

Utvärdering och åtgärdsförslag för krypgrund till äldreboende i Lund



LUNDS
UNIVERSITET

Lunds Tekniska Högskola

LTH Ingenjörshögskolan vid Campus Helsingborg
Institutionen för bygg- och miljöteknologi

Examensarbete:
Christian Andersson

© Copyright Christian Andersson

LTH Ingenjörshögskolan vid Campus Helsingborg
Lunds Universitet
Box 882
251 08 Helsingborg

LTH School of Engineering
Lund University
Box 882
SE-251 08 Helsingborg
Sweden

Tryckt i Sverige
Media-Tryck
Biblioteksdirektionen
Lunds Universitet
Lund 2007

Sammanfattning

Äldreboendet Papegojlyckan i Lund ska genomgå en ombyggnation, där bl.a. den uteluftsventilerade krypgrunden är en av de delar som ska åtgärdas. En av anledningarna till ombyggnationen, är att byggnaden fått klagomål, där det klagades på luktproblem inomhus.

Ett antal undersökningar och utredningar gjordes på byggnaden av bl.a. av SP (Sveriges Tekniska Forskningsinstitut) och WSP Environment. I krypgrunderna upptäcktes byggspill som gav ifrån sig odräglig lukt. Det uppdagades även otätheter, i bjälklaget upp till lägenheterna ovanför, där luft transporterades upp och troligtvis tog med sig den odrägliga lukten. Vid en besiktning av krypgrunderna upptäcktes det även att jordmassor hade rasat in i grunderna.

För att komma ifrån dessa problem, samt få en energimässigt bättre konstruktion utfördes ett åtgärdsförslag av byggtteknikkonsulten Olle Åberg på vilken denna rapport grundas på. I huvudsak var lösningen att göra om den uteluftsventilerade krypgrunden till en inneluftsventilerad (varmgrund).

Fukt- och temperaturmätningar genomfördes (mars-april 2007) på den befintliga krypgrunden. Mätningarna visade på relativt höga temperaturer i samtliga krypgrunder, endast cirka 3°C lägre än inomhus.

Eftersom det generellt blir som högst RF (relativ fuktighet) under sommaren, beräknades det med hjälp av tabellvärden fram, att den relativa fuktigheten i den uteluftsventilerade krypgrunden under denna period var 94%. Detta resultat var i högsta grad negativt, eftersom risken för fuktproblem är stora på organiskt material vid en RF-nivå på 85% och över, vid en temperatur på ca 20°C i krypgrunden. Krypgrunderna består endast av oorganiska material. Det kan dock ske en fukttransport genom bjälklaget vid mycket höga RF-nivåer i krypgrunderna, vilket kan resultera i att organiskt material ovanpå bjälklaget angrips av t.ex. mögel.

Det gjordes också en beräkning av en inneluftsventilerad krypgrund, för samma tidsperiod. Då blev resultatet positivt med endast omkring 75% RF i grunden.

Vid beräkningarna av värmeförluster för de olika krypgrundsalternativen upptäcktes det att åtgärdsförslagets varmgrund hade upp till 50% mindre värmeförluster än den uteluftsventilerade krypgrunden.

Efter alla mätningar och beräkningar blev slutsatsen av denna rapport att ett bra alternativ ur fukt och energisynpunkt var att göra om de nuvarande krypgrunderna till åtgärdsförslagets varmgrund.

Nyckelord: krypgrund, besiktning, fukt- och temperaturmätningar, åtgärdsförslag

Abstract (Evaluation and new construction solution concerning the crawl space foundation, at a home for aged in Lund)

Papegojlyckan (home for aged) in Lund is soon to be renovated. One important building component is the ventilated crawl-space foundation, which will be redesigned. Complaints have been made concerning bad smell in the building.

Investigations, earlier performed by SP (Technical Research Institute of Sweden) and WSP Environment, showing problems with building garbage inside the crawl space generating bad smell. Insufficient air tightness in the first floor construction was also found which could explain how the bad smell could reach the first floor. An inspection also revealed an unreasonably amount of soil which had fallen into the crawl space.

In order to avoid these problems and to create a more energy efficient solution, a report was made by the building technology consultant Olle Åberg. The work carried out in this report will mainly be based on his work. His main solution was to change the ventilation system of the crawl space foundation from being ventilated with outside air, to a solution with an inside-air ventilated foundation.

Measurements concerning relative humidity and temperature have been carried out on the existing foundations. The results showed only small differences between indoor temperature and the temperature within the crawl space, approximately 3°C.

With help from data tables the relative humidity (RH) was calculated to 94% during the most critical period of the year, the summertime. This result was most definitely not good considering the fact that moist problems usually occur at a relative humidity level in the construction of approximately 85% or higher for organic materials. The problem is that moist, at a high relative humidity level, can be transported through the system of joist and create mould on organic materials on the floor above the crawl space.

With an inside-air ventilated crawl space the relative humidity level was calculated to be a promising 75% during the same period.

The heat losses of the new construction solution was calculated to be up to 50% less than the existing outside-air ventilated crawl space foundation.

To sum up this report, all the measurements and the theoretical calculations pointed in the same direction. To rebuild the existing foundation into an inside-air ventilated solution is an energy efficient improvement. Furthermore, moisture problems will probably be reduced to a minimum.

Keywords: Crawl-space foundation, inspection, moisture and temperature measurements, new construction solution

Förord

Denna rapport är ett examensarbete utfört vid programmet för Byggteknik med arkitektur på Campus Helsingborg, som tillhör Lunds Tekniska Högskola.

Arbetet med rapporten påbörjades januari 2007 med att klargöra omfattningen på arbetet och blev klart juni 2007 efter att samtliga delar hade fallit på plats.

Jag vill tacka Olle Åberg, för hans engagemang och handledning under arbetets gång

Jag vill också tacka Bengt Sandin på LKF, för sitt engagemang och all hjälp under mätningarna på Papegojlyckans äldreboende, samt att han ordnat så att byggnaden fick användas i examensarbetet.

Ett tack ska även Agneta Olsson ha, för att hon lånat ut mätinstrument till mätningar på äldreboendet.

Sist men inte minst ska även Lars-Erik Harderup och Katja Fridh ha ett tack för deras hjälp vid rapportskrivandet.

Vinslöv, juni 2007

Christian Andersson

Innehållsförteckning

1 Inledning/Bakgrund	1
1.1 Disposition	3
2 Beskrivning av konstruktionstypen krypgrund	4
2.1 Uteluftsventilerad krypgrund	4
2.2 Inneluftsventilerad krypgrund (varmgrund)	5
3 Besiktning	6
3.1 Lukt	6
3.2 Otätheter i bjälklaget	6
3.3 Ras	7
3.4 Utvärdering	7
4 Förslag till åtgärder	9
4.1 Förslag till lösning	10
5 Mätning av temperatur och relativ fuktighet	11
5.1 Temperatur	12
5.2 Relativ fuktighet (RF)	14
5.3 Ånghalter och fukttillskott	15
5.3.1 Utvärdering	15
5.4 RF-beräkningar vid olika tillfällen	16
5.4.1 RF-beräkning, rapportens aktuella mätperiod	16
5.4.2 RF-beräkning, augusti.....	17
5.4.3 Utvärdering	18
6 Beräkningar	19
6.1 Konstruktion A	19
6.2 Konstruktion B	21
6.3 Utvärdering	22
7 Slutsats	23
Referenser	25
Bilaga 1 Kalibreringskurva	27
Bilaga 2 Temperaturmättningsdiagram	28
Bilaga 3 Fuktmättningsdiagram	34
Bilaga 4 Temperatur- och Fuktmätningar Utomhus	40
Bilaga 5 Formler samt beräkningar till fukttillskott	41
Bilaga 6 Felmarginalsstudie	43
Bilaga 7 RF-beräkning	44

1 Inledning/Bakgrund

Rapporten som följer kommer att analysera kryppgrunden i Papegojlyckans äldreboende i Lund. Byggnaden byggdes år 1976, på uppdrag av Lunds kommun, och ligger i västra delen av Lund, närmare bestämt Kv. Lövsångaren 9.

Papegojlyckans äldreboende var planerat att få en renovering invändigt eftersom lägenheterna behövdes moderniseras och omstruktureras. Byggnaden skulle byggas om till lägenhetsboende och i samband med det så skulle man se till så att det inte fanns någon risk för problem med inomhusmiljön i framtiden.

Anledningen till att utreda denna byggnad är, att man sedan flera år tillbaka har haft en hel del klagomål, vad det gäller ett drägligt inomhusklimat. Det har främst varit klagomål angående luktproblem.

Lunds kommun har nu gett LKF (Lunds Kommuns Fastighets AB) ansvaret att åtgärda de problem som finns i byggnaden. WSP Environment anlätades för att undersöka byggnaden, samt att utreda hur de upplevda problemen kunde åtgärdas.

Anticimex AB, FFNS inomhusmiljö och SP (Sveriges Tekniska Forskningsinstitut) är en del av de företag och institutioner som har utfört innemiljö- och byggskadeutredningar på Papegojlyckans äldreboende.

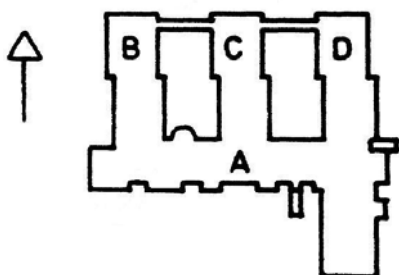
SP:s utredning byggde WSP vidare på, och redovisade resultatet för LKF. Utredningen visade senare att LKF även behövde göra en ombyggnation på stora delar av byggnaden. Några av de problem som WSP:s utredning redovisade var: Inläckage av nederbörd via fasader och tak- anslutningar, fuktskadade regelstommar, diffusa lukter från tryck- impregnerade fönster och fönsterpartier, emissioner från tryckimpregnerade syllar, tegelfasader i kontakt med bakomliggande vindskiva (utegips) som lett till mögel, kemiska emissioner från golvbeläggningar, invändigt undertryck i förhållande till kryppgrunderna samt bristande lufttäthet inomhus, luftläckage från kryppgrund, fuktskadat byggskräp och virke i kryppgrunder, tillskjutande markfukt i källare och fuktskador p.g.a. läckage från våtrum och installationer.

LKF lämnade 5/10-06 enligt Bengt Sandin, kontaktperson LKF (intervju 25/4-07), ut ett förfrågningsunderlag för en totalentreprenad på byggnaden, och tillsammans med NCC kom man överens om ett partnering samarbete, där man skulle hjälpas åt att arbeta fram ett pris på entreprenaden.

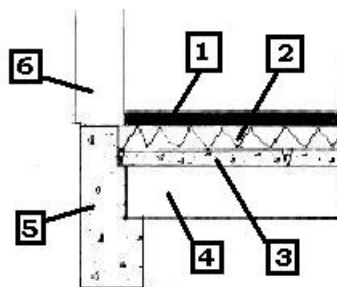
NCC tog sedan hjälp av diverse konsulter för att kunna prissätta entreprenaden.

Bygglov söktes under våren 2007 och man beräknar att arbetet ska sättas igång den 1 juni 2007. Hela projektet beräknas vara klart den 1 februari år 2009, med vissa delmål på vägen.

Byggnaden består av 4 delar, A-, B-, C- och D, som är uppbyggda med ett Erge-bjälklag av 50 mm prefabricerad betong, 100 mm isolering och 50 mm platsgjuten betong. Se figur 1 och 2.



Figur 1. Orienteringskarta byggnadsdelar.



1.Platsgjuten betong 2.Isolering
3.Prefaberiserad betong 4. Bärbalk
5.Kantbalk/Grundmur 6.Yttervägg

Figur 2. Sektionsritning ergebjälklag.

Samtliga ytterväggar, förutom gavelväggarna, är utfackningsväggar av träreglar och isolering med tegel som fasadmateriell. De lägenhetsavskiljande innerväggarna är bärande och har gjutna betongfundament som de landar på nere i krypgrunderna.

Grunden under del A består både av krypgrund och källare, övriga husdelar har endast krypgrund. Samtliga krypgrunder är uteluftsventilerade och har två olika uppbyggnadssätt, antingen en platsgjuten grundmur av betong eller en prefabricerad kantbalk av betong.

Jordartstypen under byggnaden är lera, och för att hålla ner fuktigheten i krypgrunden har man lagt en plastfolie direkt på marken. På denna ligger sedan ett skikt med sand. Tanken med att ha sand liggande på plasten är att den ska hålla plastfolien på plats men även att den kan dra till sig fukt från luften i grunden och på så sätt ge ett jämnare klimat. Vid hög fuktighet drar sanden till sig fukt och vid relativt låg fuktighet avdunstar den överflödiga fukten från sanden. En nackdel med sand på plastfolien är, enligt Fukthandboken kap 7 (Nevander; Elmarsson, 1994), att om det uppkommer otätheter i folien, kan kapillärsugning uppstå och krypgrunden blir då fuktigare.

1.1 Disposition

Rapporten kommer att följa upp de problem som finns i **krypgrunderna** på Papegojlyckans äldreboende. Detta leder till ett arbetsupplägg där en besiktning först görs av byggnaden, vilket innebär ritningsgenomgång, studiebesök samt foton. Materialet utvärderas och kommenteras. Därefter påbörjas mätningar av temperatur och relativ fuktighet i krypgrunderna, dessa kommer att utvärderas och ligger sedan till grund för beräkningar. Slutligen kommer en slutsats dras och ett åtgärdsförslag, för att eliminera problemen i krypgrunderna kommer att presenteras.

2 Beskrivning av konstruktionstypen kryppgrund

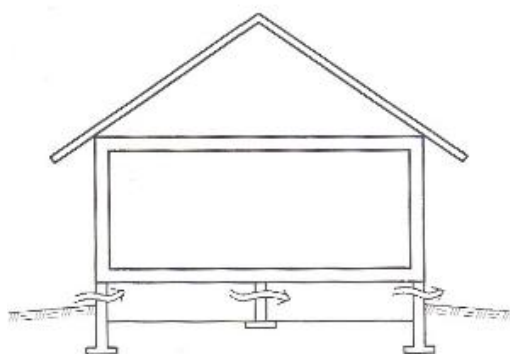
En kryppgrund är en konstruktion där exempelvis pålar eller grundmurar håller upp ett fribärande bjälklag. Mellan bjälklaget och marken bildas ett hålrum som är högt nog att krypa i, därav namnet på konstruktionen.

Det finns fem stycken olika sorters kryppgrunder; öppen plintgrund, uteluftsventilerad kryppgrund, inneluftsventilerad kryppgrund (varmgrund), oventilerad kryppgrund och torpargrund.

Eftersom rapporten kommer handla om utelufts- och inneluftsventilerade kryppgrunder, beskrivs dessa mer ingående nedan.

2.1 Uteluftsventilerad kryppgrund

I denna grundtyp bildas det ett slutet rum inne i konstruktionen, eftersom bjälklaget bärs upp av en grundmur, som löper runt byggnaden. Detta slutna rum ventileras sedan med uteluft genom ventilöppningar (se figur 3).



Figur 3. Uteluftsventilerad kryppgrund.

Ventilöppningarna ska vara placerade så att ingen del i kryppgrunden blir oventilerad. I en kryppgrund som ventileras med uteluft, bildas det ett övertryck i konstruktionen. Det är därför viktigt att bjälklaget är lufttätt, så att det inte blir luftläckage in i bostadsdelen.

Uteluftsventilerade kryppgrunder används, enligt Fukthandboken (Nevander; Elmarsson, kap37, 1994), till småhus, fritidshus, skolor, vårdlokaler och kontorsbaracker.

