. Nedan beskrivs beräkningsverktyg som bedömts användbara.

### **KFX03**

Används t ex för att beräkna uttorkningshastigheter i material. All data förs in av användaren. Fördelen med verktyget är att det är lätt att plocka fram fukthaltsförändringar ur resultatfilerna. Nackdelen är att det endast är diffusion som drivkraft i systemet. Utvecklat i Sverige.

### **WUFI 1D, [www.wufi.de](http://www.wufi.de)**

Avancerat verktyg som innehåller flera databaser samt många möjligheter att ändra beräkningsparamterar. Fördelen är att flera drivkrafter används i beräkningen. Nackdelen är att det är svårare att genomskåda felaktigheter i beräkningen beroende på komplexiteten. Utvecklat i Tyskland.

### **Ham-Tools, [www.ibpt.org](http://www.ibpt.org)**

Mycket avancerad moduluppbyggt beräkningsverktyg som är gjort för forskarmiljö. Fördelen är att källkoden är öppen så du kan få programmet att göra vad du vill. Nackdelen är att möjligheten att göra fel vid ändring av beräkningsförutsättningar är stor. Verktyget bedöms som användbart för forskningssyften. Utvecklat i Sverige.

## **4.7.3 Simuleringar av faktorer innanför klimatskalet**

Många verktyg hanterar förenklat materialtorkning som något som händer i en konstant homogen torkmiljö innanför klimatskalet. Fördelen är att beräkningen blir mycket enklare att utföra men nackdelen är att det i praktiken sällan existerar en sådan torkmiljö i verkligheten. Nedan följer några sådana verktyg som används för uttorkningsbedömningar idag.

### **SBUF:s lathund för betong, SBUF(1995)**

En enkel multiplikatormodell som mycket grovt kan uppskatta ett fåtal betongtorkningsfall. Fördelen är att det går mycket snabbt att grovt se om torkningstiden blir för lång. Nackdelen är att du inte kan se fukttransporten samt att det finns många betongtyper där den inte är lämplig att använda.

### **TorkaS 2,0, [www.fuktcentrum.se](http://www.fuktcentrum.se)**

Den här programvaran är den vanligaste förekommande i Sverige idag när det gäller att räkna på torkningstider i betong. Fördelen är att den mycket snabbt genererar en torktid som man kan laborera med. Konstruktionen är till stora delar låst i standardkonstruktioner och det är bara betongmaterialparametrar som kan justeras. Bland de största generaliseringarna i programvaran kan nämnas att torkmiljön är fix på en nivå efter torkstart och att platta på markkonstruktionerna har fixa ångmotstånd mot marken. Det är också viktigt att tänka på att programmet inte tar hänsyn till temperaturgradienter under torkningen. Det tar inte heller hänsyn till värmekuddar under huset. Eftersom betongtorkning går långsamt mot slutet i en torkprocess kan små skillnader i fuktinnehåll generera stora utslag i total torktid.

### **Fukt i trä för byggindustrin Kap10.7, Esping et.al.(2005)**

Tveksamt om det ens kan kallas ett verktyg men det är det bästa tillgängliga idag när det gäller torkningsbedömningar i trä. Beräkningsmetoden är dock inte validerad fullt ut utan baserar sig på erfarenheter från torkning i höga temperaturer i virkestorkar.

## **4.7.4 Simuleringar av klimatsystem**

Simuleringar av klimatsystem i driftfas sker i stor utsträckning idag helt utan tanke på byggtorkning (energibehov och komfortbehov styr). Många av dessa verktyg kan dock med små justeringar användas för att även dimensionera byggtorkningens klimatsystem. Indata som krävs för dessa simuleringar är mycket omfattande vilket gör att de inte är aktuella att utföra separat för en byggtorkning. Nedan beskrivs två programvaror som används av bland annat Skanska Sverige AB.

**BSIM BV98**, <http://www.sbi.dk/indeklima/simulering/bsim-building-simulation/programpakke>.

Dansk programvara som kan beräkna ekvivalenta temperaturen i valfri punkt i rummet men kan även bedöma energibehov.

**VIP+**, <http://vip.strusoft.com/>

Programvara som används för att bedöma energibehovet i en byggnad i drift. Båda programvarorna har ett mycket förenklat sätt att bedöma infiltration vilket inte fungerar så bra för byggtorkning.

## 5 KONTROLLER

I alla former av processer där man vill ha möjlighet att styra eller förbättra krävs någon form av kontroller för att få indata om den pågående processen. Huvudsyftet med kontrollerna är vanligtvis att ta bort osäkerhetsmoment kring hur processen fungerar samt verifiera att gjorda antaganden stämmer. Vid byggtorkning pågår processen under relativt kort tid vilket innebär att kontrollsystemet behöver vara förebyggande för att ha en chans att förbättra processen innan det är för sent. Vid upprepning av liknande processer kommer kontroller även att kunna ge underlag till förbättrat angreppssätt inför nästa process. Då kan även kontroller som är mer reaktiva användas för att titta på olika effekter av händelser. Det finns en mängd kontroller som kan utföras för att spåra en byggtorkning, totalkostnad, produktionstid, torkmiljö, fuktnivåer i material, miljöbelastning på yrkesarbetare o.s.v.

Kontroller kostar pengar och därför måste alltid nyttan i att ta fram fakta vägas mot kostnaden att ta fram fakta. Både kostnaden och nyttan för kontrollen varierar kraftigt beroende på hur noggranna fakta som ska fram och hur framtagna fakta används i det fortsatta arbetet. Kostnaden för att ta fram fakta är inte heller något statistiskt. Exempelvis utvecklas för tillfället många mätinstrument vilket gör att mättekniker som förr inte var kostnadseffektiva nu är högst relevanta. Ofta är etableringskostnader för mätsystem höga medan ytterligare mätpunkter inte kostar så mycket extra.

För att ha någon chans att kunna utföra relevanta kontroller krävs att det finns kunskap om vilka parametrar som avgör om systemet fungerar eller inte. Systemförståelsen gör att viktiga parametrar kan prioriteras. Det innebär även en bättre möjlighet att tolka och reagera på de mätdata som tas fram. Kontroller inom området byggtorkning har hittills övervägande varit fokuserat på att mäta materialfuktnivåer i specifika punkter med mätinstrument, Manual fuktmätning i betong, Sveriges byggindustrier (2007), Fuktmätning med trådlösa sensorer inom byggindustrin, Sjöberg, Blomberg (2004), Fukt i trä för byggindustrin Esping et. al. (2005). Fuktmätning i Byggnader Nilsson, Sjöberg & Togerö (2006),

I denna studie har författaren enligt tidigare resonemang om viktiga faktorer i byggtorkningen dragit slutsatsen att fokus på materialfukt är delvis fel och har därför har alternativa kontrollsystem tagits fram och testats. Följande avsnitt beskriver vilka kontroller som bör utföras i produktionen för att säkerställa att förutsättningarna för byggtorkningen gäller i produktionen.

## 5.1 Fuktrond

Allting behöver inte kontrolleras med mätning. Okulär besiktning (avsyning) med god systemförståelse kan ge mycket bra beslutsunderlag för en liten kostnad. Ett bra sätt att öka fokuset på byggtorkningen är därför att införa kontroller genom planerade fuktronder. Fuktronder utförs av fuktsäkerhetsansvarig på arbetsplatsen tillsammans med de specialister som är relevanta att ta med beroende på hur komplicerad torkningen är. I de arbetsplatsbesök som genomförts i studien har grova fel i byggtorkningssystem konstateras och åtgärdas. Nyckeln till framgång med fuktronder är att personen som kontrollerar har tillräcklig kompetens och systemförståelse. Idag (2009) saknas tyvärr riktad utbildning för fuktsäkerhetsansvariga.

## 5.2 Torkmiljö

I en väl fungerande torkmiljö kommer alla material att kunna torka utan stora fuktrisker. Eftersom en byggtorkning normalt innehåller många olika material samtidigt ger det bättre underlag för generella riskbedömningar att veta hur torkmiljön fungerar. Att ett material torkar bra kan annars innebära problem för andra material i en dåligt styrd torkmiljö. Det finns även en ekonomisk fördel med att spåra torkmiljö. Mättekniken för torkmiljö är billigare och snabbare än mätteknik för materialfuktmätning och har även fördelen att vara oförstörande.

### 5.2.1 Viktiga kontrollparametrar

I studien har följande viktiga parametrar för förståelse av torkmiljö identifierats.

#### Värmefördelning på ytor

Yttemperaturmätning ger en möjlighet att spåra kallras, luftläckage och skillnaden mellan material och torkmiljö, att se hur effektiv en maskin är på att sprida/jämna ut värme i torkmiljön. Det ger även en möjlighet att spåra temperaturgradienter över konstruktionsdelar för att få en ide om vilket håll värmen trycker fukten.

#### Fukttillskott

Beräkning av fukttillskottet ger information om fukten lämnar torksystemet tillräckligt snabbt alternativt om uttorkningen av material går snabbt. Vid stora fukttillskott med höga temperaturer i torkmiljön kan avfuktare eller utökad vädring vara effektivt. Vid låga fukttillskott med låga temperaturer kan mer värme eller tätning av byggnaden vara effektivt.

#### Temperaturskillnad inne till ute

En mycket tydlig faktor som visar om energin som tillförs systemet blir kvar i torkmiljön så att materialen värms och uttorkning kan bli möjlig.

#### Ånghaltsskillnad mellan material och torkmiljö

Ånghaltsskillnaden kan räknas fram med hjälp av antagna alternativt uppmätta fuktnivåer i material i kombination med ånghalten i torkmiljön. Ger en tydlig signal för hur starka drivkrafterna gällande diffusionstorkning är.

## RF på materialytor

Temperaturmätning av ytor tillsammans med ånghalten i luften ger en möjlighet att beräkna RF på ytan vilket används för att bedöma mögelrisiker.

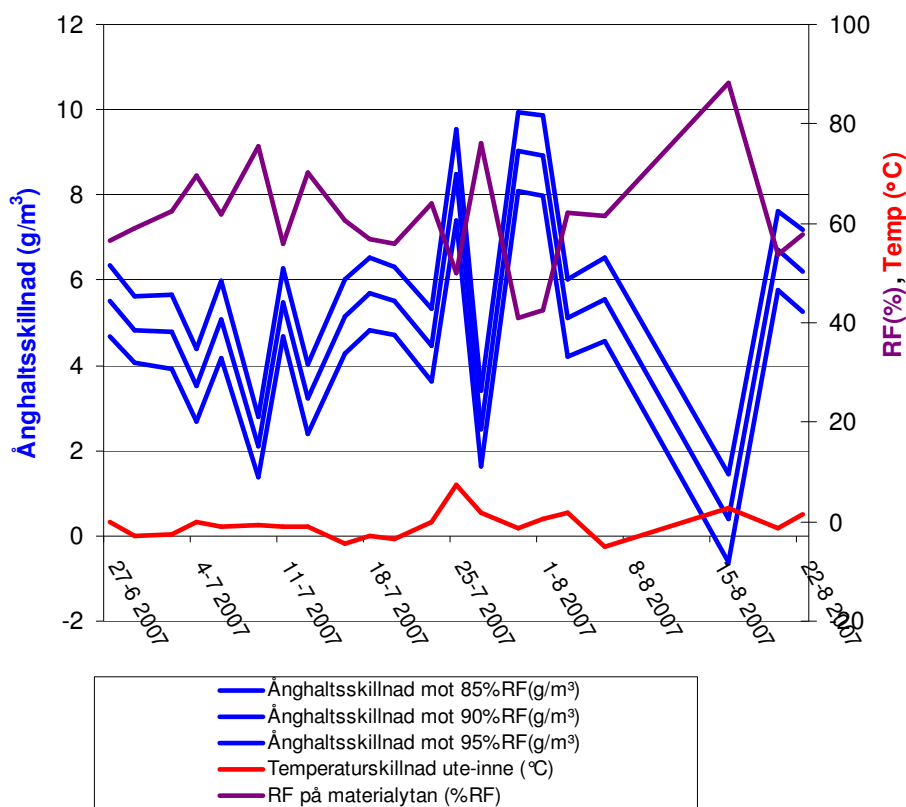
### 5.2.2 Arbetsplatsmätningar

I studien har ett system för kontroll av torkmiljö vidareutvecklats från tidigare försök som författaren genomfört. Systemet bygger på att arbetsplatspersonalen själva spårar sin torkmiljö med enkel mätutrustning, för in mätdata i ett excelblad som räknar fram viktiga styrdata samt skickar resultatet till en fukttekniker för diskussion angående resultat och åtgärder. Fuktteknikern fungerar som utbildare, support och stöd för den på arbetsplatsen som får i uppdrag att genomföra mätningen. Nedan följer ett utdrag ur kontrollbladet.

Datum (ÅÅÅA-MM-DD)	Klockslag	1. TEMP inne (°C)	2. RF inne (%)	MÅ inne (g/m <sup>3</sup> )	Ånghalt inne (g/m <sup>3</sup> )	3. TEMP ute (°C)	4. RF ute (g/m <sup>3</sup> )	MÅ ute (g/m <sup>3</sup> )	Ånghalt ute (g/m <sup>3</sup> )	5. Materialtemperatur (°C)	Fukttillskott(g/m <sup>3</sup> )	Temperaturskillnad ute-inne (°C)	Ånghaltskillnad mot 85%RF(g/m <sup>3</sup> )	Ånghaltskillnad mot 90%RF(g/m <sup>3</sup> )	Ånghaltskillnad mot 95%RF(g/m <sup>3</sup> )	RF på materialytan (%RF)
2007-01-01	00:00	18,0	50	15,5	7,8	7,0	85	8,0	6,8	15,0	1	11	3	4	5	59

Figur 5-1 Kontrollparametrar för torkmiljö. Blåa fält fylls i av arbetsplatsen. Bladet innehåller även montageinstruktioner för givare samt automatiska diagram för bättre trendförståelse.





Figur 5-2 Resultatredovisning i diagramform som det presenteras i verktyget.

### 5.3 Energianvändning

En viktig kontroll som är enkel att utföra är hur mycket energi torksystemet använder. Exempelvis elenergianvändning kan läsas av timvis via Internet hos många leverantörer. Köpt energi bör normalt vara lite högre än beräknad energianvändning om förluster i värmesystemet inte tagits med i beräkningen. Om energianvändningen jämförs med beräknad energianvändning samt uppnådd och beräknad temperaturskillnad över klimatskalet fås en stark indikation på hur torksystemet fungerar.

### 5.4 Materialfuktnivåer

Materialfuktmätning är ofta svårt och dyrt. Mätning i fält innehåller flera faktorer som är svårkontrollerade jämfört med faktorer i ett laboratorium. Exempelvis kan torkklimatet variera kraftigt över tid. Det är även komplicerat att välja ut var ett representativt prov bör tas. I en byggtorkning handlar det ofta om att kunna bedöma gradienter i materialet vilket gör att flera olika mätdjup kan behövas samtidigt. Lämplig mätteknik beror på hur fuktigt materialet är och med vilken precision svaret behöver kunna lämnas.

För att kunna leverera bra mätdata har därför flera i detalj beskrivna mättekniker tagits fram för materialfuktmätning i pågående produktion. Mest känd är RBK-manualen för fuktmätning i betong, RBK (2008), som funnits och utvecklats sen 1999. 2005 släpptes även riktlinjer för fuktmätning i trä, Esping et al (2005).

I många fall är mätteknik något som anpassas i det pågående projektet där en mer avancerad mätteknik kan användas för att kalibrera andra snabbare och billigare mättekniker (exempelvis uttagna prov i flytavjämning kompletterat med ytfuktsscanner).

För att kunna uttala sig bättre om rimligheten i en materialfuktmätning är det ofta en fördel att veta vilken torkmiljö som funnits kring materialet vilket gör att materialfuktmätning gärna kombineras med mätning av torkmiljö.

## 5.5 Kostnader

Ska byggtorkningen kunna bedrivas kostnadseffektivt framöver behövs även bra beslutsunderlag för vilka kostandsposter som finns samt hur stora de är. Därför är det viktigt att göra en kalkyl för byggtorkningen samt följa upp den efter avslutad produktion. I uppföljningen bör en justering till verkligt väder göras.

Följande faktorer bör följas upp tills systemet är välkänt:

- Energikostnad
- Hyreskostnad
- Kostnader för energidistributionssystem (t ex el och vattenrör)
- Arbetskostnad
- Kostnader för provisorier
- Transportkostnad

## 5.6 Mätinstrument

Utvecklingen av mätinstrument för kontroll av byggtorkning har accelererat kraftigt de senaste åren. Prestanda blir bättre samtidigt som priserna sjunker. Därför går det inte att dra slutsatser baserad på gammal fakta om vilka mättekniker som är kostnadseffektiva idag. I många fall är även kostnaden för mätinstrumentet liten i jämförelse med kostnaden för en mättekniker. Därför finns det ett behov av att aktivt bestämma användandet av mätinstrument i en byggtorkning.

Mätinstrument bör uppfylla minst två huvudkriterier.

1. Ge upprepningsbar mätdata med kända felkällor
2. Vara kostnadseffektiv jämfört med andra angreppssätt

### Upprepningsbar mätdata

Alla instrument mäter fel och är felkällorna inte kvantifierade kan tolkningarna av mätdata bli fel. Ett vanligt problem är att upplösningen på mätardisplayen inte är samma sak som upplösning i mätningen. Vid exempelvis RF-mätning, där även bra mätare brukar slå flera procent RF plus och minus, blir det fel redovisningsnivå med mätare som redovisar mätvärdet med flera decimaler.

### **Kostnadseffektiv mätning**

Det är viktigt att ha funderat igenom alternativen till att mäta. För viss dyrare mätteknik kan det vara bättre att satsa pengarna direkt på att köpa ett robustare byggsystem. Mätningen kan aldrig påverka kvaliteten om inte ytterligare insatser förutom mätningen genomförs. Det är också så att kostnadseffektiva kontrollsystem oftast innehåller flera olika angreppssätt som tillsammans ger en bättre bild av systemet än vad enbart mätning kan ge.

#### **5.6.1 Klimatstationer**

Klimatstationer är en instrumenttyp som fallit kraftigt i pris och även blivit enklare att montera tack vare trådlös överföring. Därför har möjligheten att använda klimatstationer testats i studien.

I studien testades klimatstationen WS550, ELV ([www.elv.de](http://www.elv.de)). Stationen valdes på grund av att den var trådlös och hade möjlighet att ansluta åtta extra fria RF och temperaturgivare. Förutom lufttemperatur och luftfuktighet inomhus mättes även lufttryck inomhus, vindhastighet, vindriktning, regnmängd och solinstrålning. Datakanalerna lästes av var femte minut till en logger i systemet som sen kunde tankas ned till en PC. Utegivare på stationen placerades i författarens trädgård och inbegivare i diverse hus på tomten. Totala priset på anläggningen plus åtta extra inbegivare var 8000 kronor (2005). Resultatet från mätningarna var blandade efter ett års provkörning. Trots korta avstånd var det ofta givarna inte fick kontakt med loggern och mätdata försvann. Extra slavsändare inköptes men fungerade aldrig. Efter ett tag blev datafilen mycket stor och därför trög att arbeta med.

Slutsatserna från försöket var att systemet inte var lämpligt för arbetsplatser. Datamängden blir för stor för att vara lämplig att hantera och det blev för många kommunikationsfel för att tro att det ska fungera på större arbetsplatser. För den intresserade är det dock en stor källa till ökad förståelse för hur mycket vind påverkar klimatet i en otät byggnad. Det löser ju även tveksamheter om hur utsatt huset varit för väder innan och efter tätt hus. En stor fördel i systemet var att det gick att koppla upp direkt på Internet och att alla parametrar kunde föras med larmnivåer både uppåt och nedåt.

#### **5.6.2 Trådlös mätning**

Ett stort steg som håller på att tas inom mättekniken är trådlös avläsning internt på arbetsplatsen i kombination med trådlös fjärravläsning. Fördelen är att montagetiden för mätsystemet minskar radikalt samtidigt som en mättekniker då kan övervaka flera byggarbetsplatser noggrannare. Möjligheterna har undersökts i SBUF projektet Fuktmätning med trådlösa sensorer inom byggindustrin. En studie av byggbranschens framtida fuktmättningsbehov TVBM-3123, Sjöberg (2004) samt SBUF-projektet Trådlösa fuktsensorer inom byggindustrin - en fältstudie av två trådlösa system för fukt- och temperaturmätning TVBM-3139 Sjöberg(2007).

Det finns två nackdelar med systemen idag.

1. Visualiseringsgraden av torkmiljön för arbetsplatsen har hittills varit låg beroende på prispress på mätutrustningen som då inte förses med displayer i fält.
2. Teknikern är inte lika ofta på arbetsplatsen och kan då inte upptäcka problem som inte sitter nära en mätare. Alltså blir behovet av fuktsäkerhetsansvariga på arbetsplatsen med rätt kompetens större.

### **5.6.3 Yttemperaturmätning**

IR-pistoler har testats vid ett antal tillfällen i fält. Fördelen med dem är att det mycket snabbt går att få överblick över yttemperaturer i ett rum om en givare med bra fokus används. Nackdelen är att de har stor mätosäkerhet även vid noggrann hantering och kan snabbt bli mycket sämre om instrumentet inte befinner sig i temperaturjämvikt med torkmiljön. Nu kan skillnader i temperaturer hittas ändå men för att vara säker på absoluttemperaturer bör anliggningsgivare användas som generellt har mycket exaktare mätteknik. Författaren har även invänt IR-kamera istället för IR-pistoler vilket gör systemet mer lättolkat samt ännu snabbare att läsa av. Författaren bedömer dock inte att värmekameror är tillräckligt billiga än för att kunna få en större användning på byggarbetsplatser om mätningen ska ske av arbetsplatspersonal.

### **5.6.4 RF-mätning i luft.**

RF-mätning i luft är komplicerat och ger ofta svårtolkad data trots perfekt hantering. Anledningen är stora dygnsvariationer på lufttemperatur och stor mätosäkerhet för RF-givare. Följande slutsatser har dragits baserad på egen mäterfarenhet.

- RF-givare i dammiga byggmiljöer är förbrukningsvara om de inte skyddas mycket noga. Dyra givare är därför mest intressant utomhus där givare som tål kondens behövs.
- Variationen i torkmiljö gör att det ofta kan vara intressantare att sätta många givare med sämre noggrannhet än ett fåtal med hög noggrannhet.
- Givare med display skapar intresse för torkmiljö men ökar stöldrisken på givaren.
- Mätdata med täta avläsningar redovisade som fina kurvor förvirrar ofta produktionen mer än vad momentanavläsning av givare gör. Särskilt om de måste kopplas till en temperaturkurva för att få ut ånghalter i luften.

### **5.6.5 Fuktmätning i trä**

Fuktmätning i trä finns bra beskrivet i skriften *Fukt i trä för byggindustrin*, B Esping et al (2005)

### **5.6.6 Fuktmätning i betong**

Fuktmätning i betong finns bra beskrivet i skriften *RBK-manual fuktmätning i betong*, RBK (2007)

### **5.6.7 Fuktmätning i andra material**

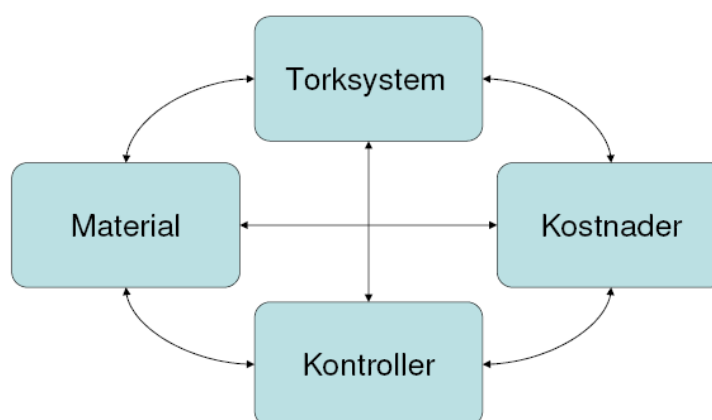
Med tidigare beskrivna mättekniker kan fukt även mätas i många andra material. Ytterligare mättekniker samt när de kan vara lämpliga att använda finns beskrivna i skriften Fuktmätning i byggnader, Nilsson et al (2006). Problemet med okända och sammansatta material är att det kan ta tid att förstå hur materialet mäts bäst samt hur mätdata bör tolkas. Tyvärr är det inte alltid materialleverantörer kan hjälpa till med rådgivning om lämpligaste mätteknik och ibland har de helt felaktig information som slentrianmässigt skickas ut. Att det skulle vara svårt att mäta fukt i så kallad självtorkande flytavjämning är till exempel inte sant vilket visats av exempelvis Grantén (2008).

## 6 VERKTYGSBESKRIVNING

Följande kapitel är en kort introduktion till hur optimeringsverktyget är uppbyggt samt hur det är tänkt att fungera i projekt. Noggrannare beskrivning av verktygets utseende, innehåll och funktioner beskrivs i bilaga A.

### 6.1 Tankemodell

Verktyget är tänkt som fyra moduler som samverkar och utbyter information. Det hjälper till för förståelsen av verktyget att ha den här grunduppställningen i åtanke. Nedan följer en grov beskrivning av vad som ingår i modulerna.



Figur 6-1 Tankemodell över hur optimeringsverktyget kommunicerar data

#### **Material**

I materialmodulen hanteras alla materialegenskaper samt hur materialen är sammansatta i konstruktioner. Indata till modulen är exempelvis uttorkningshastighet i vald torkmiljö, isoleringsförmåga samt tjocklekar. Materialdata för provisoriska lösningar passar också in här.

#### **Torksystem**

I torksystemmodulen hanteras bland annat tidplan, husvolymen, yttre belastningar av väder, maskinparken, energiåtgång och ventilation. Indata är exempelvis geometri och väderdata.

#### **Kostnader**

I kostnadsmodulen hanteras riskkostnader, energisystem, etablering och avetablering, energikostnader, maskinkostnader, underhållskostnader samt kontrollkostnader. Indata kommer i de flesta fall från beräkningar ur de andra modulerna.

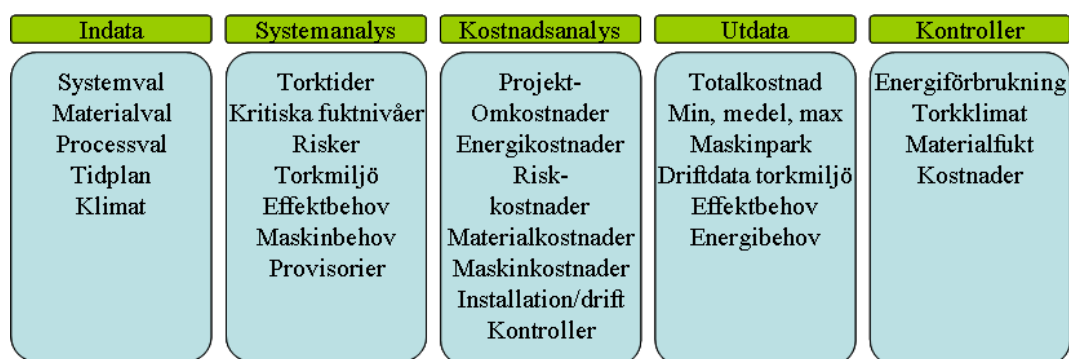
## Kontroller

Kontrollmodulen hanterar mätdata i produktionen och ska säkerställa att målsättningarna i de andra modulerna nås alternativt att avvikelser hittas snabbt så att korrigerande åtgärder kan sättas in. Indata är exempelvis uppmätta temperaturer i luft, ånghalter i luft, temperaturer i material samt verklig energianvändning. I denna studien används verktyget för att få utdata att jämföra kontrollerna med, medan själva kontrollerna utförs med ett annat verktyg.

## Andra parametrar

I verktyget finns även parametrar som styr i alla modulerna och som inte går att knyta till en specifik modul. Först och främst gäller detta produktionstidplanen som har stor påverkan i alla modulerna.

## 6.2 Arbetsgång i verktyget



Figur 6-2 Arbetsgång i optimeringsverktyget

Verktyget är tänkt att användas stegvis för att komma fram till ett bra beslutsunderlag samt att verifiera att det beslut som fattats följs. Nedan följer en översiktlig beskrivning på de arbetssteg som är tänkta att utföras.

### Indata

Vid steget indata väljs de huvudlinjer för torksystemet man vill jämföra. Här tas en mängd beslut om hur produktionen ska drivas tillsammans med konstruktiva val. Här hämtas även klimatdata in. För att få relevant indata bör det här steget innefatta intervjuer av tilltänkt produktionspersonal. Alternativt behöver de förutsättningar som antagits föras in i exempelvis en fuktsäkerhetsbeskrivning för att kunna föras vidare till produktionen. För att indatasteget inte ska ta för lång tid att genomföra bör huvuddelen av projekteringen vara slutförd.

### **Systemanalys**

Systemanalysen innebär beräkningar och bedömningar av torkmiljön med hjälp av tillgänglig indata. I flera steg beräknas och kontrolleras att maskinparken som installeras kan skapa den torkmiljö som eftersträvas. Maskinparken justeras efter den energianvändning som beräknats fram. Behovet av att täta och isolera huset med provisorier bedöms utifrån beräkningarna. Förutom energianvändningen beräknas även materialens uttorkningsförlopp i separata programvaror. Dels för att se att torktiderna fungerar i produktionstidplanen i stort och dels för att få reda på hur mycket vatten som lämnar materialen till torkmiljön. Fuktavgivningen används vidare för att beräkna fuktillskott och för att bedöma vilken relativ fuktighet man kan förvänta sig i torkmiljön under uttorkningen. Om analysen inte ger ett fungerande torksystem går man tillbaka och justerar indata tills det fungerar.

### **Kostnadsanalys**

Kostnadsanalysen prisbedömer det beräknade användandet av maskiner och energi samt sammanställer kostnader för risker, energisystem och provisorier. Bli kostnadsbild för hög får man gå tillbaka till indata för att justera förutsättningarna alternativt till systemanalysen för att se om man kan klara sig med en sämre torkmiljö.

### **Utdata**

Utdata är de parametrar som behövs för att kunna bedöma vilket av de tre olika alternativen som är bäst. Utdata består av ett utdrag av data från de tidigare stegen. Utdata visar även vilken torkmiljö som kan förväntas.

### **Kontroller**

Kontrollerna som innefattar mätningar verifierar att valt torksystem existerar i produktionen och fungerar som avsett. Vid avvikelser får en analys göras för att hitta vad som inte stämmer med antagna data för att kunna sätta in rätt förbättringsåtgärder. Alternativt kan processen beräknas om med de nya data man mätt upp för att bedöma vad den existerande torksituationen får för konsekvenser.



## 6.3 Parametrar för optimering

Det finns ett antal möjligheter till kostnadsoptimeringar när det gäller byggtorkning: lägsta hyreskostnad för maskiner, lägsta energianvändning, lägsta energikostnad, billigaste materialval, minsta personalinsatsen o.s.v. En hel del av dessa optimeringar sker redan idag fristående var för sig på arbetsplatsen och därför blir det ofta en suboptimering där det är mycket svårt att se totalkostnaden för torkningen innan den utförts. I många fall är det lika svårt att spåra den i efterhand som det var på förhand. I det här verktyget har författaren valt att ta med kostnader för alla dessa parametrar samt ett antal till för att beräkna en totalkostnad för projektet och inte som normalt totalkostnaden i produktionen. Författaren är fullt medveten om att många parametrar med variationer gör att beräkningar får stor spridning samt att indata mängden ökar. Anledningen till att många parametrar har valts är att inte vilja riskera att utesluta kostnadsdrivande parametrar. Framtiden får utvisa om det går att skala bort parametrar.

Nu kunde optimering av torksystemet ha utförts på helt andra premisser än ekonomi. Byggfysikaliskt skulle man kunna hitta det optimala tekniska systemet för varje material, tjocklek och fukthalt. Ekonomi är valt för att det finns potential att spara stora pengar och för att kunna visa detta tydligt.

## 6.4 Mjukvara

Författaren har inte hittat någon färdig mjukvara som löser alla de parametrar som behöver beräknas. Eftersom det inte på något enkelt sätt går att få ändra i befintliga programvaror blev slutsatsen att ta fram något eget. Nackdelen är att många beräkningar blir kraftigt förenklade jämfört med vad många klimatsimuleringsprogram presterar. Fördelen är att kunna följa alla beräkningssteg och se exakt vad verktyget gör samt att kunna utveckla verktyget kontinuerligt utan inblandning från programmerare. För vissa beräkningssteg har författaren ändå behövt välja kompletterande mjukvara för att kunna komma i mål med hela verktyget.

Microsoft Excel har valts som mjukvara till verktyget av flera anledningar. De flesta har något hum om hur detta program fungerar och kan snabbt komma igång och använda verktyget. Författaren har känt att om motståndet mot ny teknik kryddas med behov av lära sig ett nytt gränssnitt kommer möjligheten att få branschen att börja använda verktyget mindre. De flesta har redan licens för att köra Excel vilket underlättar spridningen av verktyget. Författaren behärskar själv Excel och även författaren har haft motstånd mot att lära sig nya mjukvaror. Några av de komplementmjukvaror som behövs utgår också från Excel vilket gör att mängden gränssnitt minskar.

För bakgrund till val av mjukvara se Kapitel 4.7

## 6.5 Indatakällor

Att välja indatakällor är en delikat uppgift som alltid går att ifrågasätta i efterhand. Författaren har valt indatakällor från i första hand välanvända lättåtkomliga databaser och källor, först och främst för att inte drabbas av licensavgifter men även för att underlätta användandet av verktyget för andra parter som redan arbetar med liknande data. Detta gäller främst fuktegenskaper för material där data både är svår att få tag i och ofta gammal.

När det gäller kostnader för energi, maskiner, personal och liknande är det omöjligt att presentera generell färdig data. Bolag har egna avtal och prissättningsmodeller. I de beräkningar författaren utfört används fiktiva siffror eftersom författaren inte får visa bolagets kostnadsbild utåt. För tillfället pendlar energipriserna kraftigt vilket gör att prisdata för energi blir gammal fort. För att få relevant indata på kostnader måste alltså de partners som är aktuella i det specifika fallet kontaktas för prisuppgifter.

## 6.6 Utdata

Enligt tidigare beskriven arbetsgång och modulförklaring så levereras utdata i flera olika steg för att kunna arbeta vidare i verktyget. Mottagarna är flera olika med olika fokus. Torkteknikern har behov av att veta vilka maskiner som behövs, arbetsplatsen behöver veta vilken torkmiljö som ska hållas för att kunna reagera tidigt när det inte fungerar, arbetsplatsen behöver även veta effektbehov för att installera tillräcklig kapacitet i energisystemet. Sist och viktigast är redovisning av kostnaderna för de tre olika torkstrategierna så att optimeringen kan göras bättre än tidigare.

Utdata har valts med tanke på att ge snabbt bra beslutsunderlag för kostnadsoptimeringen samt för att ge bra riktlinjer till produktionen för att säkra torkmiljön. Författaren har valt att redovisa utdata visuellt i diagramform för att ge en snabbare bättre förståelse för hur alternativen kan se ut.

## 6.7 Kontrollparametrar

De kontroller som valts i studien har valts med följande hänsyn.

- Det ska vara en rimlig tidsåtgång för att utföra kontrollerna
- Kontrollerna ska ge tidiga indikationer på om systemet inte fungerar så att justeringar kan genomföras
- Kontrollerna ska vara så enkla att utföra och förstå att arbetsplatserna själva kan hämta in beslutsunderlag utan inblandning av specialister.
- Eventuella instrument ska vara billiga i inköp för att arbetsplatserna ska kunna införskaffa dem.

Valet av kontroller baserar sig på resultat i studien enligt Avsnitt 5.2.1, tidigare utvecklingsprojekt samt egna erfarenheter som mättekniker.

## 6.8 Faser

För att hantera klimatskalets utveckling över tid utan att få för stora indata mängder har produktionen delats in i tre faser där alla byggnadsdelar byter fas samtidigt. Hur byggnadsdelar är uppbyggda i en specifik fas är helt fritt i verktyget.

## 6.9 Alternativ

För att kunna bedöma olika utfall beroende på angreppssätt finns det ett antal alternativ som hanteras i verktyget.

Tre stycken olika produktionstidplaner kan användas för att se hur olika tider i produktionen påverkar, dels för att testa olika fasskiften och dels för att kunna se vad som händer vid produktion under olika årstider.

Maskinparken kan justeras separat för de olika tidplanerna och de olika faserna vilket gör att nio olika maskinparker kan hanteras i verktyget samtidigt.

Verktyget kan även hantera tre olika vädersituationer när det gäller ånghalt och temperatur utomhus för att kunna se vad ”tur eller otur” med vädret har för betydelse.

## 7 RESULTAT

I detta kapitel redovisas resultat från användande av verktyget. Även resultat från fältmätningar i torkmiljö redovisas.

### 7.1 Verktygsresultat typfall

Verktyget har provkörts på tre olika typfall, en villa, ett flervånings bostadshus och ett köpcentra. Inom varje typfall har torkklimat, vindanblåsning och tidplan varierats för att titta på hur det slår i beräkningarna. Mängden indata till varje typfall är omfattande. För den intresserade bifogas all indata som digital bilaga till rapporten. Data kan erhållas via kontakt med författaren alternativt laddas ned från Avd Byggnadsmaterials hemsida, [www.byggnadsmaterial.lth.se](http://www.byggnadsmaterial.lth.se).

#### 7.1.1 Generella förutsättningar

Byggnaderna placeras i Malmö. Tidplanerna i alternativen placeras så att byggnaderna byggs höst-vinter, vinter-vår samt vår-sommar. Värmen inomhus varierar med faserna, 15°C för fas ett, 18°C för fas två, 21°C för fas 3.

##### Villa 1 plan

En villa är vald för att visa typiska resultat från en liten byggnad. Konstruktionen som valts är:

- Platta på mark
- Träregelstomme
- Vindsbjälklag med träbalkar och lösull

##### Flervånings bostadshus

Ett flervånings bostadshus är valt för att visa på resultat när ett hus börjar bli högt och faserna blir längre än för villaalternativet. Konstruktionen som valts är:

- Platta på mark
- Betongstomme med isolerad betongutfackningsväggar
- Betongbjälklag
- Betongbjälklag mot vind med papp på isoleringsmattor

##### Köpcentra

Ett köpcentra är valt för att visa på skillnader när klimatskalet är lite i förhållande till byggvolymen. Konstruktionen som valts är:

- Platta på mark
- Stålstomme med plåt/ isolering/ plåt -element
- TRP-tak med ovanpåliggande isolering

### 7.2 Beräkningsresultat generellt

I verktyget kan olika faktorer varieras enkelt. Detta har testats vid val av parametrar vilket har gett resultat utöver vad verktyget presenterar i sin grundpresentation. Alla testade parametervariationer redovisas dock inte eftersom mängden dokumentation blir ohanterligt stor.

Tabell 7-1 Exempel på beräkningsresultat från typfall Villa.

Kostnader	startkostnad	drift	driftel	värme	avetablering	acc kostnad	kr/m2	kr/m3		Risk 1v
Alt 1 tur	10 000	64 420	8 435	41 069	5 000	128 924	895	332	(kr)	21 731 (kr)
Alt 1 normal	10 000	64 420	8 435	57 170	5 000	145 025	1 007	373	(kr)	21 731 (kr)
Alt 1 otur	10 000	64 420	8 435	78 363	5 000	166 217	1 154	428	(kr)	21 731 (kr)
Alt 2 tur	10 000	75 520	8 461	66 604	5 000	165 586	1 150	426	(kr)	21 731 (kr)
Alt 2 normal	10 000	75 520	8 461	88 738	5 000	187 719	1 304	483	(kr)	21 731 (kr)
Alt 2 otur	10 000	75 520	8 461	112 504	5 000	211 485	1 469	544	(kr)	21 731 (kr)
Alt 3 tur	10 000	75 520	12 989	66 604	5 000	170 113	1 181	438	(kr)	21 731 (kr)
Alt 3 normal	10 000	75 520	12 989	88 738	5 000	192 247	1 335	494	(kr)	21 731 (kr)
Alt 3 otur	10 000	75 520	12 989	112 504	5 000	216 013	1 500	556	(kr)	21 731 (kr)
						175 925	1 222	452		

Olika lufthastigheter och inomhustemperaturer bör testas för att se hur rimlig energianvändningen blir. I många beräkningar i tidiga skeden blir energianvändningen orimligt hög vilket troligtvis innebär att eftersträvat torkklimat inte nås med normal maskinpark. Då förlängs torktiderna istället.

I beräkningsfallen blir kostnader för maskiner, drift, kontroller och energisystem ofta större än kostnaderna för använd energi.

Risikkostnaderna för en veckas försening är en stor andel av totala byggtorkningskostnaden. Alltså finns det ekonomisk marginal att forcera torkningar om byggtorkningen ligger på kritiska linjen i produktionstidplanen.

## 7.3 Beräkningsresultat typfall

I följande avsnitt redovisas jämförande resultat mellan typfallen.

Utdata från verktyget är omfattande. För komplett utdata hänvisas till den digitala dokumentationen.

### 7.3.1 Luftbalans

Luftomsättningen i tidiga lägen är mångdubbelt större än när huset blivit tätt. Eftersom verktyget bara räknar infiltration genom springor om inga fläktar eller håll sätts in aktivt kan luftomsättningen i sena faser bli mycket liten.

Tabell 7-2 Luftomsättningar per timme i olika faser för de tre typfallen.

Oms/h	Fas 1	Fas 2	Fas 3
Villa	21,4	0,4	0,3
Flervåningshus	7,9	3,0	0,1
Köpcentra	7,8	0,2	0,2

### 7.3.2 Energibalans

Att fullt ut kompensera för energiförluster i tidiga faser med dålig lufttätethet och isolering ger orimliga energieffekter vid kall väderlek.

Tabell 7-3 Typhusens maximala energibehov per m<sup>2</sup> (inträffar i februari) i de olika faserna.

Max W/m <sup>2</sup>	Fas 1	Fas 2	Fas 3
Villa	640	162	12
Flervåningshus	140	76	7
Köpcentra	169	12	13

### 7.3.3 Fuktbalans

Två parametrar motverkar varandra vid beräkning av RF i torkmiljön. När torktemperaturen höjs i torkningens senare skeden sjunker RF men samtidigt minskar ventilationen vilket ökar fukttillskottet och därigenom RF. Stora skillnader kan ses i beräkningarna mellan olika typfall

Tabell 7-4 Typhusens maximala RF i luft inomhus (inträffar i augusti) i de olika faserna.

Max RF	Fas 1	Fas 2	Fas 3
Villa	80	78	70
Flervåningshus	80	68	92
Köpcentra	80	69	59

### 7.3.4 Kostnader

I många beräkningsfall blir torkkostnaderna orimliga. Anledningen är att effekt och energibehovet i Fas1 blir för stort vid stora luftväxlingar. I verkligheten kompenseras inte torksystemet vid dåliga förutsättningar utan inomhustemperaturen kommer istället att vara låg tills huset uppnått tillräcklig färdigställandegrad. Alltså förlängs torktiderna. För att illustrera skillnaden har även en beräkning utan fas ett med samma projektider genomförts.

Tabell 7-5 Typhusens totala byggtorkningskostnader per m<sup>2</sup> beroende på väder.

Torkkostnad	kr/m <sup>2</sup> medel	kr/m <sup>2</sup> max	kr/m <sup>2</sup> min
Villa	1222	1500	895
Flervåningshus	306	481	178
Köpcentra	179	221	128

Tabell 7-6 Typhusens totala byggtorkningskostnader per m<sup>2</sup> beroende på väder utan Fas 1.

Torkkostnad	kr/m <sup>2</sup> medel	kr/m <sup>2</sup> max	kr/m <sup>2</sup> min
Villa	915	1058	814
Flervåningshus	284	416	174
Köpcentra	85	112	68

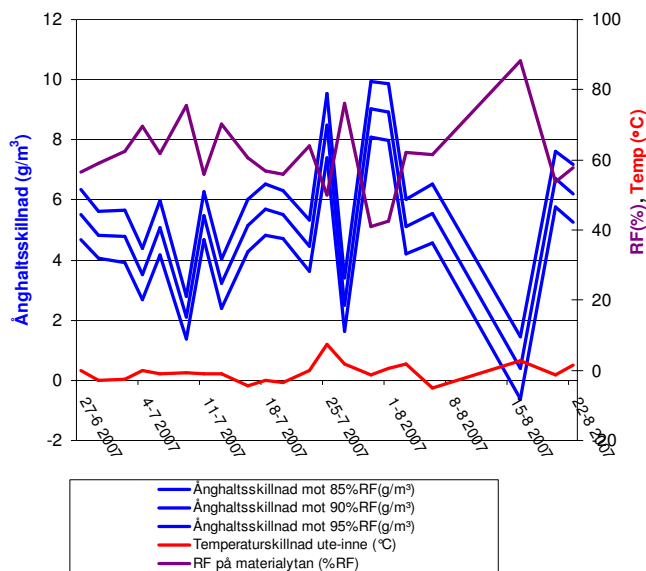
## 7.4 Mätresultat torkmiljö

I ett antal projekt har torkmiljö mätts under tiden som studien pågått. Mätningarna har genomförts av projekten själva med stöd från författaren. Instrumenten har varit av enklaste sort för att hålla ned kostnaden för mätsystemet.

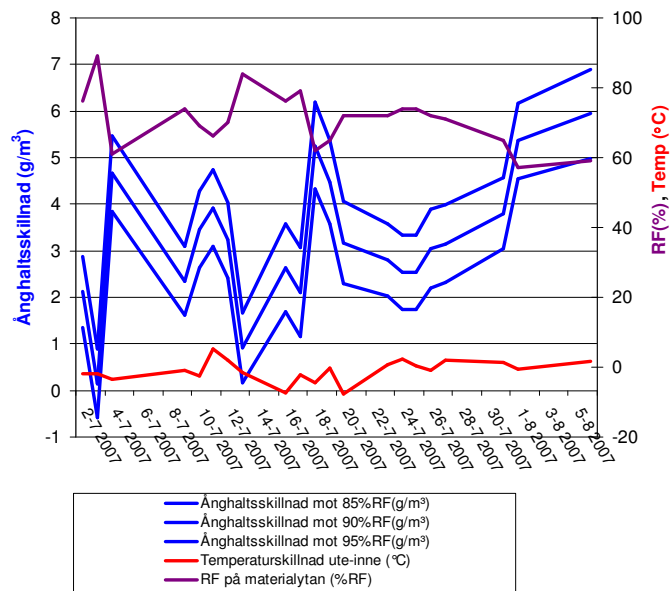
Följande har noterats:

- Sommartid blir det ofta över 60 % RF inomhus.
- Många arbetsplatser är förvånade över hur ”fuktigt” det blir på olika ställen i byggnaden.
- Uppskattningar från arbetsplatsen om hur det torkar verifieras dåligt av mätningen. Exempelvis kan ånghaltsskillnaden mellan material och torkmiljön öka även vid fallande inomhustemperatur om det beror på att det blivit mycket kallare utomhus.

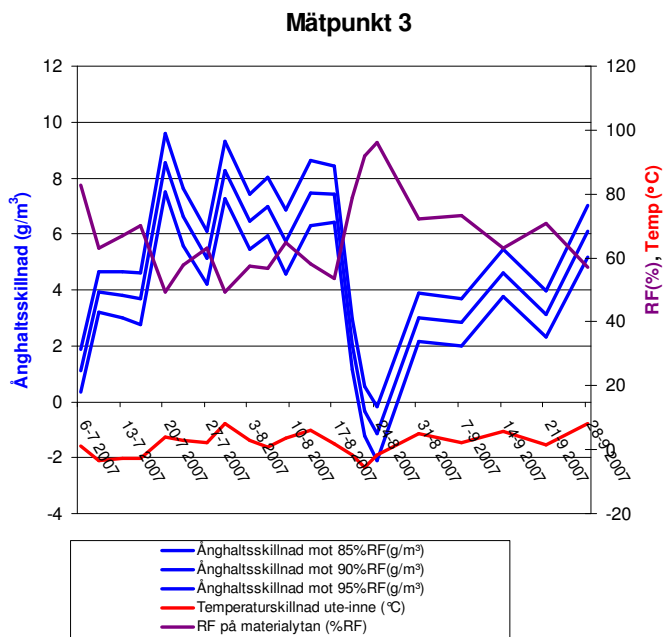
Nedan presenteras korta tidsperioders mätdata från fyra olika projekt som förts in i senaste versionen av rapporteringsverktyget. Resultaten redovisas för att visa på normala utfall och vad som kan upptäckas vid den typen av mätningar som utförts.



Figur 7-1 Mätdata från ett större projekt i Stockholm under sommarhalvåret 2007. Ingen uppvärmning pågår. Mätningarna utfördes av en arbetsledare.

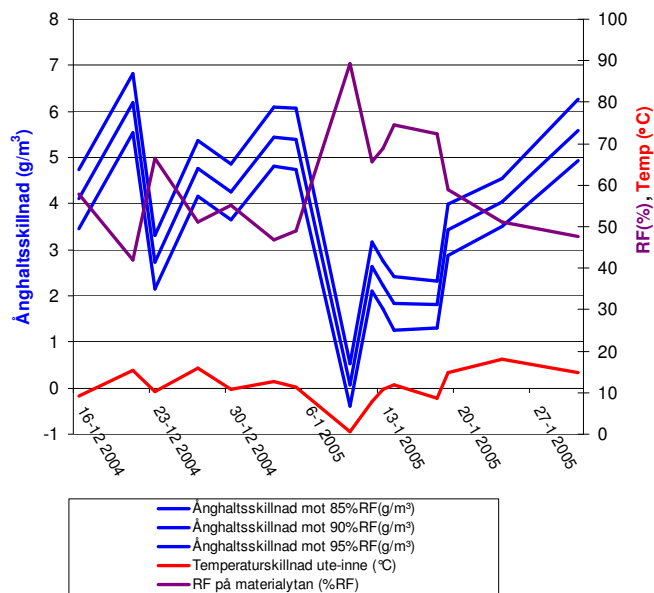


Figur 7-2 Mätdata från ett större projekt i Malmö under sommarhalvåret 2007. Ingen uppvärmning pågår. Mätningarna utfördes av en projektingenjör.



