



CHALMERS



# Fuktmätning i uteluftsventilerad kryppgrund

Fallstudie av genomförandet för att mäta fuktvariation i grundkonstruktionen

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet Samhällsbyggnadsteknik

CHRISTIAN TÖRNER  
VIKTOR JOHANSSON

INSTITUTIONEN FÖR ARKITEKTUR OCH SAMHÄLLSBYGGNADSTEKNIK



EXAMENSARBETE ACEX20

# Fuktmätning i uteluftsventilerad krypgrund

Fallstudie av genomförandet för att mäta fuktvariation i grundkonstruktionen

*Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet*

*Samhällsbyggnadsteknik*

CHRISTIAN TÖRNER

VIKTOR JOHANSSON

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik

Avdelningen för Byggnadsteknologi

Byggnadsfysikalisk modellering

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, 2023

Fuktmätning i uteluftsventilerad krypgrund  
Fallstudie av genomförandet för att mäta fuktvariation i grundkonstruktionen  
*Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet*  
*Samhällsbyggnadsteknik*

CHRISTIAN TÖRNER  
VIKTOR JOHANSSON

© CHRISTIAN TÖRNER, VIKTOR JOHANSSON, 2023

Examensarbete ACEX20  
Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik  
Chalmers tekniska högskola 2023

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik  
Avdelningen för Byggnadsteknologi  
Byggnadsfysikalisk modellering  
Chalmers tekniska högskola  
412 96 Göteborg  
Telefon: 031-772 10 00

Examinator:  
Bijan Adl-Zarrabi

Omslag:  
Bild inifrån uteluftsventilerad krypgrund.

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik  
Göteborg 2023

Fuktmätning i uteluftsventilerad kryppgrund

Fallstudie av genomförandet för att mäta fuktvariation i grundkonstruktionen

*Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet*

*Samhällsbyggnadsteknik*

CHRISTIAN TÖRNER

VIKTOR JOHANSSON

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik

Avdelningen för Byggnadsteknologi

Byggnadsfysikalisk modellering

Chalmers tekniska högskola

## **SAMMANFATTNING**

Uteluftsventilerad kryppgrund klassas som en riskkonstruktion vilket innebär förhöjd risk för fuktrelaterade skador. En tredjedel av Sveriges småhus är uppförda på kryppgrund eller den äldre varianten torpargrund. Enligt statistik kan över 40% av dessa grunder vara drabbade av fuktrelaterade skador.

Arbetet syftar till att redogöra för om lufttemperatur, relativ luftfuktighet och fuktkvot i material varierar med position i uteluftsventilerad kryppgrund. Studien utreder även om de framtida klimatförändringarna kommer att påverka positionen för fuktrelaterade skador i grundkonstruktionen. Utifrån resultatet av dessa frågeställningar har sedan ett underlag tagits fram för var i grunden egenkontroll och fuktmätningar bör utföras.

En kombination av kvalitativa och kvantitativa metoder har använts. En inledande litteraturstudie genomfördes för att beskriva utformning av uteluftsventilerad kryppgrund och varför grundkonstruktionen har förhöjd risk för fuktrelaterade skador. En intervjustudie har utförts med två sakkunniga respondenter som båda har stor erfarenhet kring fuktutredningar i byggnader och grundkonstruktioner. Dessutom har en fältstudie genomförts på en uteluftsventilerad kryppgrund i Steninge, Hallands län. Observationer och mätningar av relativ luftfuktighet, lufttemperatur och fuktkvot i material genomfördes under en tioveckorsperiod våren 2023.

Resultat från intervju- och fältstudie bekräftar till stor del varandra och visar förhöjda fukttillstånd i material och luft som angränsar omslutande grundmur. Extra utsatt är positioner i närhet av grundmurens norrsida och ventilationsventiler för utomhusluft. Dessutom konstateras ett tydligt samband mellan visuellt synliga avvikelser och förhöjt fukttillstånd.

Egenkontroll av uteluftsventilerad kryppgrund skall inledas med en enklare okulär kontroll. Fuktmätning och kompletterande kontroll skall genomföras för områden som uppvisar synliga fuktrelaterade avvikelser samt områden som angränsar omslutande grundmur och då särskilt områden nära ventilationsventiler och grundens norrsida.

Nyckelord: Uteluftsventilerad kryppgrund, fukt, fuktkvot, relativ luftfuktighet, fuktmätning, fuktskador

Moisture measurement in vented crawl space

Case study of the implementation to measure moisture variation in the foundation

*Degree Project in the Engineering Programme  
Civil and Environmental Engineering*

CHRISTIAN TÖRNER

VIKTOR JOHANSSON

Department of Architecture and Civil Engineering  
Division of Division Building Technology  
Building Physics Modelling  
Chalmers University of Technology

## **ABSTRACT**

The vented crawl space is classified as a risk construction, which means it has an increased risk of moisture-related damage. A third of Sweden's single-family houses are built on top of a crawl space. According to statistics, over 40% of these foundations can be affected by moisture-related damage.

The work aims to account for whether air temperature, relative humidity, and moisture ratio in materials vary with position in a vented crawl space. Also, to determine if future climate changes will affect where moisture-related damage appears in the foundation. Based on this, a basis has been developed for where in the foundation self-control and moisture measurements should be carried out.

A combination of qualitative and quantitative methods has been used. An initial literature study was carried out to describe the design of the vented crawl space and why the foundation has an increased risk of moisture-related damage. An interview study has also been carried out with two experts who both have a lot of experience with moisture investigations both in buildings and foundations. In addition, a field study has been executed on a vented crawl space in Steninge, Halland County. Observations and measurements of relative humidity, air temperature, and moisture ratio in materials were performed over ten weeks during the spring of 2023.

Results from interviews and field studies largely confirm each other and show increased moisture conditions in materials and air adjacent to the enclosing foundation wall. Positions near the north side of the foundation wall and ventilation openings for outside air are extra exposed. In addition, a clear connection is established between visible deviations and elevated moisture conditions.

Self-inspection of vented crawl spaces shall begin with a visual check. Moisture measurement and additional control shall be carried out for areas that show visible moisture-related deviations as well as areas near the enclosing foundation wall, and in particular areas near ventilation openings and the north side of the foundation.

Key words: Vented crawl space, moisture, moisture ratio, relative humidity, moisture measurement, moisture damage.

# Innehåll

SAMMANFATTNING	I
ABSTRACT	II
INNEHÅLL	III
BETECKNINGAR	VI
1 INLEDNING	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Syfte	1
1.3 Frågeställning	1
1.4 Metod	2
1.5 Avgränsningar	2
1.6 Målgrupp	2
1.7 Rapportens disposition	2
2 FUKT	3
2.1 Fukt i luft	3
2.2 Fukt i material	3
2.3 Fuktjämvikt	3
2.4 Fukttransport	4
2.4.1 Diffusion	4
2.4.2 Konvektion	4
2.4.3 Kapillärsugning	4
2.5 Lagar, föreskrifter och allmänna råd gällande fukt	5
2.6 Fukttillstånd	5
2.7 Fuktskador	5
2.8 Fuktmätare	6
2.8.1 Protimeter Digital Mini	6
2.8.2 BES Bollmann Combo 100	6
2.8.3 Testo 174H	7
2.8.4 Celsicom TH601A	8
3 KRYPGRUND	9
3.1 Torpargrund	9
3.2 Uteluftsventilerad krypgrund	9
3.2.1 Fuktkällor i uteluftsventilerad krypgrund	10
3.2.2 Fuktskador i uteluftsventilerad krypgrund	11
3.2.3 Det framtida klimatet och uteluftsventilerad krypgrund	12

4	INTERVJUSTUDIE	13
4.1	Intervjutyp	13
4.2	Intervjuobjekt	13
4.3	Intervjustruktur	13
5	FÄLTSTUDIE	14
5.1	Allmän beskrivning av mätobjekt	14
5.2	Mätobjektets uteluftsventilerade krypgrund	15
5.2.1	Markförhållande	16
5.2.2	Grundmur, plintar och bärlina	17
5.2.3	Bjälklag och blindbotten	17
5.2.4	Rörledningar och övrigt innehåll	18
5.2.5	Ventilation	18
5.3	Metod för utförande av fältstudie	19
5.3.1	Okulär kontroll	19
5.3.2	Fuktkvotsmätning	20
5.3.3	Mätning av lufttemperatur och relativ luftfuktighet	21
6	RESULTAT	23
6.1	Intervjustudie	23
6.2	Fältstudie	24
6.2.1	Okulär kontroll	24
6.2.2	Fuktkvotsmätning	25
6.2.3	Mätning av lufttemperatur och relativ luftfuktighet	29
7	DISKUSSION	30
7.1	Resultatdiskussion	30
7.2	Metoddiskussion	32
8	SLUTSATS	34
9	REFERENSER	35
10	BILAGOR	37
	Bilaga A Intervjufrågor	37
	Bilaga B Observationslista	38
	Bilaga C Mätpunkter	42
	Bilaga D Mätvärden fuktkvot	46
	Bilaga E Mätvärden lufttemperatur och relativ luftfuktighet	49

## Förord

Detta examensarbete utgör det avslutande och mest omfattande momentet av högskoleingenjörsutbildningen inom samhällsbyggnadsteknik. Arbetet utfördes under vårterminen 2023, omfattar 15 högskolepoäng och skrevs för avdelningen för byggnadsteknologi på Chalmers tekniska högskola.

Vi vill passa på att tacka alla de människor som på något sätt varit med och bidragit till detta examensarbete. Ett extra stort tack vill vi rikta till Pär Johansson och Sverker Henning. Pär Johansson som varit vår handledare från Chalmers har varit en stöttepelare genom hela arbetet och har bland annat försett oss med relevant mätutrustning och lämnat värdefulla synpunkter på arbetet. Utan initiativtagaren Sverker Hennings engagemang och intresse hade detta examensarbete aldrig varit genomförbart. Vi vill även passa på att tacka för den gästfrihet Sverker och hans familj uppvisade i samband med utförd fältstudie. Alingsås Byggkonsult och Anticimex skall också ha ett stort tack för deras medverkan i detta arbete.

Alla illustrationer, bilder och figurer i rapporten är författarnas egna om inget annat anges.

Göteborg maj 2023  
Christian Törner  
Viktor Johansson

## Beteckningar

$RF$	Relativ luftfuktighet [–]
$U$	Fuktkvot [–]
$v$	Ånghalt [ $\text{kg}/\text{m}^3$ ]
$v_m$	Mättnadsånghalt [ $\text{kg}/\text{m}^3$ ]
$w$	Fukthalt [ $\text{kg}/\text{m}^3$ ]
$\rho$	Torrdensitet [ $\text{kg}/\text{m}^3$ ]

# 1 Inledning

## 1.1 Bakgrund

Fukt är den enskilt vanligaste orsaken till fel, brister och skador på den byggda miljön i Sverige (Boverket, 2018). Enligt Boverket (2020) återfinns idag fuktrelaterade skador på åtminstone tre av tio svenska hem. För småhusägare med grundkonstruktionen uteluftsventilerad kryppgrund är risken för fukt- och mögelskador ännu större. Anticimex (2020) redogör för att 43% av kryppgrundshus undersökta av deras besiktningstekniker hade såpass allvarliga fukt- och eller mögelskador på kryppgrunden att åtgärd var direkt nödvändig. Av Sveriges befintliga småhus uppskattas cirka en tredjedel vara uppförda på en uteluftsventilerad kryppgrund eller den äldre varianten torpargrund (Anticimex, 2020). Detta innebär att över 300 000 svenska småhus kan vara drabbade av omfattande fukt- och eller mögelskador.