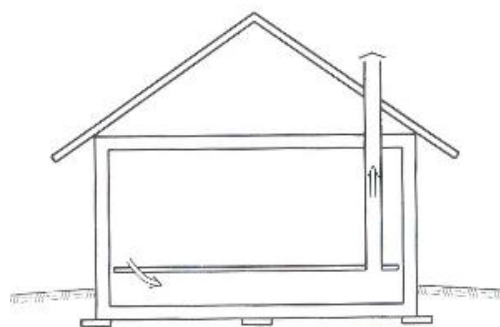
Kryppgrunder som är uteluftsventilerade är extra påfrestade när vintern går över till sommar. På vintern är luften torr nere i kryppgrunden på grund av att ventilationsluften värms upp av bjälklaget. På sommaren är luften fuktigare i grunden på grund av att marken, som är relativt kall, kyler ner ventilationsluften vilket medför att den relativa fuktigheten stiger.

Mellan dessa två perioder, när marken inte hunnit bli varm, tillsammans med att man inomhus dragit ner på värmen samtidigt som det börjar bli varmt ute, uppkommer det ofta komplikationer i kryppgrunderna. Den relativa fuktigheten

i grunderna kan då komma upp i skadliga nivåer, och exempelvis mögel som trivs i fuktiga förhållande kan fortplanta sig i konstruktionen.

2.2 Inneluftsventilerad krypgrund (varmgrund)

Den inneluftsventilerade krypgrunden har även den ett slutet rum i grunden, med en grundmurskrans som håller upp bjälklaget. Ventilationen sker dock inifrån. Frånluften från bostaden ovanför krypgrunden, blir tilluft som blåses ner i grunden och bildar ett varmt klimat, därför kallas grunden ibland för varmgrund. Frånluftsdon sätts i motsatt del av krypgrunden i förhållande till tilluftsdonet för att få luftcirkulation i grunden samt att konstruktionen ventileras ut ordentligt. Frånluften leds ut med en frånluftsfläkt med värmeväxlare, så att värme kan återvinnas på detta sätt (se figur 4).



Figur 4. Inneluftsventilerad krypgrund.

Det är viktigt även för denna konstruktion att tilluftsdon och frånluftsdon placeras ut så att ingen del av grunden blir oventilerad. I en inneluftsventilerad krypgrund bildas det undertryck, vilket gör så att luft dras ner i grunden. En svaghet med detta är enligt Fukthandboken (Nevander; Elmarsson, kap 37, 1994), om plastfolien som ligger på marken i grunden blir penetrerad. Då kan en fuktttransport ske från marken genom plastfolien upp i konstruktionen, vilket kan leda till att skadliga fuktnivåer kan uppkomma i grunden. Det är därför viktigt att plastfolien som ligger på marken är absolut tät med väl tilltagna överlapp vid skarvarna, eller att plastfolien svetsas ihop i skarvarna, för att inte fukt ska dras med upp i krypgrunden när den ventileras.

3 Besiktning

I de undersökningar som utfördes på Papegojlyckans äldreboende, var krypgrunderna en av de byggnadsdelar som undersöktes extra noggrant.

På grund av alla komplikationer och problem som kan uppkomma i denna konstruktionstyp, var det en självklarhet att undersöka just denna byggnadsdel noga. WSP Environment som sammanställde undersökningen kom fram till att krypgrunden inte var helt och hållet felfri.

Det fanns tre huvudsakliga problem i krypgrunderna; främmande lukt troligtvis från byggspill, otätheter i bjälklagen samt jordmassor som hade rasat in på ett flertal ställen.

3.1 Lukt

Lukt av avvikande slag var en av anledningarna till att man påbörjade undersökningarna och detta påträffades i samtliga krypgrunder. I krypgrunderna upptäcktes det även en stor mängd fuktskadat byggnadsspill, som var kvarglömt i krypgrunderna sedan byggnaden uppfördes. Se figur 5.



Figur 5. Insamlat byggspill från krypgrunderna.

Efter det att undersökningen av SP gjordes och innan WSP Environment tog över, togs byggnadsspillet bort från krypgrunderna, vilket gjorde att en stor del av lukten försvann. Den lukt som fortfarande fanns kvar, bedömde byggtteknikkonsulten Olle Åberg (Byggteknik Olle Åberg AB i Malmö) vara från de fuktskadade och mögelpåverkade ytterväggarna. Olle bedömde också att inträngande vatten under kantbalken (se kap 3.3), kan ha medfört en viss lukt i krypgrund A.

3.2 Otätheter i bjälklaget

Med hjälp av indikeringsrök kunde man ta reda på om bjälklaget mellan krypgrund och inomhusmiljön var lufttät. Indikeringsröken (figur 6) påvisade stora otätheter på ett flertal ställen där luftläckage förekom bl.a., enligt SP:s rapport, vid ytterväggar, mellanväggar och schakt.



Figur 6. Bilden visar nere från en krypgrund hur indikeringsröken tränger ner genom en Bjälklagsanslutning.

Vid dessa otätheter läckte det upp luft som tog med sig lukt från krypgrunderna upp till rummen ovanför, vilket påverkade innemiljön.

3.3 Ras

I alla krypgrunder har det på vissa ställen under den prefabricerade kantbalken, som utgör ett komplement till den platsgjutna grundmuren, noterats att jordmassor har rasat in i krypgrunden (figur 7).



Figur 7. Jordmassor har rasat in i krypgrund A under de prefabricerade kantbalkarna.

Man har fyllt på med mer massor utifrån så att konstruktionen fortfarande är intakt och stabil, men rasen har medfört att vatten lokalt har kunnat rinna in i krypgrunden och skapat ett något fuktigare klimat.

3.4 Utvärdering

Eftersom problemet med främmande lukt har åtgärdats kvarstår bara två problem, ras av jordmassor in i krypgrunden och otätheter, och bjälklagets

isolering mellan krypgrund och bostad var inte riktigt vad den skulle behöva vara för att få en energimässigt hållbar konstruktion.

Som uppdrag av främst NCC, men även LKF, fick konsulten Olle Åberg uppgiften att komma med en konstruktivt hållbar lösning i krypgrunden som skulle leda till ett stabilt klimat med relativt lågt RF i konstruktionen. Samtidigt eftersträvades en energimässigt bättre konstruktion än tidigare.

4 Förslag till åtgärder

För att få ett bra klimat i krypgrunden måste man komma runt de problem som funnits och försöka åtgärda dessa på ett eller annat sätt.

Ur arbetsmiljösynpunkt måste stora delar av arbetet i krypgrunden ske utifrån eller från bostäderna ovanför, främst på grund av den låga höjden i denna konstruktionsdel. Vid arbete nere i krypgrunden måste det ur arbetsmiljösynpunkt göras vissa åtgärder, såsom t.ex. hål i bjälklaget där arbetarna kan avlastas genom att sträcka på ryggen och vila ut.

På marken i krypgrunden är det viktigt med en tät plastfolie som sträcker sig upp på kanterna på kantbalken för att få en lufttät konstruktion.

För att sedan komma runt problemet med läckage i bjälklaget, gör man enligt Olle Åberg om den uteluftsventilerade krypgrunden, där övertryck råder och luft transporteras in i huset, till en inneluftsventilerad krypgrund (varmgrund), där det blir undertryck i konstruktionen och luften dras ner i grunden istället.

Arbetet utförs utifrån, där man stänger igen alla ventilationsmöjligheter utifrån, och samtidigt sätter en 150 mm tjock värmeisolering utanför kantbalken (se figur 8). Då kan man ta vara på värmen som finns i krypgrunden och på så sätt få en bättre energimässig konstruktion.

Krypgrunderna ventileras inifrån, frånluften från bostaden blir tilluft som leds ner i krypgrunden och bildar ett varmt klimat, som gör det energimässigt bättre för denna konstruktionsdel. Frånluftsdon sätts i motsatt del av krypgrunden i förhållande till tilluftsdonet. Frånluften leds ut med en frånluftsfläkt med värmeväxlare, så att värmen kan återvinnas. Frånluften dras sedan via rör ut ur byggnaden, vid exempelvis taket för att denna luft inte ska ledas in i ventilationssystemet igen. Eftersom luften från krypgrunden kommer att sugas ut, är det enligt Fukthandboken (Nevander; Elmarsson, kap 37, 1994) viktigt att plastfolien som ligger på marken är **absolut tät** med väl tilltagna överlapp vid skarvarna, eller att plastfolien svetsas ihop i skarvarna, för att inte fukt ska dras med upp i krypgrunden när den ventileras. Sanden ovanpå plastfolien kan bevaras, om den är fri från organiskt spill, eftersom den kan dra till sig eventuell fukt som finns i krypgrunden och på så vis skapa ett relativt torrt klimat nere i konstruktionen.

Otättheterna i bjälklaget, får åtgärdas så bra som möjligt. Exempelvis som Olle Åberg hade som förslag kan en PUR-skum, som är fri från Isocyanater, användas som tätningsprodukt, men även om möjligt kan man försöka tätta skarvar och otättheter med flytbetong.

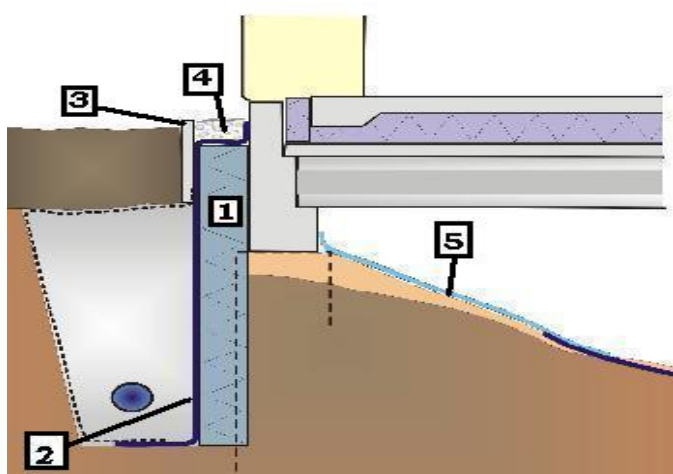
Vad det gäller jordmassorna som rasat in i konstruktionen, kan man ur arbetsmiljösynpunkt endast suga ut dessa massorna **utifrån**, för att sedan jämna till och lägga dit en ny plastfolie inne i krypgrunderna, där den gamla har skadats.

I besiktningen av krypgrunderna upptäcktes det att plastfolien som låg på marken inte riktigt gick ända fram till kantbalken. I samtliga krypgrunders

randzon, ca 2 m från kantbalken och in i kryppgrunden, hade därför Olle Åberg ett förslag om att lägga en matta av 12 mm Cellu Cushion® SC med limmade skarvar. Mattan har en värmeisolerande förmåga samtidigt som den är lika lufttät som en plastfolie. Anledning till att mattan endast läggs i randzonerna är för att man ska få så lite arbete som möjligt nere i kryppgrunden, av arbetsmiljömässiga skäl. Men det är också så att, det i randzonerna är kallare på marken på vintern än i övriga delar av marken i byggnaden. Om denna matta läggs ut blir det troligtvis ytterligare en förbättring ur energisynpunkt.

4.1 Förslag till lösning

Olle Åbergs förslag till lösning, beskrivs nedan.



1. Ventilerna muras igen och 150 mm cellplast, 600*1200, EPS 300 eller XPS, placeras utanför kantbalken.
2. Fiberduk som cellplastskivorna täcks med.
3. Kantstöd som placeras mot cellplastisoleringen.
4. Singel eller liknande placeras ovanför cellplasten och hålls på plats av kantstödet.
5. Två våder Cellu Cushion® SC, tjocklek 12mm, läggs på insida av kantbalken på kryppgrundens mark(i randzonerna) och viks samtidigt upp mot kantbalken. Våderna hålls på plats av oorganiska material, ex. tyngder av sten.

Figur 8. Förslag till förbättringsåtgärd för kryppgrunderna , utformad av Olle Åberg.

Fortsättningsvis kommer rapporten att kretsa kring lösningen i figur 8. Det kommer göras temperatur- och fuktmätningar på den befintliga lösningen samt beräkningar både på den befintliga och på den nya lösningen. En slutsats kommer dras beträffande om den nya konstruktionslösningen är nödvändig eller om det finns en alternativ lösning, som är enklare och billigare, till problemen med kryppgrunden.

5 Mätning av temperatur och relativ fuktighet

Syftet med dessa mätningarna var att kontrollera fukt och temperaturnivåerna nere i krypgrunderna och för att senare kunna jämföra dessa värden med uppmätta värden på inomhus- och utomhusklimatet.

Mätinstrumentet som används till att mäta fukt och temperatur inomhus och i krypgrunderna är av märket TESTO STOR 175. Mätinstrumenten är inställda så att det görs en mätning varje heltimme.

Fuktmätningarna görs av en inbyggd fuktsensor. Enligt Nordtec Instrument AB hemsida (www.nordtec.se) fungerar sensorn på följande sätt: ”en kondensator ändrar sin kapacitans beroende på den omgivande fuktigheten”, mätinstrumentet registrerar detta och får ut en relativ fuktighet vid mätningstillfället.

Temperaturmätningarna görs av en termistor, vilken enligt Nordtec Instrument AB är en motståndssensor. Det värmekänsliga motståndet, vars resistans avger data, visar vilken temperatur som finns i omgivningen.

Mätnoggrannheten för TESTO STOR 175 är olika för vilken parameter det är som mäts. Enligt Svenska Termoinstruments hemsida (www.sttermo.se) är mätnoggrannheten för temperatur $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$. Mätnoggrannheten för den relativa fuktigheten (fuktmätningen) efter kalibrering var $\pm 3\%$.

Värdena för den relativa fuktigheten kalibreras efter så kallade kalibreringskurvor (se bilaga 1), för att få ner felmarginalen.

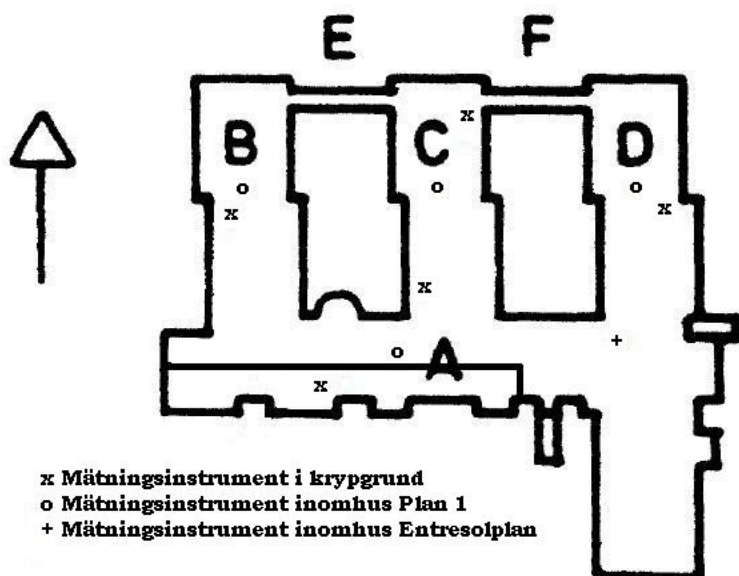
Temperaturvärdena kalibreras inte, då noggrannheten på mätningarna är fullgod.

Utplaceringen av mätinstrumenten skedde den 22 mars 2007. I krypgrunderna placerades det ut 5 stycken instrument. Utsättning skedde med spoltråd, vilken instrumenten hängdes upp i. För att få en optimal mät höjd, placerades instrumenten mittemellan bjälklaget och marken, se figur 9.



Figur 9. Mätinstrument utsatt hängandes i krypgrund

Det placerades även ut 5 stycken instrument inomhus, vilka hängdes upp på samma sätt som ovan fast det togs ingen hänsyn vad det gällde höjden från golv till tak. Mätningarna inomhus gjordes när byggnaden var tömd på folk och värmen hade sänkts något mot vad den var när byggnaden var i bruk. Utplaceringen av instrumenten i krypgrunden och inomhus kan ses på skissen nedan.