Figur 7-3 Mätdata från ett större projekt i Helsingborg under sommarhalvåret 2007. Ingen uppvärmning pågår. Mätningarna utfördes av en praktikant.





Figur 7-4 Mätdata från ett större projekt i Malmö under vintern 2004. Det kraftiga utfallet mitt på kurvan berodde på sönderblåsta provisorier vid en vinterstorm. Mätningarna utfördes av en arbetsledare.

## 8 DISKUSSION

I följande kapitel diskuteras de resultat som framkommit i studien och som författaren uppfattar som viktiga för att kunna förbättra hanteringen av byggtorkningar.

### 8.1 Systemförståelse

Byggtorkning är ett komplext system med många faktorer som påverkar varandra och där parametrar förändras över tid. För att kunna påverka rätt parametrar med rätt insatser vid rätt tidpunkt krävs en god systemförståelse. Systemförståelsen innefattar även förmågan att bedöma de risker som finns i systemet. För att kunna utföra relevanta totalkostnadsanalyser krävs därför ett angreppssätt som sträcker sig över traditionella disciplinräns. Vem ska då sitta på denna förståelse och se till att det finns mandat och resurser att genomföra systemanalysen? Svaret är inte helt givet. Enligt författarens synsätt finns det i dagsläget ingen disciplin som kan utföra hela analysen utan att komplettera sina kunskaper. Det är kanske inte heller det bästa angreppssättet. Eftersom valen som görs påverkar de flesta discipliner är det kanske bättre att avsätta tid i ett projekteringsmöte där exempelvis en fuktsakkunnig kan leda diskussionen. Då ska naturligtvis produktionspersonal också finnas på plats så att alla är överens om hur system och provisorier ska byggas upp och drivas i produktionen.

### 8.2 Indatahantering

Verktygets indatahantering är omfattande. I dagsläget är det inte tidsmässigt eller kostnadsmässigt rimligt att göra en helt ny bedömning för varje nytt projekt. Istället bör grundfiler byggas upp med standardprojekt så att bara det som är specifikt för projektet behöver föras in. Exempelvis kan uttorkningsdiagram tas fram för material i olika torkmiljöer för att slippa göra avancerade uttag ur programvarorna varje gång en fuktbelastning ska sättas in.

### 8.3 Materialdata för uttorkning i material

Uttorkningsegenskaper för material är inte välkända generellt vilket gör det svårt att räkna på uttorkningstider. Dessutom finns begränsningar i tillgängliga beräkningsverktyg och materialdata både vad gäller drivkrafter och materialegenskaper som inte alltid är tydligt redovisade. Resultatet blir att det är lätt att räkna fel. Denna fråga har diskuterats så länge författaren har hört talas om materialforskning och säkert långt innan dess också. Förklaringen är delvis att det är dyrt med kompletta mätningar samt att material förändras vid utveckling. En annan förklaring är att materialdata mäts fram lokalt utan att den får spridning vilket gör att många betalar för att ta fram identisk information. En personlig reflektion är att många materialleverantörer faktiskt inte vet hur deras material används i olika materialkombinationer och driftsituationer och vet därför inte heller vilka egenskaper som är viktiga för uttorkningen.

## 8.4 Luftbalans

Som sagts tidigare har luftomsättningen en mycket stor inverkan på den torkmiljö som kan uppnås i ett projekt. Dock är hela förfarandet kring hur tryckbilder och infiltration normalt beräknas extremt förenklat. Eftersom vindtrycket på en fasad beror på vindhastigheten i kvadrat bör exempelvis vindstötarna vara intressantare än medelvind när det gäller bedömning av infiltration. Hur en inklädd ställning skyddar mot infiltration är inte heller utrett men borde ge ett mycket positivt bidrag vid otäta klimatskal eftersom anblåsningen minskar. Turbulens vid ytterhörn av byggnader kan ge betydligt större tryckskillnader än vinden generellt vilket gör att kortslutning av luftströmmar i hörnrum kan ge större luftväxlingar än för byggnaden som helhet. Vid stora luftläckage kommer skorstensverkan att ge insug av kallluft i nedre delen av byggnaden. Av denna anledning samt att det finns värmeförluster mot marken blir energibehovet på bottenvåningen större än längre upp i huset. Att lita på att skorstensverkan för värme upp genom byggnaden fungerar bara om infiltrationen per våning är ganska liten, annars byts för mycket luft ut mot utomhusluft på vägen upp. Vid högre hus kan det därför vara nödvändigt att tillföra värme på varje våning för att kompensera för detta utbyte.

## 8.5 Energibalans

Vindhastighet och infiltrationshåll i klimatskärmen slår hårt i beräkningarna, speciellt i fas ett när det finns många hål i klimatskärmen. Det innebär stora energianvändningar och omfattande maskinpark att hålla hög torktemperatur vid dessa situationer. Hur dessa parametrar hanteras är avgörande för energibehovet, maskinparken och därigenom kostnaden.

Val av torktemperaturer slår hårt i beräkningen. I många fall blir energianvändningen orimligt hög vid stora temperaturdifferenser, stora luftläckage och oisolerade väggar. Eftersom torksystem i praktiken ofta körs igång i dessa lägen fast med mindre installerade effekter än vad beräkningar ger är det troligt att förväntade torktemperaturer inte nås i början av en torkning. Detta verifieras med de fältmätningar som genomförts i studien. I verktyget går det att bakspåra vilken inomhustemperatur det blir med insatt effekt om mindre effekter eftersträvas.

## 8.6 Fuktbalans

Fuktavgivning till torkmiljön är inte intressant att titta på förrän luftomsättningarna blir låga. I tidiga skeden kommer fuktillskotten normalt att bli låga även vid stor fuktproduktion.

Det omvända gäller vid sena skeden där även relativt liten fuktproduktion kan ge stora fuktillskott. Därför bör det vara bra att följa torkmiljön eftersom ventilationen enkelt kan förbättras i byggnaden genom att öppna några hål i klimatskärmen.

Vid stor fuktproduktion vintertid kan det även vara viktigt att se till att det råder undertryck inomhus så att inte kalla känsliga konstruktionsdelar kan nås av varm

fuktig luft. Största risken för detta finns vid skorstensverkan i höga hus i kombination med känsliga underlagstak. För att inte skapa onödigt stora energiförluster uppnås tryckförhållandet troligtvis bäst genom att ventilera vinden mekaniskt med tilluft för att skapa ett mottryck. Annars riskeras stora undertryck i bottenvåningen som kan suga in kall luft.

## **8.7 Kostnader**

Kostnadsbilden i byggtorkningar är komplex och styrs av variationen på ingående parametrar. Riskexponeringen innebär bedömningar där det inte är så enkelt att inse fulla konsekvensen av en misslyckad byggtorkning. Beräkningar i den här studien visar till stora delar på större kostnader för torkmiljön än vad som normalt brukar anges av specialfirmor. Anledningen bedöms främst bero på att verktyget håller torktemperaturen uppe oavsett belastning vilket genererar stora maskinbehov och stora energibehov. Ett mer normalt förfarande idag är att installera torkeffekt enligt enklare tumregler och sen blir det lite den torkmiljö det blir tills klimatskalet utvecklats tillräckligt. Då förlängs torktiderna vilket ökar totalkostnaden för torkningen och ofta pressar fram fördyrande forceringar när torktiden tar slut.

## **8.8 Kontroller**

Utan kontroller har byggtorkningen små förutsättningar att lyckas på ett bra sätt. Det finns helt enkelt för många sätt att göra fel på för att blint tro på att allt fungerar utan att verifiera det. Författaren är övertygad om att angreppssättet för byggtorkningar hade sett annorlunda ut om torkmiljön hade spårats och byggtorkningskostnaderna hade följts upp mer kontinuerligt.

I de projekt där mätning av torkmiljö har skett upplever författaren att diskussion kring och förståelsen för torksystem förbättras kontinuerligt genom processen.



## 9 SLUTSATSER

Det går att jämföra olika strategier ekonomiskt inom byggtorkning och det pekar mot att:

- Normala variationer i väderdata ger stora variationer i torkkostnaden.
- När på året fas ett inträffar samt hur lång fas ett är har störst inverkan på totala byggtorkningskostnaden.

Följande slutsatser har kunnat dras om torksystem:

- Kontroller av torkmiljön är en förutsättning för att kunna lyckas på ett bra sätt.
- Tumregler för energieffekt per m<sup>2</sup> byggnad som används idag är inte relevanta. Effektbehovet behöver beräknas och varierar kraftigt över tid beroende bland annat på klimatskalets färdigställandegrad.
- Stor infiltration av luft i klimatskalet gör det svårt att uppnå en bra torkmiljö tidigt (om det ens är möjligt). I tidiga lägen är energiförlusterna via infiltration genom klimatskalet den största energiförlusten och effektbehovet är mångdubbelt större än vad som normalt installeras som provisoriska system. Torkmiljön är i detta läge känslig för anblåsning. Vid stora infiltrationsmöjligheter i projekt kommer vindskyddande WPS att förbättra möjligheten att skapa bra torkmiljöer.
- Vid stor luftomsättning i byggnaden är det svårt att förbättra torkmiljön via avfuktning.
- Isolerförmågan i klimatskalet kan i tidiga lägen bestå av stillastående luftlager kring dukar eller skivor vilket påverkas negativt av både fläktar och anblåsning.



## 10 REKOMMENDATIONER

Följande rekommendationer lämnas för byggtorkningar:

- Räkna på torksituationen. Tumregler på energieffekter fungerar dåligt. Bestäm byggtorkningsstrategier i slutet av projekteringsfasen så att provisoriska energisystem blir rätt dimensionerade. Bedöm hur eventuella forceringar påverkar energibehov och kostnader.
- Använd permanenta energidistributionssystem så långt som möjligt för byggtorkningen för att minimera provisorier och kostnader för återställande.
- Robusta byggsystem är ofta kostnadseffektiva. Gör alternativkalkyler.
- Ska det skapas ett torkklimat måste tät byggnad även innefatta lufttäthet om inte materialen direktvärms. Alternativt bör den otäta fasen minimeras i tid eller planeras in så att den sker sommartid när uppvärmningsbehovet är litet.
- Lämna inte öppna luftspringor i klimatskalet i en torkmiljö. Stäng schakt och täta genomföringar. Provisoriska tätningar behöver även vara lufttäta.
- Planera och genomför kontrollprogram för byggtorkning. Kontroll av torkmiljön är nödvändig för att få en kostnadseffektiv byggtorkning. Förutsättningar på plats kommer att påverka vilket kräver justeringar av utrustning och provisorier.
- Följ upp verkliga kostnader och återför kunskaperna till nästa kalkyl.





## 11 FORTSATT ARBETE

### 11.1 Implementering av arbetsätt

”En bra ide är ingen bra ide om den inte genomförs”. Nu finns kunskapen tillgänglig men hittills har potentialen bara utnyttjats delvis i ett fåtal projekt.

Utbildning för tekniker och konsulter som ska hantera optimeringsverktyget behövs för att få upp kunskapsnivån om byggtorkning generellt samt om torksystem specifikt. Utbildning behövs även för fuktsäkerhetsansvariga på arbetsplatser om hur torkmiljöer drivs och kontrolleras effektivt. För att få byggherrar att förstå vikten av arbeta på det här sättet behöver informationsmaterial tas fram.

### 11.2 Utveckling av optimeringsverktyget

Under framtagandet av optimeringsverktyget har ett antal förenklingar och angreppssätt beslutats. Vid användandet av verktyget och i takt med en ökad förståelse för olika parametrars påverkan i torksystem har även ett antal förbättringsmöjligheter identifierats. Nedan följer de som författaren bedömer som intressantast att vidareutveckla. Detta förutsätter förutom tid och finansiering troligtvis att plattformen för verktygsutvecklingen behöver ändras till en flexiblare utvecklingsmiljö som exempelvis i mjukvaran Ham-Tools.

- Möjlighet till full separering av materialval för de olika alternativen i verktyget. Idag kan optimeringsverktyget bara hantera olika tidsaxlar för olika alternativ vilket gör att jämförelser mellan olika uppbyggnader av klimatskal får utföras i två separata beräkningar.
- Beräkningsansats via konstant energieffekt istället för konstant torkmiljö. De flesta beräkningsmodeller bygger på materialtester där torkmiljön varit konstant i laboratoriemiljöer. Samma fina konstanta torkmiljö kan sättas i exempelvis TorcaS 2.0 men är inte särskilt relevant i verkligheten. Beräkningarna i optimeringsverktyget visar att normalt installerade effektmängder i torksystem inte kan upprätthålla särskilt stora temperaturskillnader mot utemiljön förrän långt in i byggprocessen när byggnaden blivit relativt lufttät. Därför skulle det vara intressant att vända på beräkningen och utgå ifrån vilka torkmiljöer som uppnås med den maskinpark som installeras för att få bättre ingångsdata till materialtorkningsprogrammen. Data kan redan idag hämtas ur optimeringsverktyget med handpåläggning men båda angreppssätten bör finnas lättillgängligt i ett färdigt verktyg.
- Resultatverifiering av utförda optimeringar via kontroller. Optimeringsverktyget behöver valideras ordentligt mot utförda mätningar i verkliga byggtorkningssituationer.
- Vidareutveckling av ventilationsmodulen. Förenklingarna som gjorts på grund av tidsbrist i denna modul är omfattande. Hur spaltläckagen beter sig bör utredas vidare, hur luftrörelser mellan våningar påverkar bör utredas, hänsyn till temperaturskillnad i höjddled i byggnaden bör ingå i verktyget, fler formparametrar för vind uppdelat på mindre ytor samt möjlighet till olika vindriktningar bör ingå.

- Utveckla modul för solinstrålning. Bedömning av solinstrålning bör finnas i optimeringsverktyget för bedömningar av sommarfall för att inte riskera att installera för stor maskinpark samt för att kunna bedöma torkmiljön i tältade projekt.
- Integrering av uttorkningsdata för material. I dagsläget bedöms torktider och fuktavgivning i helt separata programvaror. Detta bör ingå i optimeringsverktyget för att kunna uppdatera automatiskt vid ändrade förutsättningar i torkmiljön.

### **11.3 Provisoriska tätningar**

Studien har visat att lufttäthet tidigt är avgörande för torksystemets möjligheter att generera bra torkmiljö med rimliga energiinsatser. Studien har också visat att de provisorier som ofta används tidigt inte är särskilt lufttäta. Därför hade det varit intressant att undersöka om förbättrade provisorier (exempelvis luftslussar på transporthål) kan vara kostnadseffektivt.

## 12 REFERENSER

### 12.1 Litteratur

1. Almqvist S & Lindvall A. Effektiv byggtorkning, Teori, praktisk tillämpning och rekommendationer för metodval (9702), Byggmästarföreningen Väst, 1997
2. Anderberg A. Studies of moisture and alkalinity i self levelling Flooring compounds TVBM 1025, LTH-byggnadsmaterial, 2007
3. Axelson K, Larsson B, Sandberg S & Söderlind L. Väderskyddad produktion. Möjligheter och erfarenheter (0404), FoU-Väst, 2004
4. Boverket, BBR 2008:6, Boverket, 2008a
5. Boverket, ByggaBo-dialogen utbildningsmaterial kategori 1-3, Boverket, 2008b
6. Boverket, Fel och brister i nya bostäder. Vad kostar det egentligen? Boverket, 2007a
7. Boverket, God bebyggd miljö-Fördjupad utvärdering av miljömålsarbetet. Boverket, 2007b
8. Boverket, Snö och vindlast, BSV 97, Boverket, 1998
9. Brag E & Snarberg A. Trä som byggmaterial ur fuktsynpunkt (examensarbete), Växjö Universitet, 2002
10. Brander P. SBUF 11186 Fukt i håldäcksbjälklag risker och kontrollmetoder, SBUF, 2003
11. Byggutbildarna, Bygg och kontrollteknik för småhus, Byggutbildarna, 2007
12. Esping B, Brander P & Sahlin J-G. Manual Fukt i trä – för byggindustrin, SBUF, 2005
13. Grantén J. SBUF 11427 Fuktsäkerhet vid avjämning, SBUF, 2004
14. Grantén J. SBUF 11680 Fuktsäker golvavjämning, SBUF, 2007
15. Grantén J. SBUF 11791 Fuktmätning i avjämningsmassor, SBUF, 2008
16. Hansson T. Att bygga torrt, Byggförlaget, 1989
17. Harderup E. Klimatdata för fuktberäkningar, Fuktcentrum, [www.fuktcentrum.lth.se](http://www.fuktcentrum.lth.se), 1999
18. Harderup L-E. Metoder för riskanalys, Byggforskningsrådet (T13:2000), 2000
19. Harderup L-E. Platta på mark, Byggforskningsrådet (T17:1993), 1993
20. Hedenblad G. Materialdata för fukttransportberäkningar. Byggforskningsrådet (T19:1996), 1996
21. Hedenblad G. UTTORKNING AV BYGGFUKT I BETONG - torktider och fuktmätning, Byggforskningsrådet (T12:1995), 1995
22. Höjer T & Rosengren M, Kontroll av Torkmiljö- Hur man på byggarbetsplatsen ska kunna övervaka sin torkmiljö, LTH Ingenjörshögskolan vid Campus Helsingborg, 2007
23. Johansson N. Uttorkning av betong - Inverkan av cementtyp, betongkvalitet och omgivande fuktförhållanden (TVBM-3124), LTH-byggnadsmaterial, 2005
24. Johansson P. Kritiskt fuktillstånd för mikrobiell tillväxt på byggmaterial - kunskapssammanfattning (SP2005:11), SP, 2005
25. Johansson P. Mikroorganismer i byggnader. En kunskapsöversikt(SP2006:22), SP, 2006

26. Johansson P. Mögel på nytt och begagnat byggnadsvirke (SP2003:17), SP, 2003
27. Land C-J & Must A. SBUF 11019 Mikroorganismer, luftburna mögelsvampar och mykotoxiner i svenska problemhus – anpassning till byggprocessen, SBUF, FORMAS, 2004
28. Larsson B, Sandberg, P.I, Sikander E & Wahlgren P. Lufttäthetsfrågorna i byggprocessen -Ett B. Tekniska konsekvenser och lönsamhetskalkyler, SP Rapport 2007:23, SP, 2007
29. Larsson B & Söderlin L. Väderskyddad produktion. Framtidens byggande (0604), FoU-Väst, 2006
30. Lilliesköld M & Lindahl J. Uttorkning på byggarbetsplatsen- klimat och uttorkningsprocesser Examensarbete 327, KTH-bygghvetenskap, 2003
31. Martinell H. Snöskydd för luftspalter och ventilerade vindsutrymmen examensarbete 351, KTH-bygghvetenskap, 2005
32. Modig S et.al. SOU 2002:115 Skärpning gubbar! Om konkurrensen, kvaliteten, kostnaderna och kompetensen i byggsektorn, Regeringen, 2002
33. Nevander L-E & Elmarsson B. Fukthandboken, Svensk Byggtjänst, 1994
34. Nilsson I & Samuelsson I. Missfärgande mikroorganismer på råspont (SP2006:43), SP, 2006
35. Nilsson L.O. Uttorkningstider för avjämningsmassor för TM-progress TVBM-7192, LTH-Byggnadsmaterial, 2007
36. Nilsson L-O, Ericsson U & Rising C. Byggtorkning TVBM-3007, LTH-Byggnadsmaterial, 1983
37. Nilsson L-O & Johansson P. Vatteninsugning i betong (TVBM-3134). LTH-Byggnadsmaterial, 2007
38. Nilsson L-O, Sjöberg A & Togerö Å. Fuktmätning i byggnader. FORMAS, 2006
39. Sjöberg A & Nilsson L-O, Fuktmätning i betonggolv med golvvärme - Etapp II: Täta golvbeläggningar TVBM-3140, LTH-Byggnadsmaterial , 2008a
40. Sjöberg A & Nilsson L-O, Fuktmätning i betonggolv med golvvärme - Etapp III: Limmade trägolv TVBM-3141, LTH-Byggnadsmaterial, 2008b
41. Nilsson L-O. Byggvägledning 9 Fukt, Svensk Byggtjänst, 2007
42. Nilsson L-O. Fuktproblem vid betonggolv TVBM-3002, LTH-fuktgruppen, 1977
43. Nilsson L-O. Fuktpåverkan på Material, Formas, 2006
44. Norling-Mjörnell K, ByggaF-metod för fuktsäker byggprocess, FoU-Väst, 2007
45. Olander L, Beräkningssamband för luft och luftföroreningar (1994:17), Arbetsmiljöstitutet, Ventilationsenheten, 1994
46. Rosenkilde A et.al . Fuktrelaterade deformationer i träbjälklag (SP2006:61), SP-Trätek, 2006
47. Samuelsson I, Wångren B. Fukt och mögelskador i Hammarby Sjöstad (SP2002:15), SP, 2002
48. Sandberg P.I. och Sikander E. Lufttäthetsfrågorna i byggprocessen – Kunskapsinventering, laboratoriemätningar och simuleringar för att kartlägga behov av tekniska lösningar och utbildning, SP, 2004
49. Sintef byggforsk. Vaerbeskyttet bygging med Weather Protection Systems (WPS) 2005-119, Sintef, 2005
50. Sintef. Håndbok 50 Fukt i bygninger, Sintef, 2004

51. Sjöberg A. Direktlimmat trägolv på betongunderlag - Teoretiska beräkningar av fuktbelastning från undergolvet TVBM-3112, LTH-Byggnadsmaterial, 2003
52. Sjöberg A. Fuktmätning med trådlösa sensorer inom byggindustrin. En studie av byggbranschens framtida fuktmättningsbehov TVBM-3123, LTH-Byggnadsmaterial, 2004
53. Sjöberg A. Funktionalitet och egenskaper hus fukt och alkalispärrar, Inst. för byggnadsmaterial, Chalmers. 2001
54. Sjöberg A. Trådlösa fuktsensorer inom byggindustrin - en fältstudie av två trådlösa system för fukt- och temperaturmätning TVBM-3139, LTH-Byggnadsmaterial, 2007
55. Sveriges byggindustrier. RBK-manual fuktmätning i betong. Sveriges byggindustrier, 2005
56. VVS-företagen. Säker vatteninstallation-projekteringhandledning, Branschregler säker vatteninstallation, 2008
57. Åhs M. Moisture redistribution in screeded concrete slabs TVBM-3136, LTH-byggnadsmaterial, 2007

## 12.2 Internet

[http://apps1.eere.energy.gov/buildings/tools\\_directory/alpha\\_list.cfm](http://apps1.eere.energy.gov/buildings/tools_directory/alpha_list.cfm)  
[www.bkr.se](http://www.bkr.se)  
[www.boverket.se](http://www.boverket.se)  
[www.byg-erfa.dk](http://www.byg-erfa.dk)  
[www.byggabodialogen.se](http://www.byggabodialogen.se)  
[www.byggdoktor.com](http://www.byggdoktor.com)  
[www.fuktcentrum.se](http://www.fuktcentrum.se)  
[www.golvbranschen.se](http://www.golvbranschen.se)  
[www.gvk.se](http://www.gvk.se)  
[www.lim.se](http://www.lim.se)  
[www.maleri.se](http://www.maleri.se)  
[www.munters.se](http://www.munters.se)  
[www.rbk.nu](http://www.rbk.nu)  
[www.sbuf.se](http://www.sbuf.se)  
[www.sintef.no](http://www.sintef.no)  
[www.wufi.de](http://www.wufi.de)  
[www.fastighetsagarna.se](http://www.fastighetsagarna.se)

## 12.3 Programvaror

Harderup E. Klimatdata för fuktberäkningar, Fuktcentrum, 1999  
 Arfvidsson J, Hedenblad G. TorKaS 2.0. Fuktcentrum. 2002  
 Rodhe M. Datorverktyget KFX03. Inst f Byggnadsmaterial, Chalmers, 2003, tillgängligt via genom [lars-olof.nillson@byggtek.lth.se](mailto:lars-olof.nillson@byggtek.lth.se)  
 Remund J & Kunz S. Meteororm 5.1. Meteotest. 2004  
 Microsoft Corporation. Microsoft Excel 2003SP3. Microsoft Corporation. 2003  
 Fraunhofer institut bauphysik. Wufi Pro ver 4.1 IBP. Fraunhofer institut bauphysik.



# BILAGA A OPTIMERINGSVERKTYGET

## BESKRIVNING

Optimeringsverktyget är utformat för att kunna bedöma och jämföra kostnader för olika torkstrategier. Modellen är upplagd i ett Exceldokument med ett antal flikar. På varje flik finns det i varierande antal indataceller, beräkningsceller, informationsceller och redovisningsceller. Blåa celler är celler där du som användare ger indata, gula rutor räknas automatiskt av programmet via formler i cellen alternativt redovisar de data från andra celler, vita celler innehåller informationstext, röda trianglar innehåller kommentarer till vad cellen används till samt vilken typ av data som ska föras in. I detta avsnitt beskrivs hur flikarna ser ut samt vad författaren har tänkt sig att fliken ska utföra. För detaljerad beskrivning av vad verktyget gör i cellerna hänvisas till de infogade kommentarer som finns i verktyget på vissa celler samt de aktuella formlerna i beräkningscellerna.

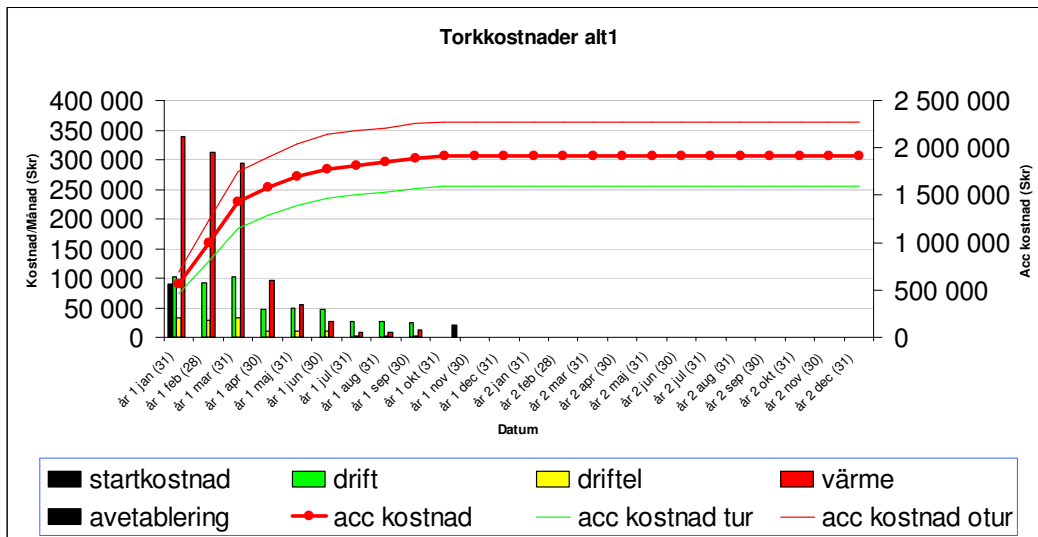
### A.1 Flik 1. Resultat

På fliken 1.Resultat sammanställs alla beräkningar och bedömningar för att ge ett relevant optimeringsunderlag. De tre olika alternativen redovisas parallellt. Redovisningen innehåller totalsummor och delsummor för att kunna se totalkostnader samt var det kan vara värt att försöka göra insatser. Resultatet redovisas både i tabell och diagramform för att få en snabbare inläsning av och större förståelse för beslutsunderlaget. Förutom kostnader redovisas förväntad torkmiljö och förväntade effektbehov. Dels som en extra kontroll att torkmiljön inte blir för dålig men även för att se vilka insatser som krävs energimässigt.

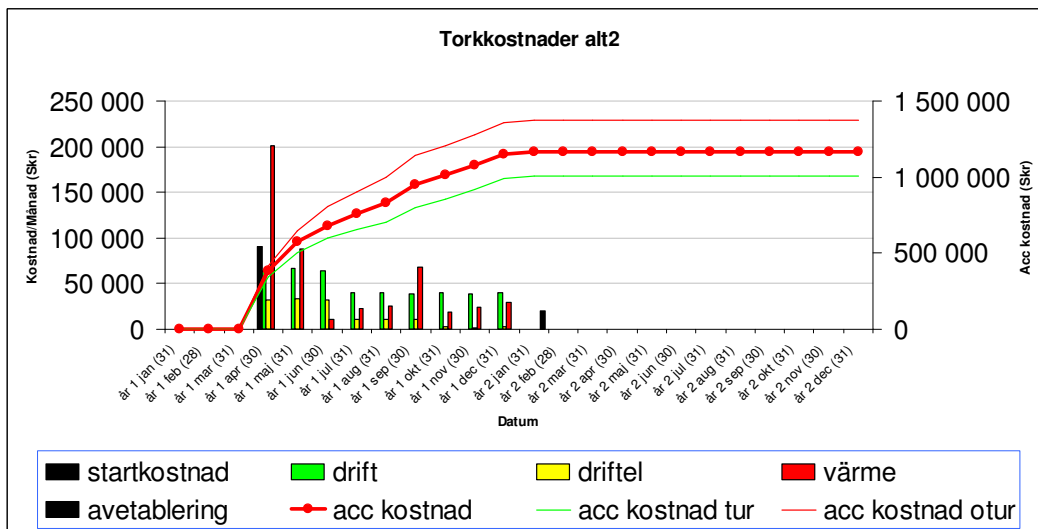
1. Resultat										
Kostnader	startkostnad	drift	driftel	värme	avetablering	acc kostnad	kr/m2	kr/m3		Risk 1v
Alt 1 tur	90 000	500 730	63 373	864 447	20 000	1 538 550	334	111	(kr)	284 423 (kr)
Alt 1 normal	90 000	500 730	63 373	1 181 891	20 000	1 855 994	403	134	(kr)	284 423 (kr)
Alt 1 otur	90 000	500 730	63 373	1 541 203	20 000	2 215 306	481	160	(kr)	284 423 (kr)
Alt 2 tur	90 000	347 680	63 967	297 031	20 000	818 678	178	59	(kr)	284 423 (kr)
Alt 2 normal	90 000	347 680	63 967	458 354	20 000	980 001	213	71	(kr)	284 423 (kr)
Alt 2 otur	90 000	347 680	63 967	659 392	20 000	1 181 039	256	85	(kr)	284 423 (kr)
Alt 3 tur	90 000	379 000	82 368	586 620	20 000	1 157 988	251	84	(kr)	284 423 (kr)
Alt 3 normal	90 000	379 000	82 368	763 806	20 000	1 335 174	290	97	(kr)	284 423 (kr)
Alt 3 otur	90 000	379 000	82 368	1 040 162	20 000	1 611 530	350	117	(kr)	284 423 (kr)
						1 410 473	306	102		

Figur 12-1 Redovisning i tabellform för delkostnader och totalkostnader för alla alternativ inklusive tur och otur med vädret.

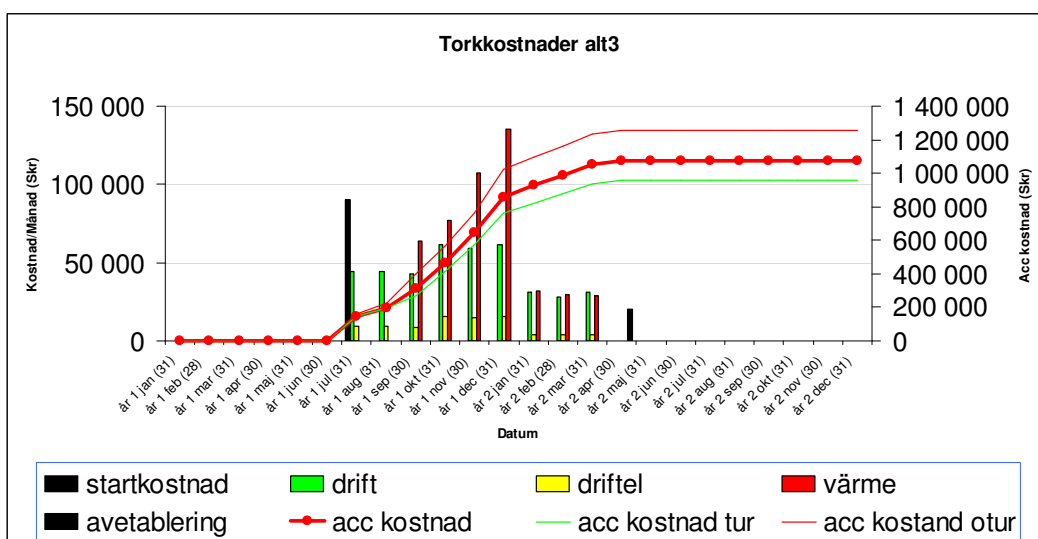




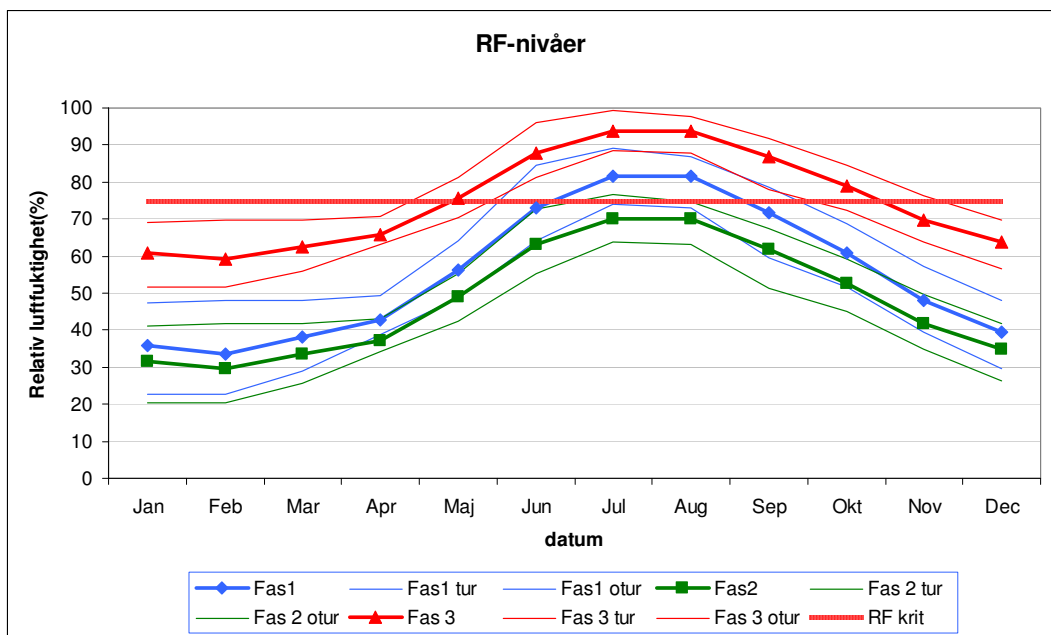
Figur 12-2 Redovisning av delkostnader och totalkostnad över tid för alternativ 1.



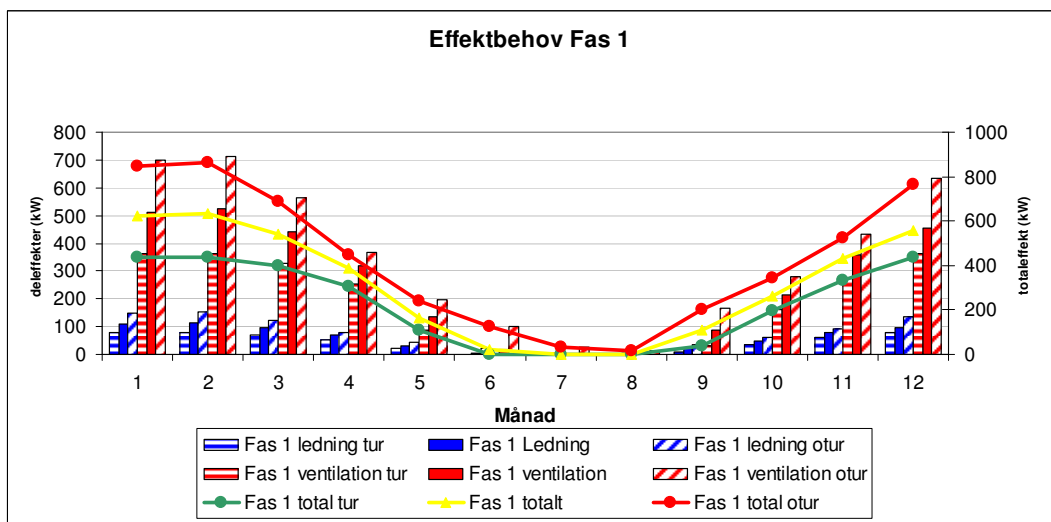
Figur 12-3 Redovisning av delkostnader och totalkostnad över tid för alternativ 2.



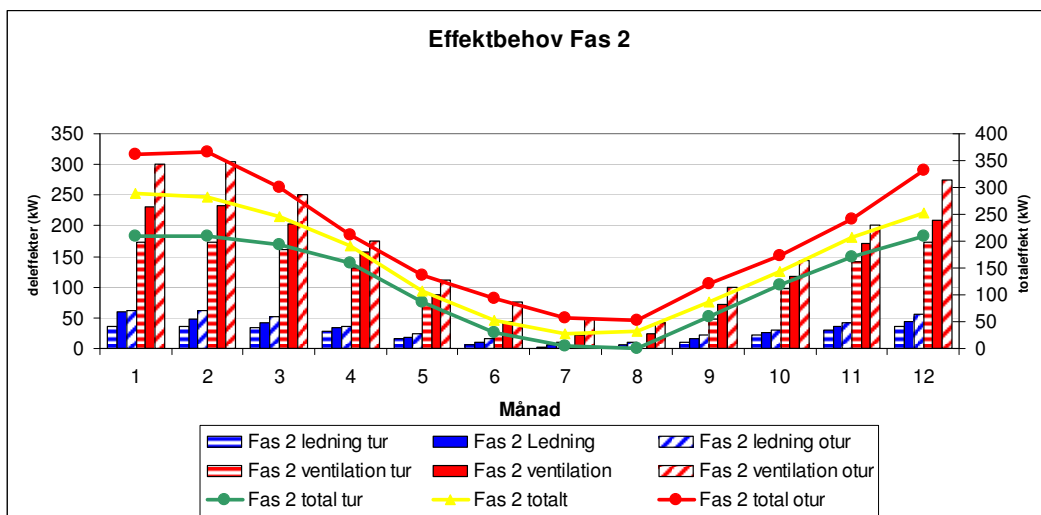
Figur 12-4 Redovisning av delkostnader och totalkostnad över tid för alternativ 3.



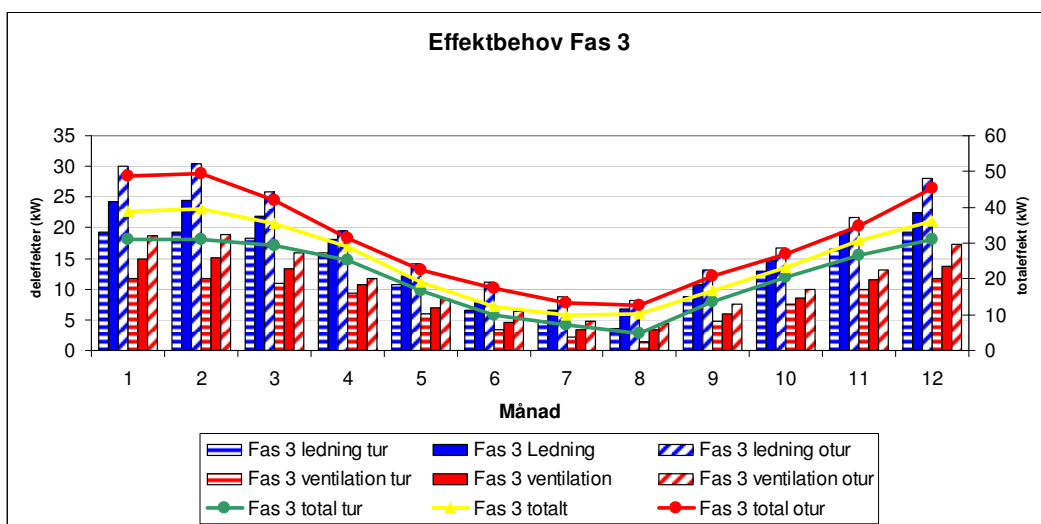
Figur 12-5 Redovisning av förväntade fuktnivåer i luften i torkmiljön för alla faser över en hel årscykel.



Figur 12-6 Redovisning av förväntade energieffektbehov i torkmiljön för fas 1 över en hel årscykel.



Figur 12-7 Redovisning av förväntade energieffektbehov i torkmiljön för fas 2 över en hel årscykel.



Figur 12-8 Redovisning av förväntade energieffektbehov i torkmiljön för fas 3 över en hel årscykel.

## A.2 Flik 2. Ökostn

Fliken övriga kostnader hanterar ett antal indata för kostnader som inte kan räknas fram i optimeringsverktyget. Fliken kräver delvis kvalificerade bedömningar från den som ska skriva in data.

2. Övriga kostnader		Riskkostnader alt2		Riskkostnader alt3	
<b>Riskkostnader alt1</b>		<b>Budget</b>	2500000 (kr)	<b>Budget</b>	2500000 (kr)
Budget	2500000 (kr)	Upparbetade kostnader	60 (%)	Upparbetade kostnader	60 (%)
Upparbetade kostnader	60 (%)	Kalkylränta	5 (%)	Kalkylränta	5 (%)
Kalkylränta	5 (%)	Extrakostnader för etablering	20000 (kr/vecka)	Extrakostnader för etablering	20000 (kr/vecka)
Extrakostnader för etablering	20000 (kr/vecka)	Byte av skadat material	0 (kr)	Byte av skadat material	0 (kr)
Byte av skadat material	0 (kr)	Ev hyresbortfall	0 (kr/vecka)	Ev hyresbortfall	0 (kr/vecka)
Ev hyresbortfall	0 (kr/vecka)	Ev viteskostnad	250000 (kr/vecka)	Ev viteskostnad	250000 (kr/vecka)
Ev viteskostnad	250000 (kr/vecka)				
<b>Energi alt1</b>		<b>Energi alt2</b>		<b>Energi alt3</b>	
Etableringskostnad	40000 (kr)	Etableringskostnad	40000 (kr)	Etableringskostnad	40000 (kr)
Hyra/dag	500 (kr/dygn)	Hyra/dag	500 (kr/dygn)	Hyra/dag	500 (kr/dygn)
Avetableringskostnad	20000 (kr)	Avetableringskostnad	20000 (kr)	Avetableringskostnad	20000 (kr)
energikostnad el	1.1 (kr/kWh)	energikostnad el	1.1 (kr/kWh)	energikostnad el	1.1 (kr/kWh)
energikostnad fjärrvärme	0.6 (kr/kWh)	energikostnad fjärrvärme	0.6 (kr/kWh)	energikostnad fjärrvärme	0.6 (kr/kWh)
energikostnad gas	1.2 (kr/kWh)	energikostnad gas	1.2 (kr/kWh)	energikostnad gas	1.2 (kr/kWh)
energikostnad olja	1.8 (kr/kWh)	energikostnad olja	1.8 (kr/kWh)	energikostnad olja	1.8 (kr/kWh)
energikostnad annat	1 (kr/kWh)	energikostnad annat	1 (kr/kWh)	energikostnad annat	1 (kr/kWh)
<b>Materialkostnader alt1</b>		<b>Materialkostnader alt2</b>		<b>Materialkostnader alt1</b>	
Provisoriska tätningar	50000 (kr)	Provisoriska tätningar	50000 (kr)	Provisoriska tätningar	50000 (kr)
Förbättring av material	0 (kr)	Förbättring av material	0 (kr)	Förbättring av material	0 (kr)
WPS	0 (kr)	WPS	0 (kr)	WPS	0 (kr)
<b>Kontroller alt1</b>		<b>Kontroller alt2</b>		<b>Kontroller alt1</b>	
Mätning av torkmiljö/materialfukt	100 (kr/dag)	Mätning av torkmiljö	100 (kr/dag)	Mätning av torkmiljö	100 (kr/dag)
Fuktronder	100 (kr/dag)	Fuktronder	100 (kr/dag)	Fuktronder	100 (kr/dag)

Figur 12-9 Flik 2. Ökostn

## A.3 Flik 3. Maskinpark

På denna flik förs ett antal data in som beror på vilka maskiner som används i torksystemet. Data på maskinprestanda hämtas från leverantörer. Antalet maskiner kan justeras för olika faser i torkningen samt för de tre olika alternativen. Totalt kan alltså nio olika maskinparken hanteras. Mängden maskiner bedöms mot det energieffektbehov som räknats fram i verktyget. Alltså används den här fliken efter att energibehovet bestämts.

### 3. Maskinpark

Kompletterande eleffekter	Byggel	Bodel	Hissel	Kranel	
Fas 1	50	25	0	10	(kW)
Fas 2	50	50	10	10	(kW)
Fas 3	60	25	10	0	(kW)

Figur 12-10 Kompletterande eleffektbehov används för att kunna bedöma totala eleffektbehovet bättre.

Maskiner alt1										
Maskin	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
Id	Aerotemper	Elvärmefläkt	avfuktare							
Antal fas 1	2	10								
Antal fas 2	0	15								
Antal fas 3	0	8								
Termostatstyrd	ja	ja								
Drifteffekt el	5,00	0,50								
Värmeeffekt el	0,00	4,50								
Värmeeffekt fjärrväme	600,00	0,00								
Värmeeffekt olja	0,00	0,00								
Värmeeffekt gas	0,00	0,00								
Värmeeffekt annat	0,00	0,00								
Servicekostnad/dag	20	0								
Hyreskostnad/dag	1200	30								
<b>Summering alt1</b>	<b>fas1</b>		<b>fas2</b>		<b>fas3</b>					
Drifteffekt el	15		8		4					
värmeffekt el	45	0,04	68	1,00	36	1,00				
Värmeeffekt fjärrväme	1200	0,96	0	0,00	0	0,00				
Värmeeffekt olja	0	0,00	0	0,00	0	0,00				
Värmeeffekt gas	0	0,00	0	0,00	0	0,00				
Värmeeffekt annat	0	0,00	0	0,00	0	0,00				
värmeeffekt W/m2	270		15		8					
summa värmeeffekt	1245		88		36					
Värmeeffektbehov	653		236		14					
Servicekostnad/dag	40		0		0					
Hyreskostnad/dag	2700		450		240					

Figur 12-11 I tabellen Maskiner alternativ 1 sammanställs maskindata för alternativ 1 i fas1,2 och 3

Maskiner alt2										
Maskin	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
Id	Aerotemper	Elvärmefläkt	avfuktare							
Antal fas 1	1	0								
Antal fas 2	0	8								
Antal fas 3	0	8								
Termostatstyrd	ja	ja								
Drifteffekt el	5,00	0,50								
Värmeeffekt el	0,00	4,50								
Värmeeffekt fjärrväme	600,00	0,00								
Värmeeffekt olja	0,00	0,00								
Värmeeffekt gas	0,00	0,00								
Värmeeffekt annat	0,00	0,00								
Servicekostnad/dag	20	0								
Hyreskostnad/dag	1200	30								
<b>Summering alt2</b>	<b>fas1</b>		<b>fas2</b>		<b>fas3</b>					
Drifteffekt el	5		4		4					
värmeffekt el	0	0,00	36	1,00	36	1,00				
Värmeeffekt fjärrväme	600	1,00	0	0,00	0	0,00				
Värmeeffekt olja	0	0,00	0	0,00	0	0,00				
Värmeeffekt gas	0	0,00	0	0,00	0	0,00				
Värmeeffekt annat	0	0,00	0	0,00	0	0,00				
värmeeffekt W/m2	130		8		8					
summa värmeeffekt	600		36		36					
Värmeeffektbehov	396		107		30					
Servicekostnad/dag	20		0		0					
Hyreskostnad/dag	1200		240		240					

Figur 12-12 I tabellen Maskiner alternativ 2 sammanställs maskindata för alternativ 2 i fas 1,2 och 3

Maskiner alt3	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	
Maskin											
Id	Aerotemper	Elvärmeväkt	avfuktare								
Antal fas 1	0	40									(st)
Antal fas 2	0	20									(st)
Antal fas 3	0	8									(st)
Termostatstyrd	ja	ja									
Drifteffekt el	5,00	0,50									(kW)
Värmeeffekt el	0,00	4,50									(kW)
Värmeeffekt fjärrvärme	600,00	0,00									(kW)
Värmeeffekt olja	0,00	0,00									(kW)
Värmeeffekt gas	0,00	0,00									(kW)
Värmeeffekt annat	0,00	0,00									(kW)
Servicekostnad/dag	20	0									(kr)
Hyseskostnad/dag	1200	30									(kr)
<b>Summering alt3</b>	<b>fas1</b>		<b>fas2</b>		<b>fas3</b>						
Drifteffekt el	20		10		4						
värmeffekt el	180	1,00	90	1,00	36	1,00					
Värmeeffekt fjärrvärme	0	0,00	0	0,00	0	0,00					
Värmeeffekt olja	0	0,00	0	0,00	0	0,00					
Värmeeffekt gas	0	0,00	0	0,00	0	0,00					
Värmeeffekt annat	0	0,00	0	0,00	0	0,00					
värmeeffekt W/m2	39		20		8						
summa värmeeffekt	180		90		36						
Värmeeffektbehov	111		322		33						
Servicekostnad/dag	0		0		0						
Hyseskostnad/dag	1200		600		240						

Figur 12-13 I tabellen Maskiner alternativ 3 sammanställs maskindata för alternativ 3 i fas 1,2 och 3

## A.4 Flik 4. Energi fas 1

Flik 4. Energi fas1 är en ren beräkningsflik som sammanställer och räknar på data från diverse olika flikar. Syftet med fliken är att beräkna energianvändningen i fas 1 i torksystemet. En del av värdena som redovisas är inte beräkningar utan redovisas för att få en bättre förståelse för vad som händer på fliken utan att behöva minnas all indata som hämtas från andra ställen. En del av beräkningarna utförs även stegvis för att öka tydligheten i vad som händer med systemet vid förändringar av indata. För en avancerad användare används fliken i kombination med resultatfliken för att få en djupare förståelse för hur torksystemet fungerar.