Fuktrelaterade skador i grundkonstruktionen uteluftsventilerad kryppgrund är likt många andra problem och skador lättare och billigare att åtgärda ju tidigare de upptäcks. Det mest gynnsamma är givetvis att hålla ett sådant klimat i kryppgrunden att uppkomsten av fuktrelaterade skador förebyggs. Fuktförhållandena i en uteluftsventilerad kryppgrund bör således mätas och utvärderas löpande oaktat grundkonstruktionens status för tillfället. I nuläget finns klara riktlinjer för gränsvärden som inte skall överträdas. Information gällande vart någonstans i grunden risken för överträdelse är som störst saknas dock.

## 1.2 Syfte

Syftet med denna studie är att illustrera hur och om risken för fuktrelaterade skador varierar med position i uteluftsventilerad kryppgrund. Genom att klarlägga det skapas ett underlag för vart i grundkonstruktionen egenkontroll och fuktmätningar bör utföras.

## 1.3 Frågeställning

Studien har flera olika frågeställningar som alla kopplar till hur och om risken för fuktrelaterade skador varierar med position i uteluftsventilerad kryppgrund.

- Varierar värdet för lufttemperatur, relativ luftfuktighet och fuktkvot i material beroende på position i grundkonstruktionen uteluftsventilerad kryppgrund?
- Är variationen för lufttemperatur, relativ luftfuktighet respektive fuktkvot i material så betydande att den bör tas i beaktande vid egenkontroll av uteluftsventilerad kryppgrund. Vart bör fuktmätningar utföras?
- Kommer framtida klimatförändringar påverka positionen för fuktrelaterade skador i uteluftsventilerad kryppgrund?

## 1.4 Metod

Arbetet inleddes med litteraturstudier för att kunna beskriva hur grundkonstruktionen uteluftsventilerad kryppgrund är uppbyggd samt varför fukt- och mögelskador är vanligt förekommande. Genom inläsning av befintlig litteratur i form av myndighetsrapporter, standarder, tekniska rapporter och vetenskapliga artiklar kunde ett syfte för studien sedermera formuleras och preciseras.

En fältstudie genomfördes i en uteluftsventilerad kryppgrund i Steninge, en tätort strax norr om Halmstad i Hallands län. Platsbesök med tillhörande okulär kontroll och fuktmätning genomfördes vid fyra tillfällen under en tioveckorsperiod våren 2023. Mätvärden från fältstudien samlades in och analyserades för att bedöma hur eventuella risker för fuktrelaterade skador varierar med position i grundkonstruktionen.

I kombination med fältstudie genomfördes även en intervjustudie med sakkunniga aktörer inom området. Vid intervjuer diskuterades uppkomsten av och speciellt positionen för fuktrelaterade skador i uteluftsventilerad kryppgrund.

## 1.5 Avgränsningar

Arbetet har endast undersökt fuktförhållande i uteluftsventilerad kryppgrund och är begränsat till att precisera hur, varför och om fuktförhållanden i grundkonstruktionen varierar med position. Eventuella åtgärder gentemot ogynnsamma fuktförhållande i uteluftsventilerad kryppgrund är inte inkluderat i arbetet.

Arbetets fältstudie inkluderade enbart en grundkonstruktion och således enbart ett specifikt inne- och uteklimat. Resultatet av fältstudien kan således inte utan utvärdering och anpassning användas som en generell regel då utformning och klimat varierar mellan olika uteluftsventilerade kryppgrunder. Fältstudien utfördes under en begränsad tidsperiod våren 2023. Fuktmätningar bör utföras under en längre tidsperiod, i och med uteklimatets stora variationer över året och även från år till år.

## 1.6 Målgrupp

Arbetet anses vara av intresse för husägare med uteluftsventilerad kryppgrund, speciellt västsvenska villaägare bosatta i kustnära klimat. Arbetet vänder sig också till kommande studenter och forskare då resultatet från detta arbete är tänkt att fungera som en grund för framtida studier och forskning som kopplar till fuktrelaterade skador på uteluftsventilerad kryppgrund.

## 1.7 Rapportens disposition

Kapitel två och tre utgör teoretisk bakgrund för arbetet och förser läsaren med nödvändig bakgrundsinformation. Kapitel fyra och fem behandlar förutsättningar och utförande av intervjustudie och fältstudie. Arbetets erhållna resultat presenteras i kapitel sex och kapitel sju utgör resultat- och metoddiskussion. I rapportens avslutande kapitel, kapitel åtta presenteras arbetets slutsatser.

## 2 Fukt

Inom ämnesområdet byggnadsteknologi avser benämningen fukt typiskt mängd vattenånga i luften eller mängd vatten bundet i ett byggnadsmaterial. För höga fuktnivåer kan leda till ett hälsofarligt inomhusklimat och minskad beständighet för byggnadsmaterial.

### 2.1 Fukt i luft

Den maximala mängd vattenånga som luften kan hålla utan att kondens uppstår kallas mätnadsånghalt och varierar med temperatur. Varmare luft har högre mätnadsånghalt jämfört med kallare luft. Förhållandet mellan luftens aktuella fuktinnehåll ( $v$ ) och den maximala mängd vattenånga som luften kan innehålla vid en viss temperatur ( $v_m$ ) benämns relativ luftfuktighet ( $RF$ ) och beskrivs enligt ekvation 2.1.

$$RF = v/v_m \quad [-] \quad (2.1)$$

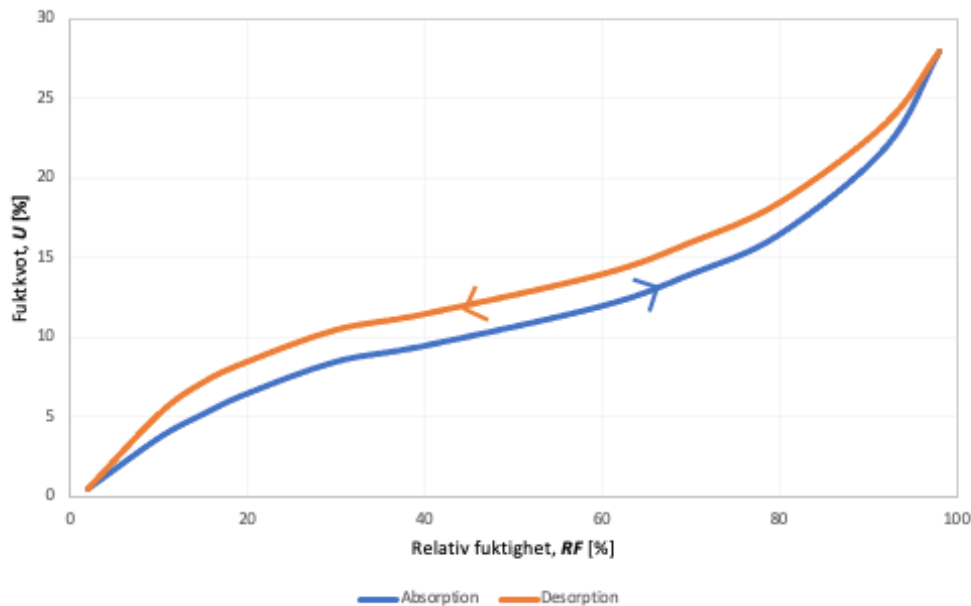
### 2.2 Fukt i material

Olika material har olika kapacitet och förmåga att lagra fukt och således skiljer sig fuktinnehållet mellan olika material. Fuktinnehållet är dessutom direkt beroende av det omgivande klimatets fuktförhållande (Samuelsson & Skretting, 2005). Fuktinnehållet i ett material redovisas ofta som förhållandet mellan andelen förångningsbart vatten i materialet ( $w$ ) och materialets torrsvikt ( $\rho$ ). Förhållandet benämns som fuktkvot ( $U$ ) och beskrivs enligt ekvation 2.2.

$$U = w/\rho \quad [-] \quad (2.2)$$

### 2.3 Fuktjämvikt

Som redan nämnts anpassar sig fuktinnehåll i material efter omgivningens fuktförhållande (Träguiden, 2017). När fuktinnehållet i omkringliggande luft ökar kommer fuktkvoten i materialet att öka och vice versa. Sambandet varierar dessutom något med temperatur, men för relevant temperaturområde för byggnadsmaterial är temperaturberoendet relativt litet (Nevander & Elmarsson, 1994). Sambandet mellan omgivningens fuktinnehåll och materialets fuktförhållande kan beskrivas med hjälp av sorptionskurvor, se Figur 2.3.



Figur 2.3 Sorptionskurvor för furu vid temperatur 20°C (Träguiden 2017).

Sorptionskurvornas utseende varierar beroende på material. Sambandet förändras dessutom till följd av hysteres vilket leder till att sorptionskurvan får olika utseende vid fuktupptagning (absorption) respektive fuktavgivning (desorption). Absorptionskurvan kommer ligga under desorptionskurvan, se Figur 2.3 (Träguiden, 2017).

## 2.4 Fukttransport

Vid fukttransport precis som vid andra fysikaliska transportmekanismer krävs en skillnad i potential (Petersson, 2018). Potentialskillnaden kan vara över fukthalt, temperatur, lufttryck, ånghalt eller ångtryck. Diffusion, konvektion och kapillärsugning utgör de tre olika transportsätten för fukttransport. Olika typer av fukttransport kan ske parallellt (Petersson, 2018).

### 2.4.1 Diffusion

Drivkraft för diffusion är skillnad i ånghalt. Fukt transporteras med luften från områden med hög ånghalt till områden med lägre ånghalt fram till dess att jämviktstillstånd uppnås.

### 2.4.2 Konvektion

Skillnad i lufttryck utgör drivkraft för transportsättet konvektion. Vattenånga transporteras med luft från områden med högt lufttryck till områden med lägre. Drivkraften bakom lufttryckskillnader kan vara termisk eller mekanisk.

### 2.4.3 Kapillärsugning

Kapillärsugningens drivkraft är skillnad i fukthalt. I kapillärsugande porssystem transporteras vatten från områden med högre fukthalt mot områden med lägre

fukthalt. För att kapillärsugning ska kunna uppstå krävs ett poröst material och tillgång till en fri vattenyta.

## 2.5 Lagar, föreskrifter och allmänna råd gällande fukt

Enligt Plan- och Bygglagen kap. 8 § 4 (SFS 2010:900) ska ett byggnadsverk vara utrustat med de tekniska egenskaper som är väsentliga i fråga om skydd med hänsyn till hälsa, hygien och miljö. Vidare anger Boverkets Byggregler kap. 6:5 (BFS 2011:6) föreskrifter och allmänna råd gällande fukt i byggnadsverk. Föreskriften gör gällande att ”Byggnader ska utformas så att fukt inte orsakar skador, lukt eller mikrobiell växt som kan påverka hygien eller hälsa”.

## 2.6 Fukttillstånd

Fukttillstånd definieras som grad av fuktförhållande i ett material eller i luft (kap. 6:5 (BFS 2011:6)). Fukttillståndet kan bland annat redogöras för som fuktkvot i material eller relativ luftfuktighet.