Figur 10. Översiktskarta över utplacering av mätinstrument

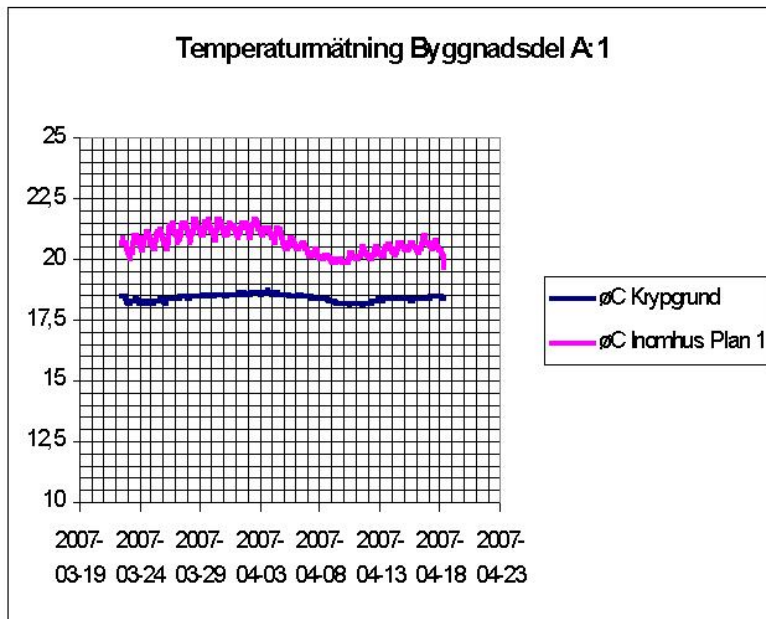
Under tiden som mätningar gjordes inomhus och i krypgrunden mätte man även den relativa fuktigheten(RF) och temperaturen utomhus. Denna mätning gjordes med ett annat instrument av märket VAISALA HMP 44. Instrumentet fungerar på samma sätt som TESTO STOR 175. Den registrerar den relativa fuktigheten med en kapacitiv fuktsensor. Temperaturgivaren har samma mätprincip som TESTO STOR 175, men istället för en termistor används en PT-100 för temperaturmätning. Precis som tidigare, gjordes det kalibreringar på RF, medan temperaturvärdena hölls intakta.

Alla mätresultat av temperatur och fukt finns i diagramform i bilaga 2 och 3.

5.1 Temperatur

Mätinstrumenten (loggrarna) avlästes den 18 april 2007, ca 4 veckor efter utsättningen.

Utifrån de mätningar som gjordes på temperaturen nere i krypgrunden kunde man konstatera att den var relativt hög i förhållande till hur den var inomhus. Figur 11 visar ett exempel på mätningresultat för temperatur.



Figur 11. Exempel på en temperaturmätning i byggnadsdel A:1

Om man jämför resultaten för krypgrunden och inomhustemperaturen i del A, var skillnaden endast 2-3 grader. Krypgrunden hade en temperatur på 18-18,5°C medan inomhustemperaturen var 20-21,5°C.

I del B skilde det 4 grader mellan krypgrunden (13-14°C) och inomhus (17-18,5°C). Temperaturen var något lägre generellt i del B jämfört med del A.

I del C där det i krypgrunden gjordes mätningar i södra resp. norra delen kunde det noteras att temperaturen inte var densamma i de båda delarna. Det skilde 1,5-2 grader mellan södra (16-17°C) och norra (14,5-15,5°C) delen. Detta beror på att södra delen ligger mer inåt mitten på byggnaden och behåller på så sätt lättare värmen. Jämför man inomhustemperaturen (17,5-19°C) med krypgrundens temperatur för del C, var det en skillnad på 1,5-2 grader mellan inne och södra delen samt 3-3,5 grader för norra delen.

Skillnaden i del D var 3,5-4 grader mellan krypgrunden (14,5-15,5°C) och inomhus (18-19,5°C).

Utomhustemperaturen under mättillfället varierade mellan 0-21°C.

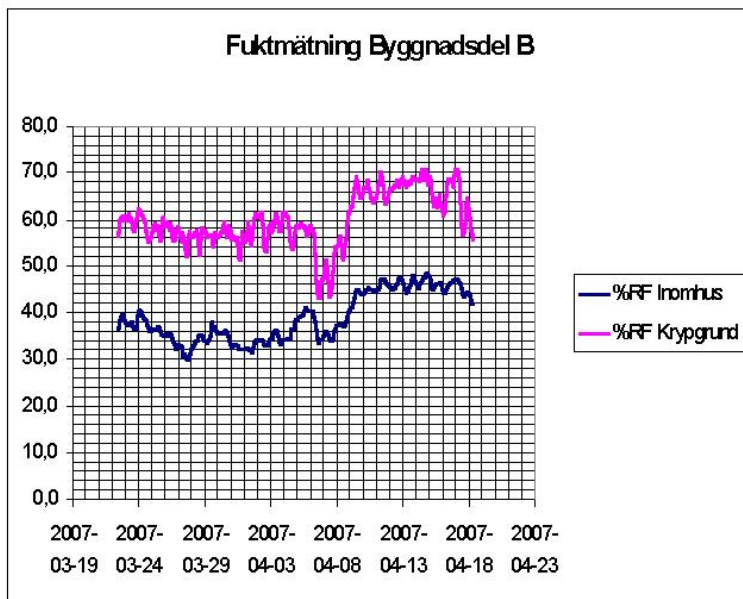
Tendenserna från mätningarna är att temperaturen i krypgrunderna och inomhus var relativt konstanta under mätperioden.

Anledningen till att det är så pass liten skillnad mellan krypgrunderna och inomhustemperaturerna är troligtvis läckaget i bjälklaget samt att alla installationer vad det gäller fjärrvärmeledningar och avlopp m.m. avger värme som höjer temperaturen i krypgrunden. Temperaturen hålls ganska intakt i krypgrunden hela tiden, även på nätterna (se diagram bilaga 2). Anledningen till detta förklaras vid senare beräkningar.

5.2 Relativ fuktighet (RF)

Mätinstrumenten (loggrarna) avlästes den 18 april 2007, ca 4 veckor efter utsättningen.

Utvärderingen av de mätningar man gjorde på fukt i krypgrunderna är positiva. Den maximala relativa fuktigheten (RF) som samtliga krypgrunder hade, var 74% relativ fuktighet, vilket är relativt lågt, med tanke på de höga fukthalter som kan förekomma i uteluftsventilerade krypgrunder perioden under vår- och sommarhalvåret .



Figur 12. Exempel på mätresultat av relativ fuktighet i byggnadsdel B

Min- och maxvärde för RF i krypgrunderna för respektive del var följande, Del A (60-71%), Del B (43-71%), Del C-södra (35-60%), Del C-norra (52-70%) samt Del D (54-74%).

Generellt började RF i grunderna stiga den 7-8 april, (på grund av att utomhus- temperaturen höjdes några grader) från 55-60% till 65-70%, för att därefter vara ganska stabila.

Den relativa fuktigheten inomhus var i stort sett på samma nivå i samtliga delar undantaget Del A2-entresolplanet. RF pendlade mellan 20-35%, och gick upp till en 40-45 % den 7-8 april och var kvar inom det intervallet mätperioden ut.

Mätresultatet för RF utomhus under denna perioden låg i intervallet 23-97%, se bilaga 4.

Tendenserna från mätningarna är att den relativa fuktigheten i genomsnitt inomhus och i samtliga krypgrunder har stigit med några procent under mätperioden. Detta beror nog främst på att utomhustemperaturen höjts någon grad.

Då uppmätt RF var relativt låg i kryppgrunderna, är risken för fuktskador där liten. Detta förutsätter att det inte tillkommer fukt genom att vatten rinner in i kryppgrunderna, alternativt att det förekommer något läckage från en installation.

Det bör dock beaktas att mätningarna är gjorda på en relativt kort och ganska gynnsam period, då inte utomhustemperaturen var så hög. Därför ska dessa mätresultat jämföras med hur RF nivåerna kan bli på sommaren för samma konstruktionsdel (se kapitel 5.4).

5.3 Ånghalter och fukttillskott

För att ta reda på hur mycket fukt som transporterats in i kryppgrund respektive inomhus, gör man en fukttillskottsberäkning med hjälp av att man vet ånghalterna ute, inne och i kryppgrunden. Ånghalterna räknas fram av den relativa fuktigheten från varje mätningstillfälle med ett antal formler som redovisas i bilaga 5.

För att få fram fukttillskottet i kryppgrunden tar man, kryppgrundens ånghalter minus ånghalterna utomhus under samma period. Beräkningen av fukttillskottet inomhus blir således ånghalten inomhus minus utomhus ånghalten.

Som ett exempel hade kryppgrund A ett fukttillskott under mätningperioden på $4,61 \text{ g/m}^3$. I övrigt kan kryppgrundernas fukttillskott samt fukttillskotten inomhus hittas i tabell 1 och dess beräkningar i bilaga 5.

Tabell 1. Fukttillskottsredovisning samtliga byggnadsdelar inomhus och i kryppgrunderna

Fukttillskott, g/m^3						
	Del A Plan1	Del A Entresol	Del B	Del C Norr	Del C Söder	Del D
Kryppgrund	4,61	4,61	1,83	2,20	1,38	2,65
Inomhus	0,06	-0,66	0,37	-0,18	-0,18	-0,15

5.3.1 Utvärdering

Efter att ha räknat fram värden på medelånghalterna ute och i samtliga kryppgrunder under mätperioden, uppdagades ett fukttillskott i alla kryppgrunderna. Detta innebär att det är fuktigare i konstruktionerna än ute. Det högsta fukttillskottet (FT) uppmättes i kryppgrund A, $4,61 \text{ g/m}^3$. I kryppgrund B var FT $1,83 \text{ g/m}^3$ och i kryppgrund D $2,65 \text{ g/m}^3$.

Kryppgrund C:s resultat skilde sig mellan norra och södra delen av grunden. I norra delen var FT $2,20 \text{ g/m}^3$ och i södra delen $1,38 \text{ g/m}^3$, detta beror säkert främst på att den södra delen ligger närmare centrum av byggnaden än norra delen. Anledningen till att det är ett fukttillskott i samtliga grunder, beror troligtvis på att plastfolien på kryppgrundernas mark inte går ända fram till kantbalken.

Fukttillskottet i krypgrunderna är troligtvis markfukt som transporterats upp från den blottade marken.

Vid beräkningen av FT inomhus kunde man notera att i samtliga byggnadsdelar var FT försumbar eller att det var ett negativt värde på FT, med fukt som transporterades ut ur byggnaden. Resultaten var följande: för del A var FT $0,06 \text{ g/m}^3$ på plan 1 och på entresolplanet $-0,66 \text{ g/m}^3$, för del B var FT $0,37 \text{ g/m}^3$ vilket var det högsta FT inomhus. I del C och D var FT $-0,18 \text{ g/m}^3$ resp. $-0,15 \text{ g/m}^3$. Eftersom det finns en felmarginal på varje instrument för temperatur- och fuktmätningar måste dessa beaktas. Exempelvis kan temperaturen i krypgrunderna och utomhus ligga $\pm 0,5^\circ\text{C}$ och RF $\pm 3\%$ från det verkliga värdet, resultaten kan därför förändras något vad det gäller att beräkna fukttillskottet. Exempel kan ses i bilaga 6. Resultaten för fukttillskott inomhus är dock något missvisande, då FT stiger något om bostäderna är bebodda.

Eftersom resultaten för krypgrunden visade på ett tillskott av fukt, måste en lösning tas fram för detta. Tidigare har det presenterats ett förslag till lösning med att göra om de uteluftsventilerade krypgrunderna till inomhusventilerade. Man får då ett torrare klimat i krypgrunderna, eftersom det blir generellt varmare i krypgrunderna.

5.4 RF-beräkningar vid olika tillfällen

Eftersom den relativa fuktigheten skiljer sig procentmässigt mycket från årstid till årstid i krypgrunden, ska det nu analyseras vad skillnaden blir mellan rapportens mätperiod och ett teoretiskt måttillfälle i augusti. Värdena som används för augustiberäkningar, kommer delvis vara från ånghalt och temperaturtabeller ur Fukthandbok (Nevander; Elmarsson), medan resterande värden kommer från mätningar gjorda under rapportens måttillfälle. Tabellvärdena är genomsnittsvärden för den aktuella månaden.

Anledningen till att det inte behöver göras beräkningar av en vintermånad, är för att det är så pass lågt RF i krypgrunderna då, att det inte når upp i några skadliga nivåer.

Krypgrund A är den grund som samtliga beräkningar och mätvärden baseras på. Beräkningar redovisas nedan för den befintliga uteluftsventilerade krypgrunden samt för en inneluftsventilerad krypgrund, som åtgärdsförslaget tidigare i rapporten hade som alternativ. Beräkningsresultaten för RF-nivån kan ses i bilaga 7.

5.4.1 RF-beräkning, rapportens aktuella mätperiod

Den relativa fuktigheten i krypgrund A mättes under perioden 22/3-07 till 18/4-07. Tidigare i rapporten kunde det ses att RF-nivån för krypgrund A låg i intervallet 60-71% för den uteluftsventilerade krypgrunden. Maxvärdet under mätperioden i den uteluftsventilerade krypgrunden var alltså 71%. Om man jämför den uppmätta ånghalten ute under mätperioden med de genomsnittliga värdena som finns att tillgå i tabeller under samma

mättningsperiod, var ånghalten något högre vid mätningarna. Närmare bestämt $0,7 \text{ g/m}^3$ högre.

För att kunna göra en bedömning om hur krypgrundens RF blir vid en inneluftsventilerad konstruktion, måste man anta några mätvärden. Ånghalten antas till samma värde som den uteluftsventilerade konstruktion, $5,6 \text{ g/m}^3$.

Eftersom det antas att det är en bebodd byggnad, antas också ett fukttillskott på 2 g/m^3 inomhus. Inomhustemperaturen antas till 22°C och temperaturen i krypgrunden till 19°C . Inomhustemperaturen är grundad på att vid en bebodd byggnad, höjs värmen från att bara vara underhållsvärme till en komfortabel inomhustemperatur. Krypgrundens temperatur kommer från att det tidigare i rapporten kunde ses att skillnaden mellan temperaturen inne och i krypgrunden var ca 3°C . RF-beräkningen baserad på de antagna värdena, erhöll ett resultat på RF i krypgrunden på 47 % om den skulle varit inneluftsventilerad.

5.4.2 RF-beräkning, augusti

För att se hur de olika krypgrunderna klarar sig på sommaren, måste det antas en del mätvärden samt tas en del värden från tabeller.

Tabellvärdena är hämtade från fukthandboken (Nevander; Elmarsson) för augustimånad i Sturup, vilken var den närmaste referenspunkten i tabellerna.

I den utomhusventilerade krypgrunden tar man den aktuella medeltemperaturen framtaget från mätningar. Det är samma värde som under rapportens mätperiod, eftersom på sommaren beräknas värmen sänkas i fjärrvärmeledningar som löper i krypgrunden och temperaturen kommer på så sätt att sänkas i krypgrunden. Det är samtidigt varmare utomhus, vilket gör att krypgrundens temperatur antas bli den samma som vid rapportens mätperiod.

Fukttillskottet antas också i krypgrund A vara den samma, som vid rapportens mättillfälle, $4,61 \text{ g/m}^3$. Ånghalten utomhus tas från tabell för augusti månad, vilken är $10,2 \text{ g/m}^3$. Vid dessa förhållanden kommer den relativa fuktigheten i den befintliga utomhusventilerade krypgrunden att uppnå 94%, vilket i högsta grad är en skadlig nivå.

Vid beräkning av den inneluftsventilerade krypgrunden i augusti månad antas inomhus samt krypgrundens temperatur vara densamma som på våren, 22 resp. 19°C .