4. Energi Fas1					Ventilation		kWh/år*m2
klimatekval	Fönster	tak	golv	vägg	Volym m3	13824	597
U-värde fas1	6,0	0,1	0,2	0,2	oms fas1	7,85	
Area	691	576	576	1613			
area/volym	0,3						

Figur 12-14 Energi fas 1 sammanställda beräkningar för övergripande förståelse

Temperatur normal	jan	feb	mars	april	maj	juni	juli	aug	sep	okt	nov	dec
Delta T mark	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9
Delta T luft	15,5	15,8	19,4	9,7	4,1	0,5	-1,2	-1,0	2,7	6,5	10,8	13,8
Effektbehov normal	ledning	ventilation	totalt	effekt per m2	effekt per m3	Energi						
Effektbehov jan (watt)	71688	560646	632334	137	46	dag	vecka	manad				
Effektbehov feb (watt)	73059	571497	644556	140	47	kWh	15176	106232	470456			
Effektbehov mar (watt)	63089	484890	546776	119	40	kWh	15469	108285	431142			
Effektbehov apr (watt)	45177	350856	396032	86	29	kWh	13123	91856	406602			
Effektbehov maj (watt)	19580	148300	167880	36	12	kWh	9505	66530	285143			
Effektbehov jun (watt)	3124	18085	21210	5	2	kWh	4029	28204	124902			
Effektbehov jul (watt)	-4646	-43405	0	0	0	kWh	509	3563	15271			
Effektbehov aug (watt)	-3732	-36171	0	0	0	kWh	0	0	0			
Effektbehov sep (watt)	13180	97661	110841	24	8	kWh	2660	18621	82466			
Effektbehov okt (watt)	30550	235110	265659	58	19	kWh	6376	44631	197651			
Effektbehov nov (watt)	50205	390544	440749	96	32	kWh	10580	74063	317411			
Effektbehov dec (watt)	63917	499156	563073	122	41	kWh	13514	94596	418926			

Figur 12-15 Energi fas 1 enligt tidplan alternativ 1

Temperatur tur	jan	feb	mars	april	maj	juni	juli	aug	sep	okt	nov	dec
Delta T mark	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9
Delta T luft	10,9	10,9	9,9	7,6	2,7	-1,1	-2,8	-4,1	0,9	4,9	8,3	10,9

Effektbehov tur	Ledning	ventilation	totalt	effekt per m2	effekt per m3
Effektbehov jan (watt)	50662	394261	444922	97	32
Effektbehov feb (watt)	50662	394261	444922	97	32
Effektbehov mar (watt)	46091	358090	404181	88	29
Effektbehov apr (watt)	35578	274897	310475	67	22
Effektbehov maj (watt)	13180	97661	110841	24	8
Effektbehov jun (watt)	-4189	-39788	0	0	0
Effektbehov jul (watt)	-11960	-101278	0	0	0
Effektbehov aug (watt)	-17902	-148300	0	0	0
Effektbehov sep (watt)	4953	32554	37506	8	3
Effektbehov okt (watt)	23236	177236	200473	44	15
Effektbehov nov (watt)	38777	300217	338994	74	25
Effektbehov dec (watt)	50662	394261	444922	97	32

Energi	dag	vecka	månad
kWh	10678	74747	331022
kWh	10678	74747	238988
kWh	9700	67902	300710
kWh	7451	52160	223542
kWh	2660	18621	82466
kWh	0	0	0
kWh	0	0	0
kWh	0	0	0
kWh	900	6301	27905
kWh	4811	33679	149152
kWh	8136	58951	244076
kWh	10678	74747	331022

Figur 12-16 Energi fas 1 enligt tidplan alternativ 2

Temperatur otur	jan	feb	mars	april	maj	juni	juli	aug	sep	okt	nov	dec
Delta T mark	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9
Delta T luft	21,1	21,5	17,1	11,1	6,0	3,1	0,8	0,4	5,0	8,5	13,1	19,1

Effektbehov otur	Ledning	ventilation	totalt	effekt per m2	effekt per m3
Effektbehov jan (watt)	97285	763202	860487	187	62
Effektbehov feb (watt)	99113	777670	876783	190	63
Effektbehov mar (watt)	79001	618519	697520	151	50
Effektbehov apr (watt)	51576	401495	453071	98	33
Effektbehov maj (watt)	28264	217024	245289	53	18
Effektbehov jun (watt)	15009	112129	127138	28	9
Effektbehov jul (watt)	4496	28937	33432	7	2
Effektbehov aug (watt)	2667	14468	17136	4	1
Effektbehov sep (watt)	23693	180854	204547	44	15
Effektbehov okt (watt)	39691	307451	347143	75	25
Effektbehov nov (watt)	60718	478836	539554	116	39
Effektbehov dec (watt)	88143	690861	779003	169	56

Energi	dag	vecka	månad
kWh	20652	144562	640202
kWh	21043	147300	589198
kWh	16740	117183	518955
kWh	10874	76116	326211
kWh	5887	41208	182495
kWh	3051	21359	91539
kWh	802	5617	24674
kWh	411	2879	12338
kWh	4909	34364	152183
kWh	8331	58320	258274
kWh	12829	89805	384879
kWh	18696	130873	579579

Figur 12-17 Energi fas 1 enligt tidplan alternativ 3

## A.5 Flik 5. Energi fas 2

Exakt samma beräkningar som i Flik 4. Energi fas 1 men hämtar data från fas 2 istället för fas 1.

## A.6 Flik 6. Energi fas 3

Exakt samma beräkningar som i Flik 4. Energi fas 1 men hämtar data från fas 3 istället för fas 1.

## A.7 Flik 7. Tidplan

I Flik7.Tidplan sätts tiderna för de olika faserna in i form av dagar. En viss förenkling och bedömning behöver göras för fasövergångarna. Eftersom faser byts i hela byggnaden samtidigt i programmet kan det bli orimliga effekter om produktionstiderna i en fasövergång är mycket långa. Då kan överskattningen av maskin och energibehovet bli orimligt stort i slutet av fasövergången. Programmet kommer alltid om inga fiktiva fastider sätts att räkna på säkra sidan eftersom torksystembehoven minskar efterhand som klimatskalet utvecklas .

7. Tidplan

alt1	fas1	fas2	fas3
år 1 jan (31)	31		
år 1 feb (28)	28		
år 1 mar (31)	31		
år 1 apr (30)		30	
år 1 maj (31)		31	
år 1 jun (30)		30	
år 1 jul (31)			31
år 1 aug (31)			31
år 1 sep (30)			30
år 1 okt (31)			
år 1 nov (30)			
år 1 dec (31)			
år 2 jan (31)			
år 2 feb (28)			
år 2 mar (31)			
år 2 apr (30)			
år 2 maj (31)			
år 2 jun (30)			
år 2 jul (31)			
år 2 aug (31)			
år 2 sep (30)			
år 2 okt (31)			
år 2 nov (30)			
år 2 dec (31)			

alt2	fas1	fas2	fas3
år 1 jan (31)			
år 1 feb (28)			
år 1 mar (31)			
år 1 apr (30)		30	
år 1 maj (31)		31	
år 1 jun (30)		30	
år 1 jul (31)			31
år 1 aug (31)			31
år 1 sep (30)			30
år 1 okt (31)			31
år 1 nov (30)			30
år 1 dec (31)			31
år 2 jan (31)			
år 2 feb (28)			
år 2 mar (31)			
år 2 apr (30)			
år 2 maj (31)			
år 2 jun (30)			
år 2 jul (31)			
år 2 aug (31)			
år 2 sep (30)			
år 2 okt (31)			
år 2 nov (30)			
år 2 dec (31)			

alt3	fas1	fas2	fas3
år 1 jan (31)			
år 1 feb (28)			
år 1 mar (31)			
år 1 apr (30)			
år 1 maj (31)			
år 1 jun (30)			
år 1 jul (31)		31	
år 1 aug (31)		31	
år 1 sep (30)		30	
år 1 okt (31)			31
år 1 nov (30)			30
år 1 dec (31)			31
år 2 jan (31)			31
år 2 feb (28)			28
år 2 mar (31)			31
år 2 apr (30)			
år 2 maj (31)			
år 2 jun (30)			
år 2 jul (31)			
år 2 aug (31)			
år 2 sep (30)			
år 2 okt (31)			
år 2 nov (30)			
år 2 dec (31)			

Figur 12-18 Flik7. Tidplan

## A.8 Flik 8. Klimat

Flik 8. Klimat är en ren indataflik där några överväganden behöver göras. Svårast är att bedöma vilken temperatur som ska upprätthållas i torkmiljön. Vanligtvis kommer det att bli enklare och billigare att hålla hög temperatur ju mer färdigställt huset blir så ofta ökas temperaturen mellan de olika faserna. Detta sker automatiskt ute i det riktiga projektet om inte torkutrustningen har termostater eller justeras aktivt på annat sätt. Användaren behöver även bestämma vilket spann på otur och tur med vädret som ska användas. Eftersom denna bedömning i programmet görs för att se hur resultatet kan slå beroende på väder rekommenderas att spannet sätts ganska stort för att kunna bedöma sämsta och bästa tänkbara situation. Observera att vid användande av programmet ”Klimatdata för fuktberäkningar”, Harderup (1999), kommer ånghalten inte att vara hög samtidigt som temperaturen är låg. Väljs parametrarna fel kommer en omöjlig situation uppstå där det är över 100 % RF i uteluften.



## 8. Klimat

Ort:	Malmö
Källa:	Klimatdata för fuktberäkningar
Intervall	Månadsmedel

Medel 50%	jan	feb	mars	april	maj	juni	juli	aug	sep	okt	nov	dec
Temp ute	-0,5	-0,8	1,6	5,3	10,9	14,5	16,2	16,0	12,3	8,5	4,2	1,2
Temp inne fas1	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0
Temp inne fas2	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0
Temp inne fas3	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0
Temp mark	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1
Medelvind	7,2	6,7	6,2	6,7	6,7	5,7	5,7	5,1	6,2	6,7	6,7	7,2
Anghalt luft	4,4	4,1	4,7	5,3	7,1	9,3	10,4	10,4	9,1	7,7	6,0	4,9
södersol	35	55	69	100	102	91	100	101	86	70	49	31

Tur 95%	jan	feb	mars	april	maj	juni	juli	aug	sep	okt	nov	dec
Anghalt luft	5,90	6	6	6,2	8,1	10,8	11,4	11,1	10	8,7	7,2	6
Temp ute	4,1	4,1	5,1	7,4	12,3	16,1	17,8	19,1	14,1	10,1	6,7	4,1

Otur 5%	jan	feb	mars	april	maj	juni	juli	aug	sep	okt	nov	dec
Anghalt luft	2,70	2,7	3,5	4,8	6,1	8,1	9,4	9,3	7,5	6,5	4,9	3,6
Temp ute	-6,1	-6,5	-2,1	3,9	9,0	11,9	14,2	14,6	10,0	6,5	1,9	-4,1

Figur 12-19 Flik 8. Klimat

## A.9 Flik 9. Geometri

Flik 9.Geometri är en ren indataflik. Geometrin är kraftigt förenklad där fasadmåtten används i beräkningarna vilket ger ett beräkningsfel på storleken på klimatskalet som blir för stort vid energiberäkningar. Detta ger en beräkning på säkra sidan. Vid små byggnader kan beräkningsfelet bli så stort att övervägande om andra byggnader kan komma på fråga. Taklutning användas enbart om klimatskalet följer taklutningen. Vindar med uppstolpade tak räknas som horisontella klimatskal. Av beräkningstekniska skäl skrivs våningshöjderna in uppifrån där översta våningen hamnar längst ned i listan.

## 9. Geometri

Bredd (m)	24,0	(m)
Längd	24,0	(m)
Höjd	24,0	(m)
Våningar	8	(st)
Taklutning	0	(grader)
Fönsterarea	30	(%)
Innervägg	50	(m)

Våning	höjd (m)	totalhöjd (m)
0	3,0	24,0
-1	3,0	21,0
-2	3,0	18,0
-3	3,0	15,0
-4	3,0	12,0
-5	3,0	9,0
-6	3,0	6,0
-7	3,0	3,0
-8	0,0	0,0
-9	0,0	0,0

Figur 12-20 Flik 9.Geometri

## A.10 Flik 10. U-värden

I flik 10. U-värden räknas U-värden ut i olika byggdelar för de tre olika faserna. För användaren ligger svårigheten i att bedöma hur konstruktionerna är uppbyggda i de olika faserna samt att bedöma hur mycket det blåser längs med ytorna. I första fasen kan stillastående luftlager vara huvuddelen av isoleringen på byggdelen. Endast en typ av byggdel kan hanteras per yta. Beräkningen tar inte hänsyn till köldbryggor, delvis beroende på att köldbryggeffekten ser olika ut i de olika faserna vilket gör det svårmodellerat och delvis för att minska indatatiden i programmet generellt. Förenklingen ger en beräkning med mindre energianvändning än i verkligheten. Vid bedömningen av torksystemet i sin helhet är det viktigare att göra en uppskattning över om köldbryggorna eventuellt kan ge kritiska fuktillstånd lokalt i systemet vid olika tidpunkter.

FAS1 TAK				FAS2 TAK				FAS3 TAK			
Skikt	Tjocklek (m)	Lambda	R-värde	Skikt	Tjocklek (m)	Lambda	R-värde	Skikt	Tjocklek (m)	Lambda	R-värde
Rsi	-	-	0,04	Rsi	-	-	0,04	Rsi	-	-	0,10
Rse	-	-	0,04	Rse	-	-	0,04	Rse	-	-	0,04
papp	0,005	1	0,005	papp	0,005	1	0,005	papp	0,005	1	0,005
Råspont	0,022	0,14	0,1571429	Råspont	0,022	0,14	0,157142857	Råspont	0,022	0,14	0,157143
plastfolie	0	100	0	plastfolie	0	100	0	plastfolie	0	100	0
	0	100	0		0,0001	100	0,000001	lösull	0,5	0,06	8,3333333
	0	100	0		0,0001	100	0,000001		0	100	0
		Summa R	0,24			Summa R	0,39			Summa R	8,78
		U-värde	4,13			U-värde	2,62			U-värde	0,11

FAS1 VÄGG				FAS2 VÄGG				FAS3 VÄGG			
Skikt	Tjocklek (m)	Lambda	R-värde	Skikt	Tjocklek (m)	Lambda	R-värde	Skikt	Tjocklek (m)	Lambda	R-värde
Rsi	-	-	0,13	Rsi	-	-	0,13	Rsi	-	-	0,13
Rse	-	-	0,04	Rse	-	-	0,04	Rse	-	-	0,04
murskiva	0,05	0,04	1,25	murskiva	0,05	0,04	1,25	murskiva	0,05	0,04	1,25
glasroc	0,012	1,7	0,0070588	glasroc	0,012	1,7	0,007058824	glasroc	0,012	1,7	0,007059
isolering	0	100	0	isolering	0,17	0,039	4,358974393	isolering	0,17	0,039	4,358974
	0	100	0		0	100	0		0	100	0
	0	100	0		0	100	0		0	100	0
		Summa R	1,43			Summa R	5,79			Summa R	6,79
		U-värde	0,70			U-värde	0,17			U-värde	0,17

FAS1 GOLV				FAS2 GOLV				FAS3 GOLV			
Skikt	Tjocklek (m)	Lambda	R-värde	Skikt	Tjocklek (m)	Lambda	R-värde	Skikt	Tjocklek (m)	Lambda	R-värde
Rsi	-	-	0,17	Rsi	-	-	0,17	Rsi	-	-	0,17
Rse	-	-	0,04	Rse	-	-	0,04	Rse	-	-	0,04
Betong	0,12	1,7	0,0705882	Betong	0,12	1,7	0,070588236	Betong	0,12	1,7	0,070588
Cellplast	0,2	0,039	5,1262051	Cellplast	0,2	0,039	5,126205128	Cellplast	0,2	0,039	5,126205
	0	100	0		0	100	0		0	100	0
	0	100	0		0	100	0		0	100	0
		Summa R	5,41			Summa R	5,41			Summa R	5,41
		U-värde	0,18			U-värde	0,18			U-värde	0,18

FAS1 FÖNSTER		FAS2 FÖNSTER		FAS3 FÖNSTER	
U-värde		Fönster		U-värde	
6,00		1,20		1,20	

Figur 12-21 Flik 10. U-värden

## A.11 Flik 11. Ventilation fas 1

Flik 11. Ventilation fas 1 är den mest avancerade fliken i programmet där ventilationsflödena i byggnaden räknas fram via massbalans. Flera svåra bedömningar ska göras och flera stora förenklingar har gjorts för att komma i mål med beräkningen. Till exempel används samma flödesberäkning till alla alternativen och det finns bara möjlighet att använda en lufthastighet åt gången. Fliken innehåller även en steg för steg beskrivning av arbetsgången i beräkningen.

### **Spaltläckage:**

En svår bedömning är hur infiltrationen kan ske genom klimatskärmen innan den blivit färdigställd. Beräkningstekniskt har detta lösts genom möjligheten att definiera ett rutmönster på ytorna där ett spaltläckage läggs utmed kanterna. Samma förfarande används även för fönster och dörrhåll. För de generella ytorna bildas ett mönster där många av spalterna räknas två gånger (särskilt vid små rutmönster). Därför blir det viktigt hur dessa spalter definieras. Eftersom det är den smalaste spalten som avgör läckagemängden kan till exempel spaltläckaget mellan en regel och vindskiva definieras likväl som läckaget mellan två vindskivor (där det faktiskt sitter en regel i vägen). Då blir beräkningsfelet litet eftersom dubbleringen då försvinner. Rutmönstret och spaltutseendet förändras ofta radikalt mellan faserna där exempelvis montage av en plastfolie eller fogning invändigt ändrar möjliga läckagevägar och läckagemängder.

### **Vindtryck:**

Att generalisera vindtryck mot en större byggnadsyta över tid ger snabbt stora fel. Vindtrycket är beroende av vindhastigheten i kvadrat vilket gör att vindstötter är intressantare än medelvind ur ett infiltrationsperspektiv. Alla som har seglat någon gång vet även att det finns dygnsvariationer i vindhastighet och tyvärr blåser det ofta mer på natten än på dagen. Det bildas turbulenseffekter när vinden ska ta sig förbi huset vilket gör att vindtrycket minskar mitt på huset jämfört med den fria vindhastigheten men kan å andra sidan öka vid hörn. Turbulenseffekterna på byggnaden är dessutom starkt beroende på angreppsvinkeln från vinden. Turbulenseffekter bildas också mot markhinder vilket gör att vindhastigheten ofta ökar ju längre från mark fasaden befinner sig. Det kan även hända att markförhållande runt omkring pressar samman vinden mot byggnaden vilket kan ge högre vindhastighet lokalt än vad den allmänna vindhastigheten ger. Slutligen är vindtrycket beroende av luftens densitet som beror på lufttemperaturen som varierar över dygnet. Därför är det exempelvis klart negativt infiltrationsmässigt att medelvinden är högre på vintern än på sommaren.

Beräkningstekniskt har problemet med tryckbild hanteras med formfaktorer där varje yta extremt förenklat getts en formfaktor. Vinden angriper alltid vinkelrät mot längst fasaden. Vindhastigheten väljs normalt helt utan hänsyn till omkring liggande hinder även om inget hindrar att räkna fram mer lokala förutsättningar med kompletterande programvaror. Taket räknas med en enda formfaktor oavsett utseende vilket kan ge stora fel vid höga taklutningar.

### **Intern tryckutjämning**

Programmet räknar med simultan tryckutjämning i hela byggnaden. Beräkningsfelet blir större och större ju mer färdigställd byggnaden blir eftersom det då blir större och större internt motstånd mot luftrörelser.

### **Fläktar**

Möjligheten att sätta in mekanisk ventilation finns på varje våning. Eftersom modellen räknar med simultan tryckutjämning i hela byggnaden kommer effekten i beräkningen att bli mindre lokalt vid fläkten än vad som kommer att ske i praktiken.

## Transporthål och schakt

Möjligheten finns att lägga in öppna hål i klimatskalet åt valfritt håll per våning för att kunna simulera hur öppna transporthål och hål mot vind påverkar torkmiljön.

## Skorstensverkan

Skorstensverkan beräknas på samma temperatur i hela byggnaden. Oftast kommer en viss temperaturökning ske i höjddled som påverkar skorstenseffekten.

## Massbalans

Massbalansen räknas på hela byggnaden simultant och ett fiktivt bastryck används för att jämna ut tryckbilderna i systemet så att massbalansen kan nås. Beräkningen av massbalans sker med iterering via ett makro i Excel. Idag startas processen manuellt vilket innebär att användaren måste in på fliken och räkna om massbalansen om förutsättningar på andra flikar ändras som påverkar beräkningen. Inga volymeffekter av ändrad lufttemperaturer tas med i beräkningen

11. Ventilation fas 1

Spaltläckage

Yta	Sbredd(m)	Sdiup(m)	Ab(m)	Al(m)	
Fönster	0,005	0,1	1,2	1,3	1,6E-02 (m2/m2)
Vägg	0,01	0,15	8	3	9,2E-03 (m2/m2)
Tak	0,001	0,1	24	24	1,7E-04 (m2/m2)

Flödesjustering

Vind (m/s)	7,00
Bastryck (Pa)	19,92

Flödesbalans

In (m3/h)	Ut (m3/h)	differans
108 512	-108 512	0

$$R = A \cdot \mu \cdot \sqrt{\frac{2}{\rho}} \cdot \sqrt{\Delta p}$$

$$R = A \cdot \left( -\frac{48\eta L}{b^2 \xi \rho} + \sqrt{\left(\frac{48\eta L}{b^2 \xi \rho}\right)^2 - \frac{2\Delta p}{\xi \rho}} \right)$$

Flödesberäkning

plan		(kg/m <sup>3</sup> )	(m/s)	ue	(Pa)	(Pa)	(Pa)	(Pa)	(m2)	b(m)	n(m)	st	m2	(Ns/m2)	(m3/h)	IN(m3/h)	UT(m3/h)
0 Tak	1,35	7,00	-0,50	-16,5	16,3	19,9	11	-12,9	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	-5,2E+01	0	-52
0 lovert	1,35	7,00	0,70	23,1	15,3	19,9	11	27,7	0,81	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	1,2E+04	11 577	0
0 lä	1,35	7,00	-0,50	-16,5	15,3	19,9	11	-11,8	0,81	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	-6,9E+03	0	-6 909
0 sida 1	1,35	7,00	-0,60	-19,8	15,3	19,9	11	-15,1	0,81	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	-8,0E+03	0	-8 049
0 sida 2	1,35	7,00	-0,60	-19,8	15,3	19,9	11	-15,1	0,81	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	-8,0E+03	0	-8 049
														Fläkt (m3/h)	0,0E+00	0	0
-1 lovert	1,35	7,00	0,70	23,1	13,2	19,9	11	29,7	0,81	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	1,2E+04	12 070	0
-1 lä	1,35	7,00	-0,50	-16,5	13,2	19,9	11	-9,8	0,81	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	-6,1E+03	0	-6 130
-1 sida 1	1,35	7,00	-0,60	-19,8	13,2	19,9	11	-13,1	0,81	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	-7,4E+03	0	-7 359
-1 sida 2	1,35	7,00	-0,60	-19,8	13,2	19,9	11	-13,1	0,81	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	-7,4E+03	0	-7 359
														Fläkt	0,0E+00	0	0

Figur 12-22 Flik 11 Ventilation fas 1. Tabellen visar bara flödesberäkning för två våningar men innehåller tio stycken i optimeringsverktyget

### Beräkningsgång ventilation

- 1 Sätt läckagearean för spalter per yta
- 2 Anta vindhastighet och bastryck
- 3 Bestäm termiska trycket för våningen (skillnad beroende på höjd och utetemperatur för våning)
- 4 Beräkna luftdensiteten för utomhusluften
- 5 Sätt formfaktorer för olika ytor
- 6 Beräkna vindtrycket per våning per yta obs +- samt formfaktorer
- 7 Beräkna termiska trycket invändigt per våning samt för takytan
- 8 Beräkna resulterande totaltryck per yta
- 9 Beräkna totala läckageytan för spalter per yta och våning
- 10 För på eventuella extrahål manuellt
- 11 Beräkna luftens viskositet baserat på utetemperatur
- 12 Bestäm flödena per våning och yta in och ut.
- 13 För på eventuella ventilationsflöden för våningen.
- 14 Summera alla flöden och balansera dem genom att justera bastrycket

Figur 12-23 text Flik 11 Ventilation fas 1. Beräkningsgång ventilation

## **A.12 Flik 12. Ventilation fas 2**

Exakt samma beräkningar som i Flik 11. Ventilation fas 1 men hämtar data från fas 2 istället för fas 1.

## **A.13 Flik 13. Ventilation fas 3**

Exakt samma beräkningar som i Flik 11. Ventilation fas 1 men hämtar data från fas 3 istället för fas 1.

## **A.14 Flik 14. Fuktnivåer**

Flik 14. Fuktnivåer används för att bedöma vilket torkmiljö som kan förväntas i projektet vid det torksystem som räknats fram kombinerat med den fuktavgivning som kan finnas från material i torkmiljön. Fuktavgivningen bedöms via andra programvaror som KFX03, TorkaS2,0 eller WufiPro4.1. Dessa program kräver indata i form av tidplaner, materialdata, byggdelsuppbyggnad och förväntade torkmiljöer. Förfarandet blir även här iterativt där torkresultat från antagna torkmiljöer kan innebära att den beräknade torkmiljön försämrats/förbättras vilket då måste föras tillbaka till uttorkningsberäkningen... Över tid kommer användaren att bygga upp en erfarenhet som innebär att gissningarna blir bättre och itereringarna går fortare. Generellt kan dock sägas att påverkan på torkmiljön via fuktavgivning från material är liten så länge ventilationen i byggnaden är stor och det inte finns fuktchocker i byggnaden.

Möjlighet finns att lägga till extra fuktlaster i form av chocker. Extra stora fuktlaster är allt mer intressant att titta på ju mindre ventilation som finns i byggnaden. Fuktkällorna kan bestå av exempelvis flytavjämning, murning och putsning inomhus, sprutspackling, grängning...

## 14. Fuktnivåer

Fuktproduktio	YV	Tak	Bjkl uk	Bjkl ök	Grund	IV		Chock	Avfuktare
Fas 1	2	2	2	2	2	2	g/h*m2	0	0
	4608	1152	6312	9216	1152	4800	27840	g/h	g/h
Fas 2	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	g/h*m2	0	0
	2995	749	4493	5990	749	3120	18096	g/h	g/h
Fas 3	1	1	1	1	1	1	g/h*m2	0	0
	2304	576	3456	4608	576	2400	13920	g/h	g/h

RF Fas 1	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	
RF krit	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	%RF
Luft medel	36	33	38	43	56	73	82	82	72	61	48	40	%RF
Luft tur	23	23	29	39	49	64	74	73	59	52	40	30	%RF
Luft otur	47	48	48	50	64	85	89	87	79	69	57	48	%RF

RF Fas 2	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	
Luft medel	31	30	33	37	49	63	70	70	62	53	42	35	%RF
Luft tur	21	21	26	34	42	55	64	63	51	45	35	26	%RF
Luft otur	41	42	42	43	55	73	77	75	68	59	50	42	%RF

RF Fas 3	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	
Luft medel	61	59	63	66	76	88	94	94	87	79	70	64	%RF
Luft tur	52	52	56	63	70	81	88	88	78	72	64	57	%RF
Luft otur	69	70	70	71	81	96	99	98	92	85	76	70	%RF

Fukttillskott		Oms	T-inne
Fas 1	0,3 g/m3	7,18 m3/h	15
Fas 2	0,5 g/m3	2,70 m3/h	18
Fas 3	6,7 g/m3	0,15 m3/h	21

Area per vån	YV	Tak	Bjkl uk	Bjkl ök	Grund	IV	
0	288	576		576	0	300	m2
-1	288		576	576	0	300	m2
-2	288		576	576	0	300	m2
-3	288		576	576	0	300	m2
-4	288		576	576	0	300	m2
-5	288		576	576	0	300	m2
-6	288		576	576	0	300	m2
-7	288		0	576	576	300	m2
-8	0		0	0	0	0	m2
-9	0		0	0	0	0	m2

Figur 12-24 Flik 14. Fuktnivåer

# A.15 Flik 15. Diagramunderlag

Flik 15. Diagramunderlag är en omstrukturerad av data för att kunna redovisa diagrammen i flik 1. Resultat på ett enklare sätt. Fliken är helt automatisk och användaren behöver i princip aldrig titta på den. Flik 15. kan dock användas för en mer detaljerad kostnadsanalys av torksystemet vid intresse.

Diagramunderlag Energibehov alt1						
alt1normal	Far1	Far2	Far3	NORMAL	ask	
år 1 jan (21)	5,0E+05	0,0E+00	0,0E+00	4,6E+05	4,6E+05	
år 1 feb (23)	4,0E+05	0,0E+00	0,0E+00	4,3E+05	3,9E+05	
år 1 mar (31)	4,0E+05	0,0E+00	0,0E+00	4,0E+05	1,2E+06	
år 1 apr (30)	0,0E+00	1,0E+05	0,0E+00	1,4E+05	1,4E+06	
år 1 maj (31)	0,0E+00	3,0E+04	0,0E+00	3,0E+04	1,5E+06	
år 1 jun (30)	0,0E+00	4,0E+04	0,0E+00	3,8E+04	1,5E+06	
år 1 jul (31)	0,0E+00	0,0E+00	1,0E+03	1,2E+03	1,6E+06	
år 1 aug (31)	0,0E+00	0,0E+00	3,0E+03	7,6E+03	1,6E+06	
år 1 sep (30)	0,0E+00	0,0E+00	1,0E+04	1,2E+04	1,6E+06	
år 1 okt (31)	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	1,6E+06	
år 1 nov (30)	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	1,6E+06	
år 1 dec (31)	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	1,6E+06	
år 2 jan (31)	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	1,6E+06	
år 2 feb (28)	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	1,6E+06	
år 2 mar (31)	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	1,6E+06	
år 2 apr (30)	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	1,6E+06	
år 2 maj (31)	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	1,6E+06	
år 2 jun (30)	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	1,6E+06	
år 2 jul (31)	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	1,6E+06	
år 2 aug (31)	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	1,6E+06	
år 2 sep (30)	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	1,6E+06	
år 2 okt (31)	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	1,6E+06	
år 2 nov (30)	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	1,6E+06	
år 2 dec (31)	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	1,6E+06	

Kostnader alt1						
alt1normal	rtorkbrukad	drift	driftval	värme	svaveltablor	ackortkost
år 1 jan (21)	90 000	102 300	32 736	339 452	0	864 463
år 1 feb (23)	0	92 400	29 563	312 523	0	993 914
år 1 mar (31)	0	102 300	32 736	292 524	0	1 427 542
år 1 apr (30)	0	46 300	10 296	94 963	0	1 579 407
år 1 maj (31)	0	49 350	10 296	95 326	0	1 693 732
år 1 jun (30)	0	46 300	10 296	24 591	0	1 777 419
år 1 jul (31)	0	26 350	2 046	8 066	0	1 812 881
år 1 aug (31)	0	26 350	2 046	3 251	0	1 850 629
år 1 sep (30)	0	26 500	1 900	12 195	0	1 891 204
år 1 okt (31)	0	0	0	0	20 000	1 911 304
år 1 nov (30)	0	0	0	0	0	1 911 304
år 1 dec (31)	0	0	0	0	0	1 911 304
år 2 jan (31)	0	0	0	0	0	1 911 304
år 2 feb (28)	0	0	0	0	0	1 911 304
år 2 mar (31)	0	0	0	0	0	1 911 304
år 2 apr (30)	0	0	0	0	0	1 911 304
år 2 maj (31)	0	0	0	0	0	1 911 304
år 2 jun (30)	0	0	0	0	0	1 911 304
år 2 jul (31)	0	0	0	0	0	1 911 304
år 2 aug (31)	0	0	0	0	0	1 911 304
år 2 sep (30)	0	0	0	0	0	1 911 304
år 2 okt (31)	0	0	0	0	0	1 911 304
år 2 nov (30)	0	0	0	0	0	1 911 304
år 2 dec (31)	0	0	0	0	0	1 911 304
rammörna	90 000	517 160	132 243	1 151 801	20 000	1 911 304

alt1tur						
Far1	Far2	Far3	TUR	ask		
år 1 jan (21)	3,0E+05	0,0E+00	0,0E+00	3,3E+05	3,3E+05	
år 1 feb (23)	2,0E+05	0,0E+00	0,0E+00	2,0E+05	2,2E+05	
år 1 mar (31)	2,0E+05	0,0E+00	0,0E+00	2,0E+05	9,2E+05	
år 1 apr (30)	0,0E+00	1,0E+05	0,0E+00	1,0E+05	1,0E+06	
år 1 maj (31)	0,0E+00	6,0E+04	0,0E+00	6,4E+04	1,1E+06	
år 1 jun (30)	0,0E+00	2,0E+04	0,0E+00	2,1E+04	1,1E+06	
år 1 jul (31)	0,0E+00	0,0E+00	1,0E+03	5,3E+03	1,1E+06	
år 1 aug (31)	0,0E+00	0,0E+00	4,0E+03	3,4E+03	1,1E+06	
år 1 sep (30)	0,0E+00	0,0E+00	1,0E+04	9,7E+03	1,1E+06	
år 1 okt (31)	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	1,1E+06	
år 1 nov (30)	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	1,1E+06	
år 1 dec (31)	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	1,1E+06	
år 2 jan (31)	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	1,1E+06	
år 2 feb (28)	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	1,1E+06	
år 2 mar (31)	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	1,1E+06	
år 2 apr (30)	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	1,1E+06	
år 2 maj (31)	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	1,1E+06	
år 2 jun (30)	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	1,1E+06	
år 2 jul (31)	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	1,1E+06	
år 2 aug (31)	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	1,1E+06	
år 2 sep (30)	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	1,1E+06	
år 2 okt (31)	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	1,1E+06	
år 2 nov (30)	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	1,1E+06	
år 2 dec (31)	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	1,1E+06	

alt1tur						
Far1	Far2	Far3	OTUR	ask		
år 1 jan (21)	6,0E+05	0,0E+00	0,0E+00	6,2E+05	6,3E+05	
år 1 feb (23)	5,0E+05	0,0E+00	0,0E+00	5,3E+05	1,2E+06	
år 1 mar (31)	5,0E+05	0,0E+00	0,0E+00	5,1E+05	1,7E+06	
år 1 apr (30)	0,0E+00	2,0E+05	0,0E+00	1,9E+05	1,4E+06	
år 1 maj (31)	0,0E+00	1,0E+05	0,0E+00	1,0E+05	2,0E+06	
år 1 jun (30)	0,0E+00	7,0E+04	0,0E+00	6,6E+04	2,0E+06	
år 1 jul (31)	0,0E+00	0,0E+00	1,0E+04	9,9E+03	2,1E+06	
år 1 aug (31)	0,0E+00	0,0E+00	4,0E+03	9,4E+03	2,1E+06	
år 1 sep (30)	0,0E+00	0,0E+00	1,0E+04	1,5E+04	2,1E+06	
år 1 okt (31)	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	2,1E+06	
år 1 nov (30)	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	2,1E+06	
år 1 dec (31)	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	2,1E+06	
år 2 jan (31)	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	2,1E+06	
år 2 feb (28)	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	2,1E+06	
år 2 mar (31)	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	2,1E+06	
år 2 apr (30)	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	2,1E+06	
år 2 maj (31)	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	2,1E+06	
år 2 jun (30)	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	2,1E+06	
år 2 jul (31)	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	2,1E+06	
år 2 aug (31)	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	2,1E+06	
år 2 sep (30)	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	2,1E+06	
år 2 okt (31)	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	2,1E+06	
år 2 nov (30)	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	2,1E+06	
år 2 dec (31)	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	2,1E+06	

alt1tur						
rtorkbrukad	drift	driftval	värme	svaveltablor	ackortkost	
år 1 jan (21)	90 000	102 300	32 736	238 847	0	463 583
år 1 feb (23)	0	92 400	29 563	215 733	0	301 584
år 1 mar (31)	0	102 300	32 736	216 977	0	1 152 597
år 1 apr (30)	0	46 300	10 296	79 260	0	1 290 052
år 1 maj (31)	0	49 350	10 296	64 734	0	1 393 624
år 1 jun (30)	0	46 300	10 296	14 700	0	1 465 222
år 1 jul (31)	0	26 350	2 046	5 781	0	1 499 299
år 1 aug (31)	0	26 350	2 046	3 929	0	1 521 719
år 1 sep (30)	0	26 500	1 900	10 703	0	1 559 907
år 1 okt (31)	0	0	0	0	20 000	1 589 907
år 1 nov (30)	0	0	0	0	0	1 589 907
år 1 dec (31)	0	0	0	0	0	1 589 907
år 2 jan (31)	0	0	0	0	0	1 589 907
år 2 feb (28)	0	0	0	0	0	1 589 907
år 2 mar (31)	0	0	0	0	0	1 589 907
år 2 apr (30)	0	0	0	0	0	1 589 907
år 2 maj (31)	0	0	0	0	0	1 589 907
år 2 jun (30)	0	0	0	0	0	1 589 907
år 2 jul (31)	0	0	0	0	0	1 589 907
år 2 aug (31)	0	0	0	0	0	1 589 907
år 2 sep (30)	0	0	0	0	0	1 589 907
år 2 okt (31)	0	0	0	0	0	1 589 907
år 2 nov (30)	0	0	0	0	0	1 589 907
år 2 dec (31)	0	0	0	0	0	1 589 907
rammörna	90 000	517 160	132 243	830 404	20 000	1 589 907

alt1tur						
rtorkbrukad	drift	driftval	värme	svaveltablor	ackortkost	
år 1 jan (21)	90 000	102 300	32 736	461 927	0	686 963
år 1 feb (23)	0	92 400	29 563	425 124	0	1 234 057
år 1 mar (31)	0	102 300	32 736	274 445	0	1 742 537
år 1 apr (30)	0	46 300	10 296	105 272	0	1 906 007
år 1 maj (31)	0	49 350	10 296	69 761	0	2 034 723
år 1 jun (30)	0	46 300	10 296	45 915	0	2 137 724
år 1 jul (31)	0	26 350	2 046	10 922	0	2 177 052
år 1 aug (31)	0	26 350	2 046	3 929	0	2 209 272
år 1 sep (30)	0	26 500	1 900	16 274	0	2 252 227
år 1 okt (31)	0	0	0	0	20 000	2 272 227
år 1 nov (30)	0	0	0	0	0	2 272 227
år 1 dec (31)	0	0	0	0	0	2 272 227
år 2 jan (31)	0	0	0	0	0	2 272 227
år 2 feb (28)	0	0	0	0	0	2 272 227
år 2 mar (31)	0	0	0	0	0	2 272 227
år 2 apr (30)	0	0	0	0	0	2 272 227
år 2 maj (31)	0	0	0	0	0	2 272 227
år 2 jun (30)	0	0	0	0	0	2 272 227
år 2 jul (31)	0	0	0	0	0	2 272 227
år 2 aug (31)	0	0	0	0	0	2 272 227
år 2 sep (30)	0	0	0	0	0	2 272 227
år 2 okt (31)	0	0	0	0	0	2 272 227
år 2 nov (30)	0	0	0	0	0	2 272 227
år 2 dec (31)	0	0	0	0	0	2 272 227
rammörna	90 000	517 160	132 243	1 513 723	20 000	2 272 227

Figur 12-25 Flik 15. Diagramunderlag till alternativ 1 på flik 1. Resultat. Flik 15 innehåller även motsvarande tabeller för alternativ 2 och 3.







## **BILAGA B KONTROLLDATA**

Nedan följer en beskrivning på hur Exceldokumentet för kontroll av torkmiljöer är uppbyggt.

### **B.1 Fliken Instruktioner**

Fliken Instruktioner innehåller en enkel hjälp för den intresserade att förstå hur kontrollen bör gå till. Nedan följer en utskrift av instruktionerna som finns på fliken.

#### **Kontroll av torkmiljö**

Filen används för att strukturera mätdata för att kunna bevaka och ge styrimpulser till torkklimatet i projektet

Börja med att planera givarplacering och markera på planritningar var de är satta. Notera även höjd över golv.

Blåa fält fylls i manuellt. Gula och vita fält räknar programmet fram själv.

På varje flik fylls givardata in. Diagrammet under är automatiskt och ändrar sig efterhand som data förs in i tabellen.

Viktigt att läsa av alla mätarna vid samma tidpunkt. Mät helst vid samma tid på dagen vid återkommande mätningar. Var medveten om att RF och temperatur kan ändras kraftigt över dygnet (särskilt vid solinstrålning och när det finns dörrar som öppnas vid vissa tider). Dock är Ånghalten för det mesta stabilare.

I början av en torkning läser man av varje dag eftersom riskerna för kondensproblem är störst vid torkstart.

RF på materialytor får ej överstiga 75%RF långvarigt eftersom det då finns risk för mögeltillväxt på material.

RF på materialytor får ej överstiga 85%RF långvarigt eftersom det då finns stor risk för mögeltillväxt på material.

Fukttillskottet bör vara så lågt som möjligt (tyder på att man får ut det vatten som avdunstar). Kan dock om man har låga temperaturer i huset även tyda på dålig uttorkning.

Observera att ytor i torkklimatet som ligger kallare än omgivande luft ligger blötare. 1grads sänkning av temperatur ger ~5% ökning av RF. Därför mäts även materialtemperatur. Alternativt sätt RF-mätaren vid golvet och temperaturen från den används. Lämpligt är att gå med en IR-pistol och avläsa yttemperaturer i torkklimatet. Gärna kompletterat med en anliggningsgivare för exaktare mätning. Kalla ytor kompletteras med extra torkutrustning. Blir temperaturen för låg kan det bli mögelpåväxt lokalt. Exempelvis oisolerade utfackningselement eller isolerade element utan plastfolie kan lätt råka ut för kondensproblem vintertid. Plasta direkt efter isolering av väggar. Plasta i tak innan torkningen startas.

Uttorkning av material styrs av ånghaltsskillnaden mellan material och luft. Därför jämförs ånghalten i torkklimatet med ånghalten i materialet som ska torkas. Står det ett minus är materialet under uppfuktning. Fuktkvot i trä kan omvandlas till RF via sorptionskurvor för trä. Det måste alltid mätas temperatur i materialet tillsammans med fukten om man ska kunna få fram den "inre ånghalten"

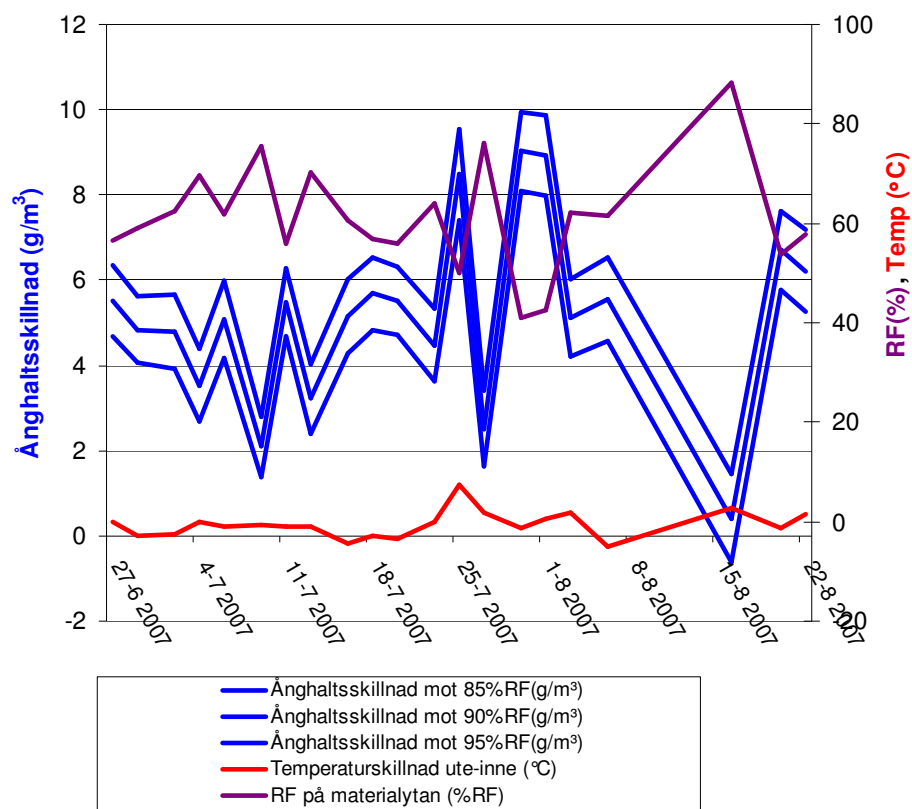
Uttorkningshastigheten styrs också av det inre motståndet att föra fram fukten inom materialet till ytan där det ska torka bort. Detta motstånd varierar med fukttinnehåll och ökar ju torrare materialet blir. Därför brukar uttorkningshastigheten minska på slutet av en torkning. Att uttorkningen avstannar mot slutet beror även på att ånghaltsskillnaden mellan torkmiljön och material minskar när materialet blir torrare.

## B.2 Flik 1-10 Mätdata

Sammanställer de mätdata som hämtas in och beräknar viktiga kontrolldata. Vid RF på materialytan över 75% skrivs mögelrisk automatiskt ut på raden i rött. Varje flik innehåller en mätpunkt med grafredovisning. Grundfilen innehåller tio mätpunkter. Fler kan kopieras fram vid behov.

Mätpunkt 1																
Datum (AAAA-MM-DD)	Klockslag	1. TEMP inne (°C)	2. RF inne (%)	MÅ inne (g/m <sup>3</sup> )	Ånghalt inne (g/m <sup>3</sup> )	3. TEMP ute (°C)	4. RF ute (g/m <sup>3</sup> )	MÅ ute (g/m <sup>3</sup> )	Ånghalt ute (g/m <sup>3</sup> )	5. Materialtemperatur (°C)	Fukttillskott(g/m <sup>3</sup> )	Temperaturskillnad ute-inne (°C)	Ånghaltsskillnad mot 85% RF(g/m <sup>3</sup> )	Ånghaltsskillnad mot 90% RF(g/m <sup>3</sup> )	Ånghaltsskillnad mot 95% RF(g/m <sup>3</sup> )	RF på materialytan (%RF)
				4,8	0,0			4,8	0,0		0	0	4	4	5	0
				4,8	0,0			4,8	0,0		0	0	4	4	5	0
				4,8	0,0			4,8	0,0		0	0	4	4	5	0
				4,8	0,0			4,8	0,0		0	0	4	4	5	0
				4,8	0,0			4,8	0,0		0	0	4	4	5	0
				4,8	0,0			4,8	0,0		0	0	4	4	5	0

Figur 12-26 Inmatningsblad Torkmiljö



Figur 12-27 Grafisk redovisning av mätdata och beräkningar.