Den nivå då materials avsedda funktion och egenskaper inte längre uppfylls benämns som kritiskt fukttillstånd. Vid mikrobiell påväxt anses kritiskt fukttillstånd vara uppnått då tillväxt uppstår (kap. 6:5 (BFS 2011:6)). I Tabell 2.6.1 redovisas kritiska fukttillstånd för några typiska byggnadsmaterial (Ekstrand-Tobin, m.fl., 2005). För att undvika att kritiskt fukttillstånd överskrids används benämningen högsta tillåtna fukttillstånd. Vid bestämmande av högsta tillåtna fukttillstånd för ett material ska kritiskt fukttillstånd användas korrigerat för mätmetod, beräkningsmodell och ingångsparameterar. Saknas värde för kritisk fukttillstånd ska en relativ fuktighet i omgivande luft motsvarande 75% nyttjas som kritiskt fukttillstånd (kap. 6:5 (BFS 2011:6)).

Tabell 2.6.1 Kritiskt fukttillstånd för typiska byggnadsmaterial.

Byggnadsmaterial	Kritiskt fukttillstånd [% RF]	Kritiskt fukttillstånd [% U]
Trä och träbaserade material	75–80	16–17
Gipsskivor med papp	80–85	-
Cellplastisolering (EPS)	90–95	-
Betong	90–95	-
Mineralullisolering	90–95	-

## 2.7 Fuktskador

I avsnitt 1.1 kan man läsa om att fukt är den enskilt vanligaste orsaken till fel och brister på den bebyggda miljön. Av alla skador på byggnader kan mer än 80% klassas som fuktskador (Sandin, 2010). Många fuktrelaterade skador är synliga som exempelvis läckage, fuktfläckar, rötskadade reglar, vittring och saltutfällning. Dock kan de skador som inte syns vara av lika allvarlig eller till och med allvarligare karaktär. Exempel på fuktskador som kan vara svåra att upptäcka är emissioner av farliga ämnen och osynliga mögelangrepp (Sandin, 2010). Spridning av emissioner och mögel kan ge upphov till svår doft och allvarliga allergiproblem (Sandin, 2010).

Utöver problem med doft och allergier kan fuktskador även förändra ett materials egenskaper. Det kan röra sig om dimensionsförändringar, förändrade värmeisolerings egenskaper och minskad hållfasthet (Sandin, 2010).

## 2.8 Fuktmätare

Fuktmätare används för att mäta fukttillstånd i luft och material. Nedan presenteras de fyra olika mätinstrumenten som använts i detta arbete. För mer tillförlitliga mätvärden har två olika mätinstrument för uppmätning av fuktkvot i material respektive relativ luftfuktighet och lufttemperatur använts. Dessutom fanns ett begränsat antal mätinstrument av varje sort.

### 2.8.1 Protimeter Digital Mini

Protimeter Digital Mini är en fuktmätare som mäter ytfuktkvot och fuktkvot i trä eller träbaserade material. Mätinstrumentet är försett med två stift med längden 10 mm vardera som trycks in i materialet, se Figur 2.8.1.



Figur 2.8.1 Protimeter Digital Mini

Fuktkvoten mäts indirekt genom att mäta den resistans som trämaterialiet ger upphov till när en svag elektrisk ström sänds från det ena stiftet genom materialet till det andra. Protimeter Digital Mini anger fuktkvotsvärden med steg om 0,1 procentenheter i intervallet 8 – 28% och har en mät noggrannhet på  $\pm 1\%$  (Verus instruments LTD, 2014). Mätvärdet avläses i direkt anslutning till mätning via displayen på mätinstrumentet. Protimeter Digital Mini är kalibrerad för skandinavisk tall (Verus instruments LTD, 2014).

### 2.8.2 BES Bollmann Combo 100

Bes Bollmann Combo 100 är en välutrustad fuktkvotsmätare som mäter fuktkvot i trä eller träbaserade material. Instrumentet är utrustad med en hammarelektrod med två tillhörande isolerade stift med längden 50 mm vardera som slås in i materialet.

Fuktkvoten mäts även här indirekt genom att mäta den resistans som trämaterialiet ger upphov till när en svag elektrisk ström sänds från det ena stiftet genom materialet till det andra. Mätvärdet avläses i direkt anslutning till mätning via displayen på den handhållna dosan som kopplar till hammarelektroden, se Figur 2.8.2.



Figur 2.8.2 BES Bollmann Combo 100

Genom justering av inställningar på mätinstrumentets handhållna dosa kan mer precisa mätvärden erhållas. Inmatning av aktuell lufttemperatur samt aktuellt träslag eller träbaserat material ger mer precisa mätningar. Instrumentet har en mätnoggrannhet på  $\pm 2\%$  i det undersökta intervallet (Nordtec, u.å.).

### 2.8.3 Testo 174H

Testo 174H är en fuktmätare som både mäter och lagrar värden för lufttemperatur och relativ luftfuktighet, se Figur 2.8.3. Mätinstrumentet är försett med en NTC-temperatursensor samt en intern kapacitiv fuktsensor (Testo, u.å.).



Figur 2.8.3 Testo 174H

Testo 174H har en mät noggrannhet på  $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  samt  $\pm 1\%$  i mätområdet ( $-20^{\circ}\text{C}$ ) –  $70^{\circ}\text{C}$  respektive 0–100% relativ luftfuktighet. Via programvaran ComSoft Basic och anslutning med USB-kabel kan Testo 174H programmeras via dator. Inställningar för avläsningsintervall är exempel på en variabel som kan justeras via anslutningen. Genom samma programvara och anslutningsätt kan de i mätinstrumentet lagrade mätvärdena för lufttemperatur och relativ luftfuktighet sedan överföras till dator.

#### 2.8.4 Celsicom TH601A

Celsicom TH601A är en direktuppkopplad fukt- och temperaturmätare. Den består av en box med en fast extern kabelgivare som mäter lufttemperatur och relativ fuktighet i luft, se Figur 2.8.4. Dess mätdata förs över till molntjänsten Celsiview via en direkt säker överföring på licensierad frekvens i Telias mobilnät (Nordtec, u.å.).



Figur 2.8.4 Celsicom TH601A

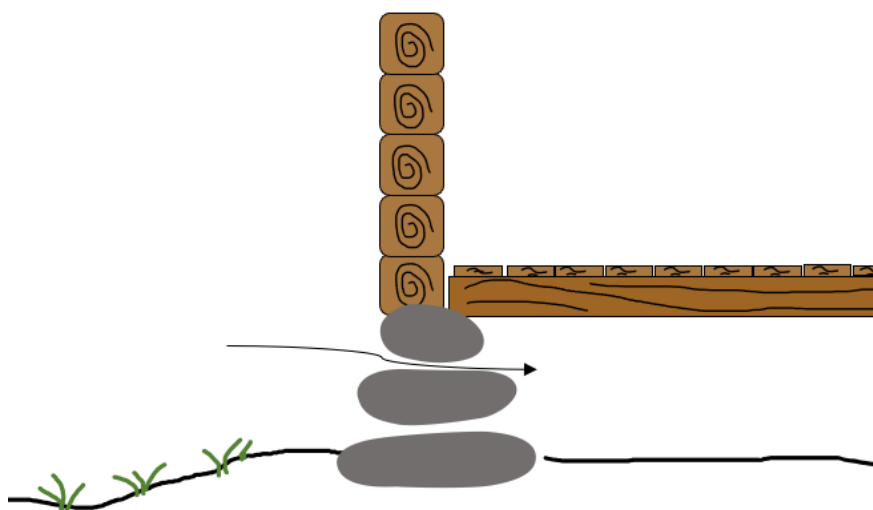
Celsicom TH601A har en mät noggrannhet på  $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  i området ( $-30^{\circ}\text{C}$ ) –  $70^{\circ}\text{C}$ . För mätningar av relativ luftfuktighet är mätområdet 0 – 100% och mät noggrannheten är  $\pm 3\%$ . Via dator och molntjänsten Celsiview kan både mät- och sändningsintervall justeras (Nordtec, u.å.). Mätdata lagras i molntjänsten i upptill 36 månader.

### 3 Krypgrund

Grundkonstruktionen krypgrund är en populär grundläggningsmetod för småhus i Sverige. Enligt Anticimex (2020) och SCB, Statistiska centralbyrån (2022) finns det uppskattningsvis 650 000 krypgrundhus i Sverige. Med krypgrund åsyftas en grundläggningsmetod där husets golvbjälklag placeras på låga grundmurar (LTH, Lunds tekniska högskola, 2015). Genom att placera huset på ett sådant sätt skapas en luftficka under huset, ett så kallat kryputrymme. Kryputrymmet ventileras normalt med uteluft även om oventilerade och ineluftsventilerade krypgrunder också förekommer. Lättåtkomliga vatten- och elledningar samt en betydande säkerhet gentemot översvämningar är två fördelar med grundkonstruktionen krypgrund.

#### 3.1 Torpargrund

Den äldre varianten av uteluftsventilerad krypgrund benämns torpargrund och har använts i århundraden. Den låga grundmuren byggdes upp av massiva stenblock som golvbjälklaget placerades ovanpå, se Figur 3.1 (Boverket, 2021). Grundmuren utrustades med ventilationsöppningar och ventilerades under sommarhalvåret för att förhindra uppkomst och spridning av luftföroreningar och farliga ämnen.



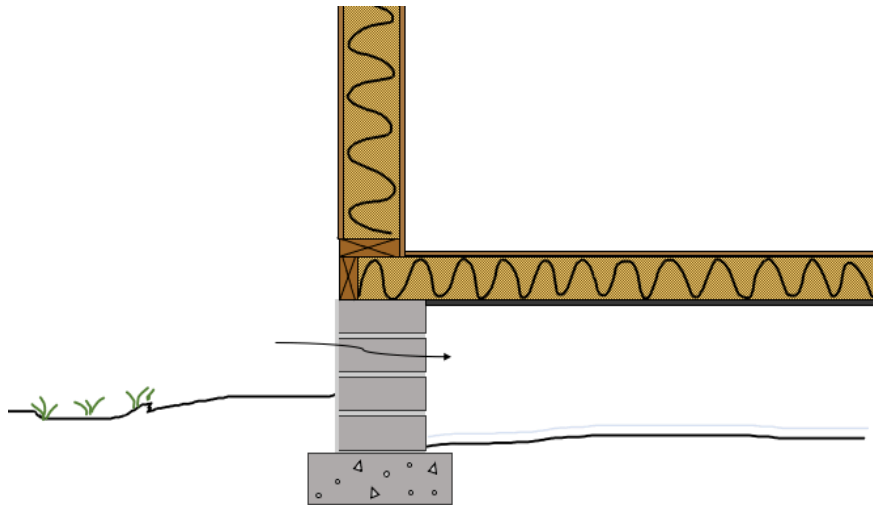
Figur 3.1 Illustration av torpargrund i sommarutförande.

För att undvika kalla och dragiga golv under vinterhalvåret täpptes ventilationsöppningarna igen och grunden isolerades utvändigt. En uppvärmd murstock till följd av vedeldning och ett dåligt isolerat golvbjälklag gjorde att värme spreds från bostadsdelen ned i kryputrymmet. Uppförandet av torpargrunden upphörde under mitten av 1900-talet till följd av höjda energi- och komfortkrav på småhus (Boverket, 2021).