Eftersom det antas att det är en bebodd byggnad, antas också ett fukttillskott på 2 g/m^3 inomhus. Ånghalten utomhus som fås av tabell är $10,2 \text{ g/m}^3$. I augusti månad och under dessa antagna värden erhålls en inomhusventilerad krypgrund en relativ fuktighet på 75%. Detta är en RF-nivå där risken är liten att organiskt material, påverkas av problem som exempelvis mögel. Enligt fukthandboken (Nevander; Elmarsson, kap 52) är risken för fuktproblem stora på organiskt material vid en RF-nivå på 85% och över, vid en temperatur på ca

20°C i konstruktionen. Eftersom det bara är oorganiska material i krypgrunderna (förutsatt att allt byggspill är borttaget), påverkas inte grunderna av några höga RF-nivåer. Det kan dock ske en fukttransport genom bjälklaget vid mycket höga RF-nivåer i krypgrunderna, vilket kan resultera i att organiskt material ovanpå bjälklaget angrips av t.ex. mögel.

5.4.3 Utvärdering

När man jämförde resultaten av mätningar och beräkningar av RF vid rapportens aktuella mätperiod, upptäcktes det att den ineluftsventilerade krypgrunden hade betydligt bättre RF-nivå än den uteluftsventilerade. RF nivån på ineluftsventilerade grunden var 47 % vilket ligger långt ifrån riskzonen för fuktproblem. Även om det antas ett fuktillskott på 1 g/m^3 för denna konstruktionen, skulle inte RF-nivån komma upp i mer än i 53%, vilken är en riskfri nivå. Den uteluftsventilerade konstruktion var dock inte i farozonen för fuktproblem med en RF-nivå på 71%.

Efter att beräkningarna av RF-nivån för augusti månad analyserats, kan man konstatera att RF-nivån i den ineluftsventilerade konstruktionen understeg de skadliga fuktnivåerna. RF nivån för konstruktionen var 75%. Antas det att fuktillskottet skulle öka i krypgrunden med 1 g/m^3 , skulle risken för fuktproblem dock öka RF för organiskt material, eftersom RF nivån då skulle bli 81%.

Den uteluftsventilerade konstruktionen är däremot långt ifrån bra vad det gäller RF nivån i grunden. Med 94% RF, överstegs gränsen där det är stor risk för fuktproblem i organiskt material ganska rejält. Med en sådan hög relativ fuktighet under en längre tid, finns det stora risker för att en fukttransport genom bjälklaget sker, vilket kan resultera i att organiskt material ovanpå bjälklaget angrips av t.ex. mögel.

Anledningen till att RF-nivåerna i den ineluftsventilerade krypgrunden (varmgrunden) är lägre än i den uteluftsventilerade är främst på grund av, att temperaturen höjs någon grad i varmgrunden, vilket medför att RF-nivåerna sänks.

Efter att ha analyserat de båda mättillfällena, kan man dra slutsatsen att den ineluftsventilerade krypgrunden är den bästa och mest lämpade konstruktionen. Det är dock viktigt att en konstruktionen hålls intakt och att inga skador får förkomma. Fuktnivåerna kan t.ex. höjas om markfukt dras upp i konstruktionen genom en söndrig plastfolie på marken i krypgrunden.

6 Beräkningar

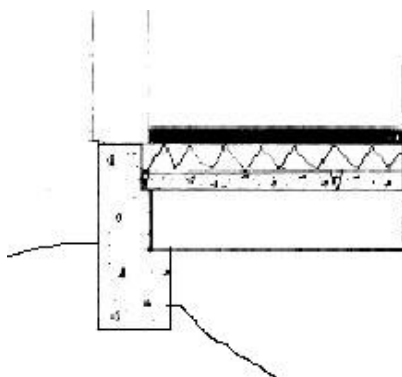
Beräkningarna som följer ska ge en uppfattning om hur värmeflödet sker mellan krypgrund och utomhus samt inomhus och göra det möjligt att jämföra skillnaderna mellan den nuvarande krypgrunden och den alternativa lösningen som redovisats tidigare (figur 8). Ur beräkningarna ser man vilken värmeförlust varje byggnadsdel (stadium) har.

Beräkningarna genomförs med beräkningsprogrammet HEAT2. Programmet som är framtaget av Lund Group for Computational Building Physics, är enligt deras manualsida på nätet (www.buildingphysics.com/manuals/HEAT2_5.pdf) ett renodlat beräkningsprogram för värmeflöden genom konstruktioner. Allt sker tvådimensionellt och man kan bara använda rektanglar som ritningsverktyg vid uppritning av sina konstruktioner. I programmet ritas man först upp sin konstruktion därefter bestämmer man vilken medeltemperatur de olika delarna har i konstruktionen, i detta fall ute-, inne- och krypgrundstemperaturer som fås av tidigare mätningar. Programmet gör sedan en beräkning på konstruktionen och med hjälp av bilder kan även resultatet redovisas visuellt.

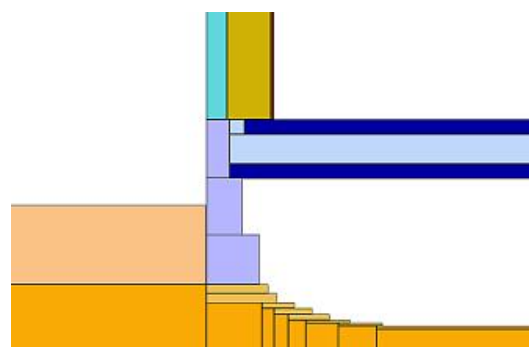
Nedan kommer resultaten från två konstruktioner, A och B, att redovisas. Konstruktion A är det befintliga utseendet på krypgrunderna vid kantbalken och konstruktion B är den alternativa lösning på krypgrunderna som tidigare presenterats i rapporten.

6.1 Konstruktion A

Konstruktion A redovisas i ritningsform (figur 13) samt uppritad i HEAT2 (figur 14). Den längsgående balken som håller upp bjälklaget har tagits bort i HEAT2-ritningen på grund av att programmet är tvådimensionellt och balken är försumbar vid beräkningen av konstruktionen.



Figur 13. Ritning konstruktion A



Figur 14. Konstruktion A uppritad i HEAT2

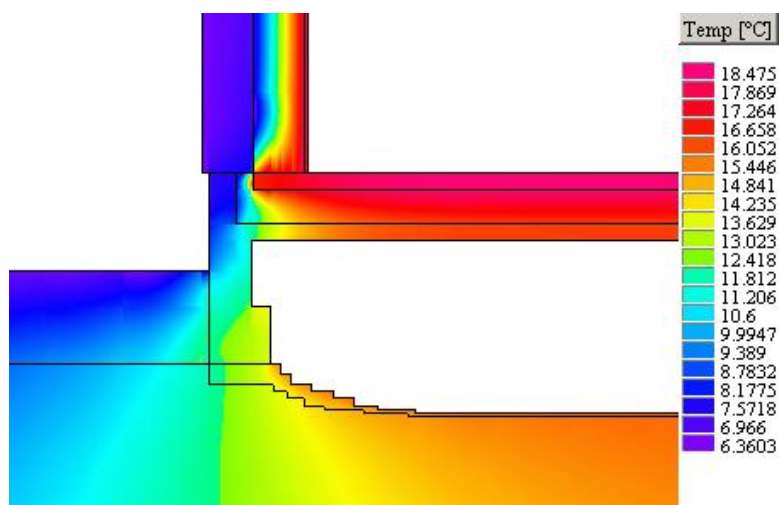
Till indata i beräkningarna för resp. stadium: ute, inne och krypgrund användes uppmätta temperaturer, som tidigare redovisats i rapporten. Ett medelvärde togs på temperaturerna över ett 7 dagars intervall, i mätperioden,

då utomhustemperaturen var som lägst. Temperaturer för krypgrund togs i krypgrund C där två mätinstrument hade använts. I beräkningarna användes ett medelvärde av de båda mätinstrumentens uppmätta temperaturer. Se medeltemperaturerna i tabell 1. Inomhustemperaturen togs då också från del C. Resultatet av värmeförlust-beräkningarna för varje stadium (krypgrund, utomhus och inomhus), redovisas i tabellform nedan, tabell 2.

Tabell 2. Värmeförlustredovisning av konstruktion A

Konstruktion A		
Stadium	Värmeförlust, q [W/m]	Temp(°C) och Övergångsmotstånd
<i>Krypgrund</i>	22,63	(T=16,146 R=0,13)
<i>Utomhus</i>	-29,81	(T=6,3603 R=0,04)
<i>Inomhus</i>	7,18	(T=18,475 R=0,13)
	Sum: 0	

Värmeflödena i konstruktionen blev på följande sätt, se figur 15.

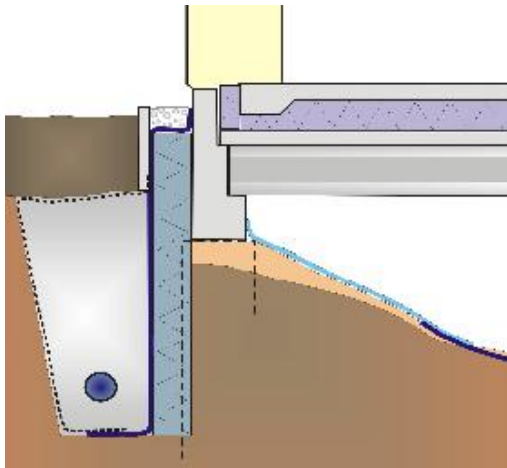


Figur 15. Värmeflödesredovisning av konstruktion A, bild från HEAT2

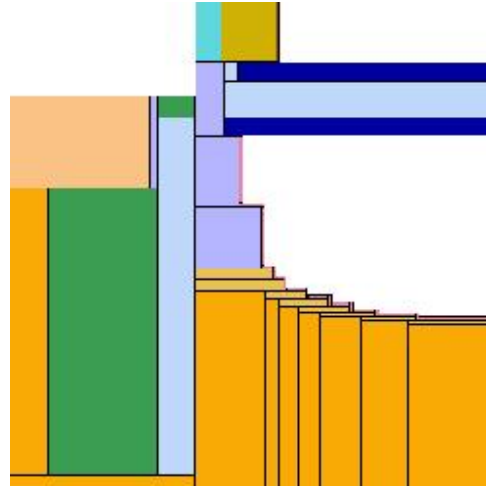
6.2 Konstruktion B

Konstruktion B redovisas i ritningsform (figur 16) samt uppritat i HEAT2 (figur 17).

Precis som i konstruktion A ovan har bärbalken tagits bort ur HEAT2-ritningen.



Figur 16. Ritning konstruktion B



Figur 17. Konstruktion B uppritad i HEAT2

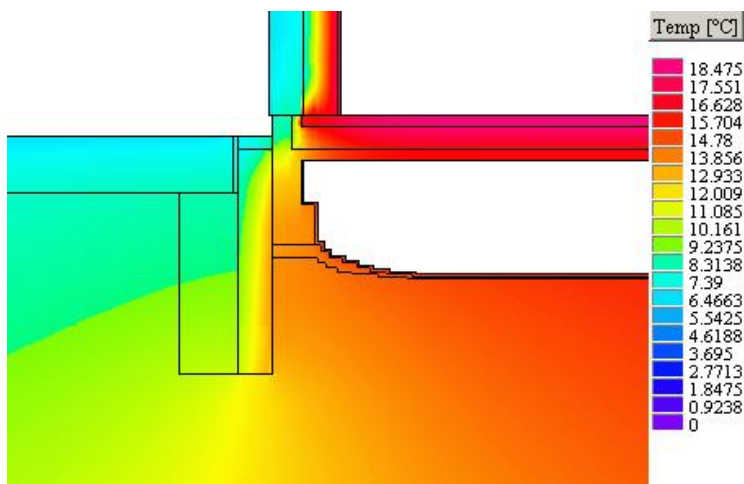
I konstruktion B användes samma temperaturer för alla stadium som i konstruktion A. Detta för att man ska kunna jämföra de båda konstruktionerna. Temperaturen i en inluftsventilerad krypgrund är vanligtvis högre än i en utluftsventilerad krypgrund, vilket hade ökat värmeeffekten från grunden till utomhusluften jämfört med det resultat som redovisas. Däremot hade värmeflödet från inomhusluften till grunden reducerats något.

Resultatet av värmeförlustberäkningarna för varje stadium redovisas i tabell 3.

Tabell 3. Värmeförlustredovisning av konstruktion B

Konstruktion B		
Stadium	Värmeförlust, q [W/m]	Temp(°C) och Övergångsmotstånd
Krypgrund	10,93	(T=16,146 R=0,13)
Utomhus	-18,43	(T=6,3603 R=0,04)
Inomhus	7,50	(T=18,475 R=0,13)
	Sum: 0	

Värmeflödena i konstruktionen blev på följande sätt, se figur 18.



Figur 18. Värmeflödesredovisning av konstruktion B

6.3 Utvärdering

När man jämför de olika krypgrunderna, ser man att värmeförlusterna är ca 50% mindre i konstruktion B (10,93 W/m) än i A (22,63 W/m), inomhus kan man säga att det är oförändrat mellan konstruktionerna. Värmetillförseln blir alltså mindre utomhus i konstruktion B än i A-konstruktionen. Konstruktion B håller alltså värme bättre vad det gäller krypgrunden och det ser man tydligt också på de olika värmeflödesfigurerna.

Konstruktion B håller värmen bättre på grund av den tillagda isolering på utsida av grundmuren samt genom mattisoleringen på marken, vid randzonerna i krypgrunden. Det bör dock beaktas att temperaturen i en inomhusventilerad krypgrund vanligtvis blir högre än i en uteluftsventilerad krypgrund och värmeförlusterna kan därför höjas något i denna konstruktionstyp.

Energiekonomiskt är det viktigt, om man ska göra om krypgrunden från en uteluftsventilerad till en ineluftsventilerad, att så lite värme som möjligt läcker ut genom konstruktionen. Om krypgrunden håller värmen bättre kan detta utnyttjas genom, som det förklarades innan i rapporten, att en värmeväxlare ansluts till frånluftskanalerna och tar till vara på den värmen som kommer från krypgrunderna. Energimässigt kan detta dra ner på kostnaderna för energianvändning, eftersom energin återanvänds.

7 Slutsats

I kapitel 4.1 nämndes det att en slutsats skulle dras om den nya åtgärdslösningen för krypgrunderna var nödvändig eller om det fanns en lösningen på problemet med grunderna.

Efter alla mätningar och beräkningar i krypgrunderna på Papegojlyckans äldreboende, kan detta nu ske.

Vid mätningarna av RF i de utomhusventilerade krypgrunderna upptäcktes det att på sommaren fanns det stora problem med denna konstruktionstyp, då den relativa fuktigheten kom upp i alldeles för höga nivåer, och risken för fuktproblem var stor. Det upptäcktes också vid mätningarna att fuktillskotten var relativt höga i samtliga krypgrunder, med ett FT på minst 2 g/m^3 . Mätningarna visade även att temperaturerna i krypgrunderna var relativt höga, vilket troligtvis berodde på de fjärrvärmekanaler och installationer som löpte i grunderna, under bjälklaget, och gav ifrån sig värme.

Eftersom resultaten för den uteluftsventilerade krypgrunden inte var positiva, gjordes det därför en analys av den ineluftsventilerade åtgärdslösningen. Vid en beräkning av RF-nivån på sommaren för denna konstruktion blev RF, 75% RF, vilket är en nivå där det enbart finns en liten risk för fuktproblem i grunderna. Eftersom det bara är oorganiska material i krypgrunderna (förutsatt att allt byggspill är borttaget), påverkas inte grunderna av några höga RF-nivåer. Det kan dock ske en fukttransport genom bjälklaget vid mycket höga RF-nivåer i krypgrunderna, vilket kan resultera i att organiskt material ovanpå bjälklaget angrips av t.ex. mögel.

Beräkningar av värmeflöden för de olika konstruktionstyperna visade att värmeförlusterna för den ineluftsventilerade åtgärdslösningen var ca 50% mindre än den befintliga uteluftsventilerade krypgrunden. Värmeförlusterna blev mindre på grund av den isolering som satts på utsida av grundmuren samt av den mattisolering man lagt på marken i krypgrunden, vid randzonerna.