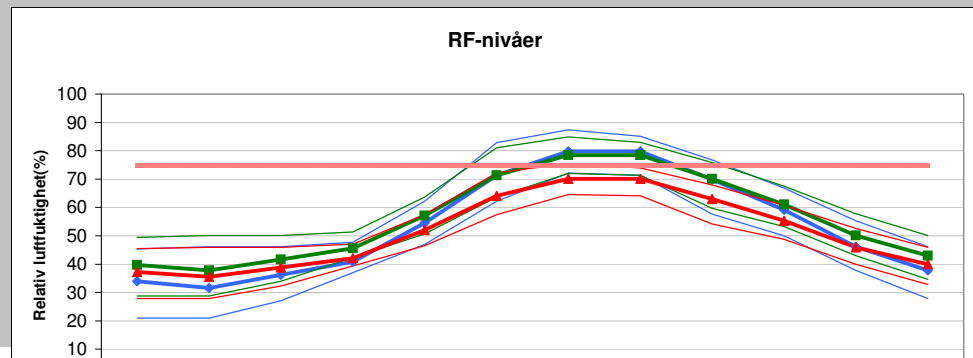
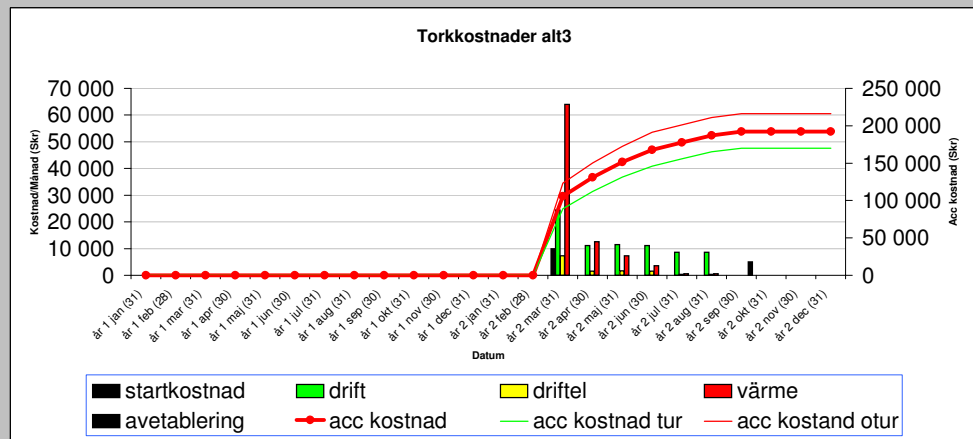
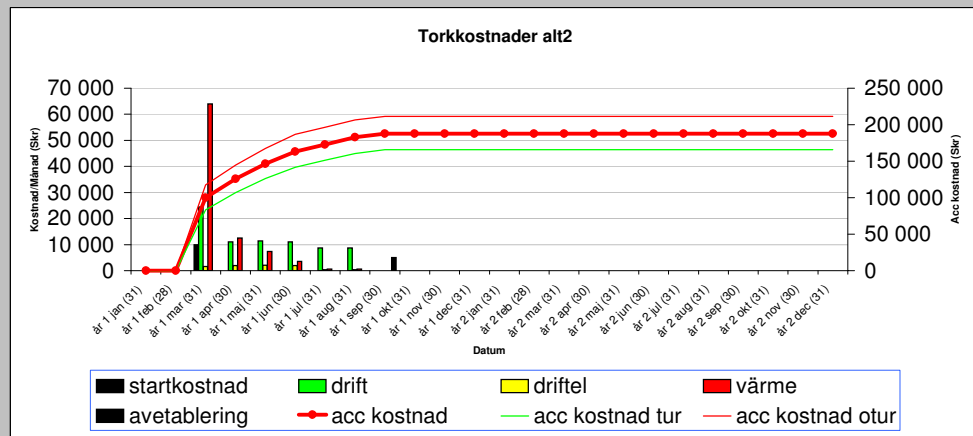
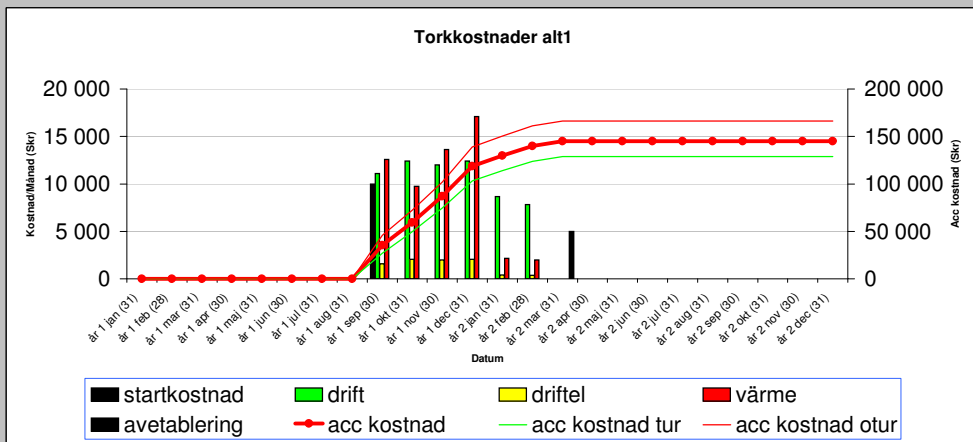


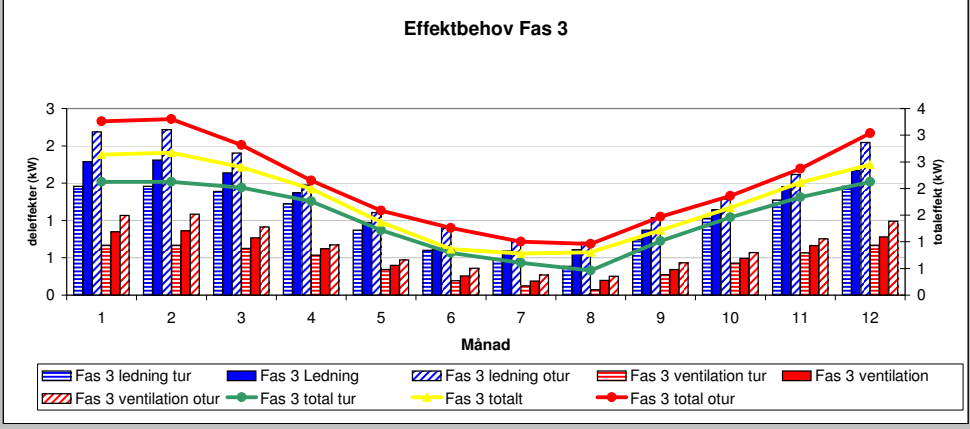
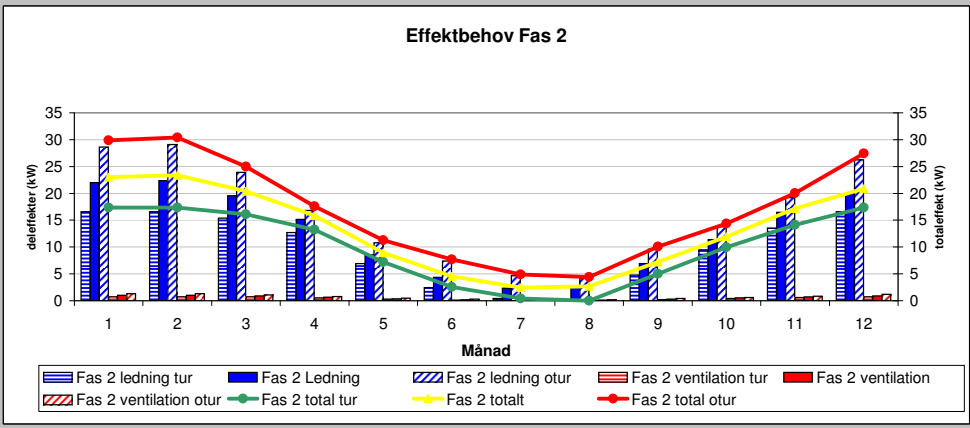
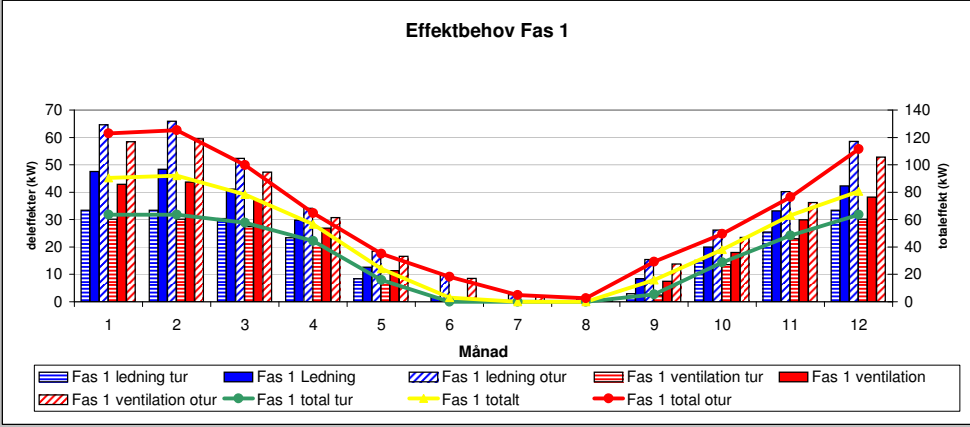
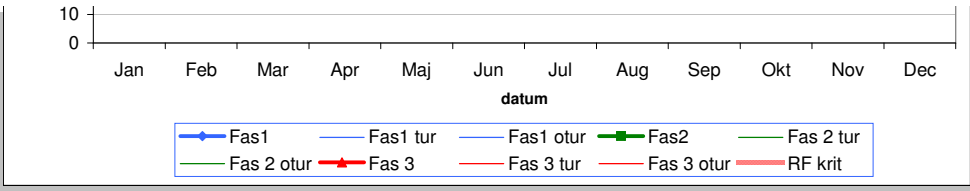
## **BILAGA C VERKTYGSDATA SMÅHUS**

In och utdata från optimeringsverktyget presenteras bara i den digitala rapporten eftersom innehållet inte är läsbart i formatet A5. Rapporten i sin helhet kan laddas ned från [www.byggnadsmaterial.lth.se](http://www.byggnadsmaterial.lth.se). Där kan även Excelfilerna laddas ned.

# 1. Resultat

Kostnader	startkostnad	drift	driftel	värme	avetablering	acc kostnad	kr/m2	kr/m3	Risk 1v
Alt 1 tur	10 000	64 420	8 435	41 069	5 000	128 924	895	332	21 731 (kr)
Alt 1 normal	10 000	64 420	8 435	57 170	5 000	145 025	1 007	373	21 731 (kr)
Alt 1 otur	10 000	64 420	8 435	78 363	5 000	166 217	1 154	428	21 731 (kr)
Alt 2 tur	10 000	75 520	8 461	66 604	5 000	165 586	1 150	426	21 731 (kr)
Alt 2 normal	10 000	75 520	8 461	88 738	5 000	187 719	1 304	483	21 731 (kr)
Alt 2 otur	10 000	75 520	8 461	112 504	5 000	211 485	1 469	544	21 731 (kr)
Alt 3 tur	10 000	75 520	12 989	66 604	5 000	170 113	1 181	438	21 731 (kr)
Alt 3 normal	10 000	75 520	12 989	88 738	5 000	192 247	1 335	494	21 731 (kr)
Alt 3 otur	10 000	75 520	12 989	112 504	5 000	216 013	1 500	556	21 731 (kr)
						175 925	1 222	452	







## 2. Övriga kostnader

Riskkostnader alt1	
Budget	3000000 (kr)
Upparbetade kostnader	60 (%)
Kalkylränta	5 (%)
Extrakostnader för etablering	5000 (kr/vecka)
Byte av skadat material	0 (kr)
Ev hyresbortfall	0 (kr/vecka)
Ev viteskostnad	15000 (kr/vecka)

Energi alt1	
Etableringskostnad	5000 (kr)
Hyra/dag	50 (kr/dygn)
Avetableringskostnad	5000 (kr)
energikostnad el	1,1 (kr/kWh)
energikostnad fjärrvärme	0,6 (kr/kWh)
energikostnad gas	(kr/kWh)
energikostnad olja	(kr/kWh)
energikostnad annat	(kr/kWh)

Materialkostnader alt1	
Provisoriska tätningar	5000 (kr)
Förbättring av material	0 (kr)
WPS	0 (kr)

Kontroller alt1	
Mätning av torkmiljö/materialfukt	100 (kr/dag)
Fuktronder	100 (kr/dag)

Riskkostnader alt2	
Budget	3000000 (kr)
Upparbetade kostnader	60 (%)
Kalkylränta	5 (%)
Extrakostnader för etablering	5000 (kr/vecka)
Byte av skadat material	0 (kr)
Ev hyresbortfall	0 (kr/vecka)
Ev viteskostnad	15000 (kr/vecka)

Energi alt2	
Etableringskostnad	5000 (kr)
Hyra/dag	50 (kr/dygn)
Avetableringskostnad	5000 (kr)
energikostnad el	1,1 (kr/kWh)
energikostnad fjärrvärme	0,6 (kr/kWh)
energikostnad gas	1,2 (kr/kWh)
energikostnad olja	1,8 (kr/kWh)
energikostnad annat	1 (kr/kWh)

Materialkostnader alt2	
Provisoriska tätningar	5000 (kr)
Förbättring material	0 (kr)
WPS	0 (kr)

Kontroller alt2	
Mätning av torkmiljö	100 (kr/dag)
Fuktronder	100 (kr/dag)

Riskkostnader alt3	
Budget	3000000 (kr)
Upparbetade kostnader	60 (%)
Kalkylränta	5 (%)
Extrakostnader för etablering	5000 (kr/vecka)
Byte av skadat material	0 (kr)
Ev hyresbortfall	0 (kr/vecka)
Ev viteskostnad	15000 (kr/vecka)

Energi alt3	
Etableringskostnad	5000 (kr)
Hyra/dag	50 (kr/dygn)
Avetableringskostnad	5000 (kr)
energikostnad el	1,1 (kr/kWh)
energikostnad fjärrvärme	0,6 (kr/kWh)
energikostnad gas	1,2 (kr/kWh)
energikostnad olja	1,8 (kr/kWh)
energikostnad annat	1 (kr/kWh)

Materialkostnader alt1	
Provisoriska tätningar	5000 (kr)
Förbättring material	0 (kr)
WPS	0 (kr)

Kontroller alt1	
Mätning av torkmiljö	100 (kr/dag)
Fuktronder	100 (kr/dag)

### 3. Maskinpark

Kompletterande effekter	Bygget	Bodel	Hissel	Kranel	
Fas 1	50	25	0	10	(kW)
Fas 2	50	50	10	10	(kW)
Fas 3	60	25	10	0	(kW)

Maskiner alt1										
Maskin	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
Id	Aerotemper	Elvärmefläkt	avfuktare							
Antal fas 1	0	4								(st)
Antal fas 2	0	5								(st)
Antal fas 3	0	1								(st)
Termostatstyrd	ja	ja								
Drifteffekt el	5,00	0,50								(kW)
Värmeeffekt el	0,00	4,50								(kW)
Värmeeffekt fjärrvärme	600,00	0,00								(kW)
Värmeeffekt olja	0,00	0,00								(kW)
Värmeeffekt gas	0,00	0,00								(kW)
Värmeeffekt annat	0,00	0,00								(kW)
Servicekostnad/dag	20	0								(kr)
Hyeskostnad/dag	1200	30								(kr)
<b>Summering alt1</b>	<b>fas1</b>		<b>fas2</b>		<b>fas3</b>					
Drifteffekt el	2		3		1					
värmeffekt el	18	1,00	23	1,00	5	1,00				
Värmeeffekt fjärrvärme	0	0,00	0	0,00	0	0,00				
Värmeeffekt olja	0	0,00	0	0,00	0	0,00				
Värmeeffekt gas	0	0,00	0	0,00	0	0,00				
Värmeeffekt annat	0	0,00	0	0,00	0	0,00				
värmeeffekt W/m2	125		156		31					
summa värmeeffekt	18		23		5					
Värmeeffektbehov	16		22		3					
Servicekostnad/dag	0		0		0					
Hyeskostnad/dag	120		150		30					

Maskiner alt2										
Maskin	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
Id	Aerotemper	Elvärmefläkt	avfuktare							
Antal fas 1	0	18								(st)
Antal fas 2	0	4								(st)
Antal fas 3	0	1								(st)
Termostatstyrd	ja	ja								
Drifteffekt el	5,00	0,50								(kW)
Värmeeffekt el	0,00	4,50								(kW)
Värmeeffekt fjärrvärme	600,00	0,00								(kW)
Värmeeffekt olja	0,00	0,00								(kW)
Värmeeffekt gas	0,00	0,00								(kW)
Värmeeffekt annat	0,00	0,00								(kW)
Servicekostnad/dag	20	0								(kr)
Hyeskostnad/dag	1200	30								(kr)
<b>Summering alt2</b>	<b>fas1</b>		<b>fas2</b>		<b>fas3</b>					
Drifteffekt el	9		2		0,5					
värmeffekt el	81	1,00	18	1,00	4,5	1,00				
Värmeeffekt fjärrvärme	0	0,00	0	0,00	0	0,00				
Värmeeffekt olja	0	0,00	0	0,00	0	0,00				
Värmeeffekt gas	0	0,00	0	0,00	0	0,00				
Värmeeffekt annat	0	0,00	0	0,00	0	0,00				
värmeeffekt W/m2	563		125		31					
summa värmeeffekt	81		18		4,5					
Värmeeffektbehov	81		16		1					
Servicekostnad/dag	0		0		0					
Hyeskostnad/dag	540		120		30					

Maskiner alt3										
Maskin	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
Id	Aerotemper	Elvärmefläkt	avfuktare							
Antal fas 1	0	18								(st)
Antal fas 2	0	4								(st)
Antal fas 3	0	1								(st)
Termostatstyrd	ja	ja								
Drifteffekt el	5,00	0,50								(kW)
Värmeeffekt el	0,00	4,50								(kW)
Värmeeffekt fjärrvärme	600,00	0,00								(kW)
Värmeeffekt olja	0,00	0,00								(kW)
Värmeeffekt gas	0,00	0,00								(kW)
Värmeeffekt annat	0,00	0,00								(kW)
Servicekostnad/dag	20	0								(kr)
Hyeskostnad/dag	1200	30								(kr)
<b>Summering alt3</b>	<b>fas1</b>		<b>fas2</b>		<b>fas3</b>					
Drifteffekt el	9		2		0,5					
värmeffekt el	81	1,00	18	1,00	4,5	1,00				
Värmeeffekt fjärrvärme	0	0,00	0	0,00	0	0,00				
Värmeeffekt olja	0	0,00	0	0,00	0	0,00				
Värmeeffekt gas	0	0,00	0	0,00	0	0,00				
Värmeeffekt annat	0	0,00	0	0,00	0	0,00				
värmeeffekt W/m2	563		125		31					
summa värmeeffekt	81		18		4,5					
Värmeeffektbehov	81		16		1					
Servicekostnad/dag	0		0		0					
Hyeskostnad/dag	540		120		30					

#### 4. Energi Fas1

klimatskal	Fönster	tak	golv	vägg
U-värde fas1	6,0	12,5	0,1	10,8
Area	41	144	144	95

Ventilation	
Volym m3	389
oms fas1	21,36

kWh/år*m2	2734
-----------	------

area/volym	1,1
------------	-----

Temperatur normal	jan	feb	mars	april	maj	juni	juli	aug	sep	okt	nov	dec
Delta T mark	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9
Delta T luft	15,5	15,8	13,4	9,7	4,1	0,5	-1,2	-1,0	2,7	6,5	10,8	13,8

Effektbehov normal	ledning	ventilation	totalt	effekt per m2	effekt per m3
Effektbehov jan (watt)	47516	42911	90427	628	233
Effektbehov feb (watt)	48433	43741	92174	640	237
Effektbehov mar (watt)	41098	37097	78195	543	201
Effektbehov apr (watt)	29790	26854	56644	393	146
Effektbehov maj (watt)	12675	11351	24026	167	62
Effektbehov jun (watt)	1673	1384	3057	21	8
Effektbehov jul (watt)	-3523	-3322	0	0	0
Effektbehov aug (watt)	-2911	-2768	0	0	0
Effektbehov sep (watt)	8397	7475	15871	110	41
Effektbehov okt (watt)	20010	17995	38005	264	98
Effektbehov nov (watt)	33152	29899	63051	438	162
Effektbehov dec (watt)	42320	38205	80525	559	207

Energi	dag	vecka	månad
kWh	2170	15192	67278
kWh	2212	15485	61941
kWh	1877	13137	58177
kWh	1359	9516	40784
kWh	577	4036	17875
kWh	73	514	2201
kWh	0	0	0
kWh	0	0	0
kWh	381	2666	11808
kWh	912	6385	28276
kWh	1513	10593	45397
kWh	1933	13528	59911

Temperatur tur	jan	feb	mars	april	maj	juni	juli	aug	sep	okt	nov	dec
Delta T mark	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9
Delta T luft	10,9	10,9	9,9	7,6	2,7	-1,1	-2,8	-4,1	0,9	4,9	8,3	10,9

Effektbehov tur	Ledning	ventilation	totalt	effekt per m2	effekt per m3
Effektbehov jan (watt)	33457	30176	63633	442	164
Effektbehov feb (watt)	33457	30176	63633	442	164
Effektbehov mar (watt)	30401	27408	57809	401	149
Effektbehov apr (watt)	23372	21040	44412	308	114
Effektbehov maj (watt)	8397	7475	15871	110	41
Effektbehov jun (watt)	-3217	-3045	0	0	0
Effektbehov jul (watt)	-8413	-7752	0	0	0
Effektbehov aug (watt)	-12386	-11351	0	0	0
Effektbehov sep (watt)	2895	2492	5387	37	14
Effektbehov okt (watt)	15120	13565	28686	199	74
Effektbehov nov (watt)	25511	22978	48489	337	125
Effektbehov dec (watt)	33457	30176	63633	442	164

Energi	dag	vecka	månad
kWh	1527	10690	47343
kWh	1527	10690	42762
kWh	1387	9712	43010
kWh	1066	7461	31977
kWh	381	2666	11808
kWh	0	0	0
kWh	0	0	0
kWh	0	0	0
kWh	129	905	4008
kWh	688	4819	21342
kWh	1164	8146	34912
kWh	1527	10690	47343

Temperatur otur	jan	feb	mars	april	maj	juni	juli	aug	sep	okt	nov	dec
Delta T mark	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9
Delta T luft	21,1	21,5	17,1	11,1	6,0	3,1	0,8	0,4	5,0	8,5	13,1	19,1

Effektbehov otur	Ledning	ventilation	totalt	effekt per m2	effekt per m3
Effektbehov jan (watt)	64631	58414	123045	854	316
Effektbehov feb (watt)	65853	59522	125375	871	322
Effektbehov mar (watt)	52406	47340	99746	693	257
Effektbehov apr (watt)	34069	30730	64798	450	167
Effektbehov maj (watt)	18482	16611	35093	244	90
Effektbehov jun (watt)	9619	8582	18201	126	47
Effektbehov jul (watt)	2590	2215	4804	33	12
Effektbehov aug (watt)	1367	1107	2475	17	6
Effektbehov sep (watt)	15426	13842	29268	203	75
Effektbehov okt (watt)	26122	23532	49654	345	128
Effektbehov nov (watt)	40181	36267	76448	531	197
Effektbehov dec (watt)	58518	52877	111396	774	287

Energi	dag	vecka	månad
kWh	2953	20672	91545
kWh	3009	21063	84252
kWh	2394	16757	74211
kWh	1555	10886	46655
kWh	842	5896	26109
kWh	437	3058	13105
kWh	115	807	3575
kWh	59	416	1782
kWh	702	4917	21775
kWh	1192	8342	36943
kWh	1835	12843	55042
kWh	2673	18714	82878

## 5. Energi fas2

klimatskal	(fönster)	tak	golv	vägg
U-värde fas1	1,1	7,8	0,1	0,2
Area	41	144	144	95

Ventilation	
Volym m3	389
oms fas2	0,41

kWh/år*m <sup>2</sup>	800
-----------------------	-----

area/volym	1,1
------------	-----

Temperatur normal	jan	feb	mars	april	maj	juni	juli	aug	sep	okt	nov	dec
Delta T mark	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9
Delta T luft	18,5	18,8	16,4	12,7	7,1	3,5	1,8	2,0	5,7	9,5	13,8	16,8

Effektbehov normal	Ledning	ventilation	totalt	effekt per m2	effekt per m3
Effektbehov jan (watt)	22005	988	22993	160	59
Effektbehov feb (watt)	22359	1004	23362	162	60
Effektbehov mar (watt)	19530	876	20405	142	52
Effektbehov apr (watt)	15168	678	15846	110	41
Effektbehov maj (watt)	8567	379	8946	62	23
Effektbehov jun (watt)	4323	187	4510	31	12
Effektbehov jul (watt)	2320	96	2416	17	6
Effektbehov aug (watt)	2555	107	2662	18	7
Effektbehov sep (watt)	6917	304	7221	50	19
Effektbehov okt (watt)	11396	507	11903	83	31
Effektbehov nov (watt)	16465	737	17202	119	44
Effektbehov dec (watt)	20001	897	20898	145	54

Energi	dag	vecka	månad
kWh	552	3863	17107
kWh	561	3925	15700
kWh	490	3428	15181
kWh	380	2662	11409
kWh	215	1503	6656
kWh	108	758	3247
kWh	58	406	1797
kWh	64	447	1917
kWh	173	1213	5372
kWh	286	2000	8856
kWh	413	2890	12385
kWh	502	3511	15548

Temperatur tur	jan	feb	mars	april	maj	juni	juli	aug	sep	okt	nov	dec
Delta T mark	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9
Delta T luft	13,9	13,9	12,9	10,6	5,7	1,9	0,2	-1,1	3,9	7,9	11,3	13,9

Effektbehov tur	Ledning	ventilation	totalt	effekt per m2	effekt per m3
Effektbehov jan (watt)	16583	742	17325	120	45
Effektbehov feb (watt)	16583	742	17325	120	45
Effektbehov mar (watt)	15404	689	16093	112	41
Effektbehov apr (watt)	12693	566	13259	92	34
Effektbehov maj (watt)	6917	304	7221	50	19
Effektbehov jun (watt)	2437	101	2539	18	7
Effektbehov jul (watt)	433	11	444	3	1
Effektbehov aug (watt)	-1099	-59	0	0	0
Effektbehov sep (watt)	4795	208	5003	35	13
Effektbehov okt (watt)	9510	422	9932	69	26
Effektbehov nov (watt)	13518	603	14121	98	36
Effektbehov dec (watt)	16583	742	17325	120	45

Energi	dag	vecka	månad
kWh	416	2911	12890
kWh	416	2911	11642
kWh	386	2704	11973
kWh	318	2227	9546
kWh	173	1213	5372
kWh	61	427	1828
kWh	11	75	330
kWh	0	0	0
kWh	120	841	3722
kWh	238	1669	7389
kWh	339	2372	10167
kWh	416	2911	12890

Temperatur otur	jan	feb	mars	april	maj	juni	juli	aug	sep	okt	nov	dec
Delta T mark	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9
Delta T luft	24,1	24,5	20,1	14,1	9,0	6,1	3,8	3,4	8,0	11,5	16,1	22,1

Effektbehov otur	Ledning	ventilation	totalt	effekt per m2	effekt per m3
Effektbehov jan (watt)	28606	1287	29893	208	77
Effektbehov feb (watt)	29078	1308	30386	211	78
Effektbehov mar (watt)	23891	1073	24964	173	64
Effektbehov apr (watt)	16818	753	17571	122	45
Effektbehov maj (watt)	10807	481	11287	78	29
Effektbehov jun (watt)	7388	326	7714	54	20
Effektbehov jul (watt)	4677	203	4880	34	13
Effektbehov aug (watt)	4206	182	4387	30	11
Effektbehov sep (watt)	9628	427	10055	70	26
Effektbehov okt (watt)	13754	614	14368	100	37
Effektbehov nov (watt)	19176	860	20036	139	52
Effektbehov dec (watt)	26249	1180	27429	190	71

Energi	dag	vecka	månad
kWh	717	5022	22240
kWh	729	5105	20419
kWh	599	4194	18573
kWh	422	2952	12651
kWh	271	1896	8398
kWh	185	1296	5554
kWh	117	820	3631
kWh	105	737	3159
kWh	241	1689	7481
kWh	345	2414	10690
kWh	481	3366	14426
kWh	658	4608	20407

## 6. Energi Fas3

klimatekvalitet	fönster	tak	golv	vägg
U-värde fas1	1,10	0,08	0,12	0,17
Area	41	144	144	95

Ventilation	
Volym m3	389
oms fas3	0,30

kWh/år*m2	106
-----------	-----

area/volym	1,1
------------	-----

Temperatur normal	jan	feb	mars	april	maj	juni	juli	aug	sep	okt	nov	dec
Delta T mark	13,9	13,9	13,9	13,9	13,9	7,9	13,9	13,9	13,9	13,9	13,9	13,9
Delta T luft	21,5	21,8	19,4	15,7	10,1	6,5	4,8	5,0	8,7	12,5	16,8	19,8

Effektbehov normal	Ledning	ventilation	totalt	effekt per m2	effekt per m3
Effektbehov jan (watt)	1788	849	2637	18	7
Effektbehov feb (watt)	1809	861	2670	19	7
Effektbehov mar (watt)	1638	766	2404	17	6
Effektbehov apr (watt)	1373	620	1993	14	5
Effektbehov maj (watt)	972	399	1371	10	4
Effektbehov jun (watt)	607	257	864	6	2
Effektbehov jul (watt)	593	189	783	5	2
Effektbehov aug (watt)	608	197	805	6	2
Effektbehov sep (watt)	872	343	1216	8	3
Effektbehov okt (watt)	1144	493	1638	11	4
Effektbehov nov (watt)	1452	663	2115	15	5
Effektbehov dec (watt)	1666	782	2448	17	6

Energi	dag	vecka	månad
kWh	63	443	1962
kWh	64	449	1794
kWh	58	404	1788
kWh	48	335	1435
kWh	33	230	1020
kWh	21	145	622
kWh	19	132	582
kWh	19	135	580
kWh	29	204	905
kWh	39	275	1218
kWh	51	355	1523
kWh	59	411	1821

Temperatur tur	jan	feb	mars	april	maj	juni	juli	aug	sep	okt	nov	dec
Delta T mark	13,9	13,9	13,9	13,9	13,9	13,9	13,9	13,9	13,9	13,9	13,9	13,9
Delta T luft	16,9	16,9	15,9	13,6	8,7	4,9	3,2	1,9	6,9	10,9	14,3	16,9

Effektbehov tur	Ledning	ventilation	totalt	effekt per m2	effekt per m3
Effektbehov jan (watt)	1459	667	2126	15	5
Effektbehov feb (watt)	1459	667	2126	15	5
Effektbehov mar (watt)	1387	628	2015	14	5
Effektbehov apr (watt)	1223	537	1760	12	5
Effektbehov maj (watt)	872	343	1216	8	3
Effektbehov jun (watt)	600	193	794	6	2
Effektbehov jul (watt)	479	126	605	4	2
Effektbehov aug (watt)	386	75	461	3	1
Effektbehov sep (watt)	744	272	1016	7	3
Effektbehov okt (watt)	1030	430	1460	10	4
Effektbehov nov (watt)	1273	565	1837	13	5
Effektbehov dec (watt)	1459	667	2126	15	5

Energi	dag	vecka	månad
kWh	51	357	1582
kWh	51	357	1429
kWh	48	339	1499
kWh	42	296	1267
kWh	29	204	905
kWh	19	133	572
kWh	15	102	450
kWh	11	77	332
kWh	24	171	756
kWh	35	245	1086
kWh	44	309	1323
kWh	51	357	1582

Temperatur otur	jan	feb	mars	april	maj	juni	juli	aug	sep	okt	nov	dec
Delta T mark	13,9	13,9	13,9	13,9	13,9	13,9	13,9	13,9	13,9	13,9	13,9	13,9
Delta T luft	27,1	27,5	23,1	17,1	12,0	9,1	6,8	6,4	11,0	14,5	19,1	25,1

Effektbehov otur	Ledning	ventilation	totalt	effekt per m2	effekt per m3
Effektbehov jan (watt)	2189	1070	3259	23	8
Effektbehov feb (watt)	2217	1086	3303	23	8
Effektbehov mar (watt)	1902	912	2814	20	7
Effektbehov apr (watt)	1473	675	2148	15	6
Effektbehov maj (watt)	1108	474	1582	11	4
Effektbehov jun (watt)	901	359	1260	9	3
Effektbehov jul (watt)	736	268	1005	7	3
Effektbehov aug (watt)	708	253	960	7	2
Effektbehov sep (watt)	1037	434	1471	10	4
Effektbehov okt (watt)	1287	572	1860	13	5
Effektbehov nov (watt)	1616	754	2370	16	6
Effektbehov dec (watt)	2046	991	3036	21	8

Energi	dag	vecka	månad
kWh	78	547	2424
kWh	79	555	2220
kWh	68	473	2094
kWh	52	361	1547
kWh	38	266	1177
kWh	30	212	907
kWh	24	169	748
kWh	23	161	692
kWh	35	247	1095
kWh	45	312	1384
kWh	57	398	1707
kWh	73	510	2259

## 7. Tidplan

alt1	fas1	fas2	fas3
år 1 jan (31)			
år 1 feb (28)			
år 1 mar (31)			
år 1 apr (30)			
år 1 maj (31)			
år 1 jun (30)			
år 1 jul (31)			
år 1 aug (31)			
år 1 sep (30)	30		
år 1 okt (31)		31	
år 1 nov (30)		30	
år 1 dec (31)		31	
år 2 jan (31)			31
år 2 feb (28)			28
år 2 mar (31)			
år 2 apr (30)			
år 2 maj (31)			
år 2 jun (30)			
år 2 jul (31)			
år 2 aug (31)			
år 2 sep (30)			
år 2 okt (31)			
år 2 nov (30)			
år 2 dec (31)			

alt2	fas1	fas2	fas3
år 1 jan (31)			
år 1 feb (28)			
år 1 mar (31)	31		
år 1 apr (30)		30	
år 1 maj (31)		31	
år 1 jun (30)		30	
år 1 jul (31)			31
år 1 aug (31)			31
år 1 sep (30)			
år 1 okt (31)			
år 1 nov (30)			
år 1 dec (31)			
år 2 jan (31)			
år 2 feb (28)			
år 2 mar (31)			
år 2 apr (30)			
år 2 maj (31)			
år 2 jun (30)			
år 2 jul (31)			
år 2 aug (31)			
år 2 sep (30)			
år 2 okt (31)			
år 2 nov (30)			
år 2 dec (31)			

alt3	fas1	fas2	fas3
år 1 jan (31)			
år 1 feb (28)			
år 1 mar (31)			
år 1 apr (30)			
år 1 maj (31)			
år 1 jun (30)			
år 1 jul (31)			
år 1 aug (31)			
år 1 sep (30)			
år 1 okt (31)			
år 1 nov (30)			
år 1 dec (31)			
år 2 jan (31)			
år 2 feb (28)			
år 2 mar (31)	31		
år 2 apr (30)		30	
år 2 maj (31)		31	
år 2 jun (30)		30	
år 2 jul (31)			31
år 2 aug (31)			31
år 2 sep (30)			
år 2 okt (31)			
år 2 nov (30)			
år 2 dec (31)			

## 8. Klimat

Ort:	Malmö
Källa:	Klimatdata för fuktberäkningar
intervall	Månadsmedel

Medel 50%	jan	feb	mars	april	maj	juni	juli	aug	sep	okt	nov	dec
Temp ute	-0,5	-0,8	1,6	5,3	10,9	14,5	16,2	16,0	12,3	8,5	4,2	1,2
Temp inne fas1	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0
Temp inne fas2	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0
Temp inne fas3	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0
Temp mark	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1
Medelvind	7,2	6,7	6,2	6,7	6,7	5,7	5,7	5,1	6,2	6,7	6,7	7,2
Ånghalt luft	4,4	4,1	4,7	5,3	7,1	9,3	10,4	10,4	9,1	7,7	6,0	4,9
södersol	35	55	69	100	102	91	100	101	86	70	49	31

Tur 95%	jan	feb	mars	april	maj	juni	juli	aug	sep	okt	nov	dec
Ånghalt luft	5,90	6	6	6,2	8,1	10,8	11,4	11,1	10	8,7	7,2	6
Temp ute	4,1	4,1	5,1	7,4	12,3	16,1	17,8	19,1	14,1	10,1	6,7	4,1

Otur 5%	jan	feb	mars	april	maj	juni	juli	aug	sep	okt	nov	dec
Ånghalt luft	2,70	2,7	3,5	4,8	6,1	8,1	9,4	9,3	7,5	6,5	4,9	3,6
Temp ute	-6,1	-6,5	-2,1	3,9	9,0	11,9	14,2	14,6	10,0	6,5	1,9	-4,1

## 9. Geometri

Bredd (m)	9,0	(m)
Längd	16,0	(m)
Höjd	2,7	(m)
Våningar	1	(st)
Taklutning	0	(grader)
Fönsterarea	30	(%)
Innervägg	0	(m)

Våning	höjd (m)	totalhöjd (m)
0	2,7	2,7
-1	0,0	0,0
-2	0,0	0,0
-3	0,0	0,0
-4	0,0	0,0
-5	0,0	0,0
-6	0,0	0,0
-7	0,0	0,0
-8	0,0	0,0
-9	0,0	0,0



## 10. U-värden

Isolervärden		
nr	Material	Lamдавärke
1	Gipsskiva	0,700
2	Plastfolie	1,000
3	Mineralull	0,039
4	Råspont	0,140
5	cellplast	0,039
6	Lösull	0,060
7	Betong	1,400
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		

Vindberoende Rs		
	Rsi 0,5m/s	0,125
	Rsi 1m/s	0,100
	Rsi 2m/s	0,071
	Rsi 3m/s	0,056
	Rsi 5m/s	0,039
	Rse 5m/s	0,048
	Rse 10m/s	0,028

FAS1 TAK			
Skikt	Tjocklek (m)	Lambda	R-värde
Rsi	-	-	0,04
Rse	-	-	0,04
isolering	0	0,039	0,00
Plastfolie	0,0002	1	0,00
gips	0	0,7	0,00
	0	100	0,00
	0	100	0,00
		Summa R	0,08
		U-värde	12,47

FAS1 VÄGG			
Skikt	Tjocklek (m)	Lambda	R-värde
Rsi	-	-	0,04
Rse	-	-	0,04
Utegips	0,009	0,7	0,01
mineralull	0	0,039	0,00
mineralull	0	0,039	0,00
plastfolie	0	1	0,00
innegips	0	0,7	0,00
		Summa R	0,09
		U-värde	10,77

FAS1 GOLV			
Skikt	Tjocklek (m)	Lambda	R-värde
Rsi	-	-	0,04
Rse	-	-	0,04
parkett	0	1,4	0,00
Plastfolie	0	0,039	0,00
betong	0,12	1,4	0,09
cellplast	0,3	0,039	7,69
	0	100	0,00
		Summa R	7,86
		U-värde	0,13

FAS1 FÖNSTER	
U-värde	
	6,00

FAS2 TAK			
Skikt	Tjocklek (m)	Lambda	R-värde
Rsi	-	-	0,07
Rse	-	-	0,04
isolering	0	0,039	0,00
Plastfolie	0,0002	1	0,00
gips	0,013	0,7	0,02
	0,0001	100	0,00
	0,0001	100	0,00
		Summa R	0,13
		U-värde	7,77

FAS2 VÄGG			
Skikt	Tjocklek (m)	Lambda	R-värde
Rsi	-	-	0,10
Rse	-	-	0,04
Utegips	0,009	0,7	0,01
mineralull	0,054	0,039	1,38
mineralull	0,17	0,039	4,36
plastfolie	0,0002	1	0,00
innegips	0,013	0,7	0,02
		Summa R	5,92
		U-värde	0,17

FAS2 GOLV			
Skikt	Tjocklek (m)	Lambda	R-värde
Rsi	-	-	0,12
Rse	-	-	0,04
parkett	0	1,4	0,00
Plastfolie	0	0,039	0,00
betong	0,12	1,4	0,09
cellplast	0,3	0,039	7,69
	0	100	0,00
		Summa R	7,94
		U-värde	0,13

FAS2 FÖNSTER	
Fönster	
	1,10

FAS3 TAK			
Skikt	Tjocklek (m)	Lambda	R-värde
Rsi	-	-	0,10
Rse	-	-	0,04
isolering	0,5	0,039	12,82
Plastfolie	0,0002	1	0,00
gips	0,013	0,7	0,02
	0	100	0,00
	0	100	0,00
		Summa R	12,98
		U-värde	0,08

FAS3 VÄGG			
Skikt	Tjocklek (m)	Lambda	R-värde
Rsi	-	-	0,13
Rse	-	-	0,04
Utegips	0,009	0,7	0,01
mineralull	0,054	0,039	1,38
mineralull	0,17	0,039	4,36
plastfolie	0,0002	1	0,00
innegips	0,013	0,7	0,02
		Summa R	5,95
		U-värde	0,17

FAS3 GOLV			
Skikt	Tjocklek (m)	Lambda	R-värde
Rsi	-	-	0,17
Rse	-	-	0,04
parkett	0,022	1,4	0,02
Plastfolie	0,0002	0,039	0,01
betong	0,12	1,4	0,09
cellplast	0,3	0,039	7,69
	0	100	0,00
		Summa R	8,01
		U-värde	0,12

FAS3 FÖNSTER	
U-värde	
	1,10



## 12. Ventilation fas2

### Spaltläckage

Yta	(m)	(m)	(m)	(m)	(m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> )
Fönster	0,001	0,1	1	1,3	3,5E-03
Vägg	0,001	0,15	1,2	2,7	2,4E-03
Tak	0,005	0,1	9	16	1,7E-03

### Flödesjustering

Vind (m/s)	7,00
Bastryck (Pa)	18,07



### Flödesbalans

In (m <sup>3</sup> /h)	Ut (m <sup>3</sup> /h)	differans
160	-160	0

$$R = A \cdot \mu \sqrt{\frac{2}{\rho}} \cdot \sqrt{\Delta p}$$

$$R = A \cdot \left( -\frac{48\eta L}{b^2 \xi \rho} + \sqrt{\left( \frac{48\eta L}{b^2 \xi \rho} \right)^2 - \frac{2\Delta p}{\xi \rho}} \right)$$

### Flödesberäkning

plan		(kg/m <sup>3</sup> )	(m/s)	ue	(Pa)	(Pa)	(Pa)	(Pa)	(m <sup>2</sup> )	b(m)	h(m)	st	m <sup>2</sup>	(Ns/m <sup>2</sup> )	(m <sup>3</sup> /h)	IN(m <sup>3</sup> /h)	UT(m <sup>3</sup> /h)	
0	Tak	1,35	7,00	-0,50	-16,5	2,2	18,1	1	-0,6	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	-1,5E+02	0	-148
0	lovert	1,35	7,00	0,70	23,1	1,1	18,1	1	40,0	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	1,6E+02	158	0
0	lä	1,35	7,00	-0,50	-16,5	1,1	18,1	1	0,5	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	2,0E+00	2	0
0	sida 1	1,35	7,00	-0,60	-19,8	1,1	18,1	1	-2,8	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	-6,2E+00	0	-6
0	sida 2	1,35	7,00	-0,60	-19,8	1,1	18,1	1	-2,8	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	-6,2E+00	0	-6
	Fläkt (m <sup>3</sup> /h)															0,0E+00	0	0
-1	lovert	1,35	7,00	0,70	23,1	0,0	18,1	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-1	lä	1,35	7,00	-0,50	-16,5	0,0	18,1	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-1	sida 1	1,35	7,00	-0,60	-19,8	0,0	18,1	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-1	sida 2	1,35	7,00	-0,60	-19,8	0,0	18,1	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
	Fläkt															0,0E+00	0	0
-2	lovert	1,35	7,00	0,70	23,1	0,0	18,1	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-2	lä	1,35	7,00	-0,50	-16,5	0,0	18,1	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-2	sida 1	1,35	7,00	-0,60	-19,8	0,0	18,1	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-2	sida 2	1,35	7,00	-0,60	-19,8	0,0	18,1	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
	Fläkt															0,0E+00	0	0
-3	lovert	1,35	7,00	0,70	23,1	0,0	18,1	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-3	lä	1,35	7,00	-0,50	-16,5	0,0	18,1	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-3	sida 1	1,35	7,00	-0,60	-19,8	0,0	18,1	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-3	sida 2	1,35	7,00	-0,60	-19,8	0,0	18,1	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
	Fläkt															0,0E+00	0	0
-4	lovert	1,35	7,00	0,70	23,1	0,0	18,1	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-4	lä	1,35	7,00	-0,50	-16,5	0,0	18,1	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-4	sida 1	1,35	7,00	-0,60	-19,8	0,0	18,1	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-4	sida 2	1,35	7,00	-0,60	-19,8	0,0	18,1	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
	Fläkt															0,0E+00	0	0
-5	lovert	1,35	7,00	0,70	23,1	0,0	18,1	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-5	lä	1,35	7,00	-0,50	-16,5	0,0	18,1	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-5	sida 1	1,35	7,00	-0,60	-19,8	0,0	18,1	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-5	sida 2	1,35	7,00	-0,60	-19,8	0,0	18,1	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
	Fläkt															0,0E+00	0	0
-6	lovert	1,35	7,00	0,70	23,1	0,0	18,1	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-6	lä	1,35	7,00	-0,50	-16,5	0,0	18,1	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-6	sida 1	1,35	7,00	-0,60	-19,8	0,0	18,1	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-6	sida 2	1,35	7,00	-0,60	-19,8	0,0	18,1	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
	Fläkt															0,0E+00	0	0
-7	lovert	1,35	7,00	0,70	23,1	0,0	18,1	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-7	lä	1,35	7,00	-0,50	-16,5	0,0	18,1	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-7	sida 1	1,35	7,00	-0,60	-19,8	0,0	18,1	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-7	sida 2	1,35	7,00	-0,60	-19,8	0,0	18,1	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
	Fläkt															0,0E+00	0	0
-8	lovert	1,35	7,00	0,70	23,1	0,0	18,1	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-8	lä	1,35	7,00	-0,50	-16,5	0,0	18,1	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-8	sida 1	1,35	7,00	-0,60	-19,8	0,0	18,1	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-8	sida 2	1,35	7,00	-0,60	-19,8	0,0	18,1	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
	Fläkt															0,0E+00	0	0
-9	lovert	1,35	7,00	0,70	23,1	0,0	18,1	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-9	lä	1,35	7,00	-0,50	-16,5	0,0	18,1	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-9	sida 1	1,35	7,00	-0,60	-19,8	0,0	18,1	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-9	sida 2	1,35	7,00	-0,60	-19,8	0,0	18,1	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
	Fläkt															0,0E+00	0	0

#### Beräkningsgång ventilation

- 1 Sätt läckagearean för spalter per yta (obs kontraktering ca 0,6 av synlig yta?)
- 2 Anta vindhastighet och bastryck
- 3 Bestäm termiska trycket för våningen (skillnad beroende på höjd och uttemp för våningarna) anta samma temp i hela huset. Beräknas mitt i våningen
- 4 Beräkna luftdensiteten för utomhusluften
- 5 Sätt formfaktorer för olika ytor
- 6 Beräkna vindtrycket per våning per yta obs +- samt formfaktorer
- 7 Beräkna termiska trycket invändigt per våning samt för takytan
- 8 Beräkna resultarende totaltryck per yta
- 9 Beräkna totala läckageytorna för spalter per yta och våning
- 10 För på eventuella extrahål manuellt
- 11 Beräkna luftens viskositet baserat på utetemperatur
- 12 Bestäm flödena per våning och yta in och ut.
- 13 För på eventuella ventilationsflöden för våningen.
- 14 Summera alla flöden och balansera dem genom att justera bastrycket

### 13. Ventilation fas3

#### Spaltläckage

Yta	(m)	(m)	(m)	(m)	(m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> )
Fönster	0,001	0,1	1	1,3	3,5E-03
Vägg	0,001	0,15	1,2	2,7	2,4E-03
Tak	0,001	0,1	9	16	3,5E-04

#### Flödesjustering

Vind (m/s)	7,00
Bastryck (Pa)	8,14



#### Flödesbalans

In (m <sup>3</sup> /h)	Ut (m <sup>3</sup> /h)	differans
118	-118	0

$$R = A \cdot \mu \cdot \sqrt{\frac{2}{\rho}} \cdot \sqrt{\Delta p} \quad R = A \cdot \left( -\frac{48\eta L}{b^2 \xi \rho} + \sqrt{\left(\frac{48\eta L}{b^2 \xi \rho}\right)^2 - \frac{2\Delta p}{\xi \rho}} \right)$$

#### Flödesberäkning

plan		(kg/m <sup>3</sup> )	(m/s)	ue	(Pa)	(Pa)	(Pa)	(Pa)	(m <sup>2</sup> )	b(m)	h(m)	st	m <sup>2</sup>	(Ns/m <sup>2</sup> )	(m <sup>3</sup> /h)	IN(m <sup>3</sup> /h)	UT(m <sup>3</sup> /h)	
0	Tak	1,35	7,00	-0,50	-16,5	2,5	8,1	1	-10,9	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	-2,3E+01	0	-23
0	lovart	1,35	7,00	0,70	23,1	1,3	8,1	1	29,9	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	1,2E+02	118	0
0	lä	1,35	7,00	-0,50	-16,5	1,3	8,1	1	-9,6	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	-3,8E+01	0	-38
0	sida 1	1,35	7,00	-0,60	-19,8	1,3	8,1	1	-12,9	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	-2,9E+01	0	-29
0	sida 2	1,35	7,00	-0,60	-19,8	1,3	8,1	1	-12,9	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	-2,9E+01	0	-29
	Fläkt (m <sup>3</sup> /h)														0,0E+00		0	0
-1	lovart	1,35	7,00	0,70	23,1	0,0	8,1	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-1	lä	1,35	7,00	-0,50	-16,5	0,0	8,1	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-1	sida 1	1,35	7,00	-0,60	-19,8	0,0	8,1	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-1	sida 2	1,35	7,00	-0,60	-19,8	0,0	8,1	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
	Fläkt														0,0E+00		0	0
-2	lovart	1,35	7,00	0,70	23,1	0,0	8,1	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-2	lä	1,35	7,00	-0,50	-16,5	0,0	8,1	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-2	sida 1	1,35	7,00	-0,60	-19,8	0,0	8,1	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-2	sida 2	1,35	7,00	-0,60	-19,8	0,0	8,1	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
	Fläkt														0,0E+00		0	0
-3	lovart	1,35	7,00	0,70	23,1	0,0	8,1	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-3	lä	1,35	7,00	-0,50	-16,5	0,0	8,1	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-3	sida 1	1,35	7,00	-0,60	-19,8	0,0	8,1	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-3	sida 2	1,35	7,00	-0,60	-19,8	0,0	8,1	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
	Fläkt														0,0E+00		0	0
-4	lovart	1,35	7,00	0,70	23,1	0,0	8,1	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-4	lä	1,35	7,00	-0,50	-16,5	0,0	8,1	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-4	sida 1	1,35	7,00	-0,60	-19,8	0,0	8,1	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-4	sida 2	1,35	7,00	-0,60	-19,8	0,0	8,1	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
	Fläkt														0,0E+00		0	0
-5	lovart	1,35	7,00	0,70	23,1	0,0	8,1	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-5	lä	1,35	7,00	-0,50	-16,5	0,0	8,1	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-5	sida 1	1,35	7,00	-0,60	-19,8	0,0	8,1	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-5	sida 2	1,35	7,00	-0,60	-19,8	0,0	8,1	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
	Fläkt														0,0E+00		0	0
-6	lovart	1,35	7,00	0,70	23,1	0,0	8,1	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-6	lä	1,35	7,00	-0,50	-16,5	0,0	8,1	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-6	sida 1	1,35	7,00	-0,60	-19,8	0,0	8,1	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-6	sida 2	1,35	7,00	-0,60	-19,8	0,0	8,1	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
	Fläkt														0,0E+00		0	0
-7	lovart	1,35	7,00	0,70	23,1	0,0	8,1	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-7	lä	1,35	7,00	-0,50	-16,5	0,0	8,1	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-7	sida 1	1,35	7,00	-0,60	-19,8	0,0	8,1	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-7	sida 2	1,35	7,00	-0,60	-19,8	0,0	8,1	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
	Fläkt														0,0E+00		0	0
-8	lovart	1,35	7,00	0,70	23,1	0,0	8,1	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-8	lä	1,35	7,00	-0,50	-16,5	0,0	8,1	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-8	sida 1	1,35	7,00	-0,60	-19,8	0,0	8,1	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-8	sida 2	1,35	7,00	-0,60	-19,8	0,0	8,1	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
	Fläkt														0,0E+00		0	0
-9	lovart	1,35	7,00	0,70	23,1	0,0	8,1	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-9	lä	1,35	7,00	-0,50	-16,5	0,0	8,1	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-9	sida 1	1,35	7,00	-0,60	-19,8	0,0	8,1	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-9	sida 2	1,35	7,00	-0,60	-19,8	0,0	8,1	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
	Fläkt														0,0E+00		0	0