#### 3.2 Uteluftsventilerad krypgrund

Den moderna uteluftsventilerade krypgrunden började implementeras i stor skala under 1960-talet i Sverige (Anticimex, 2020). Likt torpargrunden är den en enkel och

prisvärd grundläggningsmetod. De massiva stenblocken ersattes av låga grundmurar av uppmurad betonghålsten ofta uppförd ovanpå en gjuten betongsula, se Figur 3.2. Den uteluftsventilerade kryppgrundens golvbjälklag har en högre värmeisoleringsförmåga jämfört med dess föregångare. Grundkonstruktionen ventileras genom ventiler i grundmuren, ventilation sker året om och grundmuren tilläggsisolerar normalt inte. Modernare och mer effektiva uppvärmningssystem har dessutom lett till att grundkonstruktionen gått miste om den spillvärme som tidigare spred sig via murstocken och golvbjälklaget (Boverket, 2021). Dessa förändringar har lett till att klimatförhållandena i den uteluftsventilerade kryppgrunden till större del varierar med utomhusklimatet jämfört med klimatet i den äldre torpargrunden.



Figur 3.2 Illustration av typisk utformning för uteluftsventilerad kryppgrund.

De ovan beskrivna förändringarna har lett till att klimatet i kryppgrunden blivit fuktigare och mer gynnsamt för mikrobiell påväxt och röta vilket i sin tur lett till en ökad mängd fuktrelaterade skador i grundkonstruktionen. Uteluftsventilerad kryppgrund klassas sedan en tid tillbaka som en riskkonstruktion (Boverket, 2010). Vilket innebär att grundkonstruktionen helt saknar eller har en mycket låg säkerhetsnivå gentemot fuktbelastning. För att förebygga risken för fuktrelaterade skador kan exempelvis en sorptionsavfuktare installeras. En annan åtgärd är att täcka marken i kryputrymmet med ett ångtätt skikt för att förhindra fuktdiffusion från marken (Boverket, 2021). Till följd av den beskrivna problematiken har uteluftsventilerad kryppgrund nästintill helt ersatts av grundläggningsmetoden platta på mark vid nybyggnation av småhus (Abdulsattar & Kirakos, 2021).

### 3.2.1 Fuktkällor i uteluftsventilerad kryppgrund

För att kunna göra en relevant fuktteknisk analys krävs det att man vet var fukten kommer ifrån. Nederbörd, läckage från installationer, fukt i mark, byggfukt och luftfukt är alla exempel på olika fuktkällor. De fuktkällor som i huvudsak är intressanta för uteluftsventilerad kryppgrund är markfukt, byggfukt och luftfukt (Sandin, 2010).

### **3.2.1.1 Markfukt**

Markfukt definieras som all fukt som kommer från marken. Markfukt finns i både vätskefas och ångfas och tillförs till grundkonstruktionen genom kapillärsugning eller fukt som avdunstar från marken (Sandin, 2010). Avdunstning av markfukt är vanligt förekommande under sommarhalvåret till följd av en ökad lufttemperatur utomhus och i grundkonstruktionen (Nevander & Elmarsson, 1994).

### **3.2.1.2 Byggfukt**

Byggfukt är den fukt som tillförs byggnaden under byggnation. Material kan levereras och byggas in med högt fuktinnehåll. Byggfukt till följd av fuktabsorption vid nederbörd innan konstruktionens tätskikt monterats är också förekommande (Sandin, 2010). För uteluftsventilerad kryppgrund får den fukt som tillförs kryppgrunden från organiska material som förvaras i kryputrymmet också räknas in under kategorin byggfukt.

### **3.2.1.3 Luftfukt**

Luftfukt från utomhusluften kan orsaka stora problem och är huvudanledningen till att grundkonstruktionen uteluftsventilerad kryppgrund anses vara en riskkonstruktion. Generellt sett ökar både fuktinnehållet och den relativa luftfuktigheten i grundkonstruktionen under sommarhalvåret. Det beror på att marken i grunden kyls ner under vinterhalvåret och förblir kall in på sommarhalvåret. Under sommarhalvåret ökar utomhustemperaturen samtidigt som det absoluta fuktinnehållet i utomhusluften höjs till följd av ökad avdunstning. När den varma och fuktiga utomhusluften ventilerar kryppgrunden så kyls den ner vilket leder till att den relativa luftfuktigheten ökar drastiskt. Om den aktuella ånghalten överstiger mättnadsånghalten kan kondensbildning mot markyta, grundmur, bärlina och blindbotten uppstå (Sandin, 2010).

## **3.2.2 Fuktskador i uteluftsventilerad kryppgrund**

Eftersom uteluftsventilerade kryppgrunder generellt sett har ett mer kritiskt fuktillstånd under sommarhalvåret jämfört med vinterhalvåret, är den extra utsatt för mikrobiell påväxt. Svamp och mögel drivs bättre och växer snabbare vid det temperaturintervall som råder under sommarhalvåret. I hus byggda från 1970-talet och framåt löper man än större risk för mikrobiell påväxt. Det beror på att blindbotten som utgör golvbjälklagets nedersta komponent och således angränsar till luften i kryputrymmet ofta är tillverkad av lamellskivor eller olika typer av träfiberskivor vars ytor blir fuktigare än traditionellt trä. Om det i kryputrymmet luktar konstigt har någon del av grunden med stor sannolikhet drabbats av mikrobiell påväxt (Anticimex, 2020). Upptäcks inte angreppet i tid kan lukten via bjälklaget, sprida sig till bostadsutrymmet. Utöver besvärande lukt riskerar man också att drabbas av försämrad luftkvalité inomhus (Boverket, 2021). En vanlig mikrobiell påväxt är äkta hussvamp som sprider sig snabbt och dessutom försämrar hållfastheten då den bryter ner virket (Anticimex, 2020).

För höga fuktnivåer i uteluftsventilerad kryppgrund kan också leda till rötskador. Äldre grunder som utsatts för varierande fuktnivåer under längre tid löper generellt sett en

stor risk att utsättas för rötskador. Under sommaren och hösten sker tillväxten av rötsvamp och den ligger sedan i vila under vintern och våren (Anticimex, 2020).

### **3.2.3 Det framtida klimatet och uteluftsventilerad kryppgrund**

Sedan slutet av 1800-talet och fram till idag har medeltemperaturen i Sverige ökat med nästan två grader (SMHI, 2012). Till år 2100 beräknas medeltemperaturen i Sverige ha ökat med ytterligare två till fyra grader. Hur stor ökningen i själva verket blir beror till stor del på mängden utsläpp av växthusgaser fram till sekelskiftet. Utomhustemperaturen har ökat mest och kommer fortsatt göra så under vintern (Eklund m.fl., 2015). Nederbörden i Sverige låg på en jämn nivå mellan 1933–1970. Från 1970 fram till idag har årsmedelnederbörden ökat från ca 600 mm till 700 mm (SMHI, 2010). Årsmedelnederbörden bedöms fortsätta att öka framöver och det under samtliga årstider (Eklund m.fl., 2015). Utöver ökande medeltemperatur och årsmedelnederbörd förväntas också ett mer ostabilt klimat med mer extrema väderförhållanden så som kraftiga regn, stormar och värmeböljor.

När både temperatur och nederbörd ökar och även fortsättningsvis kommer att öka, leder det till en rad konsekvenser som kommer att drabba grundkonstruktionen uteluftsventilerad kryppgrund. Ökad nederbörd genererar mer fukt i grundmurar och mer fukt i marken som kan avdunsta till luften i kryputrymmet eller via kapillärsugning ta sig upp i golvbjälklag och bärlina. Klimatet under sommar och höst förväntas bli än fuktigare vilket kommer ha en negativ inverkan på grundkonstruktionen som redan idag är hårt fuktbelastad under dessa årstider. Fram tills idag har den uteluftsventilerade kryppgrunden getts möjlighet att torka upp under vintern men mildare vintrar betyder att upptorkningsperioden för grunden kommer bli kortare. Sammantaget betyder det att risken för fuktrelaterade skador i uteluftsventilerad kryppgrund kommer att öka (Anticimex, 2020).

## 4 Intervjustudie

En intervjustudie med sakkunniga inom det för arbetet relevanta området genomfördes som kontroll av och komplement till utförd litteratur- och fältstudie.

### 4.1 Intervjutyp

Genomförda intervjuer byggs på en kvalitativ metod där åsikter och erfarenheter från utvalda aktörer inhämtades och analyserades. Tanken bakom genomförande av intervjustudie var att kunna bolla idéer och tankar som uppstod i samband med litteraturstudie och egenutförd fältstudie med sakkunniga aktörer som har stor erfarenhet av fuktskador i grundkonstruktioner för småhus.

### 4.2 Intervjuobjekt

Efter en teoretisk urvalsprocess där olika aktörers erfarenhet, kännedom och kunskap inom arbetets ämnesområde beaktats erhöles slutligen två respondenter, se Tabell 4.2. De båda respondenterna har stor erfarenhet av skadeutredning i byggnader och grundkonstruktioner och utför regelbundet kontrollbesiktningar av uteluftsventilerad kryppgrund. De båda respondenterna har varit verksamma i sin nuvarande befattning i närmare 20 år och har således mycket kunskap och stor erfarenhet inom det berörda området.

Tabell 4.2 *Aktuell befattning och nuvarande arbetsplats för intervjuobjekt.*

Besiktningstekniker	Alingsås Byggkonsult
Fuktskade- och inommiljöutredare	Anticimex

### 4.3 Intervjustruktur

Intervjuer genomfördes skriftligen via mailkorrespondens och de båda respondenterna fick samma frågor, se Bilaga A. Tack vare den valda intervjustrukturen erhöles två av varandra oberoende svar på respektive frågeställning och irrelevanta stickspår undveks. Allt eftersom arbetet fortskred uppstod och formulerades nya funderingar som skickades och besvarades. På så sätt kunde arbetet uppdateras kontinuerligt och arbetsmetoden blev tidseffektiv för både frågeställare och respondenter.

## 5 Fältstudie

Följande kapitel presenterar förutsättningar och tillvägagångsätt för utförd fältstudie.

### 5.1 Allmän beskrivning av mätobjekt

Fältstudien utfördes på en uteluftsventilerad kryppgrund i tätorten Steninge. Steninge ligger i Hallands län dryga två mil nordväst om Halmstad, se Figur 5.1A. Bostaden är uppförd drygt 150 meter från havet och har grannar i samtliga väderstreck, se Figur 5.1A. Fastigheten är placerad i en slänt som sluttar ned mot havet. I och med tomtens placering är det vanligt förekommande med hårda vindar, främst sydliga vindar och vindbyar från havet. Vid oväder kan vinden nå hastigheter upp emot 30 meter per sekund i byarna.



Figur 5.1A Till vänster: Karta över delar av Hallands och Västra Götalands län (Lantmäteriet, u.å.). Till höger: Flygfoto över delar av Steninge (Lantmäteriet, u.å.).

Byggnaden uppfördes ursprungligen som två separata och fristående huskroppar på en tomt i Frösakull under 1950-talet. År 1975 flyttades de båda huskropparna från Frösakull till dess nuvarande placering i Steninge. Nuvarande ägare köpte fastigheten 1976 och lät bygga samman de båda huskropparna år 1986. År 1999 byggdes fastigheten ut med ytterligare en bostadsdel. Tillbyggnaden uppfördes på grundkonstruktionen platta på mark och kommer därför inte behandlas ytterligare i detta arbete. Under nuvarande ägare har bostadshuset främst nyttjats som sommarbostad, under senare år har dock bostaden kommit att användas mer under vinterhalvåret och då främst som helgbostad. Bostaden inhyser i nuläget tio sängplatser och en boarea på cirka 150 m<sup>2</sup> fördelat på två våningsplan, se Figur 5.1B.