Energiekonomiskt är det också viktigt att så lite värme som möjligt läcker ut genom de ineluftsventilerade krypgrunderna eftersom värmen kan tas tillvara genom en värmeväxlare i grundernas frånluftskanaler. Energimässigt kan detta dra ner på kostnaderna för energianvändning, eftersom energin återanvänds.

Mätningar och beräkningar visar att lösningen till problemen med krypgrunderna är att göra om den befintliga uteluftsventilerade krypgrunden till en ineluftsventilerad krypgrund (varmgrund), där det dock är viktigt att inget extra fuktillskott (t.ex. genom markfukt p.g.a. en trasig plastfolie) tillkommer.

Åtgärdslösningen förslag till en inneluftsventilerad krypgrund ger en energimässigt bättre konstruktion, där värmeenergin återanvänds på grund av att konstruktionen genom sin tilläggisolering inte får så stora värmeförluster.

En alternativ lösning till problemet med grunderna är att göra en oisolerad inneluftsventilerad krypgrund, där plastfolien på marken i grunderna kompletteras så att markfukt inte kan transporteras upp i krypgrunderna.

Eftersom den oisolerade varmgrund har samma konstruktiva uppbyggnad som den befintliga uteluftsventilerade krypgrunden, förutom ventilationen, kommer den ha 50% mer värmeförluster än åtgärdsförslaget varmgrund.

Energiekonomiskt är därför åtgärdsförslaget lösning på varmgrund den mest lämpliga.

Referenser

➤ Muntliga källor

Intervjureferens: Bengt Sandin, LKF AB, Lund, 25/4-07

Kontaktperson: Byggteknikkonsult Olle Åberg, Byggteknik Olle Åberg AB, Malmö.

➤ Tryckta källor

Bokreferens: Nevander, L-E; Elmarsson, B (1994). Fukthandbok-Pratik och teori, kap 37 och 52, 2 rev.Uppl. Stockholm: Elanders Svenskt Tryck AB.

Utredningsrapport, ”Sammanställning över utförda inomhusutredningar”, Handling 05.6.9, utförd av WSP Environment, (2006.10.05).

➤ Elektroniska källor

Lund Group for Computational Building Physics (2000).HEAT2, 2007

URL: http://www.buildingphysics.com/manuals/HEAT2_5.pdf (2007.05.22)

Nordtec Instrument AB (2007). Fakta mätteknik-temperatur, 2007

URL: http://www.nordtec.se/bilder/startsidebilder/fakta-maetteknik/pdf_1.pdf (2007.05.21)

Nordtec Instrument AB (2007). Fakta mätteknik-fukt, 2007

URL: http://www.nordtec.se/bilder/startsidebilder/fakta-maetteknik/pdf_3.pdf (2007.05.21)

Svenska Termoinstrument AB (2007). Fukt/temperaturlogger 175-H2, 2007

URL: <http://www.sttermo.se/public/download/testo%20175H-2.pdf> (2007.05.21)

➤ Figurereferenser

Figur 1, 13: Ritningshandlingar för Papegojlyckans äldreboende.

Figur 2, 10: Modifierade ritningshandlingar för Papegojlyckans äldreboende.

Figur 3-4: Nevander, L-E; Elmarsson, B (1994).Fukthandbok-Pratik och teori, kap 37, 2 rev.Uppl. Stockholm: Elanders Svenskt Tryck AB.

Figur 5-6: Rapport, ”Sammanställning över utförda inomhusutredningar”, Handling 05.6.9, utförd av WSP Environment, (2006.10.05).

Figur 7, 9: Fotografi tagit av Christian Andersson (Uppföraren av exjobbet).

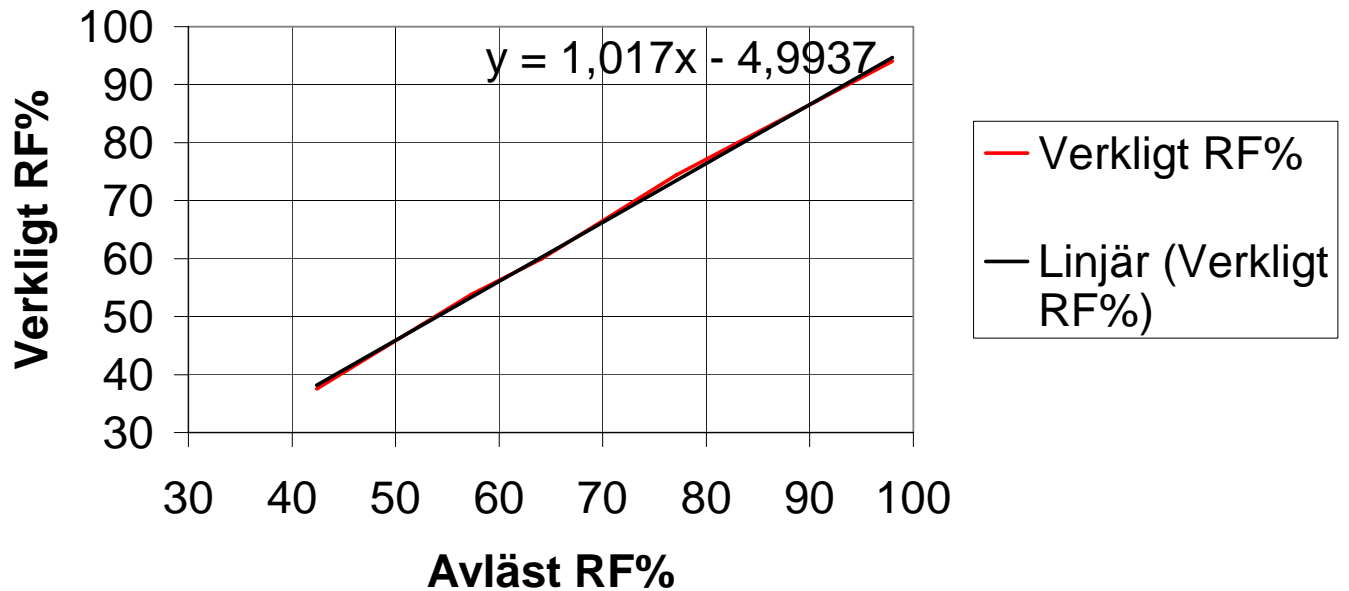
Figur 8, 16: Handling, ”Förslag till ombyggnation av kryppgrund”, utförd av byggteknikkonsulten Olle Åberg.

Figur 11-12: Diagram tagit från Excel.

Figur 14-15, 17-18: Tagit från beräkningsprogrammet HEAT2.