#### Beräkningsgång ventilation

- 1 Sätt läckagearean för spalter per yta (obs kontraktering ca 0,6 av synlig yta?)
- 2 Anta vindhastighet och bastryck
- 3 Bestäm termiska trycket för våningen (skillnad beroende på höjd och uttemp för våningarna) anta samma temp i hela huset. Beräknas mitt i våningen
- 4 Beräkna luftdensiteten för utomhusluften
- 5 Sätt formfaktorer för olika ytor
- 6 Beräkna vindtrycket per våning per yta obs +/- samt formfaktorer
- 7 Beräkna termiska trycket invändigt per våning samt för takytan
- 8 Beräkna resultarenade totaltryck per yta
- 9 Beräkna totala läckageytorna för spalter per yta och våning
- 10 För på eventuella extrahål manuellt
- 11 Beräkna luftens viskositet baserat på utetemperatur
- 12 Bestäm flödena per våning och yta in och ut.
- 13 För på eventuella ventilationsflöden för våningen.
- 14 Summera alla flöden och balansera dem genom att justera bastrycket

## 14. Fuktnivåer

Fuktproduktion	YV	Tak	Bjkl uk	Bjkl ök	Grund	IV		Chock	Avfuktare
Fas 1	0,5	0,5	0	0,5	1	0	g/h*m2		
	68	72	0	72	144	0	356 g/h	0 g/h	0 g/h
Fas 2	0,5	0,5	0	0,5	0,5	0	g/h*m2		
	68	72	0	72	72	0	284 g/h	0 g/h	0 g/h
Fas 3	0,5	0,5	0	0,5	0,5	0	g/h*m2		
	68	72	0	72	72	0	284 g/h	0 g/h	0 g/h

RF Fas 1	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	
RF krit	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	
Luft medel	34	32	36	41	55	71	80	80	70	59	46	38	%RF
Luft tur	21	21	27	37	47	62	72	71	58	50	38	28	%RF
Luft otur	45	46	46	48	62	83	87	85	77	67	55	46	%RF

RF Fas 2	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	
Luft medel	40	38	42	46	57	71	78	78	70	61	50	43	%RF
Luft tur	29	29	34	42	51	64	72	71	60	53	43	35	%RF
Luft otur	49	50	50	51	64	81	85	83	76	67	58	50	%RF

RF Fas 3	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	
Luft medel	37	36	39	42	52	64	70	70	63	55	46	40	%RF
Luft tur	28	28	32	39	47	57	65	64	54	49	40	33	%RF
Luft otur	45	46	46	47	57	72	76	74	68	61	53	46	%RF

Fukttillskott		Oms	T-inne
Fas 1	0,0 g/m3	21,36 st/h	15
Fas 2	1,8 g/m3	0,41 st/h	18
Fas 3	2,4 g/m3	0,30 st/h	21

Area per vån	YV	Tak	Bjkl uk	Bjkl ök	Grund	IV	
0	135	144		144	144	0	m2
-1	0		0	0	0	0	m2
-2	0		0	0	0	0	m2
-3	0		0	0	0	0	m2
-4	0		0	0	0	0	m2
-5	0		0	0	0	0	m2
-6	0		0	0	0	0	m2
-7	0		0	0	0	0	m2
-8	0		0	0	0	0	m2
-9	0		0	0	0	0	m2

Diagramunderlag

Energibehov alt1

alt1 normal	bas1	bas2	bas3	NORMAL	ack
Ar 1 jan (31)	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Ar 1 feb (28)	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Ar 1 mar (31)	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Ar 1 apr (30)	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Ar 1 maj (31)	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Ar 1 jun (30)	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Ar 1 jul (31)	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Ar 1 aug (31)	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Ar 1 sep (30)	1.1E+04	0.0E+00	1.1E+04	1.1E+04	0.0E+00
Ar 1 okt (31)	0.0E+00	9.8E+03	0.0E+00	9.8E+03	2.0E+04
Ar 1 nov (30)	0.0E+00	1.5E+04	0.0E+00	1.5E+04	3.3E+04
Ar 1 dec (31)	0.0E+00	2.6E+04	0.0E+00	1.6E+04	4.8E+04
Ar 2 jan (31)	0.0E+00	0.0E+00	2.6E+03	2.6E+03	5.0E+04
Ar 2 feb (28)	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	5.0E+04
Ar 2 mar (31)	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	5.0E+04
Ar 2 apr (30)	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	5.0E+04
Ar 2 maj (31)	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	5.0E+04
Ar 2 jun (30)	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	5.0E+04
Ar 2 jul (31)	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	5.0E+04
Ar 2 aug (31)	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	5.0E+04
Ar 2 sep (30)	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	5.0E+04
Ar 2 okt (31)	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	5.0E+04
Ar 2 nov (30)	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	5.0E+04
Ar 2 dec (31)	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	5.0E+04
Sammenlagt	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	5.0E+04

Kostnader alt1

alt1 normal	startkostnad	drift	driftel	dørme	avsetning	acc kostnad
Ar 1 jan (31)	0	0	0	0	0	0
Ar 1 feb (28)	0	0	0	0	0	0
Ar 1 mar (31)	0	0	0	0	0	0
Ar 1 apr (30)	0	0	0	0	0	0
Ar 1 maj (31)	0	0	0	0	0	0
Ar 1 jun (30)	0	0	0	0	0	0
Ar 1 jul (31)	0	0	0	0	0	0
Ar 1 aug (31)	0	0	0	0	0	0
Ar 1 nov (30)	10 000	11 100	1 800	12 570	1 584	35 254
Ar 1 okt (31)	0	12 400	2 044	9 742	0	59 442
Ar 1 nov (30)	0	12 000	1 980	13 664	0	61 544
Ar 1 dec (31)	0	12 400	2 044	11 100	0	118 944
Ar 2 jan (31)	0	8 880	409	2 198	0	129 842
Ar 2 feb (28)	0	7 840	370	1 974	0	145 025
Ar 2 mar (31)	0	0	0	0	5 000	158 924
Ar 2 apr (30)	0	0	0	0	0	158 924
Ar 2 maj (31)	0	0	0	0	0	158 924
Ar 2 jun (30)	0	0	0	0	0	158 924
Ar 2 jul (31)	0	0	0	0	0	158 924
Ar 2 aug (31)	0	0	0	0	0	158 924
Ar 2 sep (30)	0	0	0	0	0	158 924
Ar 2 okt (31)	0	0	0	0	0	158 924
Ar 2 nov (30)	0	0	0	0	0	158 924
Ar 2 dec (31)	0	0	0	0	0	158 924
Sammenlagt	10 000	64 420	8 435	87 170	5 000	145 025

Energibehov alt2

alt2 normal	bas1	bas2	bas3	NORMAL	ack
Ar 1 jan (31)	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Ar 1 feb (28)	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Ar 1 mar (31)	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Ar 1 apr (30)	0.0E+00	1.0E+04	0.0E+00	1.0E+04	7.0E+04
Ar 1 maj (31)	0.0E+00	7.6E+03	0.0E+00	6.7E+03	7.6E+04
Ar 1 jun (30)	0.0E+00	3.6E+03	3.2E+03	7.8E+04	8.1E+04
Ar 1 jul (31)	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	8.1E+04
Ar 1 aug (31)	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	8.1E+04
Ar 1 sep (30)	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	8.1E+04
Ar 1 okt (31)	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	8.1E+04
Ar 1 nov (30)	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	8.1E+04
Ar 1 dec (31)	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	8.1E+04
Ar 2 jan (31)	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	8.1E+04
Ar 2 feb (28)	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	8.1E+04
Ar 2 mar (31)	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	8.1E+04
Ar 2 apr (30)	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	8.1E+04
Ar 2 maj (31)	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	8.1E+04
Ar 2 jun (30)	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	8.1E+04
Ar 2 jul (31)	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	8.1E+04
Ar 2 aug (31)	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	8.1E+04
Ar 2 sep (30)	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	8.1E+04
Ar 2 okt (31)	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	8.1E+04
Ar 2 nov (30)	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	8.1E+04
Ar 2 dec (31)	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	8.1E+04
Sammenlagt	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	8.1E+04

Kostnader alt2

alt2 normal	startkostnad	drift	driftel	dørme	avsetning	acc kostnad
Ar 1 jan (31)	0	0	0	0	0	0
Ar 1 feb (28)	0	0	0	0	0	0
Ar 1 mar (31)	0	0	0	0	0	0
Ar 1 apr (30)	10 000	24 490	1 637	63 995	0	100 122
Ar 1 maj (31)	0	11 100	1 980	12 560	0	125 752
Ar 1 jun (30)	0	11 470	2 044	7 321	0	146 589
Ar 1 jul (31)	0	11 100	1 980	3 522	0	160 241
Ar 1 aug (31)	0	8 880	409	641	0	172 971
Ar 1 sep (30)	0	8 880	409	669	0	182 719
Ar 1 okt (31)	0	0	0	0	5 000	187 719
Ar 1 nov (30)	0	0	0	0	0	187 719
Ar 1 dec (31)	0	0	0	0	0	187 719
Ar 2 jan (31)	0	0	0	0	0	187 719
Ar 2 feb (28)	0	0	0	0	0	187 719
Ar 2 mar (31)	0	0	0	0	0	187 719
Ar 2 apr (30)	0	0	0	0	0	187 719
Ar 2 maj (31)	0	0	0	0	0	187 719
Ar 2 jun (30)	0	0	0	0	0	187 719
Ar 2 jul (31)	0	0	0	0	0	187 719
Ar 2 aug (31)	0	0	0	0	0	187 719
Ar 2 sep (30)	0	0	0	0	0	187 719
Ar 2 okt (31)	0	0	0	0	0	187 719
Ar 2 nov (30)	0	0	0	0	0	187 719
Ar 2 dec (31)	0	0	0	0	0	187 719
Sammenlagt	10 000	75 520	8 461	88 738	5 000	187 719

Energibehov alt3

alt3 normal	bas1	bas2	bas3	NORMAL	ack
Ar 1 jan (31)	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Ar 1 feb (28)	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Ar 1 mar (31)	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Ar 1 apr (30)	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Ar 1 maj (31)	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Ar 1 jun (30)	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Ar 1 jul (31)	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Ar 1 aug (31)	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Ar 1 sep (30)	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Ar 1 okt (31)	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Ar 1 nov (30)	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Ar 1 dec (31)	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Ar 2 jan (31)	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Ar 2 feb (28)	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Ar 2 mar (31)	8.1E+04	0.0E+00	0.0E+00	5.8E+04	5.8E+04
Ar 2 apr (30)	0.0E+00	1.1E+04	0.0E+00	7.0E+04	7.0E+04
Ar 2 maj (31)	0.0E+00	7.6E+03	0.0E+00	6.7E+04	7.6E+04
Ar 2 jun (30)	0.0E+00	3.6E+03	3.2E+03	7.8E+04	8.1E+04
Ar 2 jul (31)	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	8.1E+04
Ar 2 aug (31)	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	8.1E+04
Ar 2 sep (30)	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	8.1E+04
Ar 2 okt (31)	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	8.1E+04
Ar 2 nov (30)	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	8.1E+04
Ar 2 dec (31)	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	8.1E+04
Sammenlagt	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	8.1E+04

Kostnader alt3

alt3 normal	startkostnad	drift	driftel	dørme	avsetning	acc kostnad
Ar 1 jan (31)	0	0	0	0	0	0
Ar 1 feb (28)	0	0	0	0	0	0
Ar 1 mar (31)	0	0	0	0	0	0
Ar 1 apr (30)	0	0	0	0	0	0
Ar 1 maj (31)	0	0	0	0	0	0
Ar 1 jun (30)	0	0	0	0	0	0
Ar 1 jul (31)	0	0	0	0	0	0
Ar 1 aug (31)	0	0	0	0	0	0
Ar 1 sep (30)	0	0	0	0	0	0
Ar 1 okt (31)	0	0	0	0	0	0
Ar 1 nov (30)	0	0	0	0	0	0
Ar 1 dec (31)	0	0	0	0	0	0
Ar 2 jan (31)	0	0	0	0	0	0
Ar 2 feb (28)	0	0	0	0	0	0
Ar 2 mar (31)	10 000	24 490	7 360	63 995	0	105 850
Ar 2 apr (30)	0	11 100	1 984	10 501	0	131 085
Ar 2 maj (31)	0	11 470	1 637	7 361	0	151 513
Ar 2 jun (30)	0	11 100	1 984	3 522	0	167 739
Ar 2 jul (31)	0	8 880	409	641	0	177 499
Ar 2 aug (31)	0	8 880	409	669	0	182 747
Ar 2 sep (30)	0	0	0	0	5 000	192 247
Ar 2 okt (31)	0	0	0	0	0	192 247
Ar 2 nov (30)	0	0	0	0	0	192 247
Ar 2 dec (31)	0	0	0	0	0	192 247
Sammenlagt	10 000	75 520	12 969	88 738	5 000	192 247

alt1 tur	bas1	bas2	bas3	TUR	ack
Ar 1 jan (31)	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Ar 1 feb (28)	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Ar 1 mar (31)	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Ar 1 apr (30)	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Ar 1 maj (31)	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Ar 1 jun (30)	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Ar 1 jul (31)	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Ar 1 aug (31)	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Ar 1 sep (30)	4.1E+03	0.0E+00	0.0E+00	3.9E+03	3.9E+03
Ar 1 okt (31)	0.0E+00	7.2E+03	0.0E+00	7.4E+03	1.1E+04
Ar 1 nov (30)	0.0E+00	1.0E+04	0.0E+00	1.0E+04	2.1E+04
Ar 1 dec (31)	0.0E+00	1.6E+04	0.0E+00	1.3E+04	3.4E+04
Ar 2 jan (31)	0.0				

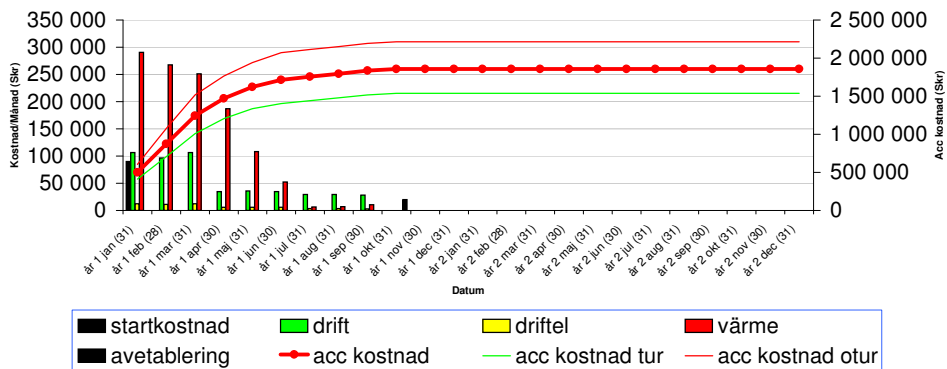
## **BILAGA D VERKTYGSDATA FLERVÅNINGSHUS**

In och utdata från optimeringsverktyget presenteras bara i den digitala rapporten eftersom innehållet inte är läsbart i formatet A5. Rapporten i sin helhet kan laddas ned från [www.byggnadsmaterial.lth.se](http://www.byggnadsmaterial.lth.se). Där kan även Excelfilerna laddas ned.

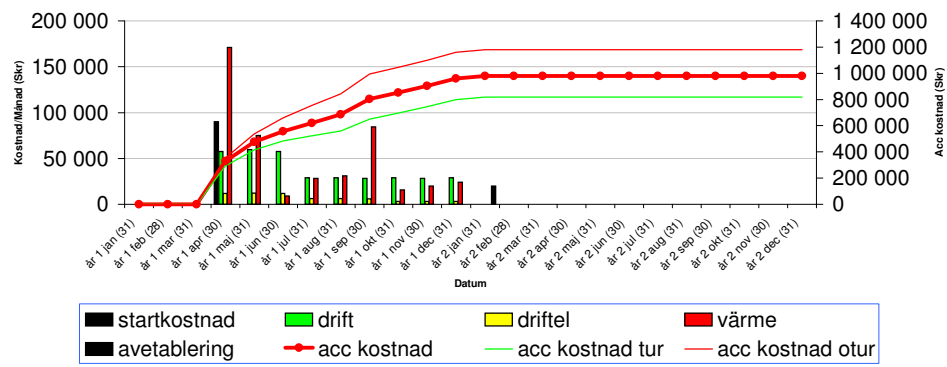
# 1. Resultat

Kostnader	startkostnad	drift	driftel	värme	avetablering	acc kostnad	kr/m2	kr/m3	Risk 1v
Alt 1 tur	90 000	500 730	63 373	864 447	20 000	1 538 550	334	111 (kr)	284 423 (kr)
Alt 1 normal	90 000	500 730	63 373	1 181 891	20 000	1 855 994	403	134 (kr)	284 423 (kr)
Alt 1 otur	90 000	500 730	63 373	1 541 203	20 000	2 215 306	481	160 (kr)	284 423 (kr)
Alt 2 tur	90 000	347 680	63 967	297 031	20 000	818 678	178	59 (kr)	284 423 (kr)
Alt 2 normal	90 000	347 680	63 967	458 354	20 000	980 001	213	71 (kr)	284 423 (kr)
Alt 2 otur	90 000	347 680	63 967	659 392	20 000	1 181 039	256	85 (kr)	284 423 (kr)
Alt 3 tur	90 000	379 000	82 368	586 620	20 000	1 157 988	251	84 (kr)	284 423 (kr)
Alt 3 normal	90 000	379 000	82 368	763 806	20 000	1 335 174	290	97 (kr)	284 423 (kr)
Alt 3 otur	90 000	379 000	82 368	1 040 162	20 000	1 611 530	350	117 (kr)	284 423 (kr)
						1 410 473	306	102	

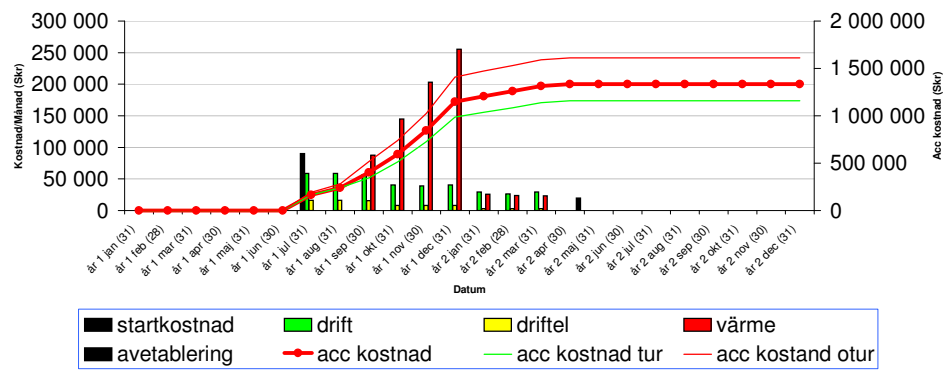
### Torkkostnader alt1



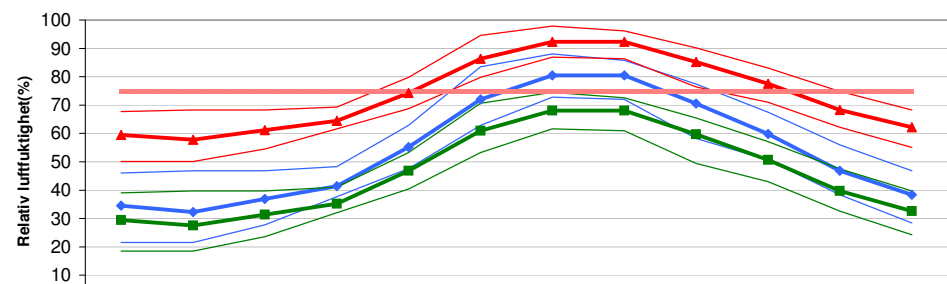
### Torkkostnader alt2



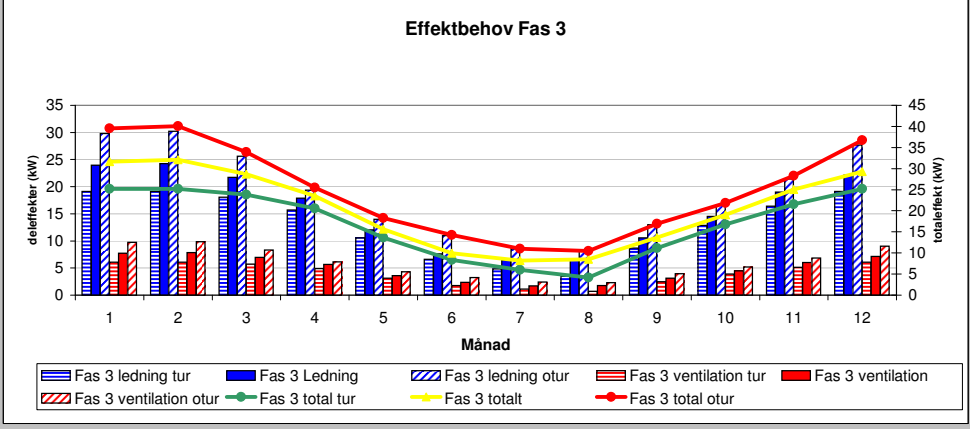
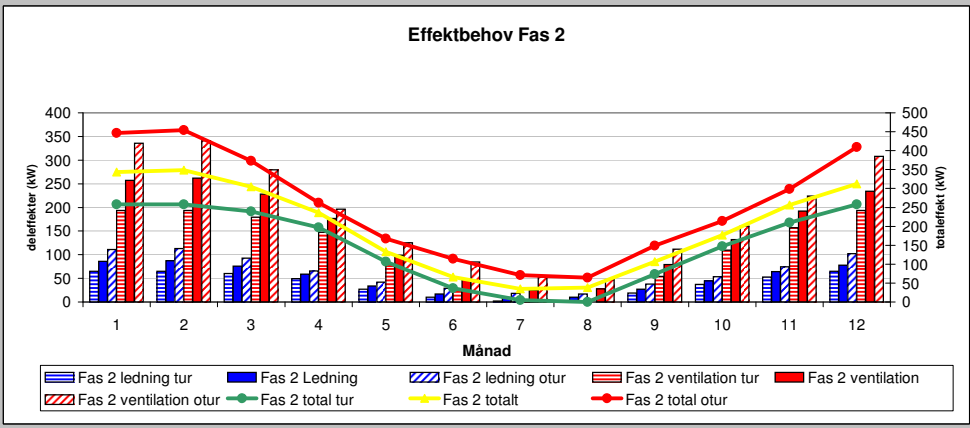
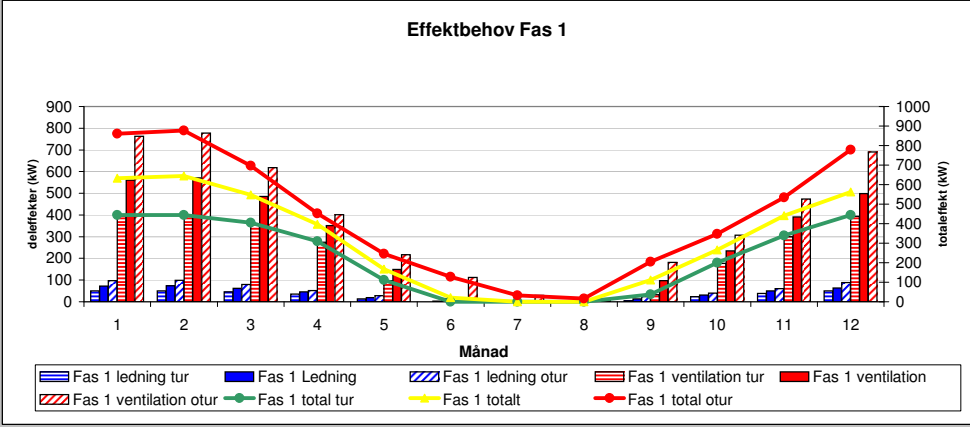
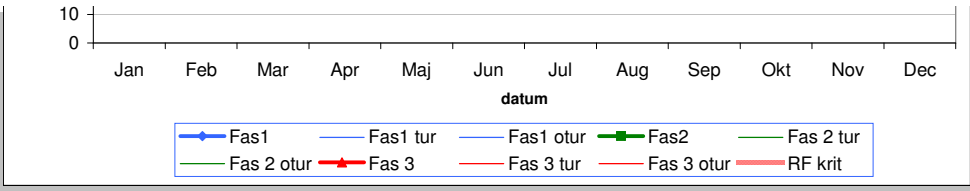
### Torkkostnader alt3



### RF-nivåer







## 2. Övriga kostnader

Riskkostnader alt1	
Budget	25000000 (kr)
Upparbetade kostnader	60 (%)
Kalkylränta	5 (%)
Extrakostnader för etablering	20000 (kr/vecka)
Byte av skadat material	0 (kr)
Ev hyresbortfall	0 (kr/vecka)
Ev viteskostnad	250000 (kr/vecka)

Energi alt1	
Etableringskostnad	40000 (kr)
Hyra/dag	500 (kr/dygn)
Avetableringskostnad	20000 (kr)
energikostnad el	1,1 (kr/kWh)
energikostnad fjärrvärme	0,6 (kr/kWh)
energikostnad gas	(kr/kWh)
energikostnad olja	(kr/kWh)
energikostnad annat	(kr/kWh)

Materialkostnader alt1	
Provisoriska tätningar	50000 (kr)
Förbättring av material	0 (kr)
WPS	0 (kr)

Kontroller alt1	
Mätning av torkmiljö/materialfukt	100 (kr/dag)
Fuktronder	100 (kr/dag)

Riskkostnader alt2	
Budget	25000000 (kr)
Upparbetade kostnader	60 (%)
Kalkylränta	5 (%)
Extrakostnader för etablering	20000 (kr/vecka)
Byte av skadat material	0 (kr)
Ev hyresbortfall	0 (kr/vecka)
Ev viteskostnad	250000 (kr/vecka)

Energi alt2	
Etableringskostnad	40000 (kr)
Hyra/dag	500 (kr/dygn)
Avetableringskostnad	20000 (kr)
energikostnad el	1,1 (kr/kWh)
energikostnad fjärrvärme	0,6 (kr/kWh)
energikostnad gas	1,2 (kr/kWh)
energikostnad olja	1,8 (kr/kWh)
energikostnad annat	1 (kr/kWh)

Materialkostnader alt2	
Provisoriska tätningar	50000 (kr)
Förbättring material	0 (kr)
WPS	0 (kr)

Kontroller alt2	
Mätning av torkmiljö	100 (kr/dag)
Fuktronder	100 (kr/dag)

Riskkostnader alt3	
Budget	25000000 (kr)
Upparbetade kostnader	60 (%)
Kalkylränta	5 (%)
Extrakostnader för etablering	20000 (kr/vecka)
Byte av skadat material	0 (kr)
Ev hyresbortfall	0 (kr/vecka)
Ev viteskostnad	250000 (kr/vecka)

Energi alt3	
Etableringskostnad	40000 (kr)
Hyra/dag	500 (kr/dygn)
Avetableringskostnad	20000 (kr)
energikostnad el	1,1 (kr/kWh)
energikostnad fjärrvärme	0,6 (kr/kWh)
energikostnad gas	1,2 (kr/kWh)
energikostnad olja	1,8 (kr/kWh)
energikostnad annat	1 (kr/kWh)

Materialkostnader alt1	
Provisoriska tätningar	50000 (kr)
Förbättring material	0 (kr)
WPS	0 (kr)

Kontroller alt1	
Mätning av torkmiljö	100 (kr/dag)
Fuktronder	100 (kr/dag)

### 3. Maskinpark

Kompletterande eleffekter	Byggel	Bodel	Hissel	Kranel
Fas 1	50	25	0	10 (kW)
Fas 2	50	50	10	10 (kW)
Fas 3	60	25	10	0 (kW)

Maskiner alt1										
Maskin	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
Id	Aerotemper	Elvärmeväkt	avfuktare							
Antal fas 1	2	10								(st)
Antal fas 2	0	15								(st)
Antal fas 3	0	8								(st)
Termostatstyrd	ja	ja								
Drifteffekt el	5,00	0,50								(kW)
Värmeeffekt el	0,00	4,50								(kW)
Värmeeffekt fjärrvärme	600,00	0,00								(kW)
Värmeeffekt olja	0,00	0,00								(kW)
Värmeeffekt gas	0,00	0,00								(kW)
Värmeeffekt annat	0,00	0,00								(kW)
Servicekostnad/dag	20	0								(kr)
Hyreskostnad/dag	1200	30								(kr)
<b>Summering alt1</b>	<b>fas1</b>		<b>fas2</b>		<b>fas3</b>					
Drifteffekt el	15		8		4					
värmeffekt el	45	0,04	68	1,00	36	1,00				
Värmeeffekt fjärrvärme	1200	0,96	0	0,00	0	0,00				
Värmeeffekt olja	0	0,00	0	0,00	0	0,00				
Värmeeffekt gas	0	0,00	0	0,00	0	0,00				
Värmeeffekt annat	0	0,00	0	0,00	0	0,00				
värmeeffekt W/m2	270		15		8					
summa värmeeffekt	1245		68		36					
Värmeeffektbehov	653		236		14					
Servicekostnad/dag	40		0		0					
Hyreskostnad/dag	2700		450		240					

Maskiner alt2										
Maskin	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
Id	Aerotemper	Elvärmeväkt	avfuktare							
Antal fas 1	1	0								(st)
Antal fas 2	0	8								(st)
Antal fas 3	0	8								(st)
Termostatstyrd	ja	ja								
Drifteffekt el	5,00	0,50								(kW)
Värmeeffekt el	0,00	4,50								(kW)
Värmeeffekt fjärrvärme	600,00	0,00								(kW)
Värmeeffekt olja	0,00	0,00								(kW)
Värmeeffekt gas	0,00	0,00								(kW)
Värmeeffekt annat	0,00	0,00								(kW)
Servicekostnad/dag	20	0								(kr)
Hyreskostnad/dag	1200	30								(kr)
<b>Summering alt2</b>	<b>fas1</b>		<b>fas2</b>		<b>fas3</b>					
Drifteffekt el	5		4		4					
värmeffekt el	0	0,00	36	1,00	36	1,00				
Värmeeffekt fjärrvärme	600	1,00	0	0,00	0	0,00				
Värmeeffekt olja	0	0,00	0	0,00	0	0,00				
Värmeeffekt gas	0	0,00	0	0,00	0	0,00				
Värmeeffekt annat	0	0,00	0	0,00	0	0,00				
värmeeffekt W/m2	130		8		8					
summa värmeeffekt	600		36		36					
Värmeeffektbehov	396		107		30					
Servicekostnad/dag	20		0		0					
Hyreskostnad/dag	1200		240		240					

Maskiner alt3										
Maskin	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
Id	Aerotemper	Elvärmeväkt	avfuktare							
Antal fas 1	0	40								(st)
Antal fas 2	0	20								(st)
Antal fas 3	0	8								(st)
Termostatstyrd	ja	ja								
Drifteffekt el	5,00	0,50								(kW)
Värmeeffekt el	0,00	4,50								(kW)
Värmeeffekt fjärrvärme	600,00	0,00								(kW)
Värmeeffekt olja	0,00	0,00								(kW)
Värmeeffekt gas	0,00	0,00								(kW)
Värmeeffekt annat	0,00	0,00								(kW)
Servicekostnad/dag	20	0								(kr)
Hyreskostnad/dag	1200	30								(kr)
<b>Summering alt3</b>	<b>fas1</b>		<b>fas2</b>		<b>fas3</b>					
Drifteffekt el	20		10		4					
värmeffekt el	180	1,00	90	1,00	36	1,00				
Värmeeffekt fjärrvärme	0	0,00	0	0,00	0	0,00				
Värmeeffekt olja	0	0,00	0	0,00	0	0,00				
Värmeeffekt gas	0	0,00	0	0,00	0	0,00				
Värmeeffekt annat	0	0,00	0	0,00	0	0,00				
värmeeffekt W/m2	39		20		8					
summa värmeeffekt	180		90		36					
Värmeeffektbehov	111		322		33					
Servicekostnad/dag	0		0		0					
Hyreskostnad/dag	1200		600		240					

## 4. Energi Fas1

klimatskal	Fönster	tak	golv	vägg
U-värde fas1	6,0	0,1	0,2	0,2
Area	691	576	576	1613

Ventilation	
Volym m3	13824
oms fas1	7,85

kWh/år*m2
597

area/volym
0,3

Temperatur normal	jan	feb	mars	april	maj	juni	juli	aug	sep	okt	nov	dec
Delta T mark	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9
Delta T luft	15,5	15,8	13,4	9,7	4,1	0,5	-1,2	-1,0	2,7	6,5	10,8	13,8

Effektbehov normal	ledning	ventilation	totalt	effekt per m2	effekt per m3
Effektbehov jan (watt)	71688	560646	632334	137	46
Effektbehov feb (watt)	73059	571497	644556	140	47
Effektbehov mar (watt)	62089	484688	546776	119	40
Effektbehov apr (watt)	45177	350856	396032	86	29
Effektbehov maj (watt)	19580	148300	167880	36	12
Effektbehov jun (watt)	3124	18085	21210	5	2
Effektbehov jul (watt)	-4646	-43405	0	0	0
Effektbehov aug (watt)	-3732	-36171	0	0	0
Effektbehov sep (watt)	13180	97661	110841	24	8
Effektbehov okt (watt)	30550	235110	265659	58	19
Effektbehov nov (watt)	50205	390644	440848	96	32
Effektbehov dec (watt)	63917	499156	563073	122	41

Energi	dag	vecka	månad
kWh	15176	106232	470456
kWh	15469	108285	433142
kWh	13123	91858	406802
kWh	9505	66533	285143
kWh	4029	28204	124902
kWh	509	3563	15271
kWh	0	0	0
kWh	0	0	0
kWh	2660	18621	82466
kWh	6376	44631	197651
kWh	10580	74063	317411
kWh	13514	94596	418926

Temperatur tur	jan	feb	mars	april	maj	juni	juli	aug	sep	okt	nov	dec
Delta T mark	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9
Delta T luft	10,9	10,9	9,9	7,6	2,7	-1,1	-2,8	-4,1	0,9	4,9	8,3	10,9

Effektbehov tur	Ledning	ventilation	totalt	effekt per m2	effekt per m3
Effektbehov jan (watt)	50662	394261	444922	97	32
Effektbehov feb (watt)	50662	394261	444922	97	32
Effektbehov mar (watt)	46091	358090	404181	88	29
Effektbehov apr (watt)	35578	274897	310475	67	22
Effektbehov maj (watt)	13180	97661	110841	24	8
Effektbehov jun (watt)	-4189	-39788	0	0	0
Effektbehov jul (watt)	-11960	-101278	0	0	0
Effektbehov aug (watt)	-17902	-148300	0	0	0
Effektbehov sep (watt)	4953	32554	37506	8	3
Effektbehov okt (watt)	23236	177236	200473	44	15
Effektbehov nov (watt)	38777	300217	338994	74	25
Effektbehov dec (watt)	50662	394261	444922	97	32

Energi	dag	vecka	månad
kWh	10678	74747	331022
kWh	10678	74747	298988
kWh	9700	67902	300710
kWh	7451	52160	223542
kWh	2660	18621	82466
kWh	0	0	0
kWh	0	0	0
kWh	0	0	0
kWh	900	6301	27905
kWh	4811	33679	149152
kWh	8136	56951	244076
kWh	10678	74747	331022

Temperatur otur	jan	feb	mars	april	maj	juni	juli	aug	sep	okt	nov	dec
Delta T mark	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9
Delta T luft	21,1	21,5	17,1	11,1	6,0	3,1	0,8	0,4	5,0	8,5	13,1	19,1

Effektbehov otur	Ledning	ventilation	totalt	effekt per m2	effekt per m3
Effektbehov jan (watt)	97285	763202	860487	187	62
Effektbehov feb (watt)	99113	777670	876783	190	63
Effektbehov mar (watt)	79001	618519	697520	151	50
Effektbehov apr (watt)	51576	401495	453071	98	33
Effektbehov maj (watt)	28264	217024	245289	53	18
Effektbehov jun (watt)	15009	112129	127138	28	9
Effektbehov jul (watt)	4496	28937	33432	7	2
Effektbehov aug (watt)	2667	14468	17136	4	1
Effektbehov sep (watt)	23693	180854	204547	44	15
Effektbehov okt (watt)	39691	307451	347143	75	25
Effektbehov nov (watt)	60718	473836	534554	116	39
Effektbehov dec (watt)	88143	690861	779003	169	56

Energi	dag	vecka	månad
kWh	20652	144562	640202
kWh	21043	147300	589198
kWh	16740	117183	518955
kWh	10874	76116	326211
kWh	5887	41208	182495
kWh	3051	21359	91539
kWh	802	5617	24874
kWh	411	2879	12338
kWh	4909	34364	152183
kWh	8331	58320	258274
kWh	12829	89805	384879
kWh	18696	130873	579579

## 5. Energi fas2

klimatskal	(fönster)	tak	golv	vägg
U-värde fas1	6,0	0,1	0,2	0,2
Area	691	576	576	1613

Ventilation	
Volym m3	13824
oms fas2	3,02

kWh/år*m <sup>2</sup>
372

area/volym	
	0,3

Temperatur normal	jan	feb	mars	april	maj	juni	juli	aug	sep	okt	nov	dec
Delta T mark	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9
Delta T luft	18,5	18,8	16,4	12,7	7,1	3,5	1,8	2,0	5,7	9,5	13,8	16,8

Effektbehov normal	Ledning	ventilation	totalt	effekt per m2	effekt per m3
Effektbehov jan (watt)	85719	257513	343232	74	25
Effektbehov feb (watt)	87090	261689	348779	76	25
Effektbehov mar (watt)	76120	228282	304402	66	22
Effektbehov apr (watt)	59208	176779	235987	51	17
Effektbehov maj (watt)	33611	98829	132440	29	10
Effektbehov jun (watt)	17156	48719	65874	14	5
Effektbehov jul (watt)	9385	25055	34440	7	2
Effektbehov aug (watt)	10299	27839	38139	8	3
Effektbehov sep (watt)	27212	79342	106553	23	8
Effektbehov okt (watt)	44581	132236	176817	38	13
Effektbehov nov (watt)	64236	192091	256327	56	19
Effektbehov dec (watt)	77948	233850	311798	68	23

Energi	dag	vecka	månad
kWh	8238	57663	255365
kWh	8371	58595	234380
kWh	7306	51140	226475
kWh	5664	39646	169911
kWh	3179	22250	98535
kWh	1581	11067	47430
kWh	827	5786	25624
kWh	915	6407	27460
kWh	2557	17901	79276
kWh	4244	29705	131552
kWh	6152	43063	184555
kWh	7483	52382	231978

Temperatur tur	jan	feb	mars	april	maj	juni	juli	aug	sep	okt	nov	dec
Delta T mark	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9
Delta T luft	13,9	13,9	12,9	10,6	5,7	1,9	0,2	-1,1	3,9	7,9	11,3	13,9

Effektbehov tur	Ledning	ventilation	totalt	effekt per m2	effekt per m3
Effektbehov jan (watt)	64693	193483	258176	56	19
Effektbehov feb (watt)	64693	193483	258176	56	19
Effektbehov mar (watt)	60122	179563	239685	52	17
Effektbehov apr (watt)	49609	147548	197157	43	14
Effektbehov maj (watt)	27212	79342	106553	23	8
Effektbehov jun (watt)	9842	26447	36290	8	3
Effektbehov jul (watt)	2072	2784	4856	1	0
Effektbehov aug (watt)	-3870	-15312	0	0	0
Effektbehov sep (watt)	18984	54287	73271	16	5
Effektbehov okt (watt)	37268	109965	147233	32	11
Effektbehov nov (watt)	52809	157292	210100	46	15
Effektbehov dec (watt)	64693	193483	258176	56	19

Energi	dag	vecka	månad
kWh	6196	43374	192083
kWh	6196	43374	173494
kWh	5752	40267	178326
kWh	4732	33122	141953
kWh	2557	17901	79276
kWh	871	6097	26128
kWh	117	816	3613
kWh	0	0	0
kWh	1758	12309	54513
kWh	3534	24735	109541
kWh	5042	35297	151272
kWh	6196	43374	192083

Temperatur otur	jan	feb	mars	april	maj	juni	juli	aug	sep	okt	nov	dec
Delta T mark	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9
Delta T luft	24,1	24,5	20,1	14,1	9,0	6,1	3,8	3,4	8,0	11,5	16,1	22,1

Effektbehov otur	Ledning	ventilation	totalt	effekt per m2	effekt per m3
Effektbehov jan (watt)	111316	335463	446779	97	32
Effektbehov feb (watt)	113144	341031	454175	99	33
Effektbehov mar (watt)	93032	279784	372817	81	27
Effektbehov apr (watt)	65607	196267	261874	57	19
Effektbehov maj (watt)	42296	125277	167572	36	12
Effektbehov jun (watt)	29040	84910	113950	25	8
Effektbehov jul (watt)	18527	52895	71421	15	5
Effektbehov aug (watt)	16699	47327	64025	14	5
Effektbehov sep (watt)	37725	111357	149082	32	11
Effektbehov okt (watt)	53723	160076	213798	46	15
Effektbehov nov (watt)	74749	224106	298855	65	22
Effektbehov dec (watt)	102174	307624	409798	89	30

Energi	dag	vecka	månad
kWh	10723	75059	332403
kWh	10900	76301	305206
kWh	8948	62633	277376
kWh	6285	43995	188549
kWh	4022	28152	124674
kWh	2735	19144	82044
kWh	1714	11999	53138
kWh	1537	10756	46098
kWh	3578	25046	110917
kWh	5131	35918	159066
kWh	7173	50208	215175
kWh	9835	68846	304890

## 6. Energi Fas3

klimatskal	fönster	tak	golv	vägg
U-värde fas1	0,90	0,14	0,18	0,21
Area	691	576	576	1613

Ventilation	
Volym m3	13824
oms fas3	0,08

kWh/år*m2	39
-----------	----

area/volym	0,3
------------	-----

Temperatur normal	jan	feb	mars	april	maj	juni	juli	aug	sep	okt	nov	dec
Delta T mark	13,9	13,9	13,9	13,9	13,9	7,9	13,9	13,9	13,9	13,9	13,9	13,9
Delta T luft	21,5	21,8	19,4	15,7	10,1	6,5	4,8	5,0	8,7	12,5	16,8	19,8

Effektbehov normal	Ledning	ventilation	totalt	effekt per m2	effekt per m3
Effektbehov jan (watt)	23938	7724	31662	7	2
Effektbehov feb (watt)	24251	7832	32083	7	2
Effektbehov mar (watt)	21743	6969	28713	6	2
Effektbehov apr (watt)	17876	5640	23516	5	2
Effektbehov maj (watt)	12024	3628	15652	3	1
Effektbehov jun (watt)	7628	2335	9963	2	1
Effektbehov jul (watt)	6485	1724	8209	2	1
Effektbehov aug (watt)	6694	1796	8490	2	1
Effektbehov sep (watt)	10561	3125	13686	3	1
Effektbehov okt (watt)	14532	4491	19022	4	1
Effektbehov nov (watt)	19026	6035	25061	5	2
Effektbehov dec (watt)	22161	7113	29274	6	2

Energi	dag	vecka	månad
kWh	760	5319	23556
kWh	770	5390	21560
kWh	689	4824	21362
kWh	564	3951	16932
kWh	376	2630	11645
kWh	239	1674	7173
kWh	197	1379	6107
kWh	204	1426	6113
kWh	328	2299	10182
kWh	457	3196	14153
kWh	601	4210	18044
kWh	703	4918	21780

Temperatur tur	jan	feb	mars	april	maj	juni	juli	aug	sep	okt	nov	dec
Delta T mark	13,9	13,9	13,9	13,9	13,9	13,9	13,9	13,9	13,9	13,9	13,9	13,9
Delta T luft	16,9	16,9	15,9	13,6	8,7	4,9	3,2	1,9	6,9	10,9	14,3	16,9

Effektbehov tur	Ledning	ventilation	totalt	effekt per m2	effekt per m3
Effektbehov jan (watt)	19130	6071	25202	5	2
Effektbehov feb (watt)	19130	6071	25202	5	2
Effektbehov mar (watt)	18085	5712	23797	5	2
Effektbehov apr (watt)	15682	4886	20567	4	1
Effektbehov maj (watt)	10561	3125	13686	3	1
Effektbehov jun (watt)	6589	1760	8349	2	1
Effektbehov jul (watt)	4812	1150	5962	1	0
Effektbehov aug (watt)	3454	683	4136	1	0
Effektbehov sep (watt)	8679	2479	11158	2	1
Effektbehov okt (watt)	12860	3916	16776	4	1
Effektbehov nov (watt)	16413	5137	21550	5	2
Effektbehov dec (watt)	19130	6071	25202	5	2

Energi	dag	vecka	månad
kWh	605	4234	18750
kWh	605	4234	16936
kWh	571	3998	17705
kWh	494	3455	14808
kWh	328	2299	10182
kWh	200	1403	6012
kWh	143	1002	4436
kWh	99	695	2978
kWh	268	1875	8302
kWh	403	2818	12481
kWh	517	3620	15516
kWh	605	4234	18750

Temperatur otur	jan	feb	mars	april	maj	juni	juli	aug	sep	okt	nov	dec
Delta T mark	13,9	13,9	13,9	13,9	13,9	13,9	13,9	13,9	13,9	13,9	13,9	13,9
Delta T luft	27,1	27,5	23,1	17,1	12,0	9,1	6,8	6,4	11,0	14,5	19,1	25,1

Effektbehov otur	Ledning	ventilation	totalt	effekt per m2	effekt per m3
Effektbehov jan (watt)	29790	9736	39526	9	3
Effektbehov feb (watt)	30208	9879	40088	9	3
Effektbehov mar (watt)	25610	8299	33909	7	2
Effektbehov apr (watt)	19339	6143	25483	6	2
Effektbehov maj (watt)	14009	4311	18320	4	1
Effektbehov jun (watt)	10979	3269	14248	3	1
Effektbehov jul (watt)	8575	2443	11018	2	1
Effektbehov aug (watt)	8157	2299	10456	2	1
Effektbehov sep (watt)	12964	3952	16916	4	1
Effektbehov okt (watt)	16622	5209	21831	5	2
Effektbehov nov (watt)	21430	6862	28291	6	2
Effektbehov dec (watt)	27700	9017	36717	8	3

Energi	dag	vecka	månad
kWh	949	6640	29407
kWh	962	6735	26939
kWh	814	5697	25228
kWh	612	4281	18347
kWh	440	3078	13630
kWh	342	2394	10258
kWh	264	1851	8197
kWh	251	1757	7528
kWh	406	2842	12585
kWh	524	3668	16242
kWh	679	4753	20370
kWh	881	6169	27318

## 7. Tidplan

alt1	fas1	fas2	fas3
år 1 jan (31)	31		
år 1 feb (28)	28		
år 1 mar (31)	31		
år 1 apr (30)		30	
år 1 maj (31)		31	
år 1 jun (30)		30	
år 1 jul (31)			31
år 1 aug (31)			31
år 1 sep (30)			30
år 1 okt (31)			
år 1 nov (30)			
år 1 dec (31)			
år 2 jan (31)			
år 2 feb (28)			
år 2 mar (31)			
år 2 apr (30)			
år 2 maj (31)			
år 2 jun (30)			
år 2 jul (31)			
år 2 aug (31)			
år 2 sep (30)			
år 2 okt (31)			
år 2 nov (30)			
år 2 dec (31)			

alt2	fas1	fas2	fas3
år 1 jan (31)			
år 1 feb (28)			
år 1 mar (31)			
år 1 apr (30)	30		
år 1 maj (31)	31		
år 1 jun (30)	30		
år 1 jul (31)		31	
år 1 aug (31)		31	
år 1 sep (30)		30	
år 1 okt (31)			31
år 1 nov (30)			30
år 1 dec (31)			31
år 2 jan (31)			
år 2 feb (28)			
år 2 mar (31)			
år 2 apr (30)			
år 2 maj (31)			
år 2 jun (30)			
år 2 jul (31)			
år 2 aug (31)			
år 2 sep (30)			
år 2 okt (31)			
år 2 nov (30)			
år 2 dec (31)			

alt3	fas1	fas2	fas3
år 1 jan (31)			
år 1 feb (28)			
år 1 mar (31)			
år 1 apr (30)			
år 1 maj (31)			
år 1 jun (30)			
år 1 jul (31)	31		
år 1 aug (31)	31		
år 1 sep (30)	30		
år 1 okt (31)		31	
år 1 nov (30)		30	
år 1 dec (31)		31	
år 2 jan (31)			31
år 2 feb (28)			28
år 2 mar (31)			31
år 2 apr (30)			
år 2 maj (31)			
år 2 jun (30)			
år 2 jul (31)			
år 2 aug (31)			
år 2 sep (30)			
år 2 okt (31)			
år 2 nov (30)			
år 2 dec (31)			

## 8. Klimat

Ort:	Malmö
Källa:	Klimatdata för fuktberäkningar
intervall	Månadsmedel

Medel 50%	jan	feb	mars	april	maj	juni	juli	aug	sep	okt	nov	dec
Temp ute	-0,5	-0,8	1,6	5,3	10,9	14,5	16,2	16,0	12,3	8,5	4,2	1,2
Temp inne fas1	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0
Temp inne fas2	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0
Temp inne fas3	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0
Temp mark	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1
Medelvind	7,2	6,7	6,2	6,7	6,7	5,7	5,7	5,1	6,2	6,7	6,7	7,2
Ånghalt luft	4,4	4,1	4,7	5,3	7,1	9,3	10,4	10,4	9,1	7,7	6,0	4,9
södersol	35	55	69	100	102	91	100	101	86	70	49	31

Tur 95%	jan	feb	mars	april	maj	juni	juli	aug	sep	okt	nov	dec
Ånghalt luft	5,90	6	6	6,2	8,1	10,8	11,4	11,1	10	8,7	7,2	6
Temp ute	4,1	4,1	5,1	7,4	12,3	16,1	17,8	19,1	14,1	10,1	6,7	4,1