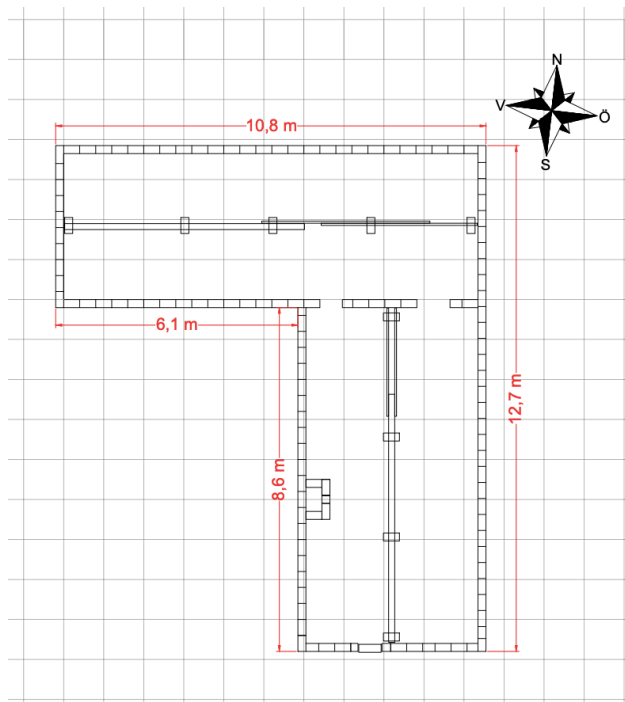


Figur 5.1B Till vänster: Översiktsbild över tomt och bostadshus i Steninge. Till höger: De två ursprungliga huskropparna.

Bostadens inomhustemperatur regleras med en luft-/luftvärmepump. När bostaden står obebyggd ställs värmesystemet in för att hålla en inomhustemperatur på 16°C. Vid nyttjande av bostaden regleras effekten för värmesystemet upp för att hålla inomhustemperaturen runt 22–24°C. Den faktiska innetemperaturen varierar dock mellan olika rum och från dag till dag beroende på värmesystemets utformning, genererad internvärme och utomhusklimat. Som komplement till luft-/luftvärmepump inhyser dessutom bostaden en braskamin.

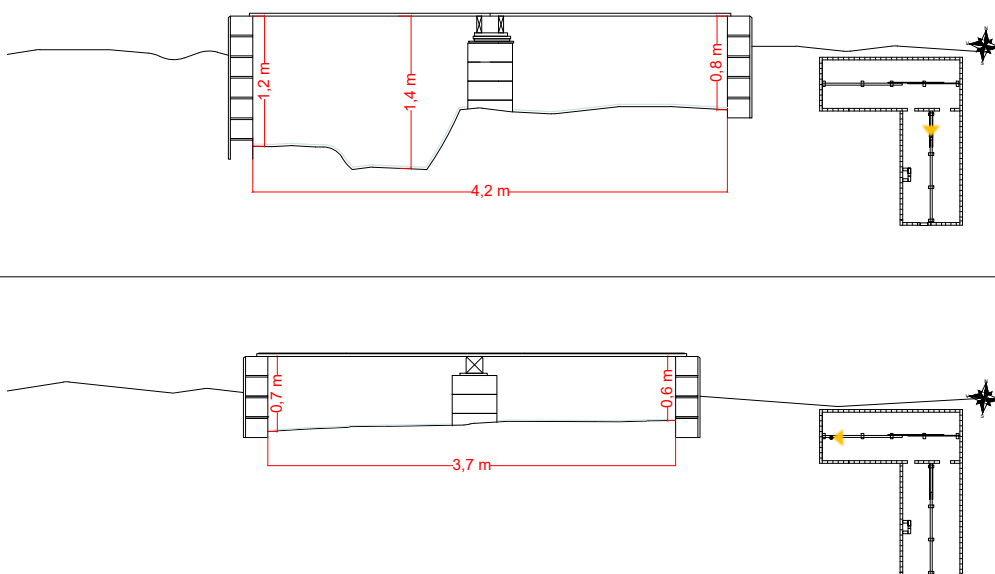
## 5.2 Mätobjektets uteluftsventilerade kryppgrund

Uteluftsventilerad kryppgrund utgör grundkonstruktion för de äldre delarna av bostadshuset. Den uteluftsventilerade kryppgrunden är uppdelad i två kryprutrymmen, ett under varje ursprunglig huskropp, se Figur 5.2A.



Figur 5.2A Planritning uteluftsventilerad kryppgrund.

Kryputrymmena är sedan 1986 sammanbyggda och har en sammanlagd bottenarea av 75 m<sup>2</sup>. Höjden i krypgrunden varierar mellan 0,6–1,4 meter se Figur 5.2B.



Figur 5.2B Sektionsskisser uteluftsventilerad krypgrund.

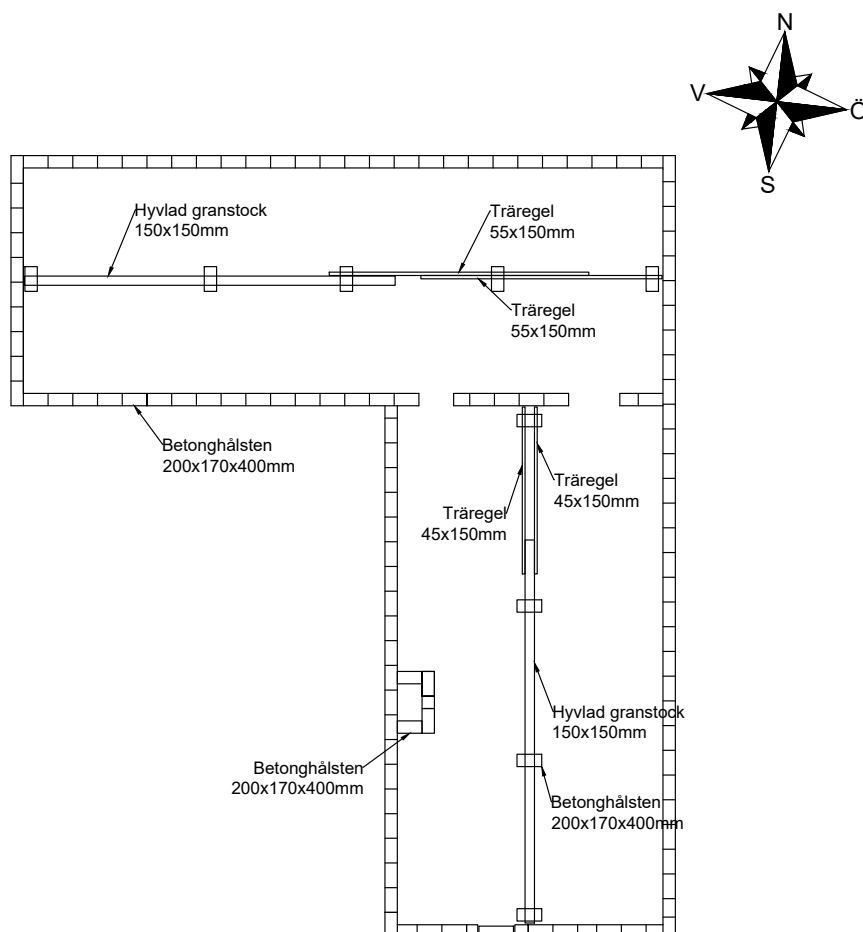
I det sydligare utrymmet har en gång grävts ut för att underlätta mänsklig vistelse i kryputrymmet. Det utgrävda gruset har sedan använts som utfyllnadsmaterial till svackor på tomten.

### 5.2.1 Markförhållande

Marken i krypgrunden utgörs till största del av sand men även inslag av grus och organiskt material förekommer. Materialet som utgör krypgrundsbotten transporterades till fastigheten i samband med uppförandet av huset år 1975 och kommer från samma tomt i Frösakull som de båda ursprungliga huskropparna. Utfyllnad av den svacka som innan dess upptagit stora delar av tomten var nödvändig för att skapa gynnsamma förhållanden att resa bostaden på. Ovanpå marken ligger sedan år 2021 en byggplastfolie utplacerad. Byggplatsfolien täcker nästintill hela grundkonstruktionens bottenarea. Mindre hål och öppningar i det täcke som byggplatsfolien skapar uppkommer intill grundmur, plintar samt i skarvar mellan olika delar av byggplastfolien. I det nordöstra hörnet saknas plastfolie på ett område motsvarande 3 m<sup>2</sup>.

## 5.2.2 Grundmur, plintar och bärlina

Den omslutande grundmuren består av uppmurad betonghålsten. Grundmuren är putsad på utsidan. Grunden innehåller totalt nio plintar utgjorda av staplad betonghålsten som håller upp bjälklagsbärlinan, se Figur 5.2.2. Grundläggning för grundmur och plintar är inte klarlagd men grundmuren vilar till stor sannolikhet uppe på gjutna sulor.



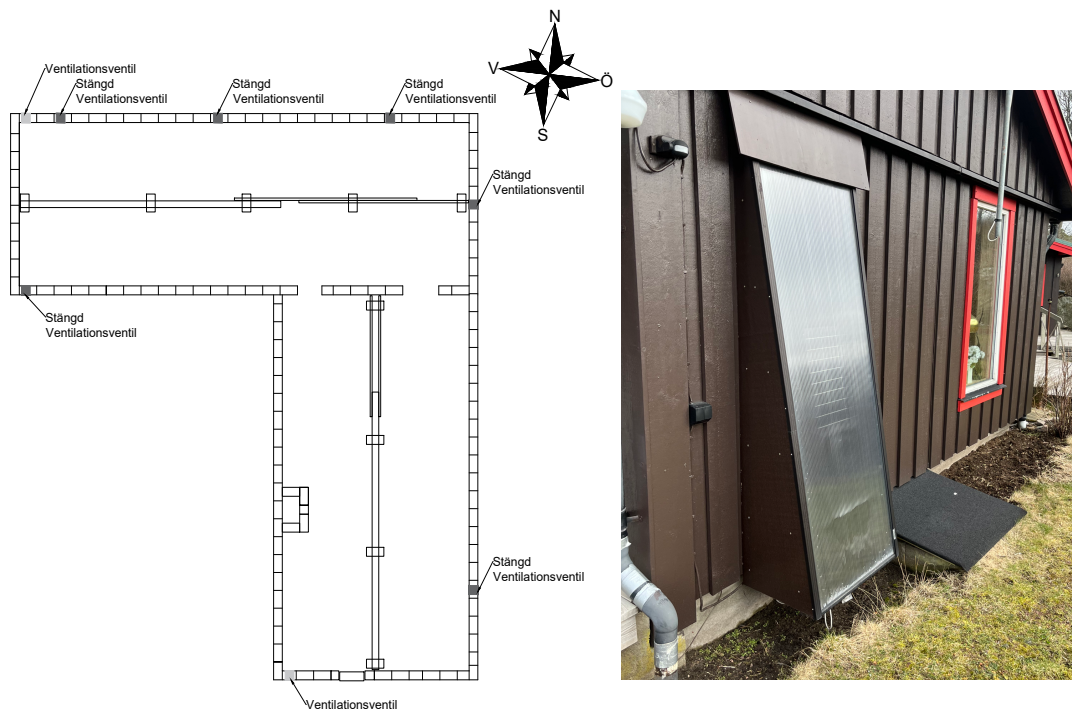
Figur 5.2.2 Utformning av grundmur, plintar och bärlina i uteluftsventilerad krypgrund.