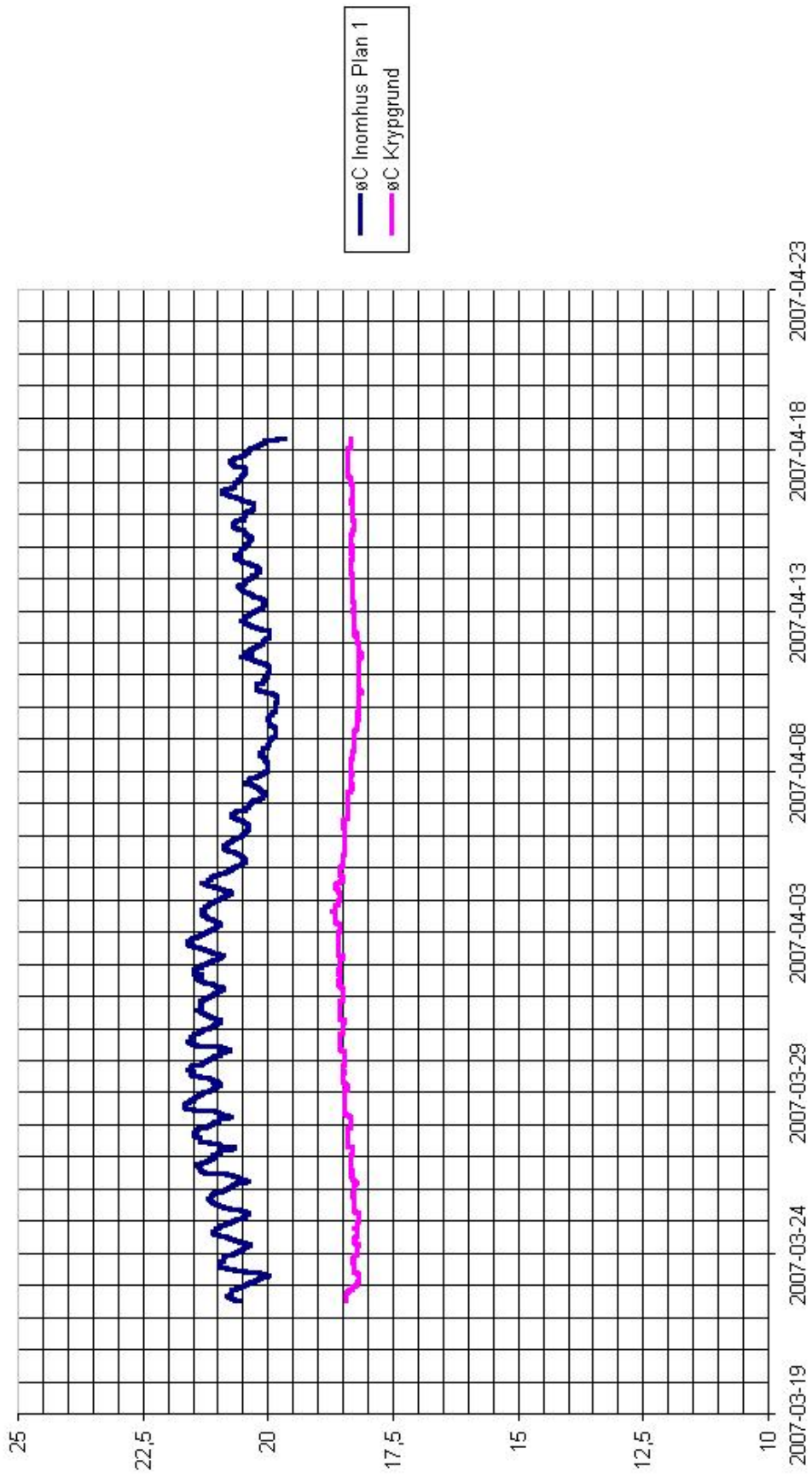
Bilaga 1 Kalibreringskurva

Kalibreringskurva för logger28 KrypgrundB

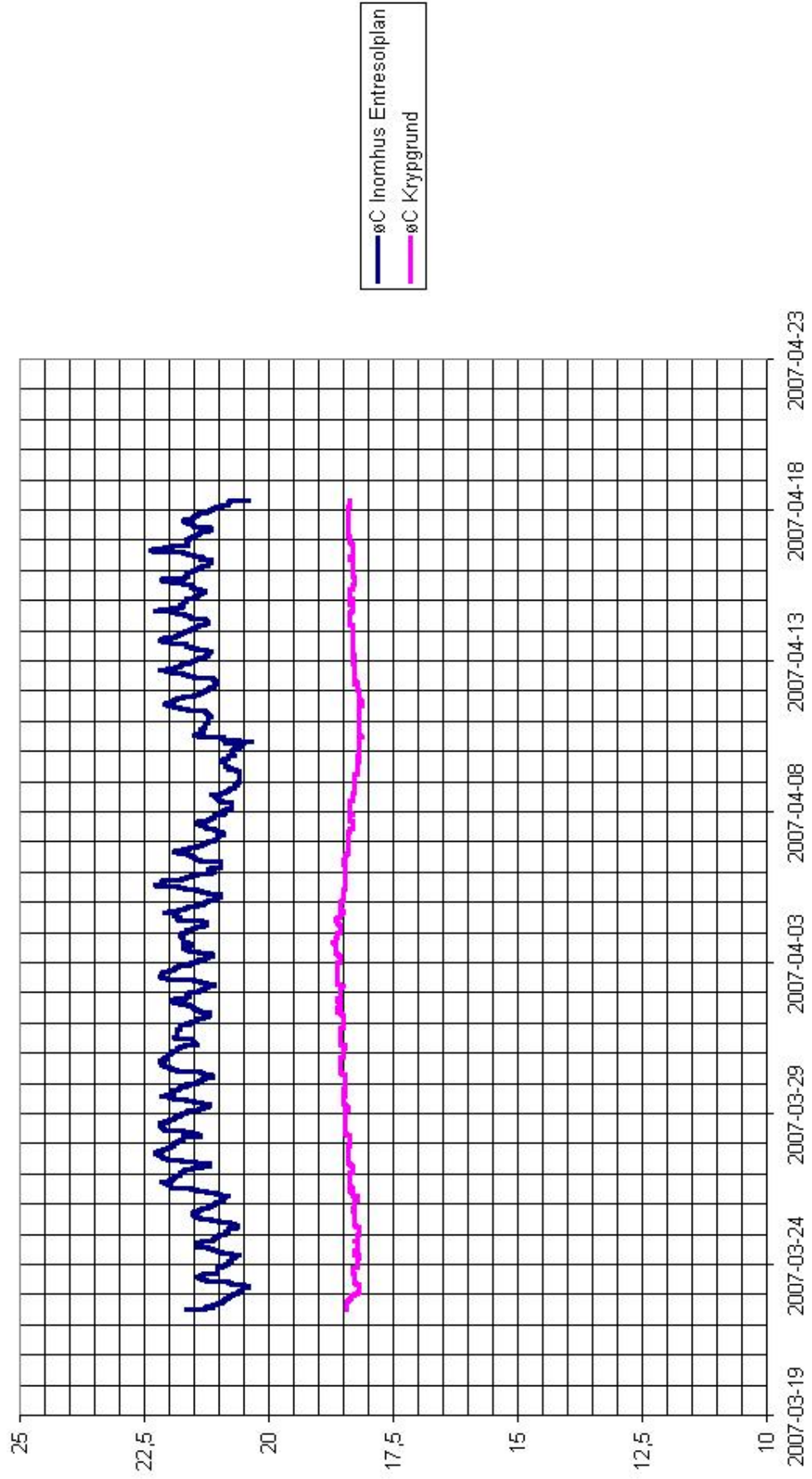


Bilaga 2 Temperaturmättningsdiagram

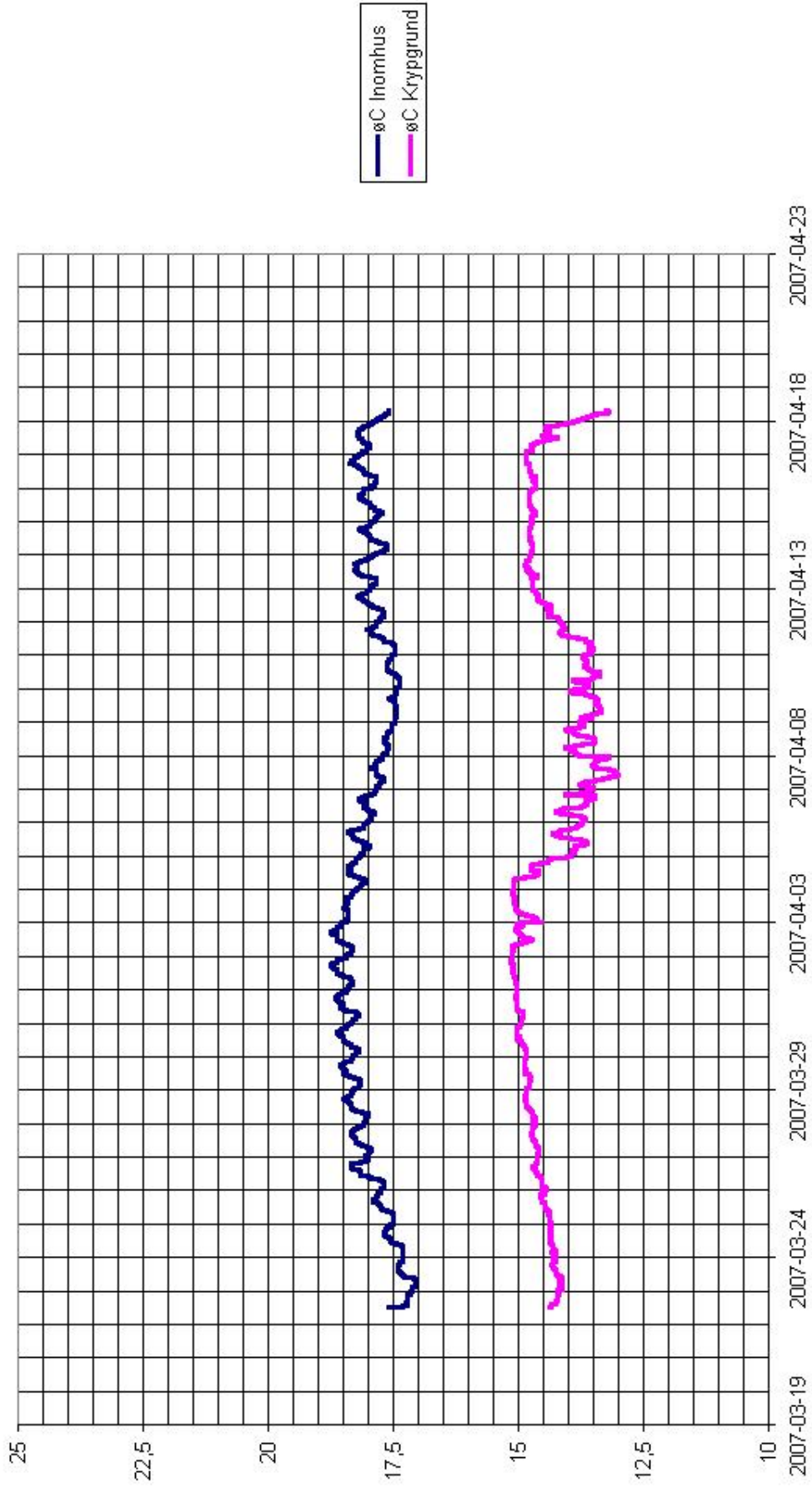
Temperaturmätning Byggnadsdel A:1



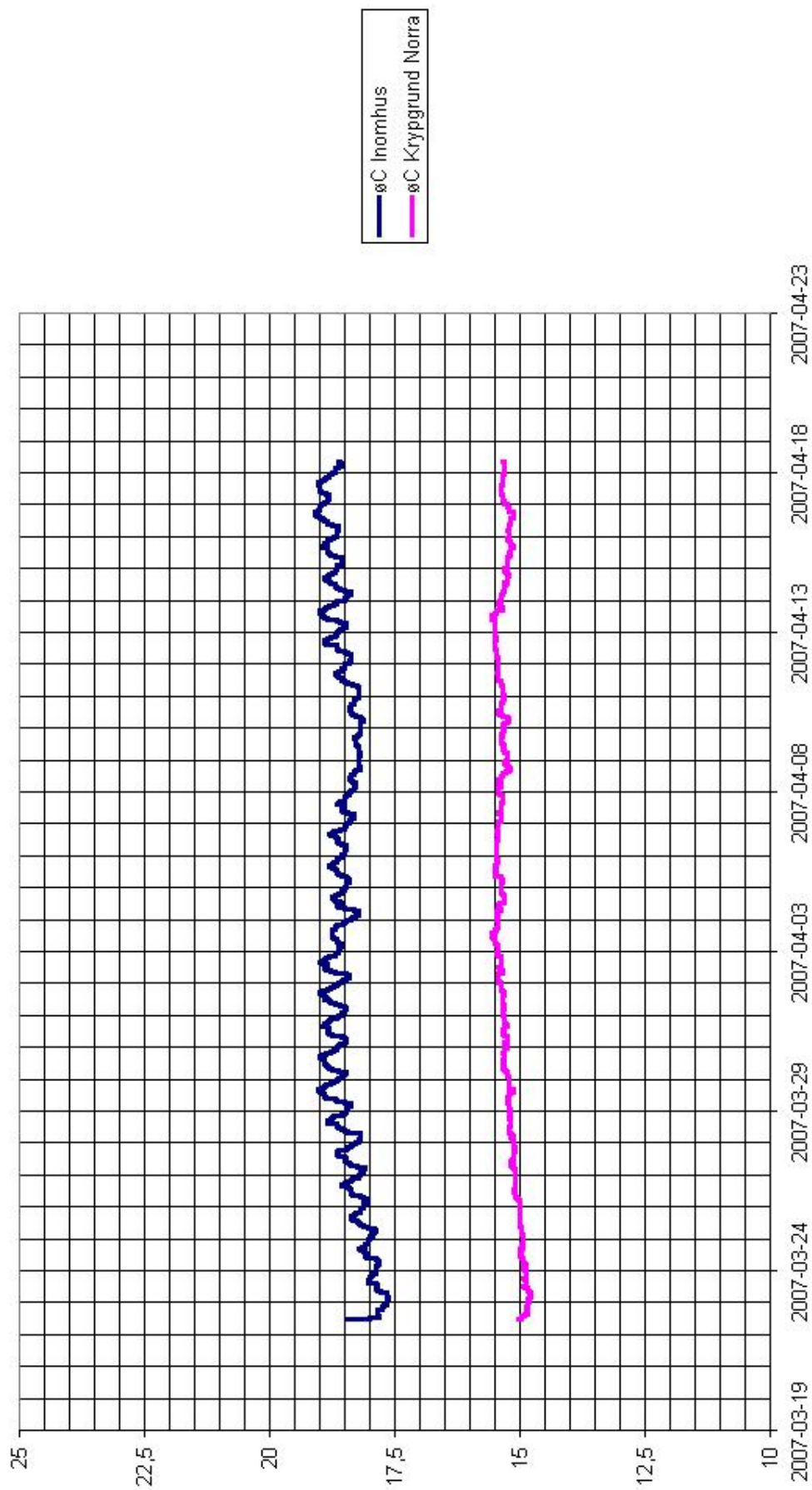
Temperaturmätning Byggnadsdel A:2



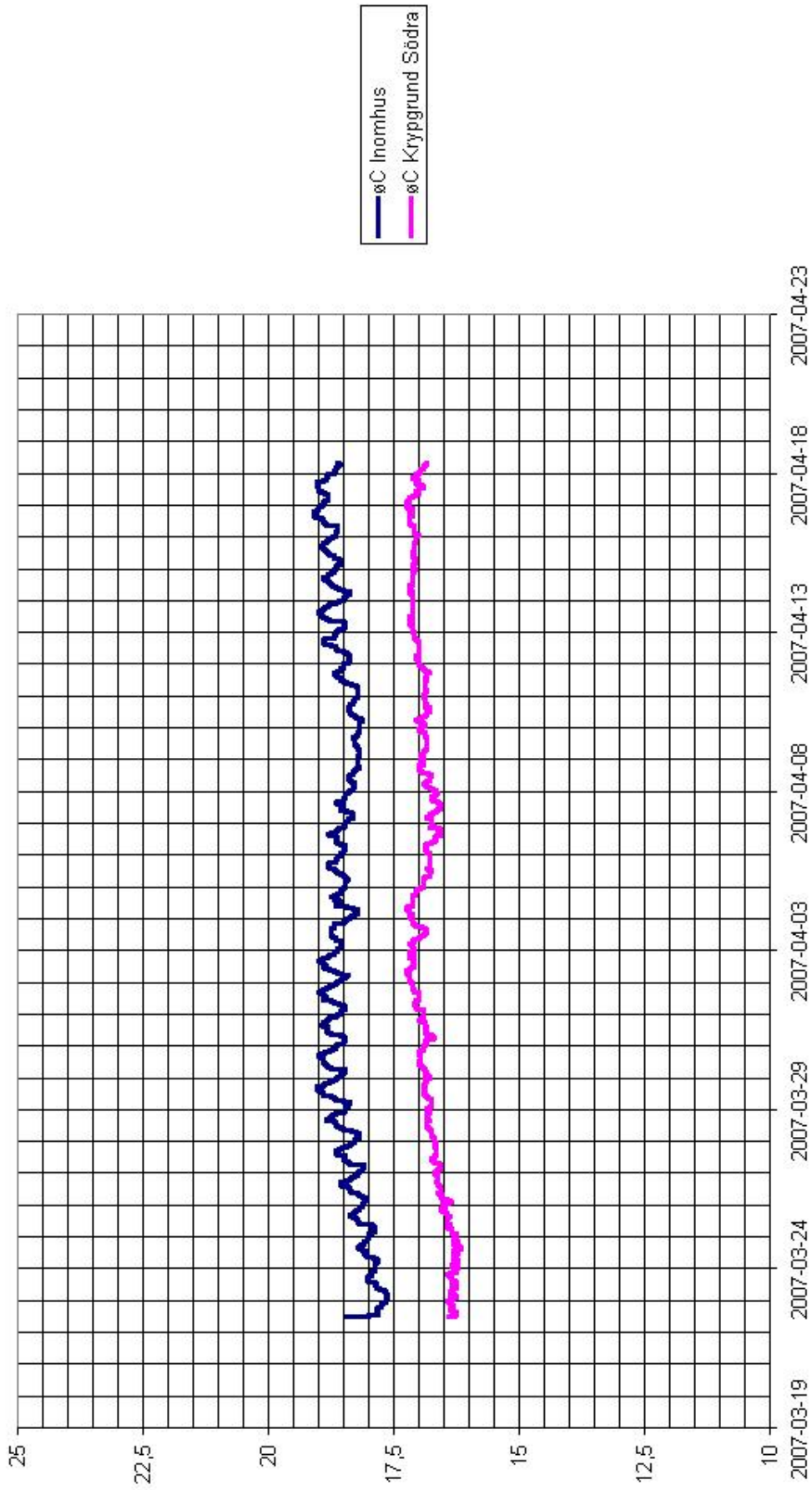
Temperaturmätning Byggnadsdel B



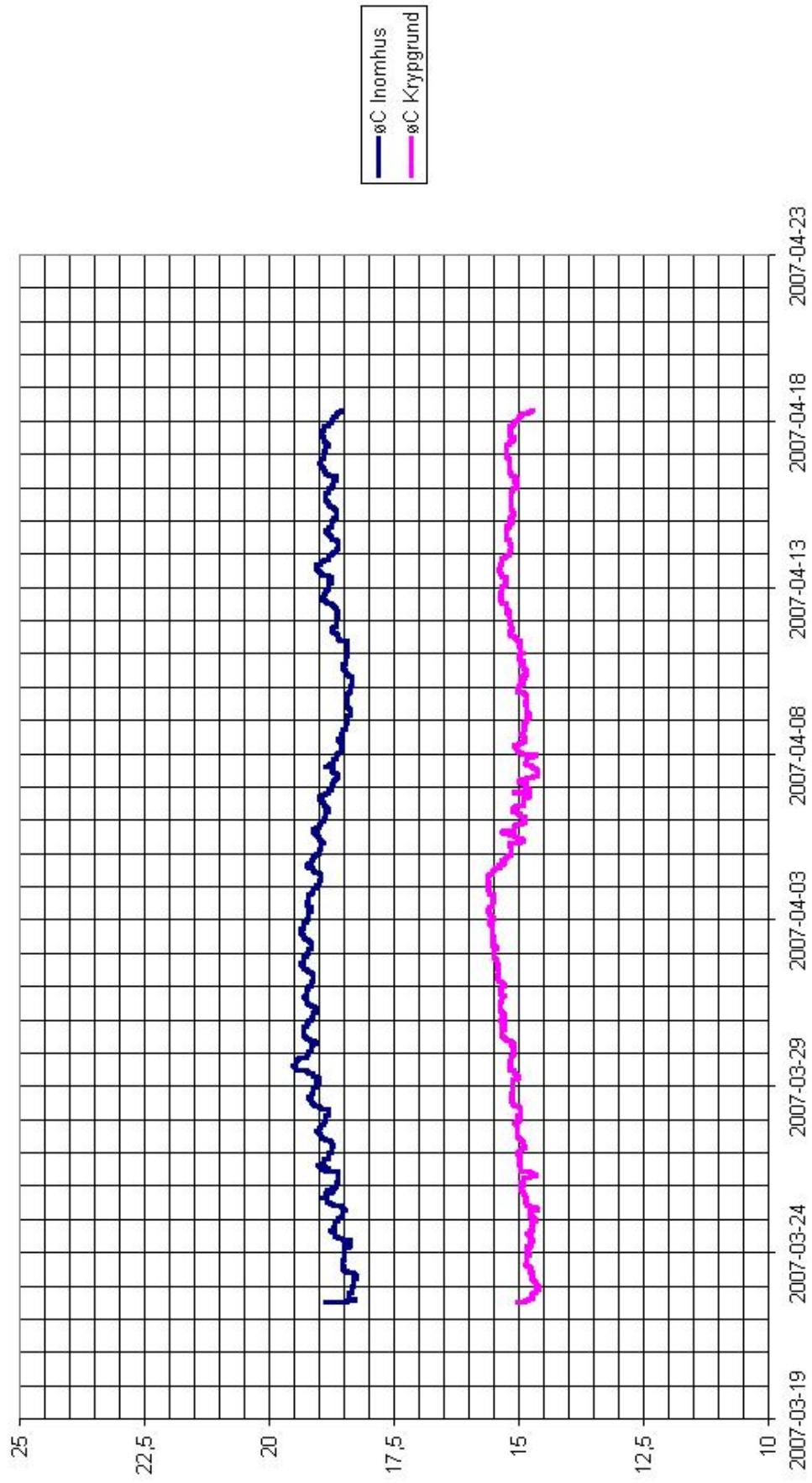
Temperaturmätning Byggnadsdel C:1



Temperaturmätning Byggnadsdel C:2

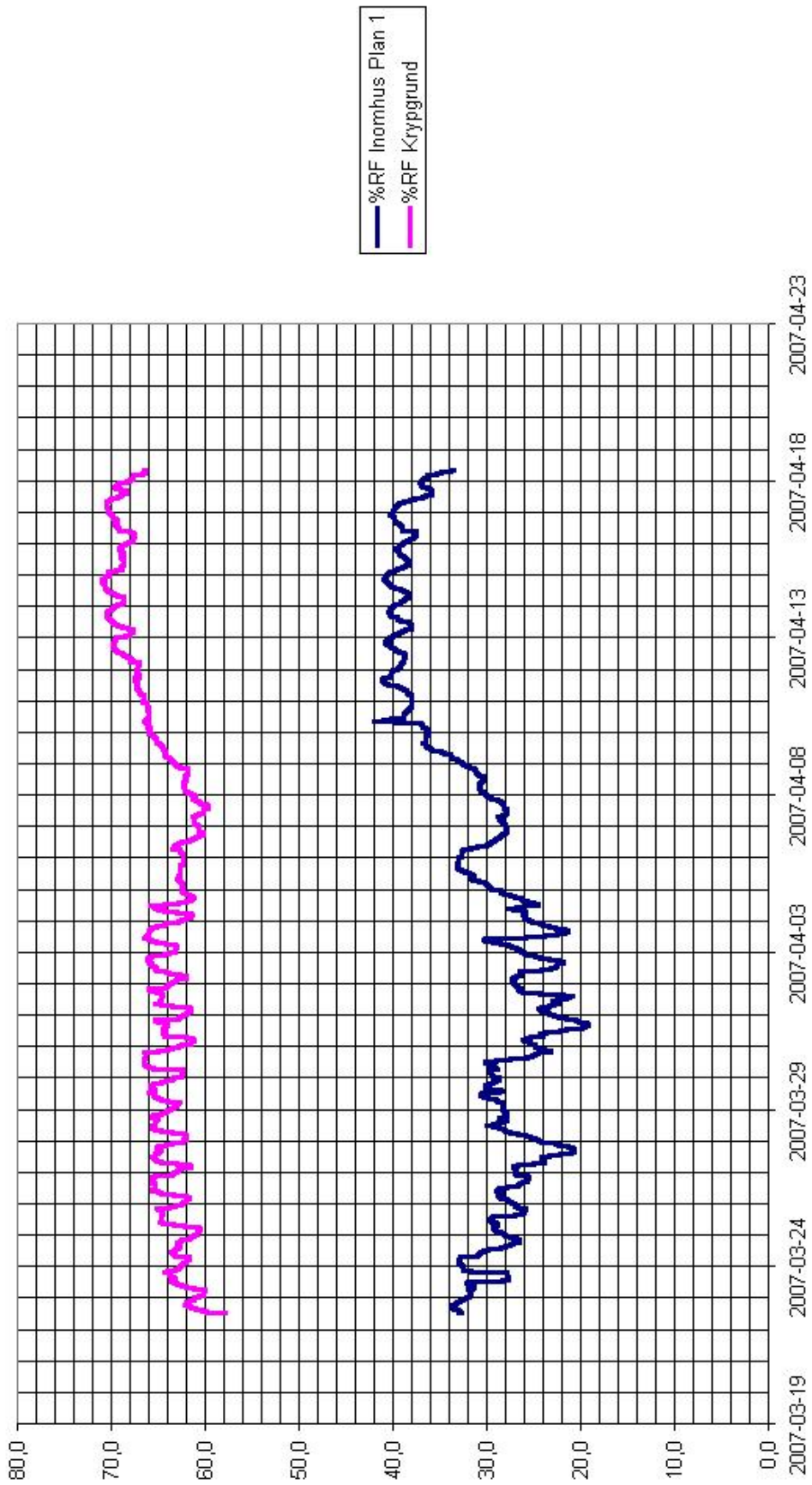


Temperaturmätning Byggnadsdel D

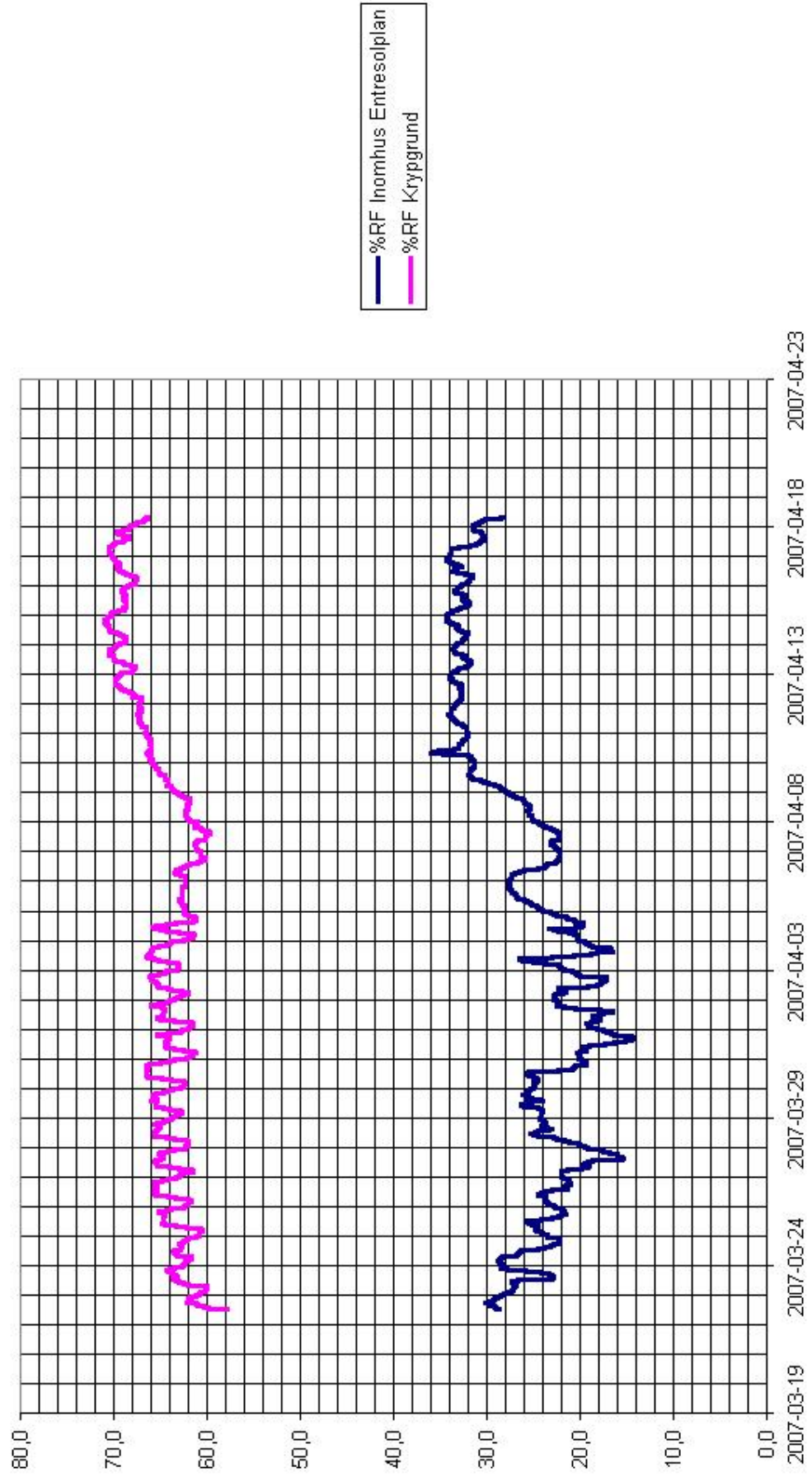


Bilaga 3 Fuktmättningsdiagram

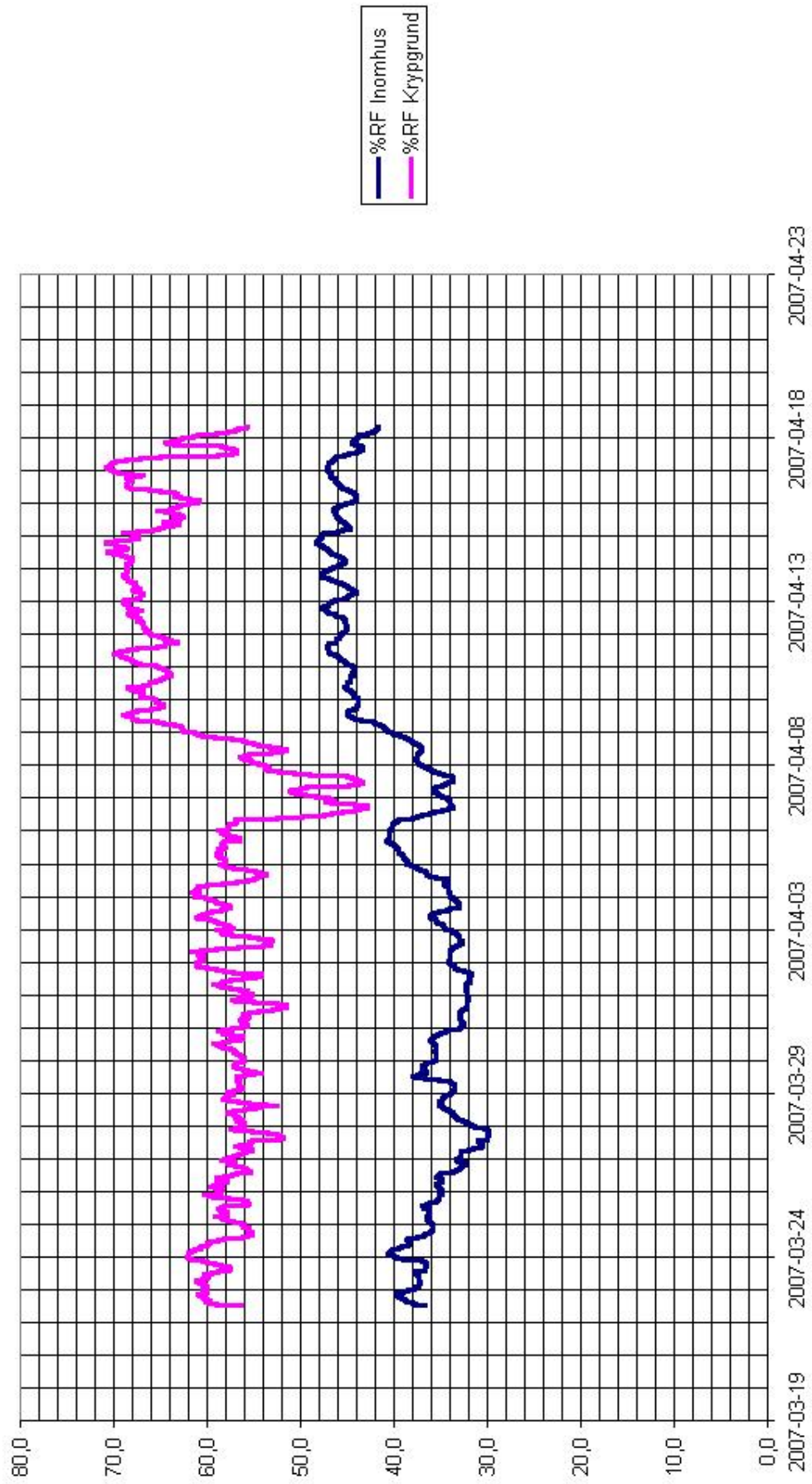
Fuktmätning Byggnadsdel A:1



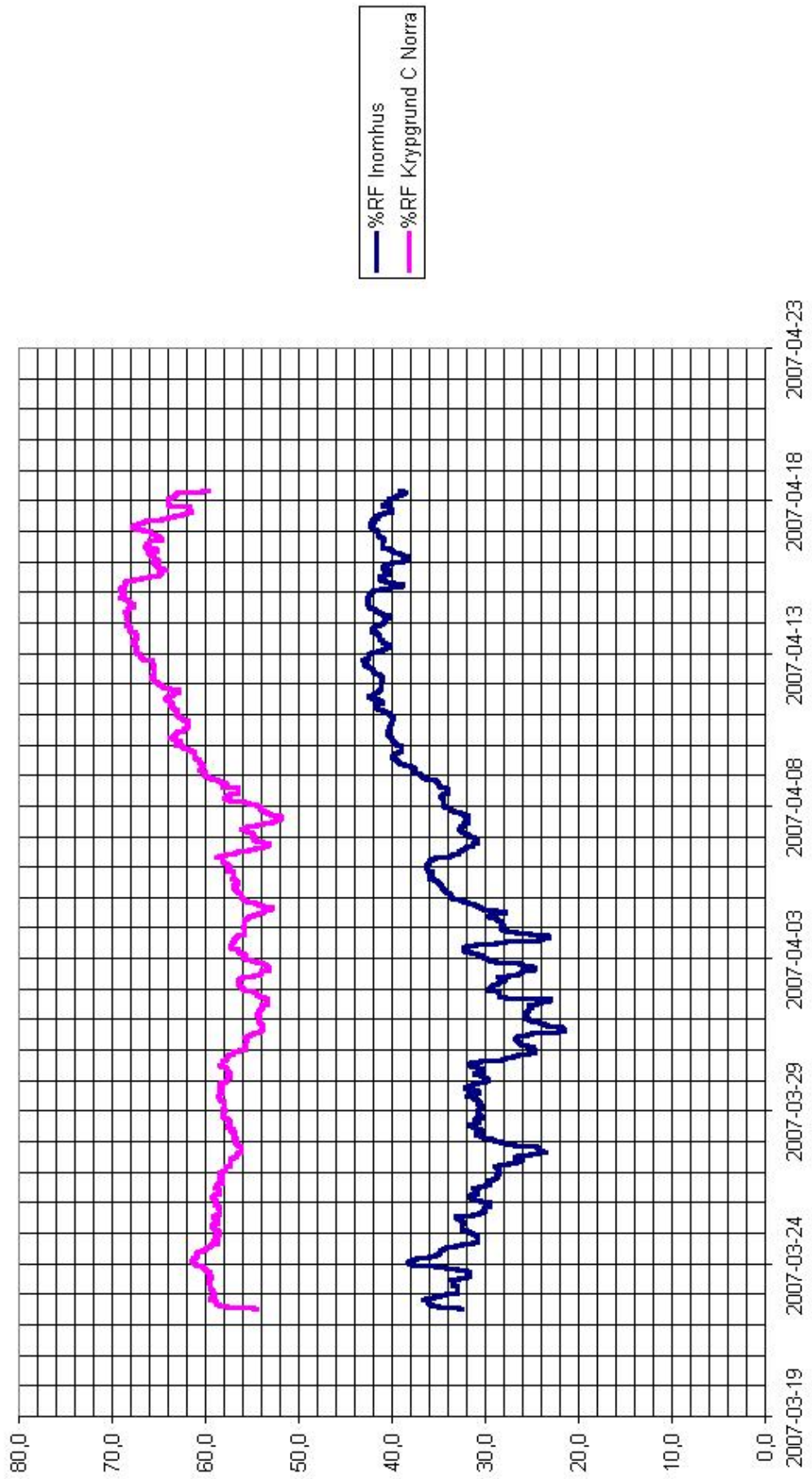
Fuktmätning Byggnadsdel A:2



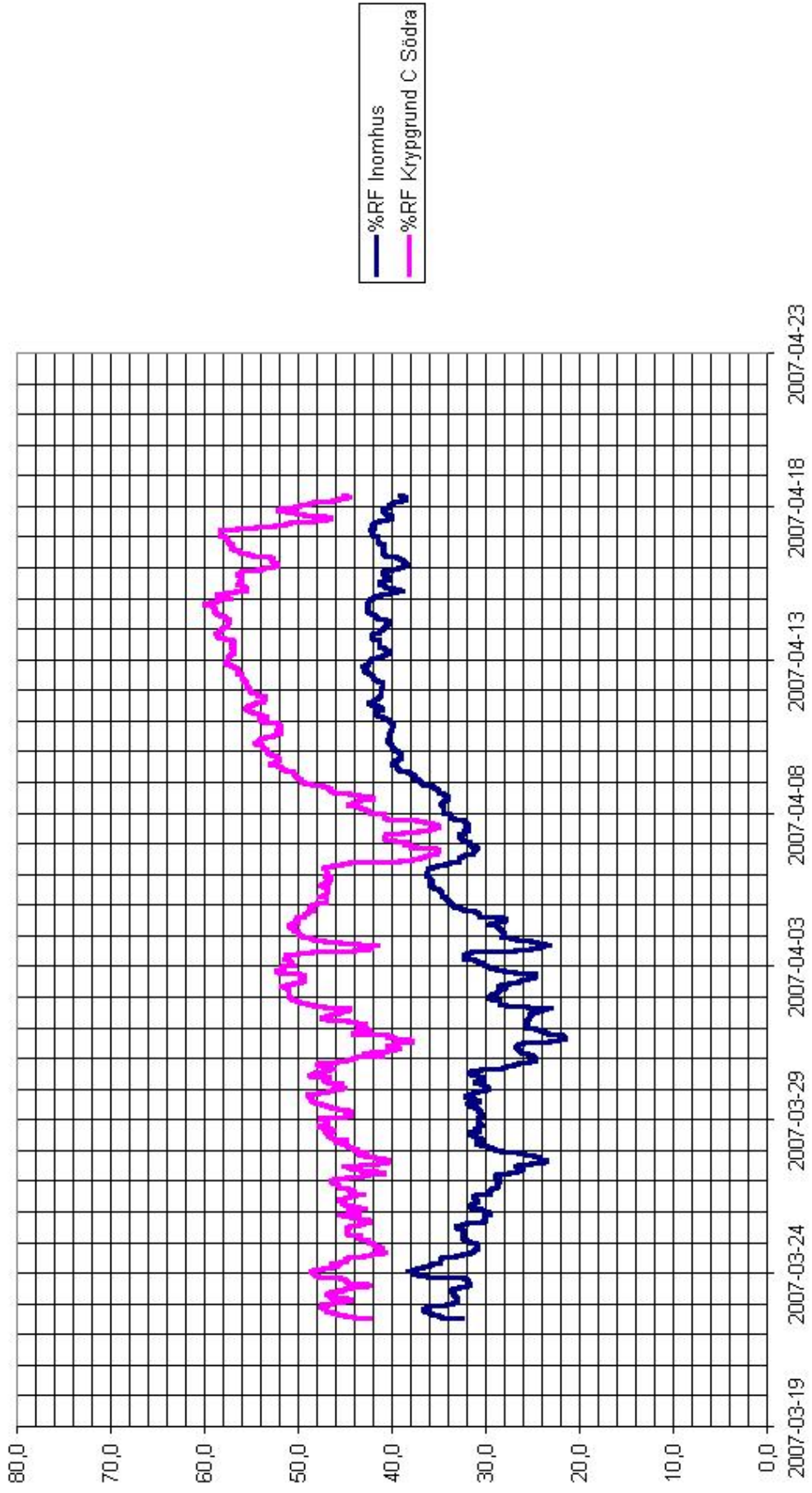
Fuktmätning Byggnadsdel B



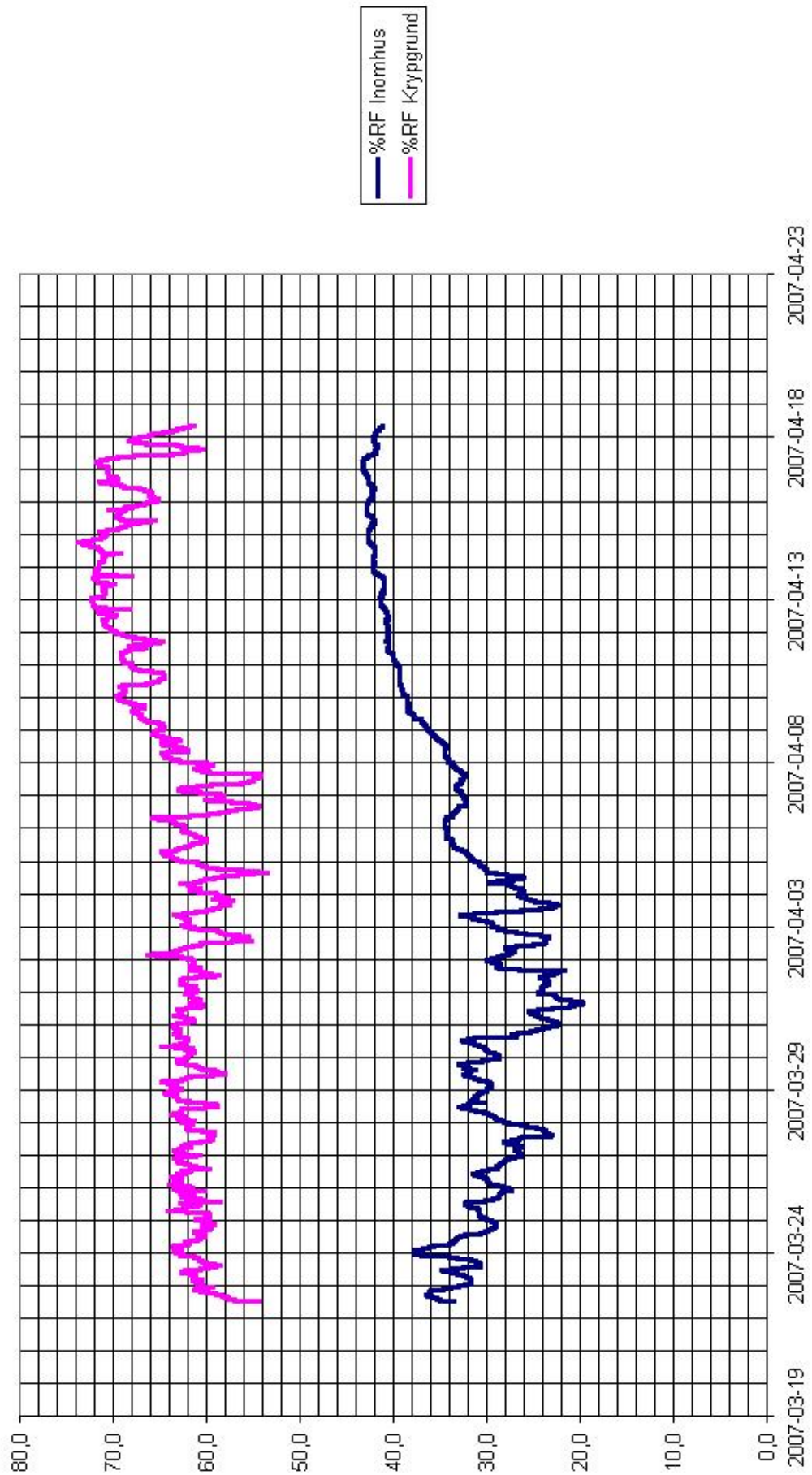
Fuktmätning Byggnadsdel C:1



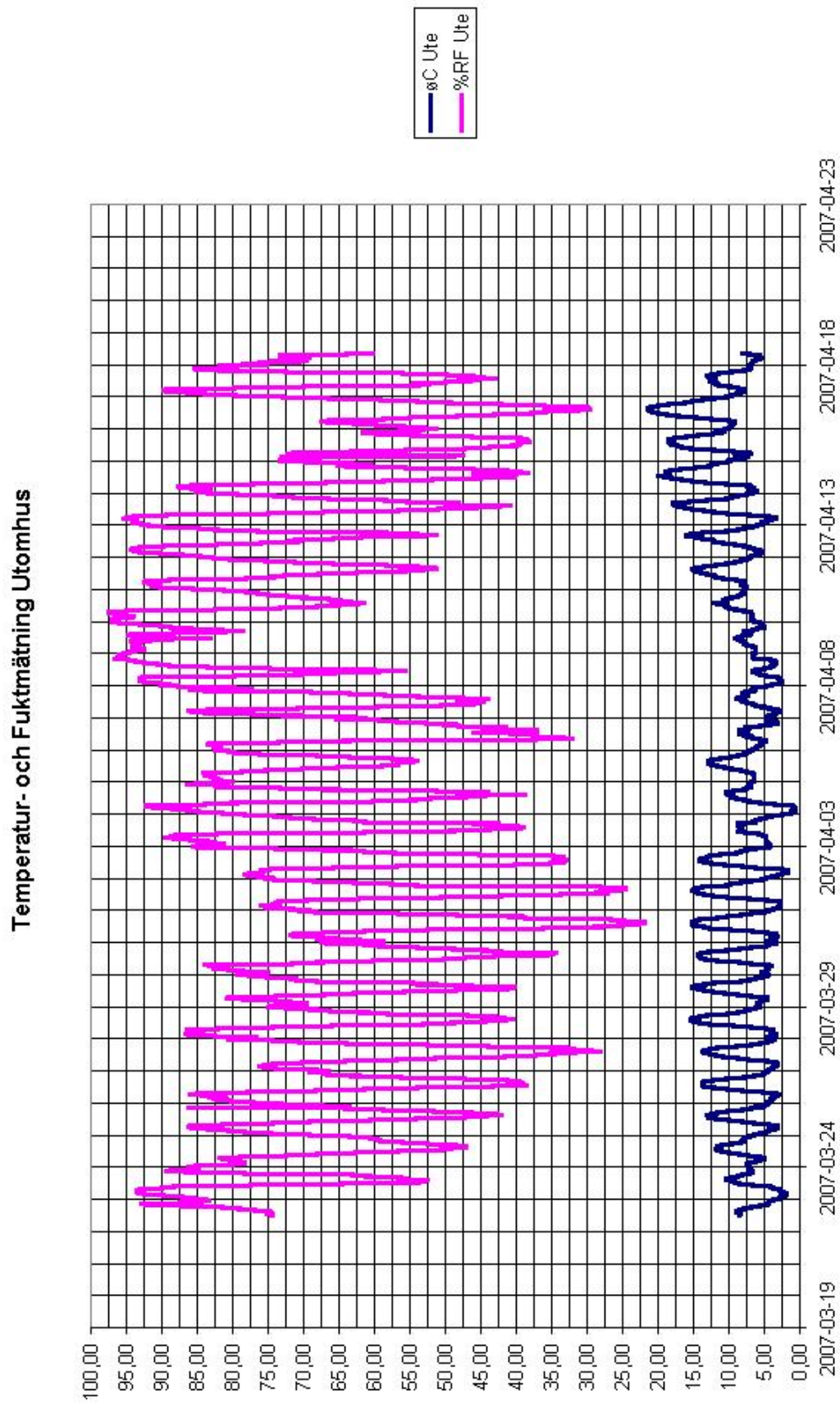
Fuktmätning Byggnadsdel C:2



Fuktmätning Byggnadsdel D



Bilaga 4 Temperatur- och Fuktmätningar Utomhus



Bilaga 5 Formler samt beräkningar till fukttillskott

Formler

$$P_s = 288,68 \cdot (1,098 + T/100)^{8,02}$$

$$V_s = P_s / (461,4 \cdot (T + 273,15)) \cdot 1000$$

$$V(\text{\AA}nghalt) = V_s / (RF/100)$$

$$FT_k(\text{Fukttillskott krypgrund}) = V_k(\text{\AA}nghalt krypgrund) - V_{ute}(\text{\AA}nghalt Ute)$$

$$FT_i(\text{Fukttillskott inomhus}) = V_i(\text{\AA}nghalt inomhus) - V_{ute}$$

Resultat

Krypgrunder:

Del A	v krypgrund medel	v ute medel
	10,21	5,60

Fukttillskott Krypgrund A

$$4,61 \text{ g/m}^3$$

Del B	v krypgrund medel	v ute medel
	7,43	5,60

Fukttillskott Krypgrund B

$$1,83 \text{ g/m}^3$$

Del C norr	v krypgrund medel	v ute medel
	7,80	5,60

Fukttillskott Krypgrund CN

$$2,20 \text{ g/m}^3$$

Del C söder	v krypgrund medel	v ute medel
	6,98	5,60

Fukttillskott Krypgrund CS

$$1,38 \text{ g/m}^3$$

Del D	v krypgrund medel	v ute medel