Otur 5%	jan	feb	mars	april	maj	juni	juli	aug	sep	okt	nov	dec
Ånghalt luft	2,70	2,7	3,5	4,8	6,1	8,1	9,4	9,3	7,5	6,5	4,9	3,6
Temp ute	-6,1	-6,5	-2,1	3,9	9,0	11,9	14,2	14,6	10,0	6,5	1,9	-4,1



## 9. Geometri

Bredd (m)	24,0	(m)
Längd	24,0	(m)
Höjd	24,0	(m)
Våningar	8	(st)
Taklutning	0	(grader)
Fönsterarea	30	(%)
Innervägg	50	(m)

Våning	höjd (m)	totalhöjd (m)
0	3,0	24,0
-1	3,0	21,0
-2	3,0	18,0
-3	3,0	15,0
-4	3,0	12,0
-5	3,0	9,0
-6	3,0	6,0
-7	3,0	3,0
-8	0,0	0,0
-9	0,0	0,0

## 10. U-värden

Isolervärden		
nr	Material	Lamдавärde
1	Gipsskiva	0,700
2	Plastfolie	1,000
3	Mineralull	0,039
4	Råspont	0,140
5	cellplast	0,039
6	Lösull	0,060
7	Betong	1,400
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		

Vindberoende Rs	
Rsi 0,5m/s	0,125
Rsi 1m/s	0,100
Rsi 2m/s	0,071
Rsi 3m/s	0,056
Rsi 5m/s	0,039
Rse 5m/s	0,048
Rse 10m/s	0,028

FAS1 TAK			
Skikt	Tjocklek (m)	Lambda	R-värde
Rsi	-	-	0,04
Rse	-	-	0,04
papp	0	1	0,00
mineralull	0,02	0,039	0,51
cellplast	0,25	0,039	6,41
Plastfolie	0,0002	100	0,00
betong	0,27	1,4	0,19
		Summa R	7,20
		U-värde	0,14

FAS1 VÄGG			
Skikt	Tjocklek (m)	Lambda	R-värde
Rsi	-	-	0,13
Rse	-	-	0,04
betong	0,08	1,4	0,06
cellplast	0,17	0,039	4,36
betong	0,15	1,4	0,11
	0	100	0,00
	0	100	0,00
		Summa R	4,69
		U-värde	0,21

FAS1 GOLV			
Skikt	Tjocklek (m)	Lambda	R-värde
Rsi	-	-	0,17
Rse	-	-	0,04
Betong	0,12	1,4	0,09
cellplast	0,2	0,039	5,13
	0	100	0,00
	0	100	0,00
	0	100	0,00
		Summa R	5,42
		U-värde	0,18

FAS1 FÖNSTER	
U-värde	
	6,00

FAS2 TAK			
Skikt	Tjocklek (m)	Lambda	R-värde
Rsi	-	-	0,04
Rse	-	-	0,04
papp	0	1	0,00
mineralull	0,02	0,039	0,51
cellplast	0,25	0,039	6,41
Plastfolie	0,0002	100	0,00
betong	0,27	1,4	0,19
		Summa R	7,20
		U-värde	0,14

FAS2 VÄGG			
Skikt	Tjocklek (m)	Lambda	R-värde
Rsi	-	-	0,13
Rse	-	-	0,04
betong	0,08	1,4	0,06
cellplast	0,17	0,039	4,36
betong	0,15	1,4	0,11
	0	100	0,00
	0	100	0,00
		Summa R	4,69
		U-värde	0,21

FAS2 GOLV			
Skikt	Tjocklek (m)	Lambda	R-värde
Rsi	-	-	0,17
Rse	-	-	0,04
Betong	0,12	1,4	0,09
Cellplast	0,2	0,039	5,13
	0	100	0,00
	0	100	0,00
	0	100	0,00
		Summa R	5,42
		U-värde	0,18

FAS2 FÖNSTER	
Fönster	
	6,00

FAS3 TAK			
Skikt	Tjocklek (m)	Lambda	R-värde
Rsi	-	-	0,10
Rse	-	-	0,04
papp	0	1	0,00
mineralull	0,02	0,039	0,51
cellplast	0,25	0,039	6,41
Plastfolie	0,0002	100	0,00
betong	0,27	1,4	0,19
		Summa R	7,26
		U-värde	0,14

FAS3 VÄGG			
Skikt	Tjocklek (m)	Lambda	R-värde
Rsi	-	-	0,13
Rse	-	-	0,04
betong	0,08	1,4	0,06
cellplast	0,17	0,039	4,36
betong	0,15	1,4	0,11
	0	100	0,00
	0	100	0,00
		Summa R	4,69
		U-värde	0,21

FAS3 GOLV			
Skikt	Tjocklek (m)	Lambda	R-värde
Rsi	-	-	0,17
Rse	-	-	0,04
Betong	0,12	1,04	0,12
Cellplast	0,2	0,039	5,13
	0	100	0,00
	0	100	0,00
	0	100	0,00
		Summa R	5,45
		U-värde	0,18

FAS3 FÖNSTER	
U-värde	
	0,90

# 11. Ventilation fas1

## Spaltläckage

Yta	Sbredd(m)	Sdjup(m)	Ab(m)	Al(m)		
Fönster	0,005	0,1	1,2	1,3	1,6E-02	(m2/m2)
Vägg	0,01	0,15	8	3	9,2E-03	(m2/m2)
Tak	0,001	0,1	24	24	1,7E-04	(m2/m2)

## Flödesjustering

Vind (m/s)	7,00
Bastryck (Pa)	19,92



## Flödesbalans

In (m3/h)	Ut (m3/h)	differans
108 512	-108 512	0

$$R = A \cdot \mu \cdot \sqrt{\frac{2}{\rho}} \cdot \sqrt{\Delta p}$$

$$R = A \cdot \left( \frac{48\eta L}{b^2 \xi \rho} + \sqrt{\left( \frac{48\eta L}{b^2 \xi \rho} \right)^2 - \frac{2\Delta p}{\xi \rho}} \right)$$

## Flödesberäkning

plan	(kg/m³)	(m/s)	ue	(Pa)	(Pa)	(Pa)	(Pa)	(m2)	b(m)	h(m)	st	m2	(Ns/m2)	(m3/h)	IN(m3/h)	UT(m3/h)
0 Tak	1,35	7,00	-0,50	-16,5	16,3	19,9	1	-12,9	0,10	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	-5,2E+01	0	-52
0 lovert	1,35	7,00	0,70	23,1	15,3	19,9	1	27,7	0,81	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	1,2E+04	11 577	0
0 lä	1,35	7,00	-0,50	-16,5	15,3	19,9	1	-11,8	0,81	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	-6,9E+03	0	-6 909
0 sida 1	1,35	7,00	-0,60	-19,8	15,3	19,9	1	-15,1	0,81	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	-8,0E+03	0	-8 049
0 sida 2	1,35	7,00	-0,60	-19,8	15,3	19,9	1	-15,1	0,81	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	-8,0E+03	0	-8 049
													Fläkt (m3/h)	0,0E+00	0	0
-1 lovert	1,35	7,00	0,70	23,1	13,2	19,9	1	29,7	0,81	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	1,2E+04	12 070	0
-1 lä	1,35	7,00	-0,50	-16,5	13,2	19,9	1	-9,8	0,81	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	-6,1E+03	0	-6 130
-1 sida 1	1,35	7,00	-0,60	-19,8	13,2	19,9	1	-13,1	0,81	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	-7,4E+03	0	-7 359
-1 sida 2	1,35	7,00	-0,60	-19,8	13,2	19,9	1	-13,1	0,81	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	-7,4E+03	0	-7 359
													Fläkt	0,0E+00	0	0
-2 lovert	1,35	7,00	0,70	23,1	11,2	19,9	1	31,8	0,81	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	1,3E+04	12 546	0
-2 lä	1,35	7,00	-0,50	-16,5	11,2	19,9	1	-7,8	0,81	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	-5,3E+03	0	-5 274
-2 sida 1	1,35	7,00	-0,60	-19,8	11,2	19,9	1	-11,1	0,81	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	-6,6E+03	0	-6 619
-2 sida 2	1,35	7,00	-0,60	-19,8	11,2	19,9	1	-11,1	0,81	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	-6,6E+03	0	-6 619
													Fläkt	0,0E+00	0	0
-3 lovert	1,35	7,00	0,70	23,1	9,2	19,9	1	33,8	0,81	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	1,3E+04	13 009	0
-3 lä	1,35	7,00	-0,50	-16,5	9,2	19,9	1	-5,7	0,81	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	-4,3E+03	0	-4 312
-3 sida 1	1,35	7,00	-0,60	-19,8	9,2	19,9	1	-9,0	0,81	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	-5,8E+03	0	-5 813
-3 sida 2	1,35	7,00	-0,60	-19,8	9,2	19,9	1	-9,0	0,81	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	-5,8E+03	0	-5 813
													Fläkt	0,0E+00	0	0
-4 lovert	1,35	7,00	0,70	23,1	7,1	19,9	1	35,9	0,81	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	1,3E+04	13 457	0
-4 lä	1,35	7,00	-0,50	-16,5	7,1	19,9	1	-3,7	0,81	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	-3,2E+03	0	-3 190
-4 sida 1	1,35	7,00	-0,60	-19,8	7,1	19,9	1	-7,0	0,81	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	-4,9E+03	0	-4 921
-4 sida 2	1,35	7,00	-0,60	-19,8	7,1	19,9	1	-7,0	0,81	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	-4,9E+03	0	-4 921
													Fläkt	0,0E+00	0	0
-5 lovert	1,35	7,00	0,70	23,1	5,1	19,9	1	37,9	0,81	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	1,4E+04	13 894	0
-5 lä	1,35	7,00	-0,50	-16,5	5,1	19,9	1	-1,7	0,81	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	-1,8E+03	0	-1 775
-5 sida 1	1,35	7,00	-0,60	-19,8	5,1	19,9	1	-4,9	0,81	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	-3,9E+03	0	-3 906
-5 sida 2	1,35	7,00	-0,60	-19,8	5,1	19,9	1	-4,9	0,81	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	-3,9E+03	0	-3 906
													Fläkt	0,0E+00	0	0
-6 lovert	1,35	7,00	0,70	23,1	3,1	19,9	1	39,9	0,81	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	1,4E+04	14 319	0
-6 lä	1,35	7,00	-0,50	-16,5	3,1	19,9	1	0,4	0,81	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	5,4E+02	542	0
-6 sida 1	1,35	7,00	-0,60	-19,8	3,1	19,9	1	-2,9	0,81	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	-2,7E+03	0	-2 695
-6 sida 2	1,35	7,00	-0,60	-19,8	3,1	19,9	1	-2,9	0,81	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	-2,7E+03	0	-2 695
													Fläkt	0,0E+00	0	0
-7 lovert	1,35	7,00	0,70	23,1	1,0	19,9	1	42,0	0,81	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	1,5E+04	14 734	0
-7 lä	1,35	7,00	-0,50	-16,5	1,0	19,9	1	2,4	0,81	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	2,4E+03	2 362	0
-7 sida 1	1,35	7,00	-0,60	-19,8	1,0	19,9	1	-0,9	0,81	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	-1,1E+03	0	-1 074
-7 sida 2	1,35	7,00	-0,60	-19,8	1,0	19,9	1	-0,9	0,81	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	-1,1E+03	0	-1 074
													Fläkt	0,0E+00	0	0
-8 lovert	1,35	7,00	0,70	23,1	0,0	19,9	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-8 lä	1,35	7,00	-0,50	-16,5	0,0	19,9	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-8 sida 1	1,35	7,00	-0,60	-19,8	0,0	19,9	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-8 sida 2	1,35	7,00	-0,60	-19,8	0,0	19,9	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
													Fläkt	0,0E+00	0	0
-9 lovert	1,35	7,00	0,70	23,1	0,0	19,9	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-9 lä	1,35	7,00	-0,50	-16,5	0,0	19,9	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-9 sida 1	1,35	7,00	-0,60	-19,8	0,0	19,9	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-9 sida 2	1,35	7,00	-0,60	-19,8	0,0	19,9	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
													Fläkt	0,0E+00	0	0

### Beräkningsgång ventilation

- Sätt läckagearean för spalter per yta
- Anta vindhastighet och bastryck
- Bestäm termiska trycket för våningen (skillnad beroende på höjd och uttemp för våningarna) anta samma temp i hela huset. Beräknas mitt i våningen
- Beräkna luftdensiteten för utomhusluften
- Sätt formfaktorer för olika ytor
- Beräkna vindtrycket per våning per yta obs +- samt formfaktorer
- Beräkna termiska trycket invändigt per våning samt för takytan
- Beräkna resulterande totaltryck per yta
- Beräkna totala läckageytan för spalter per yta och våning
- För på eventuella extrahål manuellt
- Beräkna luftens viskositet baserat på utetemperatur
- Bestäm flödena per våning och yta in och ut.
- För på eventuella ventilationsflöden för våningen.
- Summera alla flöden och balansera dem genom att justera bastrycket

## 12. Ventilation fas2

### Spaltläckage

Yta	(m)	(m)	(m)	(m)	(m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> )
Fönster	0,005	0,1	1,2	1,3	1,6E-02
Vägg	0,001	0,15	8	3	9,2E-04
Tak	0,001	0,1	24	24	1,7E-04

### Flödesjustering

Vind (m/s)	7,00
Bastryck (Pa)	20,59



### Flödesbalans

In (m <sup>3</sup> /h)	Ut (m <sup>3</sup> /h)	differans
41 759	-41 759	0

$$R = A \cdot \mu \sqrt{\frac{2}{\rho}} \cdot \sqrt{\Delta p}$$

$$R = A \cdot \left( -\frac{48\eta L}{b^2 \xi \rho} + \sqrt{\left( \frac{48\eta L}{b^2 \xi \rho} \right)^2 - \frac{2\Delta p}{\xi \rho}} \right)$$

### Flödesberäkning

plan		(kg/m <sup>3</sup> )	(m/s)	ue	(Pa)	(Pa)	(Pa)	(Pa)	(m <sup>2</sup> )	b(m)	h(m)	st	m <sup>2</sup>	(Ns/m <sup>2</sup> )	(m <sup>3</sup> /h)	IN(m <sup>3</sup> /h)	UT(m <sup>3</sup> /h)
0	Tak	1,35	7,00	-0,50	-16,5	19,4	20,6	1	-15,3	0,10	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	-6,2E+01	0	-62
0	lovert	1,35	7,00	0,70	23,1	18,2	20,6	1	25,5	0,39	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	4,3E+03	4 252	0
0	lä	1,35	7,00	-0,50	-16,5	18,2	20,6	1	-14,1	0,39	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	-2,9E+03	0	-2 856
0	sida 1	1,35	7,00	-0,60	-19,8	18,2	20,6	1	-17,4	0,39	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	-3,3E+03	0	-3 299
0	sida 2	1,35	7,00	-0,60	-19,8	18,2	20,6	1	-17,4	0,39	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	-3,3E+03	0	-3 299
	Fläkt (m <sup>3</sup> /h)														0,0E+00	0	0
-1	lovert	1,35	7,00	0,70	23,1	15,8	20,6	1	27,9	0,39	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	4,5E+03	4 510	0
-1	lä	1,35	7,00	-0,50	-16,5	15,8	20,6	1	-11,7	0,39	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	-2,5E+03	0	-2 502
-1	sida 1	1,35	7,00	-0,60	-19,8	15,8	20,6	1	-14,9	0,39	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	-3,0E+03	0	-2 977
-1	sida 2	1,35	7,00	-0,60	-19,8	15,8	20,6	1	-14,9	0,39	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	-3,0E+03	0	-2 977
	Fläkt														0,0E+00	0	0
-2	lovert	1,35	7,00	0,70	23,1	13,3	20,6	1	30,3	0,39	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	4,8E+03	4 757	0
-2	lä	1,35	7,00	-0,50	-16,5	13,3	20,6	1	-9,2	0,39	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	-2,1E+03	0	-2 115
-2	sida 1	1,35	7,00	-0,60	-19,8	13,3	20,6	1	-12,5	0,39	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	-2,6E+03	0	-2 632
-2	sida 2	1,35	7,00	-0,60	-19,8	13,3	20,6	1	-12,5	0,39	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	-2,6E+03	0	-2 632
	Fläkt														0,0E+00	0	0
-3	lovert	1,35	7,00	0,70	23,1	10,9	20,6	1	32,7	0,39	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	5,0E+03	4 996	0
-3	lä	1,35	7,00	-0,50	-16,5	10,9	20,6	1	-6,8	0,39	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	-1,7E+03	0	-1 686
-3	sida 1	1,35	7,00	-0,60	-19,8	10,9	20,6	1	-10,1	0,39	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	-2,3E+03	0	-2 258
-3	sida 2	1,35	7,00	-0,60	-19,8	10,9	20,6	1	-10,1	0,39	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	-2,3E+03	0	-2 258
	Fläkt														0,0E+00	0	0
-4	lovert	1,35	7,00	0,70	23,1	8,5	20,6	1	35,2	0,39	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	5,2E+03	5 227	0
-4	lä	1,35	7,00	-0,50	-16,5	8,5	20,6	1	-4,4	0,39	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	-1,2E+03	0	-1 196
-4	sida 1	1,35	7,00	-0,60	-19,8	8,5	20,6	1	-7,7	0,39	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	-1,8E+03	0	-1 846
-4	sida 2	1,35	7,00	-0,60	-19,8	8,5	20,6	1	-7,7	0,39	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	-1,8E+03	0	-1 846
	Fläkt														0,0E+00	0	0
-5	lovert	1,35	7,00	0,70	23,1	6,1	20,6	1	37,6	0,39	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	5,5E+03	5 451	0
-5	lä	1,35	7,00	-0,50	-16,5	6,1	20,6	1	-2,0	0,39	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	-6,1E+02	0	-609
-5	sida 1	1,35	7,00	-0,60	-19,8	6,1	20,6	1	-5,2	0,39	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	-1,4E+03	0	-1 381
-5	sida 2	1,35	7,00	-0,60	-19,8	6,1	20,6	1	-5,2	0,39	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	-1,4E+03	0	-1 381
	Fläkt														0,0E+00	0	0
-6	lovert	1,35	7,00	0,70	23,1	3,6	20,6	1	40,0	0,39	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	5,7E+03	5 668	0
-6	lä	1,35	7,00	-0,50	-16,5	3,6	20,6	1	0,5	0,39	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	1,7E+02	165	0
-6	sida 1	1,35	7,00	-0,60	-19,8	3,6	20,6	1	-2,8	0,39	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	-8,3E+02	0	-835
-6	sida 2	1,35	7,00	-0,60	-19,8	3,6	20,6	1	-2,8	0,39	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	-8,3E+02	0	-835
	Fläkt														0,0E+00	0	0
-7	lovert	1,35	7,00	0,70	23,1	1,2	20,6	1	42,4	0,39	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	5,9E+03	5 879	0
-7	lä	1,35	7,00	-0,50	-16,5	1,2	20,6	1	2,9	0,39	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	8,5E+02	854	0
-7	sida 1	1,35	7,00	-0,60	-19,8	1,2	20,6	1	-0,4	0,39	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	-1,4E+02	0	-139
-7	sida 2	1,35	7,00	-0,60	-19,8	1,2	20,6	1	-0,4	0,39	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	-1,4E+02	0	-139
	Fläkt														0,0E+00	0	0
-8	lovert	1,35	7,00	0,70	23,1	0,0	20,6	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-8	lä	1,35	7,00	-0,50	-16,5	0,0	20,6	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-8	sida 1	1,35	7,00	-0,60	-19,8	0,0	20,6	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-8	sida 2	1,35	7,00	-0,60	-19,8	0,0	20,6	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
	Fläkt														0,0E+00	0	0
-9	lovert	1,35	7,00	0,70	23,1	0,0	20,6	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-9	lä	1,35	7,00	-0,50	-16,5	0,0	20,6	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-9	sida 1	1,35	7,00	-0,60	-19,8	0,0	20,6	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-9	sida 2	1,35	7,00	-0,60	-19,8	0,0	20,6	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
	Fläkt														0,0E+00	0	0

#### Beräkningsgång ventilation

- 1 Sätt läckagearean för spalter per yta (obs kontraktering ca 0,6 av synlig yta?)
- 2 Anta vindhastighet och bastryck
- 3 Bestäm termiska trycket för våningen (skillnad beroende på höjd och uttemp för våningarna) anta samma temp i hela huset. Beräknas mitt i våningen
- 4 Beräkna luftdensiteten för utomhusluften
- 5 Sätt formfaktorer för olika ytor
- 6 Beräkna vindtrycket per våning per yta obs +- samt formfaktorer
- 7 Beräkna termiska trycket invändigt per våning samt för takytan
- 8 Beräkna resultarende totaltryck per yta
- 9 Beräkna totala läckageytorna för spalter per yta och våning
- 10 För på eventuella extrahål manuellt
- 11 Beräkna luftens viskositet baserat på uttemperatur
- 12 Bestäm flödena per våning och yta in och ut.
- 13 För på eventuella ventilationsflöden för våningen.
- 14 Summera alla flöden och balansera dem genom att justera bastrycket

### 13. Ventilation fas3

#### Spaltläckage

Yta	(m)	(m)	(m)	(m)	(m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> )
Fönster	0,001	0,1	1,2	1,3	3,2E-03
Vägg	0,001	0,15	8	3	9,2E-04
Tak	0,001	0,1	24	24	1,7E-04

#### Flödesjustering

Vind (m/s)	7,00
Bastryck (Pa)	20,07



#### Flödesbalans

In (m <sup>3</sup> /h)	Ut (m <sup>3</sup> /h)	differans
1 078	-1 078	0

$$R = A \cdot \mu \cdot \sqrt{\frac{2}{\rho}} \cdot \sqrt{\Delta p} \quad R = A \cdot \left( -\frac{48\eta L}{b^2 \xi \rho} + \sqrt{\left(\frac{48\eta L}{b^2 \xi \rho}\right)^2 - \frac{2\Delta p}{\xi \rho}} \right)$$

#### Flödesberäkning

plan		(kg/m <sup>3</sup> )	(m/s)	ue	(Pa)	(Pa)	(Pa)	(Pa)	(m <sup>2</sup> )	b(m)	h(m)	st	m <sup>2</sup>	(Ns/m <sup>2</sup> )	(m <sup>3</sup> /h)	IN(m <sup>3</sup> /h)	UT(m <sup>3</sup> /h)
0	Tak	1,35	7,00	-0,50	-16,5	22,5	20,1	1	-18,9	0,10	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	-7,6E+01	0	-76
0	lovart	1,35	7,00	0,70	23,1	21,1	20,1	1	22,1	0,12	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	9,2E+01	92	0
0	lä	1,35	7,00	-0,50	-16,5	21,1	20,1	1	-17,5	0,12	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	-7,3E+01	0	-73
0	sida 1	1,35	7,00	-0,60	-19,8	21,1	20,1	1	-20,8	0,12	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	-8,7E+01	0	-87
0	sida 2	1,35	7,00	-0,60	-19,8	21,1	20,1	1	-20,8	0,12	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	-8,7E+01	0	-87
	Fläkt (m <sup>3</sup> /h)														0,0E+00	0	0
-1	lovart	1,35	7,00	0,70	23,1	18,3	20,1	1	24,9	0,12	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	1,0E+02	104	0
-1	lä	1,35	7,00	-0,50	-16,5	18,3	20,1	1	-14,7	0,12	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	-6,2E+01	0	-62
-1	sida 1	1,35	7,00	-0,60	-19,8	18,3	20,1	1	-18,0	0,12	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	-7,5E+01	0	-75
-1	sida 2	1,35	7,00	-0,60	-19,8	18,3	20,1	1	-18,0	0,12	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	-7,5E+01	0	-75
	Fläkt														0,0E+00	0	0
-2	lovart	1,35	7,00	0,70	23,1	15,5	20,1	1	27,7	0,12	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	1,2E+02	116	0
-2	lä	1,35	7,00	-0,50	-16,5	15,5	20,1	1	-11,9	0,12	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	-5,0E+01	0	-50
-2	sida 1	1,35	7,00	-0,60	-19,8	15,5	20,1	1	-15,2	0,12	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	-6,4E+01	0	-64
-2	sida 2	1,35	7,00	-0,60	-19,8	15,5	20,1	1	-15,2	0,12	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	-6,4E+01	0	-64
	Fläkt														0,0E+00	0	0
-3	lovart	1,35	7,00	0,70	23,1	12,7	20,1	1	30,5	0,12	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	1,3E+02	128	0
-3	lä	1,35	7,00	-0,50	-16,5	12,7	20,1	1	-9,1	0,12	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	-3,8E+01	0	-38
-3	sida 1	1,35	7,00	-0,60	-19,8	12,7	20,1	1	-12,4	0,12	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	-5,2E+01	0	-52
-3	sida 2	1,35	7,00	-0,60	-19,8	12,7	20,1	1	-12,4	0,12	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	-5,2E+01	0	-52
	Fläkt														0,0E+00	0	0
-4	lovart	1,35	7,00	0,70	23,1	9,8	20,1	1	33,3	0,12	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	1,4E+02	139	0
-4	lä	1,35	7,00	-0,50	-16,5	9,8	20,1	1	-6,2	0,12	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	-2,6E+01	0	-26
-4	sida 1	1,35	7,00	-0,60	-19,8	9,8	20,1	1	-9,5	0,12	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	-4,0E+01	0	-40
-4	sida 2	1,35	7,00	-0,60	-19,8	9,8	20,1	1	-9,5	0,12	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	-4,0E+01	0	-40
	Fläkt														0,0E+00	0	0
-5	lovart	1,35	7,00	0,70	23,1	7,0	20,1	1	36,1	0,12	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	1,5E+02	151	0
-5	lä	1,35	7,00	-0,50	-16,5	7,0	20,1	1	-3,4	0,12	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	-1,4E+01	0	-14
-5	sida 1	1,35	7,00	-0,60	-19,8	7,0	20,1	1	-6,7	0,12	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	-2,8E+01	0	-28
-5	sida 2	1,35	7,00	-0,60	-19,8	7,0	20,1	1	-6,7	0,12	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	-2,8E+01	0	-28
	Fläkt														0,0E+00	0	0
-6	lovart	1,35	7,00	0,70	23,1	4,2	20,1	1	38,9	0,12	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	1,6E+02	163	0
-6	lä	1,35	7,00	-0,50	-16,5	4,2	20,1	1	-0,6	0,12	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	-2,6E+00	0	-3
-6	sida 1	1,35	7,00	-0,60	-19,8	4,2	20,1	1	-3,9	0,12	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	-1,6E+01	0	-16
-6	sida 2	1,35	7,00	-0,60	-19,8	4,2	20,1	1	-3,9	0,12	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	-1,6E+01	0	-16
	Fläkt														0,0E+00	0	0
-7	lovart	1,35	7,00	0,70	23,1	1,4	20,1	1	41,7	0,12	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	1,7E+02	175	0
-7	lä	1,35	7,00	-0,50	-16,5	1,4	20,1	1	2,2	0,12	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	9,2E+00	9	0
-7	sida 1	1,35	7,00	-0,60	-19,8	1,4	20,1	1	-1,1	0,12	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	-4,7E+00	0	-5
-7	sida 2	1,35	7,00	-0,60	-19,8	1,4	20,1	1	-1,1	0,12	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	-4,7E+00	0	-5
	Fläkt														0,0E+00	0	0
-8	lovart	1,35	7,00	0,70	23,1	0,0	20,1	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-8	lä	1,35	7,00	-0,50	-16,5	0,0	20,1	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-8	sida 1	1,35	7,00	-0,60	-19,8	0,0	20,1	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-8	sida 2	1,35	7,00	-0,60	-19,8	0,0	20,1	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
	Fläkt														0,0E+00	0	0
-9	lovart	1,35	7,00	0,70	23,1	0,0	20,1	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-9	lä	1,35	7,00	-0,50	-16,5	0,0	20,1	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-9	sida 1	1,35	7,00	-0,60	-19,8	0,0	20,1	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-9	sida 2	1,35	7,00	-0,60	-19,8	0,0	20,1	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
	Fläkt														0,0E+00	0	0

#### Beräkningsgång ventilation

- Sätt läckagearean för spalter per yta (obs kontraktering ca 0,6 av synlig yta?)
- Anta vindhastighet och bastryck
- Bestäm termiska trycket för våningen (skillnad beroende på höjd och uttemp för våningarna) anta samma temp i hela huset. Beräknas mitt i våningen
- Beräkna luftdensiteten för utomhusluften
- Sätt formfaktorer för olika ytor
- Beräkna vindtrycket per våning per yta obs +- samt formfaktorer
- Beräkna termiska trycket invändigt per våning samt för takytan
- Beräkna resultarenade totaltryck per yta
- Beräkna totala läckageytorna för spalter per yta och våning
- För på eventuella extrahål manuellt
- Beräkna luftens viskositet baserat på utetemperatur
- Bestäm flödena per våning och yta in och ut.
- För på eventuella ventilationsflöden för våningen.
- Summera alla flöden och balansera dem genom att justera bastrycket

## 14. Fuktnivåer

Fuktproduksjon	YV	Tak	Bjkl uk	Bjkl ök	Grund	IV		Chock	Avfuktare
Fas 1	1	1	1	1	1	1	g/h*m2		
	2304	576	3456	4608	576	2400	13920	0	0
Fas 2	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	g/h*m2		
	1152	288	1728	2304	288	1200	6960	0	0
Fas 3	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	g/h*m2		
	1152	288	1728	2304	288	1200	6960	0	0

RF Fas 1	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	
RF krit	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	
Luft medel	35	32	37	41	55	72	80	80	70	60	47	38	%RF
Luft tur	22	22	28	38	48	63	73	72	58	51	38	28	%RF
Luft otur	46	47	47	48	63	83	88	86	77	67	56	47	%RF

RF Fas 2	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	
Luft medel	29	27	31	35	47	61	68	68	60	51	40	33	%RF
Luft tur	18	18	24	32	40	53	62	61	49	43	33	24	%RF
Luft otur	39	40	40	41	53	71	75	73	66	57	47	40	%RF

RF Fas 3	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	
Luft medel	59	58	61	64	74	86	92	92	85	78	68	62	%RF
Luft tur	50	50	55	62	69	80	87	86	76	71	62	55	%RF
Luft otur	68	68	68	69	80	95	98	96	90	83	75	68	%RF

Fukttillskott		Oms	T-inne
Fas 1	0,1 g/m3	7,85 m3/h	15
Fas 2	0,2 g/m3	3,02 m3/h	18
Fas 3	6,5 g/m3	0,08 m3/h	21

Area per vån	YV	Tak	Bjkl uk	Bjkl ök	Grund	IV	
0	288	576		576	0	300	m2
-1	288		576	576	0	300	m2
-2	288		576	576	0	300	m2
-3	288		576	576	0	300	m2
-4	288		576	576	0	300	m2
-5	288		576	576	0	300	m2
-6	288		576	576	0	300	m2
-7	288		0	576	576	300	m2
-8	0		0	0	0	0	m2
-9	0		0	0	0	0	m2



## **BILAGA E VERKTYGSDATA STOR VOLYM**

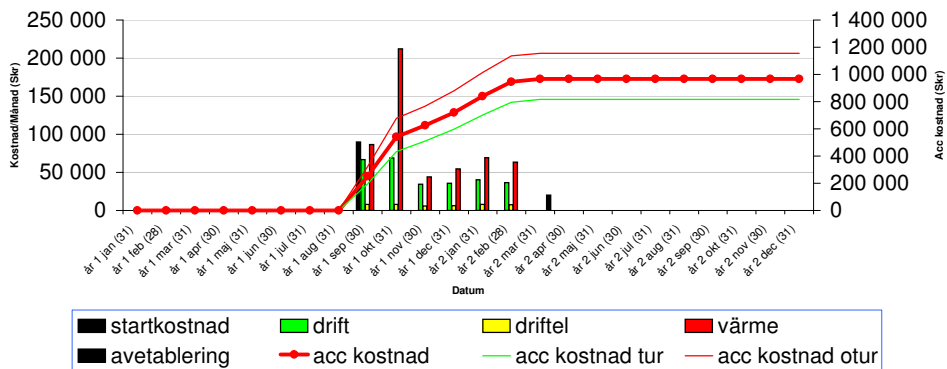
In och utdata från optimeringsverktyget presenteras bara i den digitala rapporten eftersom innehållet inte är läsbart i formatet A5. Rapporten i sin helhet kan laddas ned från [www.byggnadsmaterial.lth.se](http://www.byggnadsmaterial.lth.se). Där kan även Excelfilerna laddas ned.



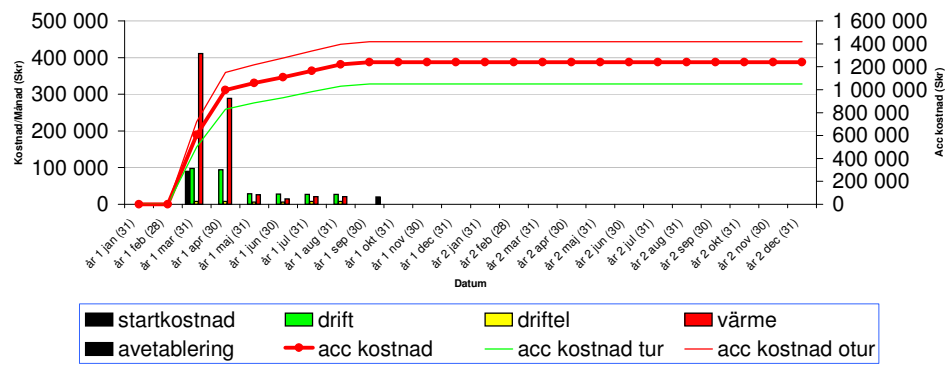
# 1. Resultat

Kostnader	startkostnad	drift	driftel	värme	avetablering	acc kostnad	kr/m2	kr/m3	Risk 1v
Alt 1 tur	90 000	282 270	43 758	380 381	20 000	816 409	128	32 (kr)	284 423 (kr)
Alt 1 normal	90 000	282 270	43 758	530 214	20 000	966 242	151	38 (kr)	284 423 (kr)
Alt 1 otur	90 000	282 270	43 758	720 077	20 000	1 156 105	181	45 (kr)	284 423 (kr)
Alt 2 tur	90 000	303 440	44 550	591 266	20 000	1 049 256	164	41 (kr)	284 423 (kr)
Alt 2 normal	90 000	303 440	44 550	782 428	20 000	1 240 418	194	48 (kr)	284 423 (kr)
Alt 2 otur	90 000	303 440	44 550	959 529	20 000	1 417 519	221	55 (kr)	284 423 (kr)
Alt 3 tur	90 000	303 440	27 456	591 266	20 000	1 032 162	161	40 (kr)	284 423 (kr)
Alt 3 normal	90 000	303 440	27 456	782 428	20 000	1 223 324	191	48 (kr)	284 423 (kr)
Alt 3 otur	90 000	303 440	27 456	959 529	20 000	1 400 425	219	55 (kr)	284 423 (kr)
						1 144 651	179	45	

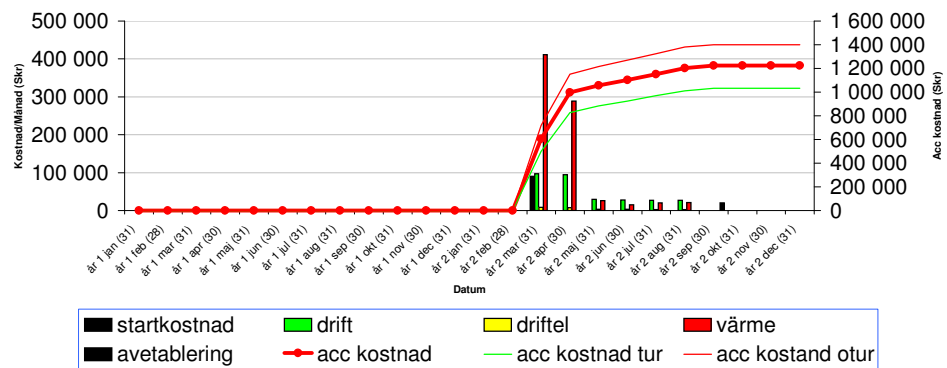
### Torkkostnader alt1



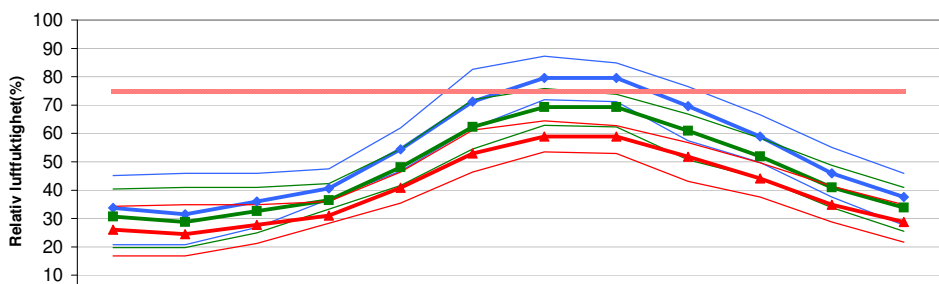
### Torkkostnader alt2

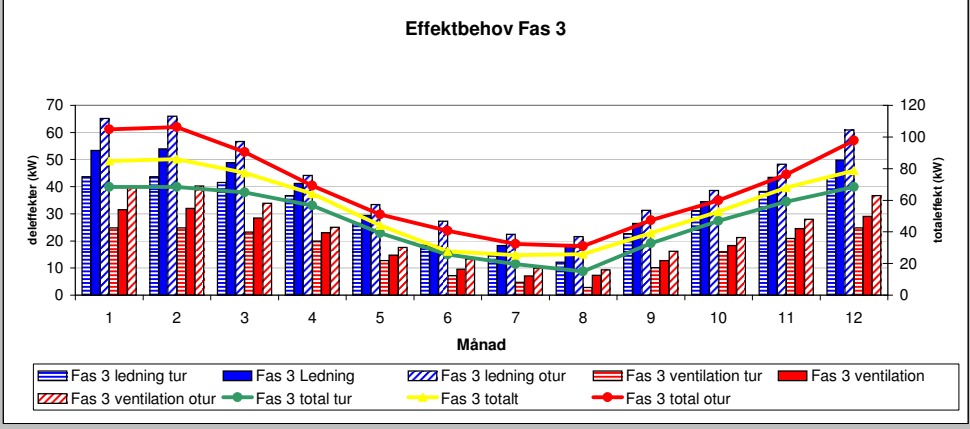
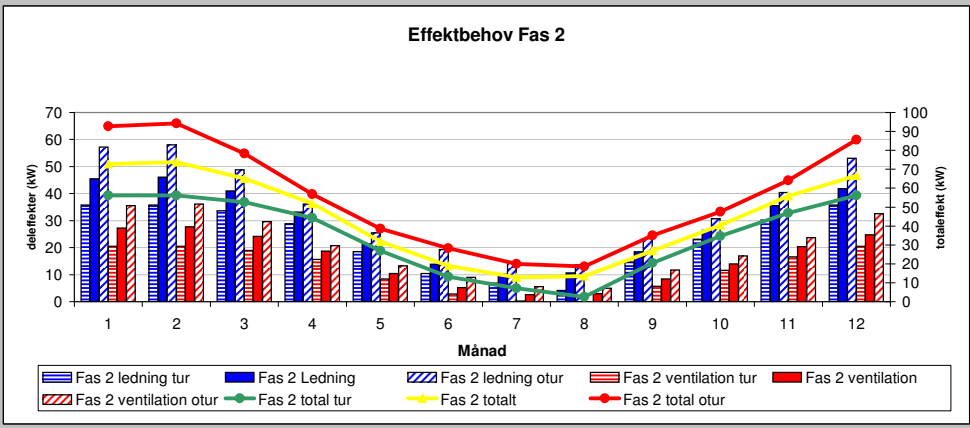
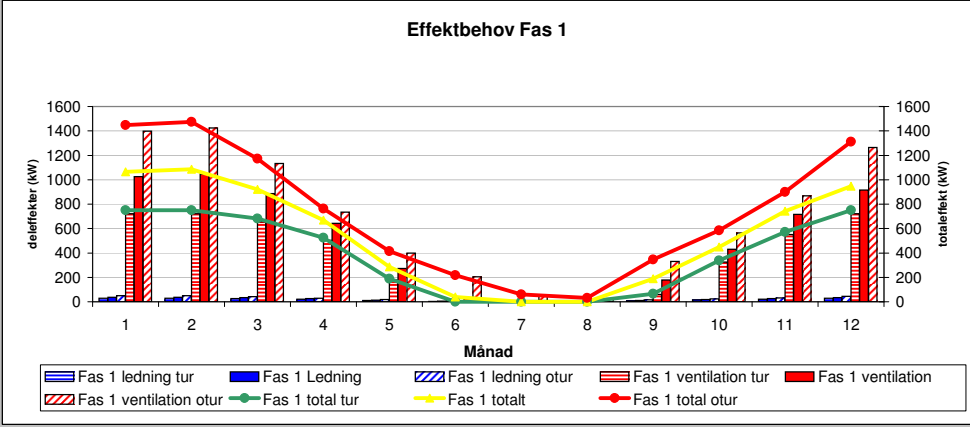
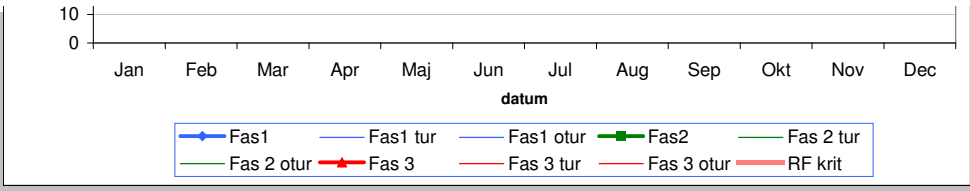


### Torkkostnader alt3



### RF-nivåer





## 2. Övriga kostnader

Riskkostnader alt1	
Budget	25000000 (kr)
Upparbetade kostnader	60 (%)
Kalkylränta	5 (%)
Extrakostnader för etablering	20000 (kr/vecka)
Byte av skadat material	0 (kr)
Ev hyresbortfall	0 (kr/vecka)
Ev viteskostnad	250000 (kr/vecka)

Energi alt1	
Etableringskostnad	40000 (kr)
Hyra/dag	500 (kr/dygn)
Avetableringskostnad	20000 (kr)
energikostnad el	1,1 (kr/kWh)
energikostnad fjärrvärme	0,6 (kr/kWh)
energikostnad gas	(kr/kWh)
energikostnad olja	(kr/kWh)
energikostnad annat	(kr/kWh)

Materialkostnader alt1	
Provisoriska tätningar	50000 (kr)
Förbättring av material	0 (kr)
WPS	0 (kr)

Kontroller alt1	
Mätning av torkmiljö/materialfukt	100 (kr/dag)
Fuktronder	100 (kr/dag)

Riskkostnader alt2	
Budget	25000000 (kr)
Upparbetade kostnader	60 (%)
Kalkylränta	5 (%)
Extrakostnader för etablering	20000 (kr/vecka)
Byte av skadat material	0 (kr)
Ev hyresbortfall	0 (kr/vecka)
Ev viteskostnad	250000 (kr/vecka)

Energi alt2	
Etableringskostnad	40000 (kr)
Hyra/dag	500 (kr/dygn)
Avetableringskostnad	20000 (kr)
energikostnad el	1,1 (kr/kWh)
energikostnad fjärrvärme	0,6 (kr/kWh)
energikostnad gas	1,2 (kr/kWh)
energikostnad olja	1,8 (kr/kWh)
energikostnad annat	1 (kr/kWh)

Materialkostnader alt2	
Provisoriska tätningar	50000 (kr)
Förbättring material	0 (kr)
WPS	0 (kr)

Kontroller alt2	
Mätning av torkmiljö	100 (kr/dag)
Fuktronder	100 (kr/dag)

Riskkostnader alt3	
Budget	25000000 (kr)
Upparbetade kostnader	60 (%)
Kalkylränta	5 (%)
Extrakostnader för etablering	20000 (kr/vecka)
Byte av skadat material	0 (kr)
Ev hyresbortfall	0 (kr/vecka)
Ev viteskostnad	250000 (kr/vecka)

Energi alt3	
Etableringskostnad	40000 (kr)
Hyra/dag	500 (kr/dygn)
Avetableringskostnad	20000 (kr)
energikostnad el	1,1 (kr/kWh)
energikostnad fjärrvärme	0,6 (kr/kWh)
energikostnad gas	1,2 (kr/kWh)
energikostnad olja	1,8 (kr/kWh)
energikostnad annat	1 (kr/kWh)

Materialkostnader alt1	
Provisoriska tätningar	50000 (kr)
Förbättring material	0 (kr)
WPS	0 (kr)

Kontroller alt1	
Mätning av torkmiljö	100 (kr/dag)
Fuktronder	100 (kr/dag)

### 3. Maskinpark

Kompletterande effekter	Bygget	Bodel	Hissel	Kranel	
Fas 1	50	25	0	10	(kW)
Fas 2	50	50	10	10	(kW)
Fas 3	60	25	10	0	(kW)

Maskiner alt1										
Maskin	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
Id	Aerotemper	Elvärmefläkt	avfuktare							
Antal fas 1	1	10								(st)
Antal fas 2	0	15								(st)
Antal fas 3	0	20								(st)
Termostatstyrd	ja	ja								
Drifteffekt el	5,00	0,50								(kW)
Värmeeffekt el	0,00	4,50								(kW)
Värmeeffekt fjärrvärme	600,00	0,00								(kW)
Värmeeffekt olja	0,00	0,00								(kW)
Värmeeffekt gas	0,00	0,00								(kW)
Värmeeffekt annat	0,00	0,00								(kW)
Servicekostnad/dag	20	0								(kr)
Hyeskostnad/dag	1200	30								(kr)
<b>Summering alt1</b>	<b>fas1</b>		<b>fas2</b>		<b>fas3</b>					
Drifteffekt el	10		8		10					
värmeffekt el	45	0,07	68	1,00	90	1,00				
Värmeeffekt fjärrvärme	600	0,93	0	0,00	0	0,00				
Värmeeffekt olja	0	0,00	0	0,00	0	0,00				
Värmeeffekt gas	0	0,00	0	0,00	0	0,00				
Värmeeffekt annat	0	0,00	0	0,00	0	0,00				
värmeeffekt W/m2	101		11		14					
summa värmeeffekt	645		68		90					
Värmeeffektbehov	464		69		88					
Servicekostnad/dag	20		0		0					
Hyeskostnad/dag	1500		450		600					

Maskiner alt2										
Maskin	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
Id	Aerotemper	Elvärmefläkt	avfuktare							
Antal fas 1	2	0								(st)
Antal fas 2	0	8								(st)
Antal fas 3	0	6								(st)
Termostatstyrd	ja	ja								
Drifteffekt el	5,00	0,50								(kW)
Värmeeffekt el	0,00	4,50								(kW)
Värmeeffekt fjärrvärme	600,00	0,00								(kW)
Värmeeffekt olja	0,00	0,00								(kW)
Värmeeffekt gas	0,00	0,00								(kW)
Värmeeffekt annat	0,00	0,00								(kW)
Servicekostnad/dag	20	0								(kr)
Hyeskostnad/dag	1200	30								(kr)
<b>Summering alt2</b>	<b>fas1</b>		<b>fas2</b>		<b>fas3</b>					
Drifteffekt el	10		4		3					
värmeffekt el	0	0,00	36	1,00	27	1,00				
Värmeeffekt fjärrvärme	1200	1,00	0	0,00	0	0,00				
Värmeeffekt olja	0	0,00	0	0,00	0	0,00				
Värmeeffekt gas	0	0,00	0	0,00	0	0,00				
Värmeeffekt annat	0	0,00	0	0,00	0	0,00				
värmeeffekt W/m2	188		6		4					
summa värmeeffekt	1200		36		27					
Värmeeffektbehov	951		33		27					
Servicekostnad/dag	40		0		0					
Hyeskostnad/dag	2400		240		180					

Maskiner alt3										
Maskin	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
Id	Aerotemper	Elvärmefläkt	avfuktare							
Antal fas 1	2	0								(st)
Antal fas 2	0	8								(st)
Antal fas 3	0	6								(st)
Termostatstyrd	ja	ja								
Drifteffekt el	5,00	0,50								(kW)
Värmeeffekt el	0,00	4,50								(kW)
Värmeeffekt fjärrvärme	600,00	0,00								(kW)
Värmeeffekt olja	0,00	0,00								(kW)
Värmeeffekt gas	0,00	0,00								(kW)
Värmeeffekt annat	0,00	0,00								(kW)
Servicekostnad/dag	20	0								(kr)
Hyeskostnad/dag	1200	30								(kr)
<b>Summering alt3</b>	<b>fas1</b>		<b>fas2</b>		<b>fas3</b>					
Drifteffekt el	10		4		3					
värmeffekt el	0	0,00	36	1,00	27	1,00				
Värmeeffekt fjärrvärme	1200	1,00	0	0,00	0	0,00				
Värmeeffekt olja	0	0,00	0	0,00	0	0,00				
Värmeeffekt gas	0	0,00	0	0,00	0	0,00				
Värmeeffekt annat	0	0,00	0	0,00	0	0,00				
värmeeffekt W/m2	188		6		4					
summa värmeeffekt	1200		36		27					
Värmeeffektbehov	951		33		27					
Servicekostnad/dag	40		0		0					
Hyeskostnad/dag	2400		240		180					

#### 4. Energi Fas1

klimatskal	Fönster	tak	golv	vägg
U-värde fas1	2,0	0,2	0,2	0,3
Area	576	3200	3200	1344

Ventilation	
Volym m3	25600
oms fas1	7,76

kWh/år*m2	725
-----------	-----

area/volym	0,3
------------	-----

Temperatur normal	jan	feb	mars	april	maj	juni	juli	aug	sep	okt	nov	dec
Delta T mark	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9
Delta T luft	15,5	15,8	13,4	9,7	4,1	0,5	-1,2	-1,0	2,7	6,5	10,8	13,8