Dimensioner för bärlinan varierar med position i grunden, se Figur 5.2.2. Bärlinan är fullt synlig i hela grunden och vilar ovanpå mindre träbitar av varierande material som utgör syll mellan bärlina och plint.

## 5.2.3 Bjälklag och blindbotten

Bjälklagets och blindbottens utformning skiljer sig åt mellan de två kryputrymmena, se Figur 5.2.3. Bjälklag och blindbotten i det nordligare utrymmet har inte bytts ut och har således kvar sin ursprungsutformning bortsett att ursprunglig isolering med stenullsskivor år 1986 plockades ut och ersattes med insprutad varmfiberisolering.





*Figur 5.2.5 Till vänster: Placering på ventilationsventiler. Till höger: Luftsolfångare för SolarVenti anläggningen.*

År 2021 sattes sex av åtta ventilationsventiler igen och en SolarVenti anläggning installerades. SolarVenti anläggningen består av luftsolfångare, inblåsfläkt och utsugsfläkt, se Figur 5.2.5. När solen lyser värms luften inne i solfångaren upp via en absorbatör samtidigt alstras en svag elektrisk ström från solcellen som startar de båda fläktarna (SolarVenti AB, u.å.). Via inblåsfläkten och solfångaren förses kryppgrunden med uppvärmd utomhusluft samtidigt som den fuktiga kryppgrundsluften sugts ut via utsugsfläkten. Under den 10 veckor långa perioden för fältstudien stängdes kryppgrundens SolarVenti anläggning av för att efterlikna ett mer typiskt klimat för en uteluftsventilerad kryppgrund. Kryppgrunden ventilerades således med utomhusluft via de två icke igensatta ventilationsventilerna, se Figur 5.2.5.

## 5.3 Metod för utförande av fältstudie

Platsbesök med tillhörande okulär kontroll och fuktmätning genomfördes vid fyra tillfällen under en tio veckorsperiod våren 2023. Okulär besiktning, fuktkvotmätning och avläsning av lagrade mätvärden för lufttemperatur och relativ luftfuktighet genomfördes på datumen 2023-02-28, 2023-03-21, 2023-04-11 och 2023-05-02.

### 5.3.1 Okulär kontroll

Det för dagen aktuella utomhusklimatet på platsen och inomhusklimatet i bostaden uppmättes och observerades. Kryppgrundsförhållanden som tjälfrusen mark, kondens på undersida byggplatsfolie och med kniv kännbar mjuknad av bärlina undersöktes och noterades. För komplett observationslista, se Bilaga B.

## 5.3.2 Fuktkvotsmätning

Fuktkvotsmätning genomfördes i kryppgrundens blindbotten samt bärlina. Mätinstrumenten BES Bollmann Combo 100 och Protimeter Digital Mini användes.

### 5.3.2.1 Bärlina

I golvbjälklagets bärlina uppmättes fuktkvoten vid tio olika mätpunkter jämnt fördelade över bärlinans totala längd, se Bilaga C.1. Vid fuktkvotsmätning i bärlina användes mätinstrumentet BES Bollman Combo 100. I enlighet med Svenska institutet för standarder (SIS, 2003) utfördes mätningar inte närmare än 300 mm från trästyckets ände i fiberriktningen och mitt på trästycket tvärs fiberriktningen, se Figur 5.3.2.1.



Figur 5.3.2.1 Fuktkvotsmätning i bärlina med mätinstrumentet BES Bollmann Combo 100.

Vid val av mätpunkter undvecks areor med kvistar, smuts och kvarsittande bark. Mätningar genomfördes vid ett djup motsvarande en tredjedel av trästyckets totala tjocklek med de två isolerade stiftet efter varandra i fiberriktningen (SIS, 2003). Avläsning av värde för fuktkvot skedde tio sekunder efter att mätinstrumentet nått föreskrivit djup.

### 5.3.2.2 Blindbotten

Fuktkvot i blindbottenskiva uppmättes vid totalt 30 olika mätpunkter utspridda över hela bottenarean, se Bilaga C.2. I det nordligare utrymmet utfördes även fuktkvotmätningar i de synliga blindbottenlisterna vid 18 olika mätpunkter, se Bilaga C.3. För fuktkvotsmätning i blindbottenskiva och blindbottenlist användes mätinstrumentet Protimeter Digital Mini, se Figur 5.3.2.2.



*Figur 5.3.2.2 Fuktkvotsmätning i blindbottenskiva med mätinstrumentet Protimeter Digital Mini.*

Mätningar genomfördes vid ett djup på 5 mm i både blindbottenskiva och blindbottenlist. Värdet för fuktkvoten avlästes direkt när mätinstrumentet nått föreskrivet djup.

### **5.3.3 Mätning av lufttemperatur och relativ luftfuktighet**

Lufttemperatur och relativ luftfuktighet uppmättes vid totalt fem olika mätpunkter i krypgrunden, se Bilaga C.4. För mätpunkt A, B och C finns värden uppmätta från 2023-02-28 till och med 2023-05-02. För mätpunkt D och E finns värden för tidsperioden 2023-03-21 till och med 2023-05-02. Lufttemperatur och relativ luftfuktighet vid mätpunkt A till E uppmättes med mätinstrumentet Testo 174H. Mätinstrumenten hänges upp i ståltråd som i sin tur fästes i blindbotten alternativt bärlinan, se Figur 5.3.3A.



*Figur 5.3.3A Placering av mätinstrumentet Testo 174H i uteluftsventilerad krypgrund för uppmätning av lufttemperatur och relativ luftfuktighet.*

Mätinstrumenten programmerades för att läsa av och lagra lufttemperatur och relativ luftfuktighet vid varje hel timme. Vid platsbesök plockades mätinstrumenten ned och de lagrade mätvärdena från respektive mätare överfördes till dator för analys innan de på nytt monterades upp på samma position. För att kunna iaktta hur och om lufttemperatur och relativ luftfuktighet vid de olika mätpunkterna i kryppgrunden varierar med utomhusklimatet uppmättes även lufttemperatur och relativ fuktighet i utomhusluften på platsen, se Figur 5.3.3B.



*Figur 5.3.3B Placering av mätinstrument Celsicom TH601A för uppmätning av lufttemperatur och relativ luftfuktighet i utomhusluft.*

Utomhusklimatet uppmättes med mätinstrumentet Celsicom TH601A. Mätinstrumentet placerades under tak utomhus i nordväst läge och mätvärden finns uppmätta och lagrade för varje hel timme under tidsperioden 2023-02-28 till och med 2023-05-02. Via trådlös anslutning skickades sedan uppmätta mätvärden till dator hos Alingsås Byggkonsult som i sin tur vidarebefordrade resultaten för analys.

## 6 Resultat

I följande kapitel presenteras en sammanfattning av de resultat som framkommit till följd av genomförd intervju- och fältstudie.

### 6.1 Intervjustudie

Besiktningsteknikern från Alingsås Byggkonsult kommer refereras till som Alingsås Byggkonsult medan fuktskade- och innemiljöutredare från Anticimex kommer benämnas som Anticimex.

Både Alingsås Byggkonsult och Anticimex är verksamma i västra Sverige och har sin utgångspunkt i Alingsås respektive Göteborg. Respondenterna beskriver att en besiktning av kryppgrund alltid inleds med en okulär kontroll, för att sedan om nödvändigt övergå i mätningar av fuktnivå i konstruktionsdel samt lufttemperatur och relativ luftfuktighet i grunden. Alingsås Byggkonsult betonar vikten av en bra batteridriven strålkastare vid undersökning av kryppgrund. Som komplement till strålkastaren använder de båda respondenterna en värmekamera för att kunna klarlägga fuktillstånd i betongkonstruktioner och fuktkvotsmätare för att erhålla fuktnivå i trä och träbaserade material. Alingsås Byggkonsult och Anticimex nyttjar dessutom givare för lufttemperatur och relativ luftfuktighet.

Anticimex och Alingsås Byggkonsult menar att generellt är det kritiska gränsvärdet som inte ska överskridas 75% relativ luftfuktighet i kryputrymmet, eller 16 % fuktkvot i trämaterial. Gränsvärdena representerar samma sak, se Figur 2.3. Anticimex betonar också att gränsvärdet är temperaturberoende i och med att mikrobiell påväxt utvecklas snabbare i högre temperaturer. Alingsås Byggkonsult belyser också svårigheten med att avgöra kritiskt gränsvärde för betongkonstruktioner då dessa generellt sett kan utsättas för en större fuktbelastning utan att ta skada.

De båda svarandena menar att det finns en förhöjd risk för fuktrelaterade skador i träbaserade konstruktionsdelar placerade i nära anslutning till grundmur. Enligt Anticimex beror det på att den ”strålningskyla” som utsöndras från grundmur påverkar temperaturen på omkringliggande konstruktioner och kryppgrundsluft vilket ökar den relativa luftfuktigheten och risken för kondensutfällning. Respondenten nämner också att risken för fuktrelaterade skador ökar i områden som angränsar grundmurens norrsida, i och med att norrsidan tenderar att vara kallare.

Alingsås Byggkonsult upplever att en brist som är vanligt förekommande i uteluftsventilerad kryppgrund och torpargrund är felaktig ventilering. Anticimex förklarar att förvaring av organiska material i kryputrymmet och avsaknad av fuktdiffusionsspärr gentemot markfukt är vanliga orsaker till fuktrelaterade problem. De båda respondenterna identifierar också bristfällig omkringliggande dränering som en vanlig källa till problem. Nämnade brister är generellt vanligt förekommande för uteluftsventilerad kryppgrund menar Anticimex medan Alingsås Byggkonsult har svårt att avgöra hur vanliga dessa brister är ur ett generellt perspektiv. Respondenten spekulerar i att han kan ha en något skev uppfattning i frågan till följd av att han nästintill enbart utför besiktning och fuktutredning i kryppgrund i samband med att husägaren redan konstaterat eller starkt misstänker uppkomst av fuktrelaterade skador på sin grund. De svarande menar att numera är det lika vanligt med fuktrelaterade

skador i uteluftsventilerade kryppgrund som torpargrund och enligt Anticimex beror det på att klimatet i torpargrunden kraftigt förändrats och nu är att likna med klimatet i uteluftsventilerad kryppgrund.

Alingsås Byggkonsult vill tipsa husägare med uteluftsventilerad kryppgrund att övervaka fuktförhållandet i grunden och vikten av att lära känna sin grundkonstruktion, veta hur den ser ut och hur den luktar. Respondenten menar också att man ska ta sig ner i kryppgrunden åtminstone två gånger per år för att observera och notera eventuella förändringar. För husägaren som vill slippa investera tid och kraft i sin uteluftsventilerade kryppgrund tipsar Anticimex om installation av en absorptionsavfuktare med hygrostat. Även att man i samband med det årliga filterbytet för absorptionsavfuktaren utför en snabbare okulär kontroll av grunden.

## 6.2 Fältstudie

Sammanställda resultat erhållna ur egenutförd fältstudie presenteras nedan.

### 6.2.1 Okulär kontroll

Komplett och ifylld observationslista för fältstudiens fyra platsbesök presenteras i Bilaga B. Nedan följer en kortare sammanställning utifrån de observationer och iakttagelser som erhållits i samband med fältstudiens fyra platsbesök.