	8,25	5,60

Fukttillskott Krypgrund D

$$2,65 \text{ g/m}^3$$

Inomhus:

<i>Del A Plan1</i>	v inomhus medel 5,66	v ute medel 5,60
--------------------	-------------------------	---------------------

Fukttillskott Inomhus A Plan 1

0,06 g/m³

<i>Del A Entresolplan</i>	v inomhus medel 4,94	v ute medel 5,60
---------------------------	-------------------------	---------------------

Fukttillskott Inomhus A-Entresol

-0,66g/m³

<i>Del B</i>	v inomhus medel 5,97	v ute medel 5,60
--------------	-------------------------	---------------------

Fukttillskott Inomhus B

0,37 g/m³

<i>Del C</i>	v inomhus medel 5,42	v ute medel 5,60
--------------	-------------------------	---------------------

Fukttillskott Inomhus C

-0,18 g/m³

<i>Del D</i>	v inomhus medel 5,45	v ute medel 5,60
--------------	-------------------------	---------------------

Fukttillskott Inomhus D

-0,15 g/m³

Bilaga 6 Felmarginalsstudie

Felmarginal exempel

Orginalberäkning:

% RF ute	T ute	ps	vs	v ute
75,00	10,00	1229,25	9,41	7,06

% RF krypgrund	T krypgrund	ps	vs	v krypgrund
60,00	15,00	1706,31	12,83	7,70

$$\text{Fukttillskott(FT)} = v \text{ krypgrund} - v \text{ ute} = 0,64 \text{ g/m}^3$$

Felmarginalsberäkning 1:

RF ute får -3% och RF krypgrund får +3%

T ute får -0,5°C och T krypgrund får +0,5°C

% RF ute	T ute	ps	vs	v ute
72,00	9,50	1188,70	9,11	6,56

% RF krypgrund	T krypgrund	ps	vs	v krypgrund
63,00	15,50	1761,91	13,23	8,33

$$\text{Fukttillskott(FT)} = v \text{ krypgrund} - v \text{ ute} = 1,77 \text{ g/m}^3$$

Felmarginalsberäkning 2:

RF ute får +3% och RF krypgrund får -3%

T ute får +0,5°C och T krypgrund får -0,5°C

% RF ute	T ute	ps	vs	v ute
78,00	10,50	1271,00	9,71	7,57

% RF krypgrund	T krypgrund	ps	vs	v krypgrund
57,00	14,50	1652,25	12,45	7,10

$$\text{Fukttillskott(FT)} = v \text{ krypgrund} - v \text{ ute} = -0,48 \text{ g/m}^3$$

Som synes blir resultaten annorlunda om felmarginalerna sätts in med maxvärde och motriktat värde för de olika stadiumen.