Effektbehov normal	ledning	ventilation	totalt	effekt per m2	effekt per m3
Effektbehov jan (watt)	37343	1026777	1064120	166	42
Effektbehov feb (watt)	37975	1046650	1084626	169	42
Effektbehov mar (watt)	32915	887666	920580	144	36
Effektbehov apr (watt)	25113	642564	667677	104	26
Effektbehov maj (watt)	13306	271599	284905	45	11
Effektbehov jun (watt)	5715	33122	38837	6	2
Effektbehov jul (watt)	2131	-79492	0	0	0
Effektbehov aug (watt)	2552	-66244	0	0	0
Effektbehov sep (watt)	10354	178858	189212	30	7
Effektbehov okt (watt)	18366	430584	448950	70	18
Effektbehov nov (watt)	27433	715432	742865	116	29
Effektbehov dec (watt)	33758	914163	947921	148	37

Energi	dag	vecka	månad
kWh	25539	178772	791705
kWh	26031	182217	728869
kWh	22094	154658	684912
kWh	16024	112170	480728
kWh	6838	47864	211969
kWh	932	6525	27963
kWh	0	0	0
kWh	0	0	0
kWh	4541	31788	140774
kWh	10775	75424	334019
kWh	17829	124801	534863
kWh	22750	159251	705253

Temperatur tur	jan	feb	mars	april	maj	juni	juli	aug	sep	okt	nov	dec
Delta T mark	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9
Delta T luft	10,9	10,9	9,9	7,6	2,7	-1,1	-2,8	-4,1	0,9	4,9	8,3	10,9

Effektbehov tur	Ledning	ventilation	totalt	effekt per m2	effekt per m3
Effektbehov jan (watt)	27644	722056	749700	117	29
Effektbehov feb (watt)	27644	722056	749700	117	29
Effektbehov mar (watt)	25535	655813	681348	106	27
Effektbehov apr (watt)	20686	503452	524138	82	20
Effektbehov maj (watt)	10354	178858	189212	30	7
Effektbehov jun (watt)	2341	-72868	0	0	0
Effektbehov jul (watt)	-1243	-185482	0	0	0
Effektbehov aug (watt)	-3984	-271599	0	0	0
Effektbehov sep (watt)	6558	59619	66178	10	3
Effektbehov okt (watt)	14993	324594	339587	53	13
Effektbehov nov (watt)	22162	549823	571984	89	22
Effektbehov dec (watt)	27644	722056	749700	117	29

Energi	dag	vecka	månad
kWh	17993	125950	557777
kWh	17993	125950	503798
kWh	16352	114466	506923
kWh	12579	88055	377379
kWh	4541	31788	140774
kWh	0	0	0
kWh	0	0	0
kWh	0	0	0
kWh	1588	11118	49236
kWh	8150	57051	252652
kWh	13728	96093	411829
kWh	17993	125950	557777

Temperatur otur	jan	feb	mars	april	maj	juni	juli	aug	sep	okt	nov	dec
Delta T mark	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9
Delta T luft	21,1	21,5	17,1	11,1	6,0	3,1	0,8	0,4	5,0	8,5	13,1	19,1

Effektbehov otur	Ledning	ventilation	totalt	effekt per m2	effekt per m3
Effektbehov jan (watt)	49150	1397742	1446892	226	57
Effektbehov feb (watt)	49994	1424239	1474233	230	58
Effektbehov mar (watt)	40716	1132767	1173484	183	46
Effektbehov apr (watt)	28065	735305	763370	119	30
Effektbehov maj (watt)	17312	397462	414774	65	16
Effektbehov jun (watt)	11197	205355	216553	34	8
Effektbehov jul (watt)	6348	52995	59343	9	2
Effektbehov aug (watt)	5504	26497	32002	5	1
Effektbehov sep (watt)	15203	331218	346422	54	14
Effektbehov okt (watt)	22583	563071	585655	92	23
Effektbehov nov (watt)	32282	867792	900075	141	35
Effektbehov dec (watt)	44933	1265255	1310188	205	51

Energi	dag	vecka	månad
kWh	34725	243078	1076488
kWh	35382	247671	990685
kWh	28164	197145	873072
kWh	18321	128246	549627
kWh	9955	69682	308592
kWh	5197	36381	155918
kWh	1424	9970	44151
kWh	768	5376	23041
kWh	8314	58199	257738
kWh	14056	98390	435727
kWh	21602	151213	648054
kWh	31445	220112	974780

## 5. Energi fas2

klimatskal	(fönster)	tak	golv	vägg
U-värde fas1	2,0	0,2	0,2	0,3
Area	576	3200	3200	1344

Ventilation	
Volym m3	25600
oms fas2	0,17

kWh/år*m <sup>2</sup>	60
-----------------------	----

area/volym	0,3
------------	-----

Temperatur normal	jan	feb	mars	april	maj	juni	juli	aug	sep	okt	nov	dec
Delta T mark	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9
Delta T luft	18,5	18,8	16,4	12,7	7,1	3,5	1,8	2,0	5,7	9,5	13,8	16,8

Effektbehov normal	Ledning	ventilation	totalt	effekt per m2	effekt per m3
Effektbehov jan (watt)	45438	27239	72677	11	3
Effektbehov feb (watt)	46071	27681	73752	12	3
Effektbehov mar (watt)	41010	24147	65158	10	3
Effektbehov apr (watt)	33209	18699	51908	8	2
Effektbehov maj (watt)	21401	10454	31855	5	1
Effektbehov jun (watt)	13811	5153	18964	3	1
Effektbehov jul (watt)	10226	2650	12876	2	1
Effektbehov aug (watt)	10648	2945	13593	2	1
Effektbehov sep (watt)	18449	8393	26842	4	1
Effektbehov okt (watt)	26462	13988	40449	6	2
Effektbehov nov (watt)	35528	20319	55847	9	2
Effektbehov dec (watt)	41854	24736	66590	10	3

Energi	dag	vecka	månad
kWh	1744	12210	54072
kWh	1770	12390	49561
kWh	1564	10946	48477
kWh	1246	8721	37374
kWh	765	5352	23700
kWh	455	3186	13654
kWh	309	2163	9580
kWh	326	2284	9787
kWh	644	4509	19970
kWh	971	6795	30094
kWh	1340	9382	40210
kWh	1598	11187	49543

Temperatur tur	jan	feb	mars	april	maj	juni	juli	aug	sep	okt	nov	dec
Delta T mark	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9
Delta T luft	13,9	13,9	12,9	10,6	5,7	1,9	0,2	-1,1	3,9	7,9	11,3	13,9

Effektbehov tur	Ledning	ventilation	totalt	effekt per m2	effekt per m3
Effektbehov jan (watt)	35739	20466	56205	9	2
Effektbehov feb (watt)	35739	20466	56205	9	2
Effektbehov mar (watt)	33631	18994	52624	8	2
Effektbehov apr (watt)	28781	15607	44388	7	2
Effektbehov maj (watt)	18449	8393	26842	4	1
Effektbehov jun (watt)	10437	2798	13234	2	1
Effektbehov jul (watt)	6852	294	7147	1	0
Effektbehov aug (watt)	4111	-1620	2492	0	0
Effektbehov sep (watt)	14654	5742	20396	3	1
Effektbehov okt (watt)	23088	11632	34720	5	1
Effektbehov nov (watt)	30257	16638	46895	7	2
Effektbehov dec (watt)	35739	20466	56205	9	2

Energi	dag	vecka	månad
kWh	1349	9442	41817
kWh	1349	9442	37770
kWh	1263	8841	39153
kWh	1065	7457	31960
kWh	644	4509	19970
kWh	318	2223	9529
kWh	172	1201	5317
kWh	60	419	1794
kWh	490	3427	15175
kWh	833	5833	25832
kWh	1125	7878	33764
kWh	1349	9442	41817

Temperatur otur	jan	feb	mars	april	maj	juni	juli	aug	sep	okt	nov	dec
Delta T mark	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9
Delta T luft	24,1	24,5	20,1	14,1	9,0	6,1	3,8	3,4	8,0	11,5	16,1	22,1

Effektbehov otur	Ledning	ventilation	totalt	effekt per m2	effekt per m3
Effektbehov jan (watt)	57246	35485	92731	14	4
Effektbehov feb (watt)	58089	36074	94163	15	4
Effektbehov mar (watt)	48812	29595	78407	12	3
Effektbehov apr (watt)	36161	20761	56922	9	2
Effektbehov maj (watt)	25407	13251	38659	6	2
Effektbehov jun (watt)	19293	8982	28274	4	1
Effektbehov jul (watt)	14443	5595	20038	3	1
Effektbehov aug (watt)	13600	5006	18606	3	1
Effektbehov sep (watt)	23299	11779	35078	5	1
Effektbehov okt (watt)	30679	16932	47611	7	2
Effektbehov nov (watt)	40378	23705	64083	10	3
Effektbehov dec (watt)	53029	32540	85569	13	3

Energi	dag	vecka	månad
kWh	2226	15579	68992
kWh	2260	15819	63277
kWh	1882	13172	58335
kWh	1366	9563	40983
kWh	928	6495	28762
kWh	679	4750	20357
kWh	481	3366	14908
kWh	447	3126	13396
kWh	842	5893	26098
kWh	1143	7999	35423
kWh	1538	10766	46140
kWh	2054	14376	63663

### 6. Energi Fas3

klimatskal	fönster	tak	golv	vägg
U-värde fas1	2,00	0,19	0,18	0,26
Area	576	3200	3200	1344

Ventilation	
Volym m3	25600
oms fas3	0,17

kWh/år*m2	77
-----------	----

area/volym	0,3
------------	-----

Temperatur normal	jan	feb	mars	april	maj	juni	juli	aug	sep	okt	nov	dec
Delta T mark	13,9	13,9	13,9	13,9	13,9	7,9	13,9	13,9	13,9	13,9	13,9	13,9
Delta T luft	21,5	21,8	19,4	15,7	10,1	6,5	4,8	5,0	8,7	12,5	16,8	19,8

Effektbehov normal	Ledning	ventilation	totalt	effekt per m2	effekt per m3
Effektbehov jan (watt)	53339	31496	84835	13	3
Effektbehov feb (watt)	53970	31936	85905	13	3
Effektbehov mar (watt)	48926	28420	77346	12	3
Effektbehov apr (watt)	41150	23000	64150	10	3
Effektbehov maj (watt)	29382	14796	44178	7	2
Effektbehov jun (watt)	18295	9522	27818	4	1
Effektbehov jul (watt)	18243	7032	25275	4	1
Effektbehov aug (watt)	18664	7325	25988	4	1
Effektbehov sep (watt)	26439	12745	39184	6	2
Effektbehov okt (watt)	34425	18312	52737	8	2
Effektbehov nov (watt)	43462	24611	68073	11	3
Effektbehov dec (watt)	49766	29006	78772	12	3

Energi	dag	vecka	månad
kWh	2036	14252	63118
kWh	2062	14432	57728
kWh	1856	12994	57545
kWh	1540	10777	46188
kWh	1060	7422	32868
kWh	668	4673	20029
kWh	607	4246	18805
kWh	624	4366	18712
kWh	940	6583	29153
kWh	1266	8860	39236
kWh	1634	11436	49013
kWh	1891	13234	58607

Temperatur tur	jan	feb	mars	april	maj	juni	juli	aug	sep	okt	nov	dec
Delta T mark	13,9	13,9	13,9	13,9	13,9	13,9	13,9	13,9	13,9	13,9	13,9	13,9
Delta T luft	16,9	16,9	15,9	13,6	8,7	4,9	3,2	1,9	6,9	10,9	14,3	16,9

Effektbehov tur	Ledning	ventilation	totalt	effekt per m2	effekt per m3
Effektbehov jan (watt)	43672	24758	68430	11	3
Effektbehov feb (watt)	43672	24758	68430	11	3
Effektbehov mar (watt)	41570	23293	64863	10	3
Effektbehov apr (watt)	36737	19923	56660	9	2
Effektbehov maj (watt)	26439	12745	39184	6	2
Effektbehov jun (watt)	18454	7178	25632	4	1
Effektbehov jul (watt)	14881	4688	19569	3	1
Effektbehov aug (watt)	12149	2783	14932	2	1
Effektbehov sep (watt)	22657	10108	32765	5	1
Effektbehov okt (watt)	31063	15968	47031	7	2
Effektbehov nov (watt)	38208	20949	59157	9	2
Effektbehov dec (watt)	43672	24758	68430	11	3

Energi	dag	vecka	månad
kWh	1642	11496	50912
kWh	1642	11496	45985
kWh	1557	10897	48258
kWh	1360	9519	40795
kWh	940	6583	29153
kWh	615	4306	18455
kWh	470	3288	14559
kWh	358	2509	10751
kWh	786	5504	24377
kWh	1129	7901	34991
kWh	1420	9938	42593
kWh	1642	11496	50912

Temperatur otur	jan	feb	mars	april	maj	juni	juli	aug	sep	okt	nov	dec
Delta T mark	13,9	13,9	13,9	13,9	13,9	13,9	13,9	13,9	13,9	13,9	13,9	13,9
Delta T luft	27,1	27,5	23,1	17,1	12,0	9,1	6,8	6,4	11,0	14,5	19,1	25,1

Effektbehov otur	Ledning	ventilation	totalt	effekt per m2	effekt per m3
Effektbehov jan (watt)	65108	39700	104808	16	4
Effektbehov feb (watt)	65948	40286	106234	17	4
Effektbehov mar (watt)	56702	33840	90542	14	4
Effektbehov apr (watt)	44092	25051	69143	11	3
Effektbehov maj (watt)	33375	17579	50954	8	2
Effektbehov jun (watt)	27280	13331	40611	6	2
Effektbehov jul (watt)	22447	9962	32408	5	1
Effektbehov aug (watt)	21606	9376	30982	5	1
Effektbehov sep (watt)	31273	16114	47387	7	2
Effektbehov okt (watt)	38628	21242	59870	9	2
Effektbehov nov (watt)	48295	27980	76276	12	3
Effektbehov dec (watt)	60905	36770	97675	15	4

Energi	dag	vecka	månad
kWh	2515	17608	77977
kWh	2550	17847	71389
kWh	2173	15211	67363
kWh	1659	11616	49783
kWh	1223	8560	37910
kWh	975	6823	29240
kWh	778	5445	24112
kWh	744	5205	22307
kWh	1137	7961	35256
kWh	1437	10058	44543
kWh	1831	12814	54919
kWh	2344	16409	72670

## 7. Tidplan

alt1	fas1	fas2	fas3
år 1 jan (31)			
år 1 feb (28)			
år 1 mar (31)			
år 1 apr (30)			
år 1 maj (31)			
år 1 jun (30)			
år 1 jul (31)			
år 1 aug (31)			
år 1 sep (30)	30		
år 1 okt (31)	31		
år 1 nov (30)		30	
år 1 dec (31)		31	
år 2 jan (31)			31
år 2 feb (28)			28
år 2 mar (31)			
år 2 apr (30)			
år 2 maj (31)			
år 2 jun (30)			
år 2 jul (31)			
år 2 aug (31)			
år 2 sep (30)			
år 2 okt (31)			
år 2 nov (30)			
år 2 dec (31)			

alt2	fas1	fas2	fas3
år 1 jan (31)			
år 1 feb (28)			
år 1 mar (31)	31		
år 1 apr (30)	30		
år 1 maj (31)		31	
år 1 jun (30)		30	
år 1 jul (31)			31
år 1 aug (31)			31
år 1 sep (30)			
år 1 okt (31)			
år 1 nov (30)			
år 1 dec (31)			
år 2 jan (31)			
år 2 feb (28)			
år 2 mar (31)			
år 2 apr (30)			
år 2 maj (31)			
år 2 jun (30)			
år 2 jul (31)			
år 2 aug (31)			
år 2 sep (30)			
år 2 okt (31)			
år 2 nov (30)			
år 2 dec (31)			

alt3	fas1	fas2	fas3
år 1 jan (31)			
år 1 feb (28)			
år 1 mar (31)			
år 1 apr (30)			
år 1 maj (31)			
år 1 jun (30)			
år 1 jul (31)			
år 1 aug (31)			
år 1 sep (30)			
år 1 okt (31)			
år 1 nov (30)			
år 1 dec (31)			
år 2 jan (31)			
år 2 feb (28)			
år 2 mar (31)	31		
år 2 apr (30)	30		
år 2 maj (31)		31	
år 2 jun (30)		30	
år 2 jul (31)			31
år 2 aug (31)			31
år 2 sep (30)			
år 2 okt (31)			
år 2 nov (30)			
år 2 dec (31)			



## 8. Klimat

Ort:	Malmö
Källa:	Klimatdata för fuktberäkningar
intervall	Månadsmedel

Medel 50%	jan	feb	mars	april	maj	juni	juli	aug	sep	okt	nov	dec
Temp ute	-0,5	-0,8	1,6	5,3	10,9	14,5	16,2	16,0	12,3	8,5	4,2	1,2
Temp inne fas1	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0
Temp inne fas2	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0
Temp inne fas3	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0
Temp mark	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1
Medelvind	7,2	6,7	6,2	6,7	6,7	5,7	5,7	5,1	6,2	6,7	6,7	7,2
Ånghalt luft	4,4	4,1	4,7	5,3	7,1	9,3	10,4	10,4	9,1	7,7	6,0	4,9
södersol	35	55	69	100	102	91	100	101	86	70	49	31

Tur 95%	jan	feb	mars	april	maj	juni	juli	aug	sep	okt	nov	dec
Ånghalt luft	5,90	6	6	6,2	8,1	10,8	11,4	11,1	10	8,7	7,2	6
Temp ute	4,1	4,1	5,1	7,4	12,3	16,1	17,8	19,1	14,1	10,1	6,7	4,1

Otur 5%	jan	feb	mars	april	maj	juni	juli	aug	sep	okt	nov	dec
Ånghalt luft	2,70	2,7	3,5	4,8	6,1	8,1	9,4	9,3	7,5	6,5	4,9	3,6
Temp ute	-6,1	-6,5	-2,1	3,9	9,0	11,9	14,2	14,6	10,0	6,5	1,9	-4,1

## 9. Geometri

Bredd (m)	40,0	(m)
Längd	80,0	(m)
Höjd	8,0	(m)
Våningar	2	(st)
Taklutning	0	(grader)
Fönsterarea	30	(%)
Innervägg	0	(m)

Våning	höjd (m)	totalhöjd (m)
0	5,0	8,0
-1	3,0	3,0
-2	0,0	0,0
-3	0,0	0,0
-4	0,0	0,0
-5	0,0	0,0
-6	0,0	0,0
-7	0,0	0,0
-8	0,0	0,0
-9	0,0	0,0

## 10. U-värden

Isolervärden		
nr	Material	Lamдавårde
1	Gipsskiva	0,700
2	Plastfolie	1,000
3	Mineralull	0,039
4	Råspont	0,140
5	cellplast	0,039
6	Löslull	0,060
7	Betong	1,400
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		

Vindberoende Rs		
	Rsi 0,5m/s	0,125
	Rsi 1m/s	0,100
	Rsi 2m/s	0,071
	Rsi 3m/s	0,056
	Rsi 5m/s	0,039
	Rse 5m/s	0,048
	Rse 10m/s	0,028

FAS1 TAK			
Skikt	Tjocklek (m)	Lambda	R-vårde
Rsi	-	-	0,04
Rse	-	-	0,04
papp	0,005	1	0,01
isolering	0,2	0,039	5,13
TRP	0,002	1,4	0,00
	0	100	0,00
	0	100	0,00
		Summa R	5,21
		U-vårde	0,19

FAS1 VÄGG			
Skikt	Tjocklek (m)	Lambda	R-vårde
Rsi	-	-	0,13
Rse	-	-	0,04
Väggelement	0,15	0,04	3,75
	0	100	0,00
	0	100	0,00
	0	100	0,00
	0	100	0,00
		Summa R	3,92
		U-vårde	0,26

FAS1 GOLV			
Skikt	Tjocklek (m)	Lambda	R-vårde
Rsi	-	-	0,17
Rse	-	-	0,04
Betong	0,12	1,4	0,09
Plastfolie	0,2	0,039	5,13
	0	100	0,00
	0	100	0,00
	0	100	0,00
		Summa R	5,42
		U-vårde	0,18

FAS1 FÖNSTER	
U-vårde	2,00

FAS2 TAK			
Skikt	Tjocklek (m)	Lambda	R-vårde
Rsi	-	-	0,04
Rse	-	-	0,04
papp	0,005	1	0,01
isolering	0,2	0,039	5,13
TRP	0,002	1,4	0,00
	0,0001	100	0,00
	0,0001	100	0,00
		Summa R	5,21
		U-vårde	0,19

FAS2 VÄGG			
Skikt	Tjocklek (m)	Lambda	R-vårde
Rsi	-	-	0,13
Rse	-	-	0,04
Väggelement	0,15	0,04	3,75
	0	100	0,00
	0	100	0,00
	0	100	0,00
	0	100	0,00
		Summa R	3,92
		U-vårde	0,26

FAS2 GOLV			
Skikt	Tjocklek (m)	Lambda	R-vårde
Rsi	-	-	0,17
Rse	-	-	0,04
Betong	0,12	1,4	0,09
Cellplast	0,2	0,039	5,13
	0	100	0,00
	0	100	0,00
	0	100	0,00
		Summa R	5,42
		U-vårde	0,18

FAS2 FÖNSTER	
Fönster	2,00

FAS3 TAK			
Skikt	Tjocklek (m)	Lambda	R-vårde
Rsi	-	-	0,10
Rse	-	-	0,04
papp	0,005	1	0,01
isolering	0,2	0,039	5,13
TRP	0,002	1,4	0,00
	0	100	0,00
	0	100	0,00
		Summa R	5,27
		U-vårde	0,19

FAS3 VÄGG			
Skikt	Tjocklek (m)	Lambda	R-vårde
Rsi	-	-	0,13
Rse	-	-	0,04
Väggelement	0,15	0,04	3,75
	0	100	0
	0	100	0
	0	100	0
	0	100	0
		Summa R	3,92
		U-vårde	0,26

FAS3 GOLV			
Skikt	Tjocklek (m)	Lambda	R-vårde
Rsi	-	-	0,17
Rse	-	-	0,04
Betong	0,12	1,04	0,12
Cellplast	0,2	0,039	5,13
	0	100	0,00
	0	100	0,00
	0	100	0,00
		Summa R	5,45
		U-vårde	0,18

FAS3 FÖNSTER	
U-vårde	2,00

# 11. Ventilation fas1

## Spaltläckage

Yta	Sbredd(m)	Sdjup(m)	Ab(m)	Al(m)	
Fönster	0,005	0,1	1,5	3	1,0E-02 (m2/m2)
Vägg	0,01	0,15	6	1,2	2,0E-02 (m2/m2)
Tak	0,001	0,1	80	40	7,5E-05 (m2/m2)

## Flödesjustering

Vind (m/s)	7,00
Bastryck (Pa)	12,14



## Flödesbalans

In (m3/h)	Ut (m3/h)	differans
198 731	-198 731	0

$$R = A \cdot \mu \cdot \sqrt{\frac{2}{\rho}} \cdot \sqrt{\Delta p}$$

$$R = A \cdot \left( \frac{48\eta L}{b^2 \xi \rho} + \sqrt{\left( \frac{48\eta L}{b^2 \xi \rho} \right)^2 - \frac{2\Delta p}{\xi \rho}} \right)$$

## Flödesberäkning

plan	(kg/m³)	(m/s)	ue	(Pa)	(Pa)	(Pa)	(Pa)	(m2)	b(m)	h(m)	st	m2	(Ns/m2)	(m3/h)	IN(m3/h)	UT(m3/h)	
0 Tak	1,35	7,00	-0,50	-16,5	5,4	12,1	1	-9,8	0,24	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	-9,8E+01	0	-98	
0 lovert	1,35	7,00	0,70	23,1	3,7	12,1	1	31,5	6,80	1,00	2,00	1,00	0,00	1,8E-05	1,4E+05	0	
0 lä	1,35	7,00	-0,50	-16,5	3,7	12,1	1	-8,1	6,80	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	-4,9E+04	0	
0 sida 1	1,35	7,00	-0,60	-19,8	3,7	12,1	1	-11,4	3,40	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	-3,0E+04	0	
0 sida 2	1,35	7,00	-0,60	-19,8	3,7	12,1	1	-11,4	3,40	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	-3,0E+04	0	
Fläkt (m3/h)														0,0E+00	0	0	
-1 lovert	1,35	7,00	0,70	23,1	1,0	12,1	1	34,2	4,08	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	5,7E+04	57 313	0
-1 lä	1,35	7,00	-0,50	-16,5	1,0	12,1	1	-5,4	4,08	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	-3,8E+04	0	-37 880
-1 sida 1	1,35	7,00	-0,60	-19,8	1,0	12,1	1	-8,7	2,04	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	-2,6E+04	0	-25 604
-1 sida 2	1,35	7,00	-0,60	-19,8	1,0	12,1	1	-8,7	2,04	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	-2,6E+04	0	-25 604
Fläkt														0,0E+00	0	0	
-2 lovert	1,35	7,00	0,70	23,1	0,0	12,1	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-2 lä	1,35	7,00	-0,50	-16,5	0,0	12,1	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-2 sida 1	1,35	7,00	-0,60	-19,8	0,0	12,1	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-2 sida 2	1,35	7,00	-0,60	-19,8	0,0	12,1	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
Fläkt														0,0E+00	0	0	
-3 lovert	1,35	7,00	0,70	23,1	0,0	12,1	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-3 lä	1,35	7,00	-0,50	-16,5	0,0	12,1	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-3 sida 1	1,35	7,00	-0,60	-19,8	0,0	12,1	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-3 sida 2	1,35	7,00	-0,60	-19,8	0,0	12,1	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
Fläkt														0,0E+00	0	0	
-4 lovert	1,35	7,00	0,70	23,1	0,0	12,1	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-4 lä	1,35	7,00	-0,50	-16,5	0,0	12,1	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-4 sida 1	1,35	7,00	-0,60	-19,8	0,0	12,1	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-4 sida 2	1,35	7,00	-0,60	-19,8	0,0	12,1	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
Fläkt														0,0E+00	0	0	
-5 lovert	1,35	7,00	0,70	23,1	0,0	12,1	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-5 lä	1,35	7,00	-0,50	-16,5	0,0	12,1	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-5 sida 1	1,35	7,00	-0,60	-19,8	0,0	12,1	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-5 sida 2	1,35	7,00	-0,60	-19,8	0,0	12,1	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
Fläkt														0,0E+00	0	0	
-6 lovert	1,35	7,00	0,70	23,1	0,0	12,1	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-6 lä	1,35	7,00	-0,50	-16,5	0,0	12,1	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-6 sida 1	1,35	7,00	-0,60	-19,8	0,0	12,1	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-6 sida 2	1,35	7,00	-0,60	-19,8	0,0	12,1	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
Fläkt														0,0E+00	0	0	
-7 lovert	1,35	7,00	0,70	23,1	0,0	12,1	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-7 lä	1,35	7,00	-0,50	-16,5	0,0	12,1	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-7 sida 1	1,35	7,00	-0,60	-19,8	0,0	12,1	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-7 sida 2	1,35	7,00	-0,60	-19,8	0,0	12,1	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
Fläkt														0,0E+00	0	0	
-8 lovert	1,35	7,00	0,70	23,1	0,0	12,1	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-8 lä	1,35	7,00	-0,50	-16,5	0,0	12,1	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-8 sida 1	1,35	7,00	-0,60	-19,8	0,0	12,1	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-8 sida 2	1,35	7,00	-0,60	-19,8	0,0	12,1	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
Fläkt														0,0E+00	0	0	
-9 lovert	1,35	7,00	0,70	23,1	0,0	12,1	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-9 lä	1,35	7,00	-0,50	-16,5	0,0	12,1	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-9 sida 1	1,35	7,00	-0,60	-19,8	0,0	12,1	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-9 sida 2	1,35	7,00	-0,60	-19,8	0,0	12,1	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
Fläkt														0,0E+00	0	0	

### Beräkningsgång ventilation

- 1 Sätt läckagearean för spalter per yta
- 2 Anta vindhastighet och bastryck
- 3 Bestäm termiska trycket för våningen (skillnad beroende på höjd och uttemp för våningarna) anta samma temp i hela huset. Beräknas mitt i våningen
- 4 Beräkna luftdensiteten för utomhusluften
- 5 Sätt formfaktorer för olika ytor
- 6 Beräkna vindtrycket per våning per yta obs +- samt formfaktorer
- 7 Beräkna termiska trycket invändigt per våning samt för takytan
- 8 Beräkna resulterande totaltryck per yta
- 9 Beräkna totala läckageytan för spalter per yta och våning
- 10 För på eventuella extrahäl manuellt
- 11 Beräkna luftens viskositet baserat på utetemperatur
- 12 Bestäm flödena per våning och yta in och ut.
- 13 För på eventuella ventilationsflöden för våningen.
- 14 Summera alla flöden och balansera dem genom att justera bastrycket

## 12. Ventilation fas2

### Spaltläckage

Yta	(m)	(m)	(m)	(m)	(m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> )
Fönster	0,001	0,1	1,5	3	2,0E-03
Vägg	0,001	0,15	6	1,2	2,0E-03
Tak	0,001	0,1	80	40	7,5E-05

### Flödesjustering

Vind (m/s)	7,00
Bastryck (Pa)	-18,04



### Flödesbalans

In (m <sup>3</sup> /h)	Ut (m <sup>3</sup> /h)	differans
4 417	-4 417	0

$$R = A \cdot \mu \sqrt{\frac{2}{\rho}} \cdot \sqrt{\Delta p}$$

$$R = A \cdot \left( -\frac{48\eta L}{b^2 \xi \rho} + \sqrt{\left( \frac{48\eta L}{b^2 \xi \rho} \right)^2 - \frac{2\Delta p}{\xi \rho}} \right)$$

### Flödesberäkning

plan		(kg/m <sup>3</sup> )	(m/s)	ue	(Pa)	(Pa)	(Pa)	(Pa)	(m <sup>2</sup> )	b(m)	h(m)	st	m <sup>2</sup>	(Ns/m <sup>2</sup> )	(m <sup>3</sup> /h)	IN(m <sup>3</sup> /h)	UT(m <sup>3</sup> /h)	
0	Tak	1,35	7,00	-0,50	-16,5	6,5	-18,0	1	-41,0	0,24	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	-4,1E+02	0	-411
0	lovart	1,35	7,00	0,70	23,1	4,4	-18,0	1	0,6	0,80	1,00	2,00	1,00	2,00	1,8E-05	4,4E+03	4 368	0
0	lä	1,35	7,00	-0,50	-16,5	4,4	-18,0	1	-39,0	0,80	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	-1,0E+03	0	-1 001
0	sida 1	1,35	7,00	-0,60	-19,8	4,4	-18,0	1	-42,3	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	-5,4E+02	0	-543
0	sida 2	1,35	7,00	-0,60	-19,8	4,4	-18,0	1	-42,3	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	-5,4E+02	0	-543
	Fläkt (m <sup>3</sup> /h)														0,0E+00	0	0	0
-1	lovart	1,35	7,00	0,70	23,1	1,2	-18,0	1	3,8	0,48	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	4,9E+01	49	0
-1	lä	1,35	7,00	-0,50	-16,5	1,2	-18,0	1	-35,7	0,48	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	-9,2E+02	0	-918
-1	sida 1	1,35	7,00	-0,60	-19,8	1,2	-18,0	1	-39,0	0,24	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	-5,0E+02	0	-501
-1	sida 2	1,35	7,00	-0,60	-19,8	1,2	-18,0	1	-39,0	0,24	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	-5,0E+02	0	-501
	Fläkt														0,0E+00	0	0	0
-2	lovart	1,35	7,00	0,70	23,1	0,0	-18,0	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-2	lä	1,35	7,00	-0,50	-16,5	0,0	-18,0	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-2	sida 1	1,35	7,00	-0,60	-19,8	0,0	-18,0	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-2	sida 2	1,35	7,00	-0,60	-19,8	0,0	-18,0	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
	Fläkt														0,0E+00	0	0	0
-3	lovart	1,35	7,00	0,70	23,1	0,0	-18,0	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-3	lä	1,35	7,00	-0,50	-16,5	0,0	-18,0	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-3	sida 1	1,35	7,00	-0,60	-19,8	0,0	-18,0	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-3	sida 2	1,35	7,00	-0,60	-19,8	0,0	-18,0	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
	Fläkt														0,0E+00	0	0	0
-4	lovart	1,35	7,00	0,70	23,1	0,0	-18,0	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-4	lä	1,35	7,00	-0,50	-16,5	0,0	-18,0	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-4	sida 1	1,35	7,00	-0,60	-19,8	0,0	-18,0	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-4	sida 2	1,35	7,00	-0,60	-19,8	0,0	-18,0	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
	Fläkt														0,0E+00	0	0	0
-5	lovart	1,35	7,00	0,70	23,1	0,0	-18,0	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-5	lä	1,35	7,00	-0,50	-16,5	0,0	-18,0	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-5	sida 1	1,35	7,00	-0,60	-19,8	0,0	-18,0	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-5	sida 2	1,35	7,00	-0,60	-19,8	0,0	-18,0	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
	Fläkt														0,0E+00	0	0	0
-6	lovart	1,35	7,00	0,70	23,1	0,0	-18,0	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-6	lä	1,35	7,00	-0,50	-16,5	0,0	-18,0	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-6	sida 1	1,35	7,00	-0,60	-19,8	0,0	-18,0	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-6	sida 2	1,35	7,00	-0,60	-19,8	0,0	-18,0	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
	Fläkt														0,0E+00	0	0	0
-7	lovart	1,35	7,00	0,70	23,1	0,0	-18,0	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-7	lä	1,35	7,00	-0,50	-16,5	0,0	-18,0	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-7	sida 1	1,35	7,00	-0,60	-19,8	0,0	-18,0	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-7	sida 2	1,35	7,00	-0,60	-19,8	0,0	-18,0	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
	Fläkt														0,0E+00	0	0	0
-8	lovart	1,35	7,00	0,70	23,1	0,0	-18,0	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-8	lä	1,35	7,00	-0,50	-16,5	0,0	-18,0	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-8	sida 1	1,35	7,00	-0,60	-19,8	0,0	-18,0	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-8	sida 2	1,35	7,00	-0,60	-19,8	0,0	-18,0	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
	Fläkt														0,0E+00	0	0	0
-9	lovart	1,35	7,00	0,70	23,1	0,0	-18,0	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-9	lä	1,35	7,00	-0,50	-16,5	0,0	-18,0	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-9	sida 1	1,35	7,00	-0,60	-19,8	0,0	-18,0	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-9	sida 2	1,35	7,00	-0,60	-19,8	0,0	-18,0	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
	Fläkt														0,0E+00	0	0	0

### Beräkningsgång ventilation

- Sätt läckagearean för spalter per yta (obs kontraktering ca 0,6 av synlig yta?)
- Anta vindhastighet och bastryck
- Bestäm termiska trycket för våningen (skillnad beroende på höjd och uttemp för våningarna) anta samma temp i hela huset. Beräknas mitt i våningen
- Beräkna luftdensiteten för utomhusluften
- Sätt formfaktorer för olika ytor
- Beräkna vindtrycket per våning per yta obs +- samt formfaktorer
- Beräkna termiska trycket invändigt per våning samt för takytan
- Beräkna resultarende totaltryck per yta
- Beräkna totala läckageytorna för spalter per yta och våning
- För på eventuella extrahål manuellt
- Beräkna luftens viskositet baserat på utetemperatur
- Bestäm flödena per våning och yta in och ut.
- För på eventuella ventilationsflöden för våningen.
- Summera alla flöden och balansera dem genom att justera bastrycket

### 13. Ventilation fas3

#### Spaltläckage

Yta	(m)	(m)	(m)	(m)	(m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> )
Fönster	0,001	0,1	1,5	3	2,0E-03
Vägg	0,001	0,15	6	1,2	2,0E-03
Tak	0,001	0,1	80	40	7,5E-05

#### Flödesjustering

Vind (m/s)	7,00
Bastryck (Pa)	-17,34



#### Flödesbalans

In (m <sup>3</sup> /h)	Ut (m <sup>3</sup> /h)	differans
4 395	-4 395	0

$$R = A \cdot \mu \cdot \sqrt{\frac{2}{\rho}} \cdot \sqrt{\Delta p} \quad R = A \cdot \left( -\frac{48\eta L}{b^2 \xi \rho} + \sqrt{\left(\frac{48\eta L}{b^2 \xi \rho}\right)^2 - \frac{2\Delta p}{\xi \rho}} \right)$$

#### Flödesberäkning

plan		(kg/m <sup>3</sup> )	(m/s)	ue	(Pa)	(Pa)	(Pa)	(Pa)	(m <sup>2</sup> )	b(m)	h(m)	st	m <sup>2</sup>	(Ns/m <sup>2</sup> )	(m <sup>3</sup> /h)	IN(m <sup>3</sup> /h)	UT(m <sup>3</sup> /h)	
0	Tak	1,35	7,00	-0,50	-16,5	7,5	-17,3	1	-41,3	0,24	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	-4,1E+02	0	-414
0	lovart	1,35	7,00	0,70	23,1	5,2	-17,3	1	0,6	0,80	1,00	2,00	1,00	2,00	1,8E-05	4,3E+03	4 395	0
0	lä	1,35	7,00	-0,50	-16,5	5,2	-17,3	1	-39,0	0,80	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	-1,0E+03	0	-1 001
0	sida 1	1,35	7,00	-0,60	-19,8	5,2	-17,3	1	-42,3	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	-5,4E+02	0	-543
0	sida 2	1,35	7,00	-0,60	-19,8	5,2	-17,3	1	-42,3	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	-5,4E+02	0	-543
	Fläkt (m <sup>3</sup> /h)														0,0E+00	0	0	
-1	lovart	1,35	7,00	0,70	23,1	1,4	-17,3	1	4,3	0,48	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	5,6E+01	56	0
-1	lä	1,35	7,00	-0,50	-16,5	1,4	-17,3	1	-35,2	0,48	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	-9,1E+02	0	-905
-1	sida 1	1,35	7,00	-0,60	-19,8	1,4	-17,3	1	-38,5	0,24	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	-4,9E+02	0	-495
-1	sida 2	1,35	7,00	-0,60	-19,8	1,4	-17,3	1	-38,5	0,24	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	-4,9E+02	0	-495
	Fläkt														0,0E+00	0	0	
-2	lovart	1,35	7,00	0,70	23,1	0,0	-17,3	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-2	lä	1,35	7,00	-0,50	-16,5	0,0	-17,3	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-2	sida 1	1,35	7,00	-0,60	-19,8	0,0	-17,3	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-2	sida 2	1,35	7,00	-0,60	-19,8	0,0	-17,3	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
	Fläkt														0,0E+00	0	0	
-3	lovart	1,35	7,00	0,70	23,1	0,0	-17,3	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-3	lä	1,35	7,00	-0,50	-16,5	0,0	-17,3	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-3	sida 1	1,35	7,00	-0,60	-19,8	0,0	-17,3	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-3	sida 2	1,35	7,00	-0,60	-19,8	0,0	-17,3	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
	Fläkt														0,0E+00	0	0	
-4	lovart	1,35	7,00	0,70	23,1	0,0	-17,3	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-4	lä	1,35	7,00	-0,50	-16,5	0,0	-17,3	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-4	sida 1	1,35	7,00	-0,60	-19,8	0,0	-17,3	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-4	sida 2	1,35	7,00	-0,60	-19,8	0,0	-17,3	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
	Fläkt														0,0E+00	0	0	
-5	lovart	1,35	7,00	0,70	23,1	0,0	-17,3	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-5	lä	1,35	7,00	-0,50	-16,5	0,0	-17,3	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-5	sida 1	1,35	7,00	-0,60	-19,8	0,0	-17,3	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-5	sida 2	1,35	7,00	-0,60	-19,8	0,0	-17,3	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
	Fläkt														0,0E+00	0	0	
-6	lovart	1,35	7,00	0,70	23,1	0,0	-17,3	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-6	lä	1,35	7,00	-0,50	-16,5	0,0	-17,3	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-6	sida 1	1,35	7,00	-0,60	-19,8	0,0	-17,3	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-6	sida 2	1,35	7,00	-0,60	-19,8	0,0	-17,3	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
	Fläkt														0,0E+00	0	0	
-7	lovart	1,35	7,00	0,70	23,1	0,0	-17,3	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-7	lä	1,35	7,00	-0,50	-16,5	0,0	-17,3	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-7	sida 1	1,35	7,00	-0,60	-19,8	0,0	-17,3	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-7	sida 2	1,35	7,00	-0,60	-19,8	0,0	-17,3	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
	Fläkt														0,0E+00	0	0	
-8	lovart	1,35	7,00	0,70	23,1	0,0	-17,3	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-8	lä	1,35	7,00	-0,50	-16,5	0,0	-17,3	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-8	sida 1	1,35	7,00	-0,60	-19,8	0,0	-17,3	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-8	sida 2	1,35	7,00	-0,60	-19,8	0,0	-17,3	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
	Fläkt														0,0E+00	0	0	
-9	lovart	1,35	7,00	0,70	23,1	0,0	-17,3	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-9	lä	1,35	7,00	-0,50	-16,5	0,0	-17,3	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-9	sida 1	1,35	7,00	-0,60	-19,8	0,0	-17,3	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
-9	sida 2	1,35	7,00	-0,60	-19,8	0,0	-17,3	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8E-05	0,0E+00	0	0
	Fläkt														0,0E+00	0	0	

#### Beräkningsgång ventilation

- 1 Sätt läckagearean för spalter per yta (obs kontraktering ca 0,6 av synlig yta?)
- 2 Anta vindhastighet och bastryck
- 3 Bestäm termiska trycket för våningen (skillnad beroende på höjd och uttemp för våningarna) anta samma temp i hela huset. Beräknas mitt i våningen
- 4 Beräkna luftdensiteten för utomhusluften
- 5 Sätt formfaktorer för olika ytor
- 6 Beräkna vindtrycket per våning per yta obs +- samt formfaktorer
- 7 Beräkna termiska trycket invändigt per våning samt för takytan
- 8 Beräkna resultarenade totaltryck per yta
- 9 Beräkna totala läckageytorna för spalter per yta och våning
- 10 För på eventuella extrahål manuellt
- 11 Beräkna luftens viskositet baserat på utetemperatur
- 12 Bestäm flödena per våning och yta in och ut.
- 13 För på eventuella ventilationsflöden för våningen.
- 14 Summera alla flöden och balansera dem genom att justera bastrycket

## 14. Fuktnivåer

Fuktproduktion	YV	Tak	Bjkl uk	Bjkl ök	Grund	IV		Chock	Avfuktare
Fas 1	0	0	0	0	1	0	g/h*m2		
	0	0	0	0	3200	0	3200 g/h	0 g/h	0 g/h
Fas 2	0	0	0	0	0,5	0	g/h*m2		
	0	0	0	0	1600	0	1600 g/h	0 g/h	0 g/h
Fas 3	0	0	0	0	0,5	0	g/h*m2		
	0	0	0	0	1600	0	1600 g/h	0 g/h	0 g/h

RF Fas 1	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	
RF krit	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	
Luft medel	34	31	36	41	54	71	80	80	70	59	46	38	%RF
Luft tur	21	21	27	37	47	62	72	71	57	50	38	28	%RF
Luft otur	45	46	46	47	62	83	87	85	77	67	55	46	%RF

RF Fas 2	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	
Luft medel	31	29	33	36	48	62	69	69	61	52	41	34	%RF
Luft tur	20	20	25	33	42	55	63	62	51	44	34	26	%RF
Luft otur	40	41	41	42	55	72	76	74	67	58	49	41	%RF

RF Fas 3	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	
Luft medel	26	24	28	31	41	53	59	59	52	44	35	29	%RF
Luft tur	17	17	21	28	35	46	53	53	43	38	29	22	%RF
Luft otur	34	35	35	36	46	61	64	63	57	50	41	35	%RF

Fukttillskott		Oms	T-inne
Fas 1	0,0 g/m3	7,76 m3/h	15
Fas 2	0,4 g/m3	0,17 m3/h	18
Fas 3	0,4 g/m3	0,17 m3/h	21

Area per vån	YV	Tak	Bjkl uk	Bjkl ök	Grund	IV	
0	1200	3200		3200	0	0	m2
-1	720		0	3200	3200	0	m2
-2	0		0	0	0	0	m2
-3	0		0	0	0	0	m2
-4	0		0	0	0	0	m2
-5	0		0	0	0	0	m2
-6	0		0	0	0	0	m2
-7	0		0	0	0	0	m2
-8	0		0	0	0	0	m2
-9	0		0	0	0	0	m2





## **BILAGA F DOKUMENTATION PROJEKT 1**

**F.1 Arbetsdokument produktion**

**F.2 Mätprogram**

**F.3 Kontrollmätningar torkklimat**

**F.4 Utvärdering av energianvändning**

Projekt

**Hus och Bostad**

Byggfysik

Projektansvarig

Peter Brander

Datum

2004-09-23

Projekt nummer

4809-418

# Kv. Borre, Malmö

## Uttorkningsbedömning

SKANSKA TEKNIK AB

SKANSKA TEKNIK AB

.....  
Peter Brander  
Projektansvarig.....  
Kristen Ohlsson  
Intern granskare

Ver. nr	Datum	Beskrivning av ändring	Sign
5	2004-09-16	Justering isolertjocklek under industrigolv	

Q:\2004\4809 (bygglobbet-peter)\400(fuktdimensioneringar)\418 (Kv Borre, Malmö)\rapportver5.doc

Sparat av: SKANSKA, datum: 2007-10-18 15:28:00

<http://www.skanska.se>

Styrelsens säte: Solna . Org nr 556045-5007

STOCKHOLM  
169 83 SOLNA  
Tel 08-50 43 50 00  
Fax 08-753 60 48GÖTEBORG  
405 18 GÖTEBORG  
Tel 031-771 10 00  
Fax 031-15 38 15MALMÖ  
205 33 MALMÖ  
Tel 040-14 45 00  
Fax 040-23 70 47VÄXJÖ  
Box 1219  
351 12 VÄXJÖ  
Tel 0470-990 00  
Fax 0470-992 90Besök  
Råsundavägen 2

Lilla Bommen

Drottningtorget 14

Kronobergsgatan 10

## *SAMMANFATTNING*

Inom Kv Borre, Malmö, Svågertorp ska en tvåvåningsbyggnad för ILVA möbelvaruhus uppföras. Delar av golvytorna ska beläggas med direktlimmad industriparkett. Med de riktlinjer som finns i rapporten angående materialval, utförande och drift kan projektet genomföras med gott resultat utan att tillföra målade fuktspärrear direkt under parketten.

## Innehållsförteckning

<b>1</b>	<b>Bakgrund .....</b>	<b>4</b>
1.1	Allmän information .....	4
1.2	Objektbeskrivning .....	4
1.3	Projektets omfattning.....	4
<b>2</b>	<b>Resultat .....</b>	<b>4</b>
2.1	Förutsättningar.....	4
2.1.1	<i>Tidplan .....</i>	<i>4</i>
2.1.2	<i>Industriparkett på platta på mark.....</i>	<i>4</i>
2.1.3	<i>Natursten på platta på mark .....</i>	<i>5</i>
2.1.4	<i>Lagergolv på platta på mark.....</i>	<i>5</i>
2.1.5	<i>Industriparkett på Bjälklag .....</i>	<i>5</i>
2.1.6	<i>Natursten på bjälklag.....</i>	<i>5</i>
2.1.7	<i>Lagergolv på bjälklag .....</i>	<i>5</i>
2.1.8	<i>PVC på bjälklag .....</i>	<i>5</i>
2.1.9	<i>Kritiska fuktnivåer trägolv.....</i>	<i>6</i>
2.1.9.1	<i>Mögelrisk i drift.....</i>	<i>6</i>
2.1.9.2	<i>Ammoniakavgång från betongen i drift .....</i>	<i>6</i>
2.1.9.3	<i>Fuktrörelser .....</i>	<i>6</i>
2.1.9.4	<i>Limnedbrytning.....</i>	<i>6</i>
2.1.10	<i>Kritiska fuktnivåer stengolv.....</i>	<i>6</i>
2.1.11	<i>Kritiska fuktnivåer PVC.....</i>	<i>6</i>
2.2	Beräkningar .....	6
2.2.1	<i>Driftmiljö för golven .....</i>	<i>6</i>
2.3	Bedömningar .....	7
2.3.1	<i>Uttorkningsklimat i produktionen .....</i>	<i>7</i>
2.3.2	<i>Industriparkett på Platta på mark.....</i>	<i>7</i>
2.3.3	<i>Natursten på platta på mark .....</i>	<i>7</i>
2.3.4	<i>Lagergolv på platta på mark.....</i>	<i>7</i>
2.3.5	<i>Industriparkett på Bjälklag .....</i>	<i>8</i>
2.4	Rekommendationer.....	8
2.4.1	<i>Platta på mark.....</i>	<i>8</i>
2.4.1.1	<i>Produktion.....</i>	<i>8</i>
2.4.1.2	<i>Brukare.....</i>	<i>8</i>
2.4.2	<i>Bjälklag .....</i>	<i>9</i>
2.4.2.1	<i>Produktion.....</i>	<i>9</i>
2.4.2.2	<i>Brukare.....</i>	<i>9</i>
<b>3</b>	<b>Referenser.....</b>	<b>9</b>

## 1 BAKGRUND

### 1.1 Allmän information

Inom Kv. Borre i Malmö, Svågertorp skall ILVA uppföra ett möbelvaruhus på två våningar med inflyttning maj 2005.

Beställare:  
Skanska Sverige AB  
Region Hus-Syd  
Ulf Sterner

Bedömningen utfördes av:  
Skanska Teknik AB  
Hus och Bostad  
Byggfysik  
Peter Brander  
040-144203

Byggdoktor [www.byggdoktor.com](http://www.byggdoktor.com), samt RBK-auktoriserad nr0041, [www.RBK.nu](http://www.RBK.nu)

### 1.2 Objektbeskrivning

Affärslokalen är utformad som betongstomme med TT-kassetter på plan 2. Platta på mark utförs flytande fri från stommen på två lager plastfolie.

### 1.3 Projektets omfattning

Bedömningen avser att kontrollera förutsättningarna för ett fungerande direktlimmat trägolv på plan 1 och 2 samt att lämna riktlinjer för hur dessa golv ska produceras.