Utomhusklimatet varierade med mätillfälle där lägst utomhustemperatur och högst relativ luftfuktighet uppmättes vid det första platsbesöket 2023-02-28, för mer detaljerad information se kapitel 6.2.3. Vindhastighet och vindriktning var också två faktorer som varierade från tillfälle till tillfälle. Inomhusklimatet var likvärdigt för samtliga fyra mätillfällen med en inomhustemperatur på knappa 20°C och en relativ luftfuktighet omkring 40%.

Markförhållanden så som tjälfrusen mark och upptäckbar markfukt observerades inte under tidsperioden för fältstudien. Inte heller någon synlig eller kännbar fuktpåverkan på grundens betongelement i form av plint och grundmur kunde iakttas under något av de fyra platsbesöken. Placering av byggplastfolie som utgör fuktdiffusionsspärr varierade något mellan de olika platsbesöken till följd av aktivitet i kryppgrunden i samband med mätningar och utförd kontroll. Kondensbildning på undersida byggplastfolie kunde iakttas i kryppgrundens nordvästliga del vid platsbesök utfört 2023-02-28 samt 2023-03-21, se Figur 6.2.1A. Området för kondensbildning var drygt en kvadratmeter och var något större vid det första av de två nämnda datumen.



Figur 6.2.1A Kondensbildning på undersida byggplastfolie samt bristfällig överlapp av fuktdiffusionsspärr gentemot grundmur. Fotot är tagit 2023-02-28.

Ingen visuellt synlig eller fysiskt kännbar mjuknad eller röta upptäcktes i de träbaserade material som utgör blindbotten och bärlina i kryppgrunden. Begynnande mikrobiell påväxt i form av vitmögel observerades på bärlina i anslutning till mät punkt 4A och 5A, se Figur 6.2.1B. Påväxt av vitmögel var dessutom synlig på de asfboardsskivor som utgör blindbotten i grundens sydligare utrymme. Den mikrobiella påväxten varken utvecklades eller spred sig under tidsperioden för arbetet. Utöver nämnda områden kan viss tendens till förhöjda fuktnivåer observeras i grundens nordvästra hörn samt i direkt närhet till mät punkt 15B. Detta till följd av att delar av blindbottenlist och blindbottenskiva har en mörkare nyans vilket är indikator på förhöjda fuktnivåer. Grundkonstruktionen utsöndrar inte någon frän, irriterande eller stickande lukt.



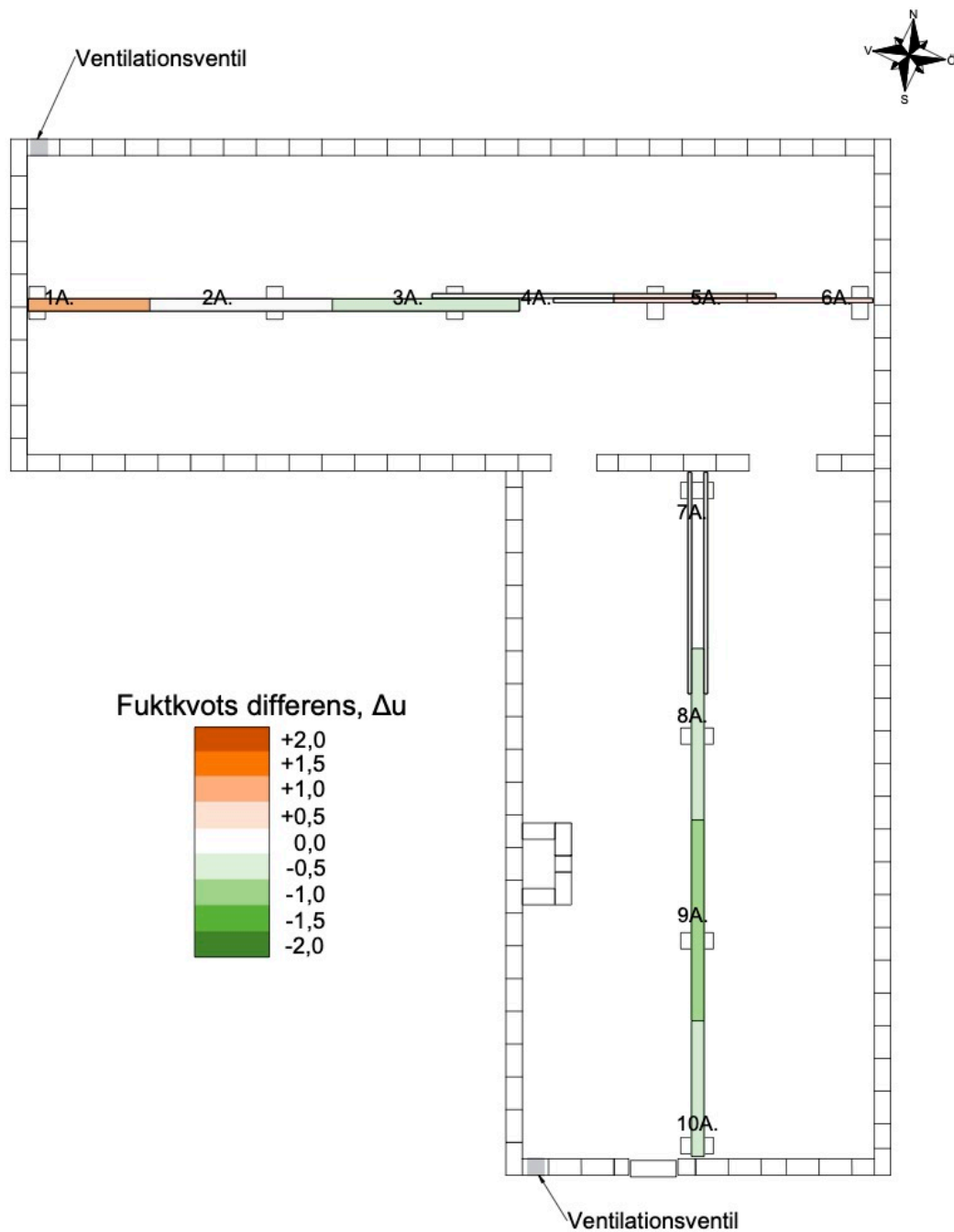
*Figur 6.2.1B Begynnande mikrobiell påväxt på bärlina vid mät punkt 5A. Fotot är tagit 2023-03-21.*

## **6.2.2 Fuktkvotsmätning**

Mätvärden för fuktkvotsmätning i bärlina, blindbottenskiva och blindbottenlist presenteras i Bilaga D. Nedanstående illustrativa figurer har skapats utifrån erhållna mätvärden i Bilaga D. För respektive mät punkt har ett fuktkvotsmedelvärde räknats fram baserat på mätvärden från de fyra olika mät tillfällena. Utifrån de framräknade medelvärdena har sedan ett övergripande medelvärde för respektive konstruktionsdel (bärlina, blindbottenskiva och blindbottenlist) tagits fram. Vid beräkning av övergripande medelvärde för blindbottenskiva har separata medelvärden erhållits för det sydligare respektive nordligare utrymmet eftersom materialet för blindbottenskiva skiljer sig åt mellan de två delarna. Medelvärdet för varje enskild mät punkt har sedan jämförts med medelvärdet för respektive konstruktionsdel för att kunna illustrera hur fuktkvoten i material varierar med position i grundkonstruktionen.

### **6.2.2.1 Bärlina**

I Figur 6.2.2.1 redovisas genomsnittliga fuktkvotsdifferenser för bärlinans tio mät punkter. Utgående från Figur 6.2.2.1 och mätvärden presenterade i Bilaga D.1 konstateras förhöjda fuktkvotsvärden i delar av bärlina som angränsar eller ligger i direkt närhet av grundmur jämfört med mätvärden uppmätta i mer centrala delar av grunden.

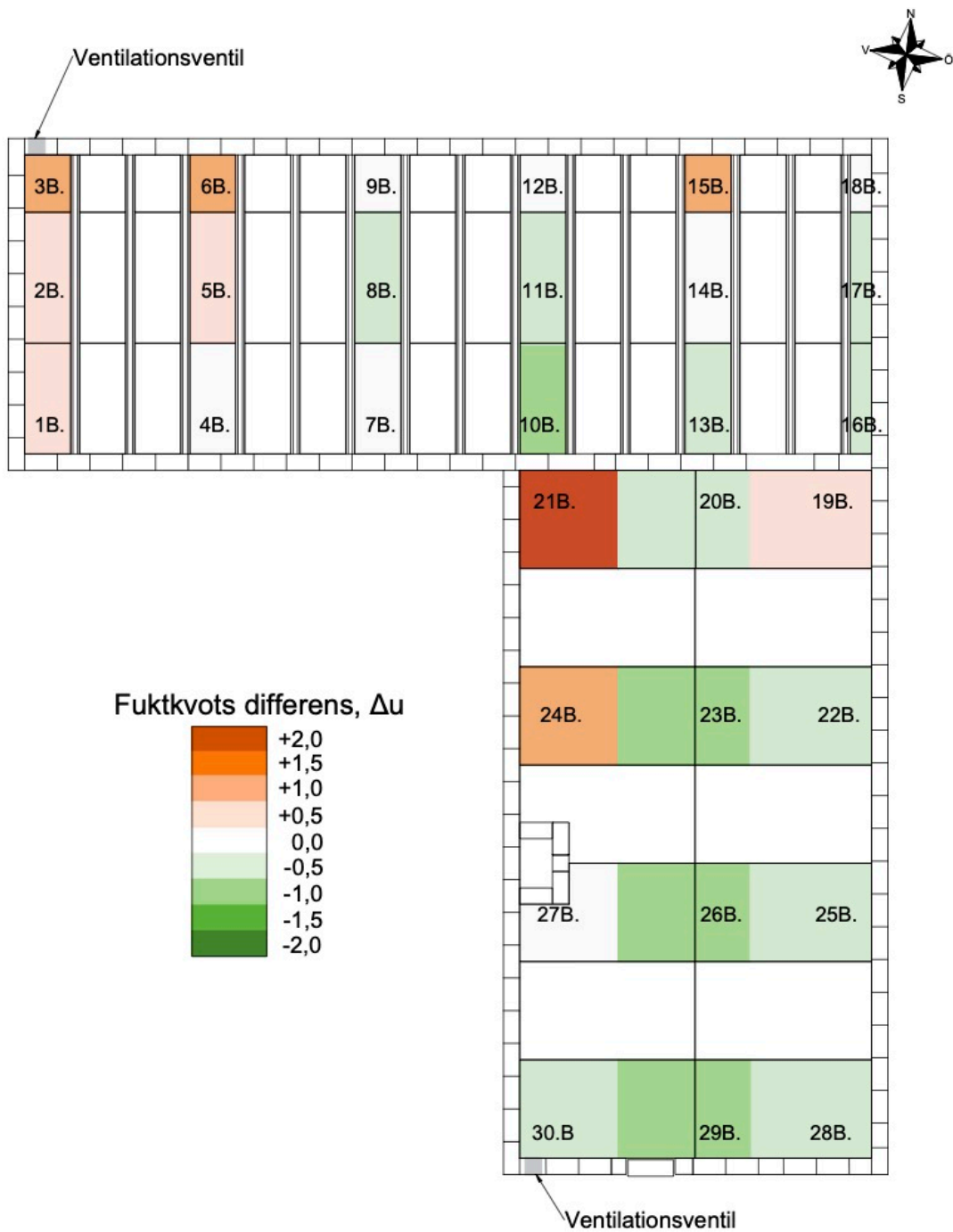


Figur 6.2.2.1 Genomsnittliga fuktkvots differenser för mätpunkter i bärlina.