Bilaga 7 RF-beräkning

RF-beräkning, rapportens mättningsperiod (07.03.22-07.04.18)
Samtliga beräkningar är gjorda i krypgrund A.

Utomhusventilerad krypgrund

$RF_{medel} = 65\%$ (71,1% maxvärde) (Framtaget av mätningar)

Inomhusventilerad krypgrund

V_{ute} (ånghalt ute)= 5,60 g/m³ (Framtaget medelvärde av mätningar)

$T_{inne} = 22^{\circ}\text{C}$ (antaget värde vid bebodd byggnad)

$T_{krypgrund} = 19^{\circ}\text{C}$ (antaget värde)

Eftersom det antas att det är en bebodd byggnad, antas också ett fukttillskott på 2 g/m³ inomhus

$FT = +2 \text{ g/m}^3$

$V_{inne} = V_{ute} + FT = 5,60 + 2 = 7,60 \text{ g/m}^3$

$V_s(19^{\circ}\text{C})$ (mättnadsånghalt)= 16,30 g/m³ (tabellvärde hämtat från fukthandboken)

$RF = V_{inne}/V_s(19^{\circ}\text{C}) = 7,6/16,30 = 0,466 * 100 = 46,6\%$

RF-beräkning, augustimånad

Samtliga beräkningar är gjorda i krypgrund A.

Utomhusventilerad krypgrund

$V_{ute} = 10,2 \text{ g/m}^3$ (tabellvärde hämtat från fukthandboken för augustimånad i Sturup)

$T_{krypgrund} = 18,4^\circ\text{C}$ (värde från mätningar. Samma värde som under rapportens mättningsperiod, se förklaring kap 5.4.2)

$FT = 4,61 \text{ g/m}^3$ (samma fuktillskott antas i krypgrund A, som vid rapportens mätningstillfälle)

$V_s(18,4^\circ\text{C}) = 15,73 \text{ g/m}^3$ (tabellvärde hämtat från fukthandboken)

$RF = (V_{ute} + FT) / V_s(18,4^\circ\text{C}) = (10,2 + 4,61) / 15,73 = 0,941 * 100 = \mathbf{94,1\%}$

Inomhusventilerad krypgrund

$V_{ute} = 10,2 \text{ g/m}^3$ (tabellvärde hämtat från fukthandboken för augustimånad i Sturup)

$T_{kryp} = 19^\circ\text{C}$ (antaget värde)

Eftersom det antas att det är en bebodd byggnad, antas också ett fuktillskott på 2 g/m^3 inomhus

$FT = +2 \text{ g/m}^3$

$V_s(19^\circ\text{C}) = 16,30 \text{ g/m}^3$ (tabellvärde hämtat från fukthandboken)

$V_{inne} = V_{ute} + FT = 10,2 + 2 = 12,2 \text{ g/m}^3$

$RF = V_{inne} / V_s(19^\circ\text{C}) = 12,2 / 16,30 = 0,748 * 100 = \mathbf{74,8\%}$