## 2 RESULTAT

### 2.1 Förutsättningar

#### 2.1.1 Tidplan

Gjutning V38-V43  
Tätt hus V46  
Torkstart V47  
Flytavjämning???  
Parkettläggning V03-10

#### 2.1.2 Industriparkett på platta på mark

Direktlimmad industriparkett 24mm

Flytavjämning ABS148 11mm  
Betong 100mm VBT036-16-S4  
2 lager 0,20 plastfolie  
cellplast S80 (i randzon) 100mm  
Bärlager

### 2.1.3 Natursten på platta på mark

Natursten i bruk 20+50mm  
Betong 100mm C32/40-16-S4-VCT0.50 (borstad yta)  
2 lager 0,20 plastfolie  
cellplast S80 (i randzon) 100mm  
Bärlager

### 2.1.4 Lagergolv på platta på mark

Ev. masterplate topping  
Betong 120mm C25/30 vacuumsugen.  
2 lager 0,20 plastfolie  
cellplast S80 (i randzon) 100mm  
Bärlager

### 2.1.5 Industriparkett på Bjälklag

Direktlimmad industriparkett 24  
Flytavjämning ABS148 11mm  
Överbetong VBT036-16-S4 60-120 (beroende på överhöjning)  
TT-kassetter 50-500

### 2.1.6 Natursten på bjälklag

Direktlimmad natursten 24mm  
Flytavjämning 11mm  
Överbetong VBT036-16-S4 60-120 (beroende på överhöjning)  
TT-kassetter 50-500

### 2.1.7 Lagergolv på bjälklag

Ev. masterplate topping  
Överbetong C25/30vacuumsugen 85-155 (beroende på överhöjning)  
TT-kassetter 50-500

### 2.1.8 PVC på bjälklag

Limmad plastmatta med alkalitåligt lim 5mm  
Flytavjämning ABS148 11mm  
Överbetong VBT036-16-S4 89-139(beroende på överhöjning)

TT-kassetter 50-500

## 2.1.9 Kritiska fuktnivåer trägolv

Det finns olika bekymmer man vill undvika

### 2.1.9.1 Mögelrisk i drift

På baksidan av träet mot betongen. Risk finns vid  $RF > 70\%$  (~15%fuktkvot). Detta löser vi med fuktbromsen i limmet och tätheten i betongen.

### 2.1.9.2 Ammoniakavgång från betongen i drift

Kan missfärga träet och ge svärtning. Särskilt ek är känsligt.

Är inte direkt knuten till en viss RF-nivå. Beror även på ammoniakkoncentration och ytbehandling. Missfärgningen kommer snabbare vid högre fuktnivåer. Normalt sett inget bekymmer och tar för det mesta mycket lång tid innan det syns om det skulle visa sig vara ett bekymmer. Kan däremot komma snabbt om fel städprodukter används vid våttorkning.

### 2.1.9.3 Fuktrörelser

Kan om golvet konditionerats till fel fuktnivå innan limning eller om fuktvariationerna i luften över året blir för stora skapa bekymmer. Dock inte knutet till någon specifik RF-nivå.

Konditioneringen kommer enligt leverantör att ligga 7-9%FK.

### 2.1.9.4 Limnedbrytning

Inga bekymmer med de limtyper som avses i det här projektet eftersom de är alkalitåliga.

## 2.1.10 Kritiska fuktnivåer stengolv

I princip inga fukttekniska risker. Dock ska betongen ha krympt färdigt så långt som möjligt innan golvläggning.

## 2.1.11 Kritiska fuktnivåer PVC

85%RF i betongen.

## 2.2 Beräkningar

Anders Sjöberg på LTH byggnadsmaterial har tidigare tittat teoretiskt på fuktbelastningar på direktlimmade trägolv. Om man jobbar med självtorkande betong, har en inomhusmiljö som inte överstiger 60%RF samt väntar tills RF understiger 85% på ekvivalent djup i betongen klarar man att hålla brädorna under 70%RF.

### 2.2.1 Driftmiljö för golven

Fuktbelastningen i denna typ av verksamhet blir låg. Därför är det ånghalten i utomhusluften samt drifttemperaturen inomhus som till största del kommer att bestämma RF-nivån i luften över golven.

Ånghalten ligger mellan 4 och 10,5 gram över året (högst i augusti och lägst i februari). Om vi räknar med ett litet fuktillskott på 0,5 gram, 23grader varmt på sommaren och 18grader varmt på vintern pendlar RF mellan 29-55%.

## 2.3 Bedömningar

### 2.3.1 Uttorkningsklimat i produktionen

Huset är mycket stort volymmässigt med höga takhöjder. Detta gör att det blir mycket svårt att få upp temperaturen i stommen under uttorkningsfasen. Glasfasaderna gör också att tätt hus uppnås i sent skede. De stora volymerna gör att det kommer att krävas mycket stora insatser om man ska höja temperaturen i stommen. Därför räknar vi inte med mer än 10grader i torkklimat. Redan detta kommer att kräva en hel del utrustning. RF kommer då i torkmiljön att ligga kring 60%. Vid utläggningen och torkningen av flytavjämningen kommer det att krävas avfuktning i huset.

### 2.3.2 Industriparkett på Platta på mark.

Med Sydstens vbt 0,36 betong till under 85%RF samt inte för täta trägolvsstyper klarar man att direktlimma golven utan en extra fuktspärr förutom limmet.

Plastfolierna under golvet gör att fuktvandringen från marken kommer att gå mycket långsamt. Trägolvet har inga problem att blir av med tillskottsfukten så länge man inte lägger täta ytor på toppen. Den högpresterande betongen kommer i sig själv att fungera som en fuktbroms på grund av sin täthet.

Industriparketten läggs på rätt årstid när det är enkelt att hålla en låg RF i rumsluften. Detta gör att man får x-antal driftmånader utan farligt läge även vid lite högre fuktnivåer i betongen. Farligast blir det första sommaren.

### 2.3.3 Natursten på platta på mark

Med vattentät betong  $vct < 0,55$  kommer blir krympningen snabbare och eventuell vatteninträngning i betongen innan tätt hus blir liten. Viktigt att få in rörelsefogar i stenytan runt alla fasta föremål samt ca var 6:e meter. Plattor över 250x250 bör dubbellimmas.

### 2.3.4 Lagergolv på platta på mark

Viktigt att sugningen blir utförd på ett korrekt sätt vilket inte alltid är så lätt. Sugschema bör redovisas och sugen vattenmängd ska beräknas, mätas och redovisas vid utförandet.



### 2.3.5 Industriparkett på Bjälklag

Med en självtorkande betong till under 85%RF samt inte för täta trägolvtyper klarar man att direktlimma golven utan en extra fuktspärr. Flytavjämningen bör torka på ca 2veckor i valt torkklimat.

## 2.4 Rekommendationer

### 2.4.1 Platta på mark.

#### 2.4.1.1 Produktion

Plastfolie viks upp på väggar och pelare så att det blir tätt mellan mark och platta. Viktigt att foga mellan platta och anslutningar så att dålig marklukt inte kan komma upp. Rörelsefog med isolerskiva utförs i EPS-cellplast.

Självtorkande betong kemiskt till under 85%RF (vbt~0,36) med gällande produktionsförutsättningar köps av betongleverantör. Sektionering av gjutetapper och åtgärder mot kantresning sker i samråd med konstruktör och arkitekt. Vid dimensionsförändring i höjd (mot sten i bruk) ska sprickanvisning/rörelsefog göras. Självtorkande betong innehåller mycket finmaterial vilket gör den känslig för uttorkning i tidiga skeden. Fukthärdeningen ska arbetsberedas och godkännas innan gjutning.

Flytspackling med ABS148 alternativt mer snabbtorkande. Håll nere höjderna så långt det går. Tunnare ytor torkar snabbare. Räkna ca 2veckors torktid med givna förutsättningar. Fukttindikering för riktad torkinsats görs med Gannmätare. Flytavjämningen ska provdras för att påvisa tillräcklig hållfasthet.

Konditioneringen av industriparketten kontrolleras innan läggning. Ska ligga kring 45%RF (~8%FK). Mäts med fuktkvotsmätare enligt Skanskas interna riktlinjer.

Rumsluftens fuktighet kontrolleras vid läggning samt efter. Åtminstone förbi första sommaren. Ska ligga 30-60%RF. Görs med enklare max/minmätare. Datan förs in i excelblad enligt Skanska Teknicks riktlinjer.

Säkring av torkmiljön.

Erforderlig maskinpark i överläggning med Skanska Maskin. Provisorisk Fjärrvärmepanna planerad.

Enklare RF och temperaturmätning av torkmiljön ska ske enligt Skanska Teknicks riktlinjer. RF-mätning i betong enligt RBK-systemet bör ske innan läggning av trägolv.

Fuktbromsande speciallim används vid limningen av industriparketten.

#### 2.4.1.2 Brukare

Inga fukttätande ytor får monteras ovanpå golvet (plåt, plast, glas). Innan betongen nått under 70% RF (kommer att ta år). Det blir mögelrisk för parketten i så fall.

Städa aldrig med produkter som innehåller ammoniak. Använd torra städmetoder så långt som möjligt.

Tillför aldrig oavfuktad kylning till rumsluften. Då kommer RF-nivåerna snabbt att bli för höga sommartid.

## **2.4.2 Bjälklag**

### **2.4.2.1 Produktion**

Självtorkande betong till under 85%RF med gällande produktionsförutsättningar köps av betongleverantör vbt~0,36.

Vidhäftning till TT-kassetter, armeringsmängder och hantering av försvagade snitt löses i samråd mellan golventreprenör, betongleverantör, Och leverantör av TT-kassetter. Särskild hänsyn till konsol av HD/F –plattor i glasfasad bör tas. Vidhäftnings och armeringsprinciper skall arbetsberedas och godkännas innan gjutning.

Självtorkande betong innehåller mycket finmaterial vilket gör den känslig för uttorkning i tidiga skeden. Fukthärddningen ska arbetsberedas och godkännas innan gjutning.

Flytspackling med ABS148 alternativt mer snabbtorkande. Håll nere höjderna så långt det går. Tunnare ytor torkar snabbare. Räkna ca 2veckors torktid med givna förutsättningar. Fuktindikering för riktad torkinsats görs med Gannmätare. Flytavjämningen ska provdras för att påvisa tillräcklig hållfasthet.

Konditioneringen av parketten kontrolleras innan läggning. Ska ligga kring 45%RF (8%FK)

Rumsluften fuktighet kontrolleras vid läggning samt efter. Ska ligga 30-60%RF.

### **2.4.2.2 Brukare**

Städa aldrig med produkter som innehåller ammoniak. Använd torra städmetoder så långt som möjligt.

Tillför aldrig oavfuktad kylning till rumsluften. Då kommer RF-nivåerna snabbt att bli för höga sommartid.

## **3 REFERENSER**

Sjöberg, Anders (2003): Direktlimmat trägolvs på betongunderlag, TVBM-3112, Lunds Tekniska Högskola avdelningen Byggnadsmaterial och Fuktcentrum.

Sydsten (2004), Att tänka på vid gjutning av snabbtorkande betong, PDF

## 4 BILAGOR

### 4.1 Betongrecept

#### 4.1.1 Golv för platta på mark med trægolv samt för pågjutningar på TT – kassetter.

VBT036-16-S4

Byggcement	445 kg
4/8:	66 kg
11/16:	689 kg
0/8:	1000 kg
Peramin Conpac 30:	0,7%
Vatten:	169 kg
vct 0,36	

#### 4.1.2 Golvbetong för vakuumsugning

Byggcement:	305 kg
Kalkfiller:	15 kg
11/16:	700 kg
0/4:	1010 kg
4/8:	100 kg
Vatten	210 kg
vct:	0,66

#### 4.1.3 Golvetong för stengolv på platta på mark

C32/40-16-S4-VCT0.50

Byggcement:	370 kg/kbm
11/16:	737 kg/kbm
0/8:	1076 kg/kbm
Flyttillsats Peramin Conpac 30:	0,475% av cenvikt.
Vatten:	193 kg/kbm

## MÄTPROGRAM ILVA

Mätprogrammet har till syfte att säkra sunt inomhusklimat för brukaren mht fuktrelaterade risker. Vi vill därför föreslå ett mätprogram enligt följande.

- Fokus sätts på att kontrollera torkklimatet i produktionen och inte ett visst material i torkklimatet.
- Fokus sätts på att kontrollera att konsulternas intentioner med inomhusklimatet och klimatskalet uppnås.

### För att säkra torkklimatet mäts/kontrolleras följande.

#### Utomhus:

- RF och temperatur utomhus i en punkt för att kunna beräkna fuktillskott inomhus.

#### Inomhus:

- RF och temperatur med enklare max/min mätare i 10punkter
- Yttertemperaturer med IR-pistol

### Provning i material

Provtagning görs i material i den omfattning som behövs för att säkra så kritiska fuktnivåer inte överstigs innan eller efter materialmontage. Punkterna väljs så att de tas där känsligaste materialen skall monteras.

För att säkra kritiska fuktnivåer i material mäts/kontrolleras följande:

#### Betong

Vald betongkvalitet är vbt0,36 för fuktkänsliga ytor

Ytor som beläggs med sten mäts inte eftersom det inte är fuktkänsligt.

Industrigolv i betong mäts inte eftersom det inte är fuktkänsligt.

RBK-mätning i ytor med direktlimmade trägolvs i 3punkter per plan. Mätpunkterna väljs med hänsyn till mätning av torkklimat i samråd med Skanska Teknik.

### **Pågjutningar/flytspackel**

Kontroll av pågjutningar görs med hjälp av skannande mätning med Gannmätare som kalibreras via uttagna prov genom hela pågjutningens tjocklek. Återigen görs mätningar enbart på ytor som ska beläggas med parkett.

### **Mätning/kontroll på mögelbenägna material**

Risken för mögeltillväxt börjar vid ca 75%RF. Mögel växer bara på ytor av material om de inte är väldigt porösa. Initiering av ny påväxt på oskadat material kräver högre RF-nivåer under lång tid. Man brukar prata om att det måste vara över 85%RF. Mögel växer för det mesta i skugga (osynligt) och där det inte är drag.

I projektet används kontrollen av torkmiljö för att se så att materialen inte utsätts för långa perioder av hög luftfuktighet.

I projektet innebär detta i första hand gipsskivor och träreglar.

### **Trä**

Mätningar görs efter Skanska egen manual för fuktmätning i trä med kalibrerad resistansfuktkvotsmätare. Fokus läggs på att ytan hela tiden ska vara torr eftersom det är där möglet kan växa.

Fuktkvotskravet innan inbyggnad är 18%FK. Mätkravet är 17%FK.

Mätpunkt	Placering	Datum (ÅÅÅÅ-MM-DD)	TEMP inne (°C)	RF inne (%)	MÅ inne (g/m³)	Ånghalt inne (g/m³)	Temp ute (°C)	RF ute (g/m³)	MÅ ute (g/m³)	Ånghalt ute (g/m³)	Materialtemperatur (°C)	Fukttillskott(g/m³)	Ånhaltsskillnad mot 85%RF(g/m³)	RF på materialytan (%RF)
1	HusX PlanX Rum X	2003-10-27	14,0	60	12,3	7,4	5,2	85	7,0	6,0	10,0	1,4	1	77
		2003-10-28	16,0	55	13,9	7,6	4,0	90	6,5	5,8	13,0	1,8	2	66
			22,0	40	19,2	7,7	4,0	90	6,5	5,8	28,0	1,9	14	30
1	Plan 1 Term 1	2004-12-06	17,0	52	14,7	7,6			4,8	0,0		7,6	-4	158
1	Plan 1 Term 1	2004-12-13	18,1	54	15,6	8,4			4,8	0,0		8,4	-4	174
1	Plan 1 Term 1	2004-12-16	14,0	60	12,3	7,4	4,8	98	6,9	6,7	14,6	0,7	3	58
1	Plan 1 Term 1	2004-12-21	16,9	37	14,6	5,4	1,7	75	5,5	4,1	14,7	1,3	6	42
1	Plan 1 Term 1	2004-12-23	14,9	59	13,0	7,7	4,8	100	6,9	6,9	12,9	0,8	2	66
1	Plan 1 Term 1	2004-12-27	15,2	47	13,2	6,2	-0,6	100	4,6	4,6	13,8	1,6	4	51
1	Plan 1 Term 1	2004-12-30	14,8	52	12,9	6,7	4,1	88	6,5	5,7	13,8	1,0	4	55
1	Plan 1 Term 1	2005-01-03	15,5	44	13,5	5,9	2,9	84	6,0	5,0	14,4	0,9	5	47
1	Plan 1 Term 1	2005-01-05	16,2	46	14,0	6,5	4,8	93	6,9	6,4	15,1	0,1	5	49
1	Plan 1 Term 1	2005-01-10	9,8	87	9,6	8,3	9,3	94	9,3	8,7	9,4	-0,4	0	89
1	Plan 1 Term 1	2005-01-12	13,3	60	11,8	7,1	5,4	85	7,1	6,1	11,8	1,0	2	66
1	Plan 1 Term 1	2005-01-13	14,3	57	12,6	7,2	3,6	89	6,3	5,6	11,2	1,6	2	69
1	Plan 1 Term 1	2005-01-14	17,4	58	15,0	8,7	5,5	91	7,2	6,5	13,1	2,2	1	74
1	Plan 1 Term 1	2005-01-18	11,8	68	10,8	7,4	3,2	100	6,1	6,1	10,8	1,2	1	72
1	Plan 1 Term 1	2005-01-19	16,7	45	14,4	6,5	2,0	93	5,6	5,2	12,1	1,3	3	59
1	Plan 1 Term 1	2005-01-24	15,2	40	13,2	5,3	-2,8	100	3,9	3,9	11,1	1,4	4	51
1	Plan 1 Term 1	2005-01-31	17,7	41	15,3	6,3	2,8	70	6,0	4,2	15,1	2,1	5	48
1	Plan 1 Term 1				4,8	0,0			4,8	0,0		0,0	4	0
					4,8	0,0			4,8	0,0		0,0	4	0
2	Plan 1 Term 2	2004-12-06	14,7	63	12,9	8,1			4,8	0,0		8,1	-4	168
2	Plan 1 Term 2	2004-12-13	16,1	56	13,9	7,8			4,8	0,0		7,8	-4	162
2	Plan 1 Term 2	2004-12-16	13,9	64	12,3	7,9	4,8	98	6,9	6,7	15,8	1,1	4	57
2	Plan 1 Term 2	2004-12-21	13,1	54	11,7	6,3	1,7	75	5,5	4,1	14,6	2,2	5	49
2	Plan 1 Term 2	2004-12-23	12,1	71	11,0	7,8	4,8	100	6,9	6,9	12,2	1,0	2	71
2	Plan 1 Term 2	2004-12-27	12,2	58	11,1	6,4	-0,6	100	4,6	4,6	12,1	1,8	3	58
2	Plan 1 Term 2	2004-12-30	14,2	58	12,5	7,2	4,1	88	6,5	5,7	12,4	1,5	2	65
2	Plan 1 Term 2	2005-01-03	15,1	48	13,2	6,3	2,9	84	6,0	5,0	13,9	1,3	4	51
2	Plan 1 Term 2	2005-01-05	15,7	56	13,6	7,6	4,8	93	6,9	6,4	13,4	1,3	2	64
2	Plan 1 Term 2	2005-01-10	9,8	80	9,6	7,6	9,3	94	9,3	8,7	9,6	-1,1	0	81
2	Plan 1 Term 2	2005-01-12	12,9	69	11,6	8,0	5,4	85	7,1	6,1	11,3	1,9	1	76
2	Plan 1 Term 2	2005-01-13	13,8	61	12,2	7,4	3,6	89	6,3	5,6	11,8	1,8	2	69
2	Plan 1 Term 2	2005-01-14	14,5	64	12,7	8,1	5,5	91	7,2	6,5	11,9	1,6	1	75
2	Plan 1 Term 2	2005-01-18	14,8	61	12,9	7,9	3,2	100	6,1	6,1	13,2	1,8	2	67
2	Plan 1 Term 2	2005-01-19	15,0	53	13,1	6,9	2,0	93	5,6	5,2	13,6	1,7	3	58

Mögelrisk

Mögelrisk

Mögelrisk

Mögelrisk

Mögelrisk

Mögelrisk

Mögelrisk

Mögelrisk

2	Plan 1 Term 2	2005-01-24	18,7	37	16,1	6,0	-2,8	100	3,9	3,9	18,2	2,1	7	38	
2	Plan 1 Term 2	2005-01-31	16,0	40	13,9	5,5	2,8	70	6,0	4,2	15,6	1,4	6	41	
2	Plan 1 Term 2				4,8	0,0			4,8	0,0		0,0	4	0	
					4,8	0,0			4,8	0,0		0,0	4	0	
3	Plan 1 Term 3	2004-12-06	19,5	45	16,8	7,6			4,8	0,0		7,6	-3	157	Mögelrisk
3	Plan 1 Term 3	2004-12-13	20,7	46	18,0	8,3			4,8	0,0		8,3	-4	171	Mögelrisk
3	Plan 1 Term 3	2004-12-16	19,1	44	16,5	7,3	4,8	98	6,9	6,7	18,9	0,5	7	44	
3	Plan 1 Term 3	2004-12-21	19,9	37	17,2	6,4	1,7	75	5,5	4,1	17,8	2,2	7	42	
3	Plan 1 Term 3	2004-12-23	19,6	45	16,9	7,6	4,8	100	6,9	6,9	16,8	0,8	5	53	
3	Plan 1 Term 3	2004-12-27	20,5	36	17,8	6,4	-0,6	100	4,6	4,6	18,4	1,8	7	40	
3	Plan 1 Term 3	2004-12-30	17,4	44	15,0	6,6	4,1	88	6,5	5,7	16,7	0,9	6	46	
3	Plan 1 Term 3	2005-01-03	19,5	36	16,8	6,1	2,9	84	6,0	5,0	18,4	1,0	7	38	
3	Plan 1 Term 3	2005-01-05	19,0	43	16,4	7,0	4,8	93	6,9	6,4	16,9	0,7	5	48	
3	Plan 1 Term 3	2005-01-10	11,0	78	10,3	8,0	9,3	94	9,3	8,7	11,2	-0,7	1	77	Mögelrisk
3	Plan 1 Term 3	2005-01-12	17,2	50	14,8	7,4	5,4	85	7,1	6,1	15,2	1,3	4	56	
3	Plan 1 Term 3	2005-01-13	19,1	43	16,5	7,1	3,6	89	6,3	5,6	16,5	1,5	5	50	
3	Plan 1 Term 3	2005-01-14	19,1	48	16,5	7,9	5,5	91	7,2	6,5	16,9	1,4	4	54	
3	Plan 1 Term 3	2005-01-18	20,1	43	17,4	7,5	3,2	100	6,1	6,1	18,3	1,4	6	47	
3	Plan 1 Term 3	2005-01-19	15,5	45	13,5	6,1	2,0	93	5,6	5,2	16,5	0,8	6	43	
3	Plan 1 Term 3	2005-01-24	17,6	35	15,2	5,3	-2,8	100	3,9	3,9	16,9	1,4	7	36	
3	Plan 1 Term 3	2005-01-31	19,7	37	17,0	6,3	2,8	70	6,0	4,2	19,2	2,1	8	38	
3	Plan 1 Term 3				4,8	0,0			4,8	0,0		0,0	4	0	
					4,8	0,0			4,8	0,0		0,0	4	0	
4	Plan 1 Term 4	2004-12-06	20,3	44	17,6	7,7			4,8	0,0		7,7	-4	160	Mögelrisk
4	Plan 1 Term 4	2004-12-13	21,0	44	18,3	8,0			4,8	0,0		8,0	-4	166	Mögelrisk
4	Plan 1 Term 4	2004-12-16	22,2	38	19,4	7,4	4,8	98	6,9	6,7	22,2	0,7	9	38	
4	Plan 1 Term 4	2004-12-21	20,4	35	17,7	6,2	1,7	75	5,5	4,1	17,9	2,1	7	40	
4	Plan 1 Term 4	2004-12-23	20,4	42	17,7	7,4	4,8	100	6,9	6,9	18,6	0,6	6	46	
4	Plan 1 Term 4	2004-12-27	21,0	33	18,3	6,0	-0,6	100	4,6	4,6	17,8	1,4	7	39	
4	Plan 1 Term 4	2004-12-30	20,6	36	17,9	6,4	4,1	88	6,5	5,7	18,1	0,7	7	41	
4	Plan 1 Term 4	2005-01-03	20,2	33	17,5	5,8	2,9	84	6,0	5,0	18,7	0,7	8	36	
4	Plan 1 Term 4	2005-01-05	21,7	37	18,9	7,0	4,8	93	6,9	6,4	19,3	0,6	7	42	
4	Plan 1 Term 4	2005-01-10	16,2	53	14,0	7,4	9,3	94	9,3	8,7	14,9	-1,3	4	57	
4	Plan 1 Term 4	2005-01-12	18,0	45	15,5	7,0	5,4	85	7,1	6,1	16,9	0,9	5	48	
4	Plan 1 Term 4	2005-01-13	21,0	39	18,3	7,1	3,6	89	6,3	5,6	17,8	1,5	6	46	
4	Plan 1 Term 4	2005-01-14	21,2	44	18,4	8,1	5,5	91	7,2	6,5	18,2	1,6	5	52	
4	Plan 1 Term 4	2005-01-18	20,4	41	17,7	7,2	3,2	100	6,1	6,1	19,0	1,1	7	44	
4	Plan 1 Term 4	2005-01-19	19,9	38	17,2	6,5	2,0	93	5,6	5,2	17,2	1,3	6	44	
4	Plan 1 Term 4	2005-01-24	17,7	32	15,3	4,9	-2,8	100	3,9	3,9	16,8	1,0	7	34	
4	Plan 1 Term 4	2005-01-31	19,0	37	16,4	6,1	2,8	70	6,0	4,2	18,4	1,9	7	38	
4	Plan 1 Term 4				4,8	0,0			4,8	0,0		0,0	4	0	
					4,8	0,0			4,8	0,0		0,0	4	0	
5	Plan 1 Term 5	2004-12-06	16,3	54	14,1	7,6			4,8	0,0		7,6	-4	158	Mögelrisk
5	Plan 1 Term 5	2004-12-13	18,7	57	16,1	9,2			4,8	0,0		9,2	-5	190	Mögelrisk

5	Plan 1 Term 5	2004-12-16	16,8	49	14,5	7,1	4,8	98	6,9	6,7	16,4	0,4	5	50
5	Plan 1 Term 5	2004-12-21	15,7	46	13,6	6,3	1,7	75	5,5	4,1	16,3	2,2	6	44
5	Plan 1 Term 5	2004-12-23	16,1	47	13,9	6,6	4,8	100	6,9	6,9	16,1	-0,3	5	47
5	Plan 1 Term 5	2004-12-27	17,7	46	15,3	7,0	-0,6	100	4,6	4,6	16,4	2,4	5	49
5	Plan 1 Term 5	2004-12-30	16,4	44	14,2	6,2	4,1	88	6,5	5,7	15,7	0,5	5	46
5	Plan 1 Term 5	2005-01-03	16,3	39	14,1	5,5	2,9	84	6,0	5,0	15,9	0,5	6	40
5	Plan 1 Term 5	2005-01-05	16,8	45	14,5	6,5	4,8	93	6,9	6,4	15,8	0,2	5	48
5	Plan 1 Term 5	2005-01-10	14,1	66	12,4	8,2	9,3	94	9,3	8,7	13,7	-0,5	2	68
5	Plan 1 Term 5	2005-01-12	14,5	62	12,7	7,9	5,4	85	7,1	6,1	14,1	1,8	3	63
5	Plan 1 Term 5	2005-01-13	14,5	58	12,7	7,4	3,6	89	6,3	5,6	14,4	1,8	3	58
5	Plan 1 Term 5	2005-01-14	15,8	61	13,7	8,4	5,5	91	7,2	6,5	15,1	1,8	3	64
5	Plan 1 Term 5	2005-01-18	16,1	49	13,9	6,8	3,2	100	6,1	6,1	15,4	0,7	5	51
5	Plan 1 Term 5	2005-01-19	16,9	46	14,6	6,7	2,0	93	5,6	5,2	15,3	1,5	5	50
5	Plan 1 Term 5	2005-01-24	15,7	43	13,6	5,9	-2,8	100	3,9	3,9	15,1	2,0	5	45
5	Plan 1 Term 5	2005-01-31	16,5	40	14,3	5,7	2,8	70	6,0	4,2	15,1	1,5	5	43
5	Plan 1 Term 5				4,8	0,0			4,8	0,0		0,0	4	0
					4,8	0,0			4,8	0,0		0,0	4	0
6	Plan 2 Term 6	2004-12-06	18,7	48	16,1	7,7			4,8	0,0		7,7	-4	160
6	Plan 2 Term 6	2004-12-13	20,8	48	18,1	8,7			4,8	0,0		8,7	-5	179
6	Plan 2 Term 6	2004-12-16	19,6	47	16,9	8,0	4,8	98	6,9	6,7	20,9	1,2	7	44
6	Plan 2 Term 6	2004-12-21	19,5	39	16,8	6,6	1,7	75	5,5	4,1	20,2	2,5	8	38
6	Plan 2 Term 6	2004-12-23	18,8	46	16,2	7,5	4,8	100	6,9	6,9	19,6	0,6	7	44
6	Plan 2 Term 6	2004-12-27	19,1	38	16,5	6,3	-0,6	100	4,6	4,6	20,8	1,6	9	35
6	Plan 2 Term 6	2004-12-30	19,4	40	16,8	6,7	4,1	88	6,5	5,7	19,3	1,0	7	40
6	Plan 2 Term 6	2005-01-03	17,6	39	15,2	5,9	2,9	84	6,0	5,0	17,9	0,9	7	38
6	Plan 2 Term 6	2005-01-05	18,6	45	16,0	7,2	4,8	93	6,9	6,4	18,8	0,8	7	45
6	Plan 2 Term 6	2005-01-10	15,7	59	13,6	8,0	9,3	94	9,3	8,7	16,1	-0,7	4	58
6	Plan 2 Term 6	2005-01-12	17,1	52	14,8	7,7	5,4	85	7,1	6,1	16,6	1,6	5	53
6	Plan 2 Term 6	2005-01-13	17,0	51	14,7	7,5	3,6	89	6,3	5,6	17,3	1,9	5	50
6	Plan 2 Term 6	2005-01-14	17,7	53	15,3	8,1	5,5	91	7,2	6,5	17,8	1,5	5	53
6	Plan 2 Term 6	2005-01-18	18,2	48	15,7	7,5	3,2	100	6,1	6,1	18,3	1,4	6	48
6	Plan 2 Term 6	2005-01-19	19,3	44	16,7	7,3	2,0	93	5,6	5,2	19,5	2,1	7	44
6	Plan 2 Term 6	2005-01-24	14,0	41	12,3	5,1	-2,8	100	3,9	3,9	15,3	1,2	6	38
6	Plan 2 Term 6	2005-01-31	14,5	49	12,7	6,2	2,8	70	6,0	4,2	16,3	2,1	6	44
6	Plan 2 Term 6				4,8	0,0			4,8	0,0		0,0	4	0
					4,8	0,0			4,8	0,0		0,0	4	0
7	Plan 2 Term 7	2004-12-06	21,2	46	18,4	8,5			4,8	0,0		8,5	-4	176
7	Plan 2 Term 7	2004-12-13	22,6	45	19,8	8,9			4,8	0,0		8,9	-5	185
7	Plan 2 Term 7	2004-12-16	20,9	45	18,2	8,2	4,8	98	6,9	6,7	22,1	1,5	8	42
7	Plan 2 Term 7	2004-12-21	21,3	38	18,5	7,0	1,7	75	5,5	4,1	21,4	2,9	9	38
7	Plan 2 Term 7	2004-12-23	21,2	41	18,4	7,6	4,8	100	6,9	6,9	21,7	0,7	9	40
7	Plan 2 Term 7	2004-12-27	21,5	37	18,7	6,9	-0,6	100	4,6	4,6	21,4	2,3	9	37
7	Plan 2 Term 7	2004-12-30	21,2	38	18,4	7,0	4,1	88	6,5	5,7	21,7	1,3	9	37
7	Plan 2 Term 7	2005-01-03	20,9	36	18,2	6,5	2,9	84	6,0	5,0	21,2	1,5	9	35

**Mögelrisk**  
**Mögelrisk**

**Mögelrisk**  
**Mögelrisk**



7	Plan 2 Term 7	2005-01-05	21,8	41	19,0	7,8	4,8	93	6,9	6,4	21,8	1,4	8	41
7	Plan 2 Term 7	2005-01-10	15,2	62	13,2	8,2	9,3	94	9,3	8,7	14,3	-0,5	2	65
7	Plan 2 Term 7	2005-01-12	19,4	50	16,8	8,4	5,4	85	7,1	6,1	18,3	2,3	5	53
7	Plan 2 Term 7	2005-01-13	20,2	47	17,5	8,2	3,6	89	6,3	5,6	20,4	2,6	7	46
7	Plan 2 Term 7	2005-01-14	21,6	51	18,8	9,6	5,5	91	7,2	6,5	21,8	3,1	7	50
7	Plan 2 Term 7	2005-01-18	20,8	43	18,1	7,8	3,2	100	6,1	6,1	21,6	1,6	8	41
7	Plan 2 Term 7	2005-01-19	21,0	41	18,3	7,5	2,0	93	5,6	5,2	21,4	2,3	8	40
7	Plan 2 Term 7	2005-01-24	18,4	36	15,9	5,7	-2,8	100	3,9	3,9	19,0	1,8	8	35
7	Plan 2 Term 7	2005-01-31	19,2	41	16,6	6,8	2,8	70	6,0	4,2	19,2	2,6	7	41
7	Plan 2 Term 7				4,8	0,0			4,8	0,0		0,0	4	0
					4,8	0,0			4,8	0,0		0,0	4	0
8	Plan 2 Term 8	2004-12-06	21,2	42	18,4	7,7			4,8	0,0		7,7	-4	160
8	Plan 2 Term 8	2004-12-13	22,5	42	19,7	8,3			4,8	0,0		8,3	-4	172
8	Plan 2 Term 8	2004-12-16	21,0	40	18,3	7,3	4,8	98	6,9	6,7	20,9	0,6	8	40
8	Plan 2 Term 8	2004-12-21	20,7	36	18,0	6,5	1,7	75	5,5	4,1	20,5	2,3	9	36
8	Plan 2 Term 8	2004-12-23	20,8	39	18,1	7,0	4,8	100	6,9	6,9	20,8	0,2	8	39
8	Plan 2 Term 8	2004-12-27	21,6	35	18,8	6,6	-0,6	100	4,6	4,6	21,2	2,0	9	36
8	Plan 2 Term 8	2004-12-30	21,5	36	18,7	6,7	4,1	88	6,5	5,7	20,1	1,0	8	39
8	Plan 2 Term 8	2005-01-03	20,8	34	18,1	6,1	2,9	84	6,0	5,0	20,6	1,1	9	34
8	Plan 2 Term 8	2005-01-05	21,9	37	19,1	7,1	4,8	93	6,9	6,4	21,2	0,7	9	38
8	Plan 2 Term 8	2005-01-10	14,8	64	12,9	8,3	9,3	94	9,3	8,7	12,2	-0,4	1	75
8	Plan 2 Term 8	2005-01-12	18,6	48	16,0	7,7	5,4	85	7,1	6,1	16,9	1,6	5	53
8	Plan 2 Term 8	2005-01-13	20,1	42	17,4	7,3	3,6	89	6,3	5,6	19,6	1,7	7	43
8	Plan 2 Term 8	2005-01-14	23,2	43	20,5	8,8	5,5	91	7,2	6,5	19,8	2,3	6	51
8	Plan 2 Term 8	2005-01-18	21,2	39	18,4	7,2	3,2	100	6,1	6,1	20,4	1,1	8	41
8	Plan 2 Term 8	2005-01-19	20,9	38	18,2	6,9	2,0	93	5,6	5,2	19,9	1,7	8	40
8	Plan 2 Term 8	2005-01-24	21,1	31	18,4	5,7	-2,8	100	3,9	3,9	20,7	1,8	10	32
8	Plan 2 Term 8	2005-01-31	21,6	34	18,8	6,4	2,8	70	6,0	4,2	20,9	2,2	9	35
8	Plan 2 Term 8				4,8	0,0			4,8	0,0		0,0	4	0
8	Plan 2 Term 8				4,8	0,0			4,8	0,0		0,0	4	0
8	Plan 2 Term 8				4,8	0,0			4,8	0,0		0,0	4	0
8	Plan 2 Term 8				4,8	0,0			4,8	0,0		0,0	4	0
8	Plan 2 Term 8				4,8	0,0			4,8	0,0		0,0	4	0
8	Plan 2 Term 8				4,8	0,0			4,8	0,0		0,0	4	0
8	Plan 2 Term 8				4,8	0,0			4,8	0,0		0,0	4	0

**Mögelrisk**  
**Mögelrisk**

## Fjärrvärme ILVA

### Avläst

Datum	2004-11-30
E	2988,79 MWh
V	50719 m3

Datum	2004-12-30
E	3196,18 MWh
V	58359,7 m3

Datum	2005-01-31
E	3417,8 MWh
V	66848 m3

Datum	2005-02-28
E	3596,1 MWh
V	73575,2 m3

Datum	2005-03-31
E	3729,26 MWh
V	78765,8 m3

Datum	2005-05-13
E	3829,07 MWh
V	78765,8 m3

### Förbrukat

E	207,39 MWh	
V	7640,7 m3	december månad

E	221,62 MWh	
V	8488,3 m3	januari månad

E	178,3 MWh	februari månad
V	6727,2 m3	

E	133,16 MWh	mars månad
V	5190,6 m3	

E	99,81 MWh	
V	0 m3	



## Thermography Report

Customer: (Customer)

Thermography date: (2006-01-26)

Outdoor temperature: (-5) °C

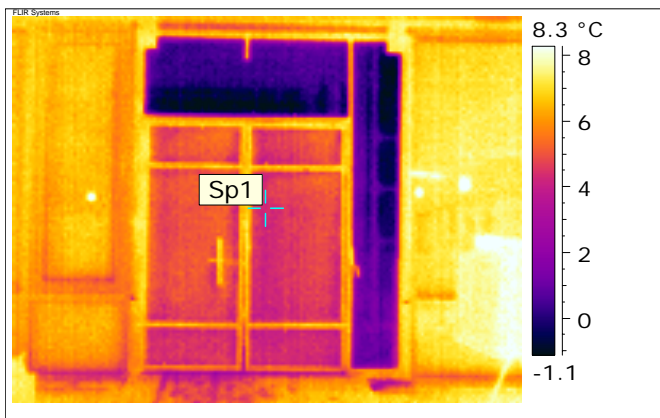
Indoor temperature: (2-20) °C

Temp diff In-Out  $\Delta t$ : (7-25) °C

Weather: (molnigt, svag vind)

Pressure diff In-Out  $\Delta P$ : (ej mätt) Pa

Picture 1. Captured at: (Hus C plan6)

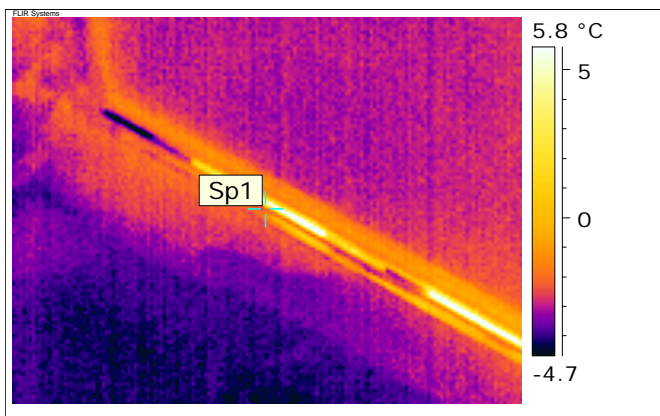


**Air speed at leak: 1-2,5m/s**

**Comment: Mycket stora läckor i och runt provisorisk dörr**

**Recommendation: Ska ett bra torkklimat kunna nås måste luftläckaget minskas.**

Picture 2. Captured at: (Hus C plan6)

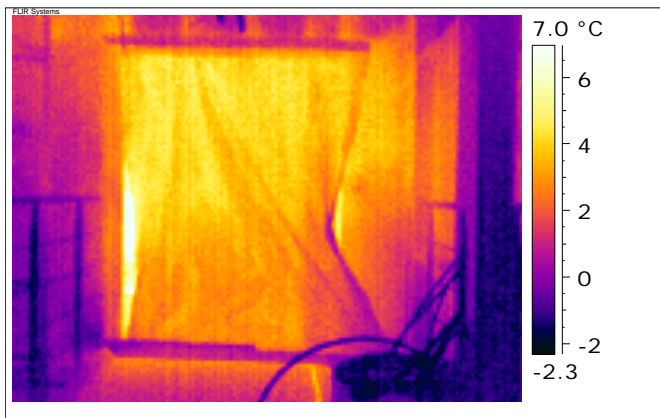


**Air speed at leak: 1-2,5m/s**

**Comment: Utvändigt foto. I rummet (plan 6) var det övertryck så luftströmmen går utåt. En beräkning på springan under dörrhåll visar att det kan läcka ut 750m<sup>3</sup>/timme genom den med uppmätt lufthastighet.**

**Recommendation: Tätas**

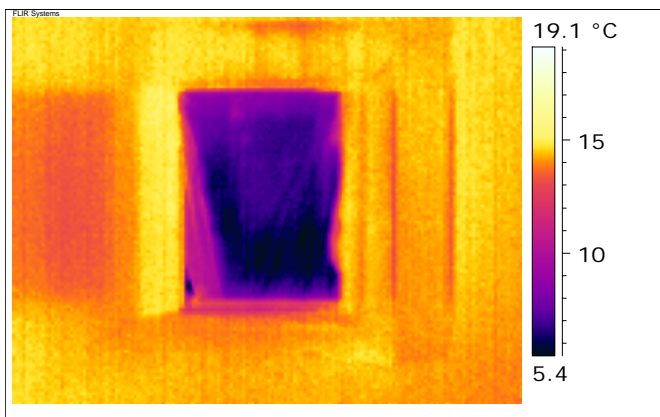
Picture 3. Captured at: (Hus C plan 6)

**Air speed at leak:**

**Comment:** Utvändigt foto dörrhål mot ej färdigställd glasövergång till annat hus. Så länge luft tillåts läcka genom så här stora hål kommer inte torkklimatet att kunna vara bra utan enorma energiinsatser.

**Recommendation:** Tätas

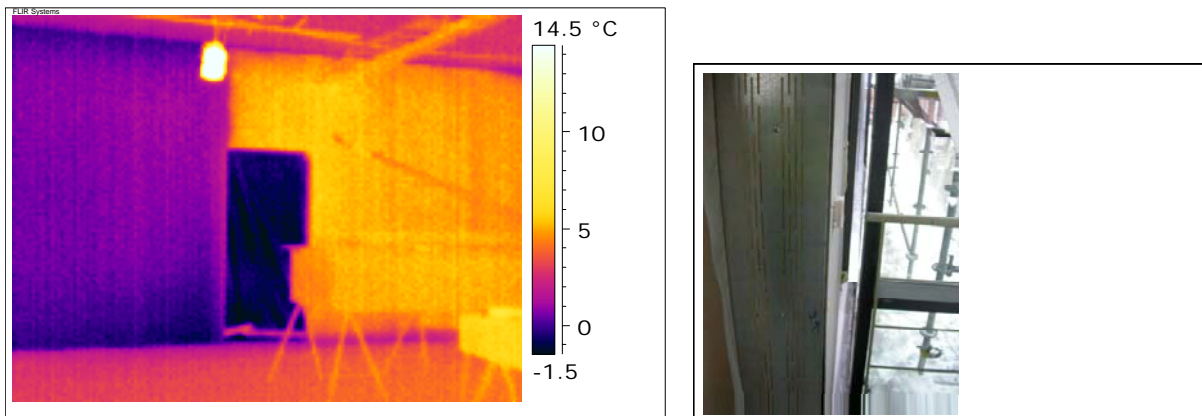
Picture 4. Captured at: (Hus C plan6)

**Air speed at leak:**

**Comment:** Utvändigt foto dörrhål mot ej färdigställd glasövergång till annat hus. Så länge luft tillåts läcka genom så här stora hål kommer inte torkklimatet att kunna vara bra utan enorma energiinsatser.

**Recommendation:** Tätas

Picture 5. Captured at: (Hus A plan 6)

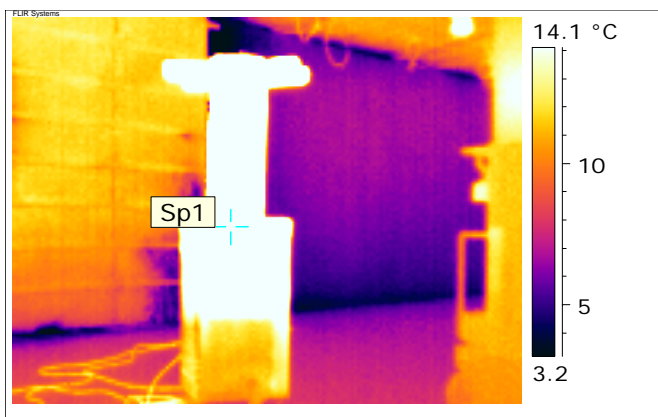


**Air speed at leak:**

**Comment:** Foto mot plastad dörr mot glasat trapphus. Partierna i trapphuset är inte drevade.

**Recommendation:** Dörrplast tätas, fönster drevas

Picture 6. Captured at: (Hus A plan1)



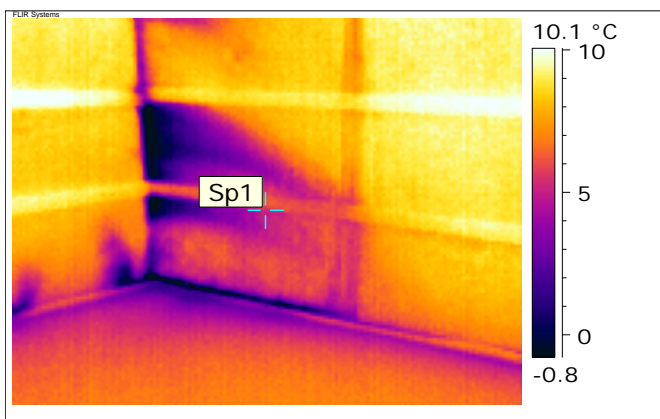
**Air speed at leak:** 1-2,5m/s

**Eleorotemper i bottenvåning. Bakom syns en provisorisk vägg som läcker luft. Temperaturen i rummet är låg.**

**Recommendation:** Vägg tätas



Picture 7. Captured at: (Hus A plan1)



**Air speed at leak:**

**Comment:** Samma vägg i innervinkel. Dålig passning mellan väggbitar. På grund av undertrycket i nedre delen av huset dras det in kallluft i stor mängd.

**Recommendation:** Tätas

Picture 4. Captured at: (Hus C plan6)

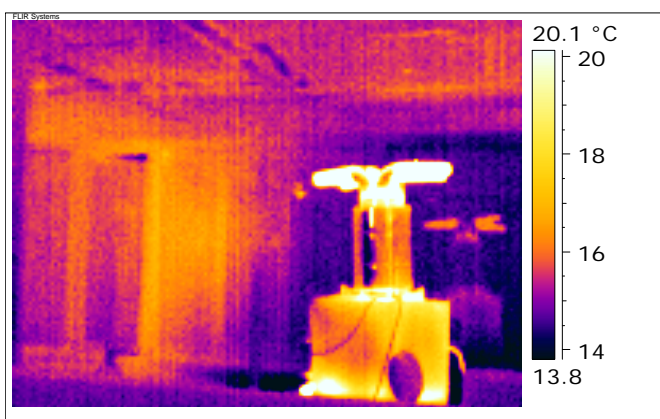
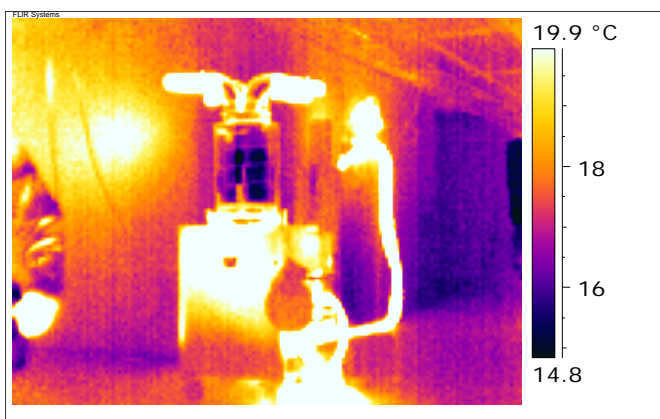
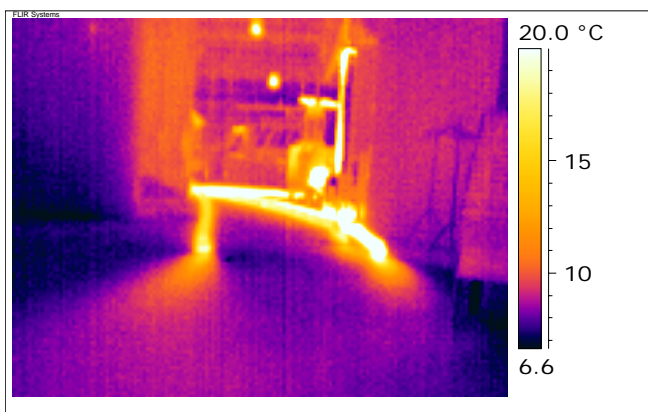


**Air speed at leak:**

**Comment:** Stora luftmängder går genom de hål som tagits provisoriskt för fjärrvärmens. Luftströmmarna ökar skorstenseffekten i huset vilket gör att mer kallluft dras in på de nedre våningarna och mer varmluft läcker ut på de övre. Detta gäller för alla öppna schakthål som finns öppna mellan våningarna.

**Recommendation:** Tätas

Picture 8. Captured at: (Where)

**Air speed at leak:**

**Comment:** Foto på luftvärmare. Överst luftslang från ett dieselaggregat, mitten och underst från hetvattenvärmare på fjärrvärme.

**Recommendation:**