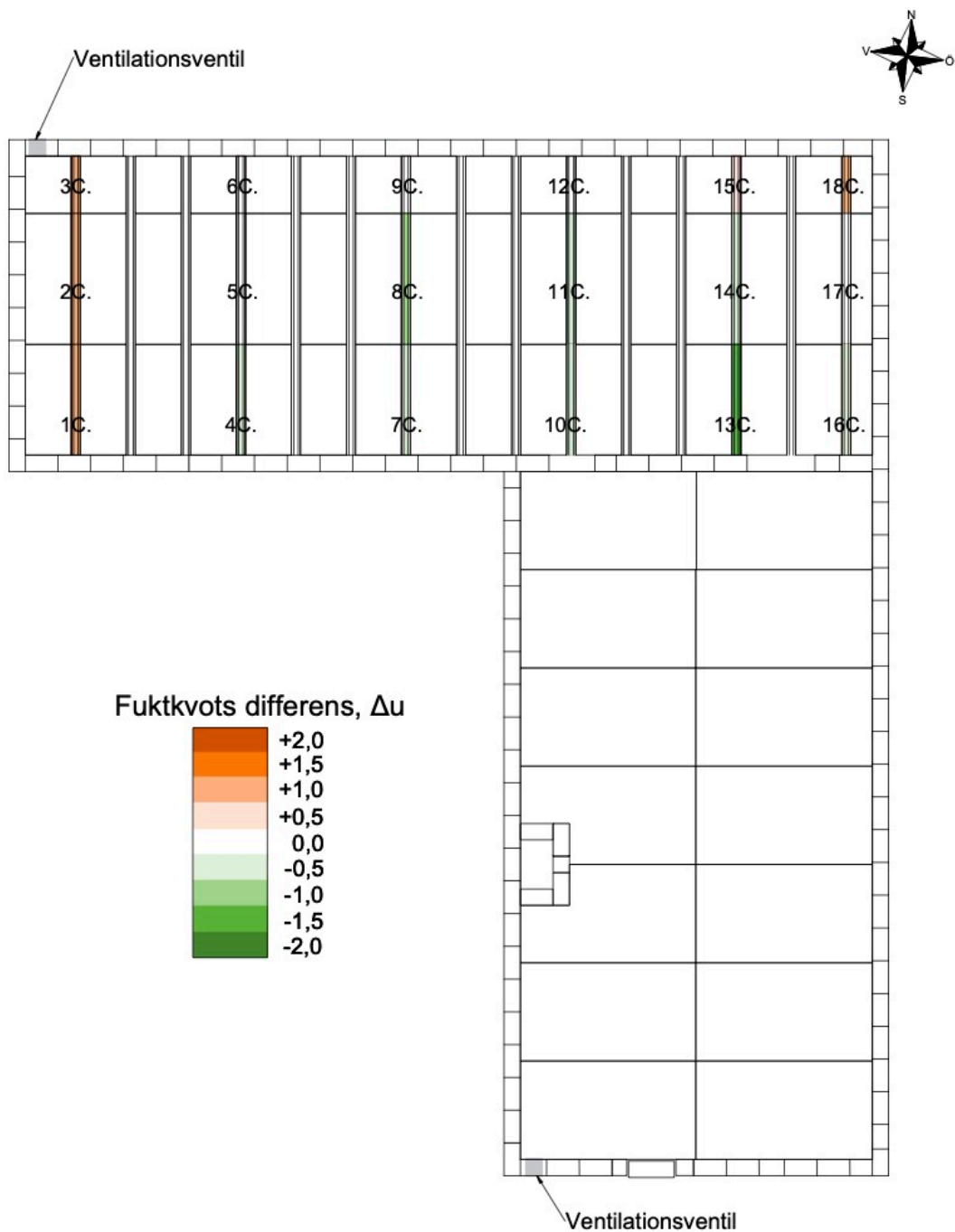
Högre fuktkvotsvärden har uppmätts i mätpunkter placerade i krypgrundens nordligare utrymme, allra högst medel- och absolutvärde uppmättes i mätpunkt 1A. Fuktkvotsvärden uppmätta i grundens sydligare utrymme ligger generellt sätt på en lägre fuktkvotsnivå, i mätpunkt 9A har både de lägsta medel- och absolutvärdet för fuktkvot uppmätts.

### 6.2.2.2 Blindbotten

För genomsnittliga fuktkvots differenser i blindbottenskiva och blindbottenlist se Figur 6.2.2.2A respektive Figur 6.2.2.2B. Överlag fastställs förhöjda fuktkvotsnivåer för både blindbottenskiva och blindbottenlist i mätpunkter som angränsar grundmur.



Figur 6.2.2.2A Genomsnittliga fuktkvots differenser för mätpunkter i blindbottenskiwa.



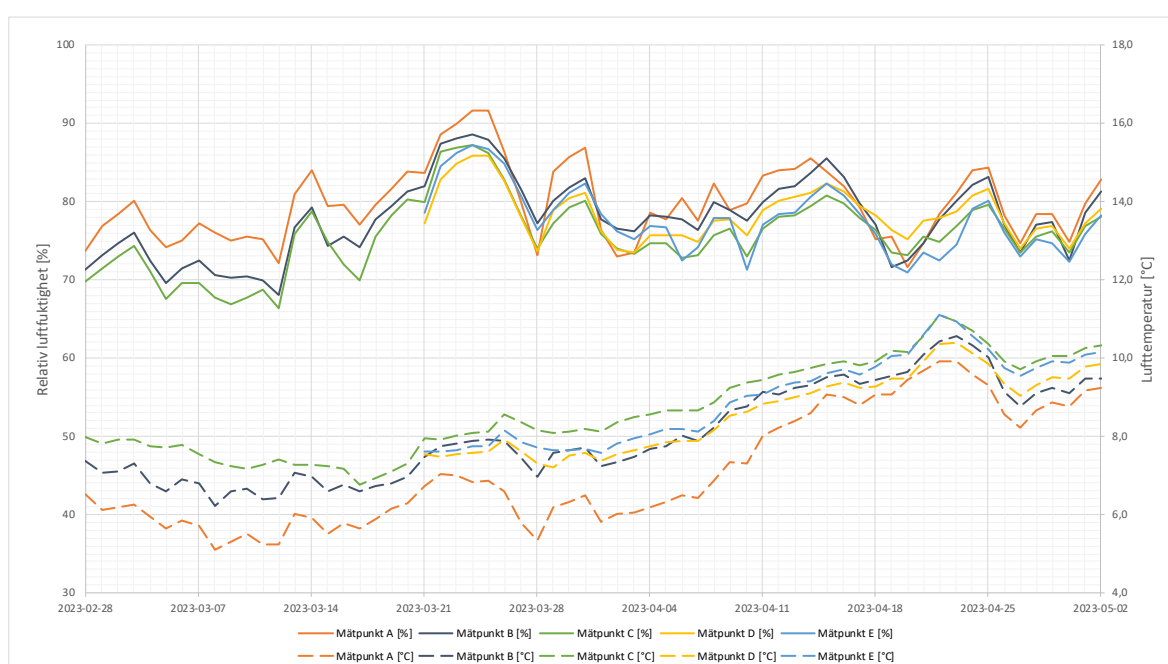
Figur 6.2.2.2B Genomsnittliga fuktkvots differenser för mätpunkter i blindbottenlist.

Särskilt höga medelfuktkvoter har uppmätts i närheten av ventilationsventil i grundens nordvästra hörn samt längs med grundmur som vetter mot norr. Den mätdata som uppvisas i Bilaga D.2 redogör för mycket höga fuktkvotsnivåer i mätpunkt 21B där både högst absolut- och medelvärde för blindbottenskiva i det sydligare utrymmet uppmätts. I det nordligare utrymmet har högst absolutvärde för blindbottenskiva och blindbottenlist uppmätts i mätpunkt 2B respektive 3C medan högst fuktkvotsmedelvärde för samtliga fyra tillfällen uppmättes i 3B samt 3C.

## 6.2.3 Mätning av lufttemperatur och relativ luftfuktighet

I Bilaga E presenteras glidande dygnsmedelvärden för lufttemperatur, relativ luftfuktighet och absolut ånghalt för utomhusluft samt mätpunkter i grunden. Värderna för absolut ånghalt togs fram enligt ekvation 2.1 och ingångsdata från (Nevander & Elmarsson, 1994). Lufttemperatur, relativ luftfuktighet och absolut ånghalt i grundens samtliga mätpunkter varierar med utomhusklimatet. Tendensen är mest påtaglig för mätpunkt A och svagast för mätpunkt C. Generellt sett över hela tidsperioden för fältstudien låg den absoluta ånghalten i utomhusluften på en lägre nivå jämfört med den absoluta ånghalten för grundens samtliga mätpunkter.

Variationen i glidande dygnsmedelvärde för såväl lufttemperatur som relativ luftfuktighet mellan olika mätpunkter i kryppgrunden var som störst under fältstudiens inledande veckor, se Figur 6.2.3.



Figur 6.2.3 Glidande dygnsmedelvärden för lufttemperatur och relativ luftfuktighet. Glidande medelvärden för lufttemperatur illustreras med streckade linje och avläses mot sekundäraxel. Glidande dygnsmedelvärden för relativ luftfuktighet tecknas med heldragen linje och avläses mot primäraxel.

Under nästintill hela tidsperioden har högst respektive lägst mätvärden för relativ luftfuktighet och lufttemperatur uppmätts i mätpunkt A. Medan mätvärdena för mätpunkt C generellt sett har legat på den mest stabila nivån. Den maximala differensen i glidande dygnsmedelvärde för lufttemperatur uppmättes till knappt 3°C mellan mätpunkt C och A på datumet 2023-03-28. På datumet 2023-04-10 uppmättes störst glidande dygnsmedeldifferens för relativ luftfuktighet till knappt 9% mellan mätpunkt E och A.

## 7 Diskussion

Inledande del av detta diskussionskapitel utgörs av resultatdiskussion där resultat från genomförd intervju- och fältstudie kommenteras, diskuteras och utvärderas. Efter resultatdiskussion följer metoddiskussion där vald metod och arbetssätt för arbetet analyseras och kritiserats.

### 7.1 Resultatdiskussion

De båda respondenterna för intervjustudie menar att det finns en förhöjd risk för fuktrelaterade skador på konstruktionsdelar som ligger i nära anslutning till kryppgrundens grundmur. Som nämnts tidigare utgörs de flesta grundmurar för uteluftsventilerade kryppgrunder av uppmurad betonghålstén. I och med betongens tunghet och höga värmetröghet kan både kyla och värme lagras i konstruktionsdelen. Den lagrade kylan i detta fall strålar sedan mot omkringliggande konstruktionsdelar vilket sänker temperaturen på dessa. Då ventilerad kryppgrundsluft kommer i närheten av nedkyld grundmur sänks lufttemperaturen och den relativa luftfuktigheten stiger. Vilket i sin tur leder till ett försämrat fuktillstånd och eventuellt även kondensutfällning. Anticimex menar också att risken är förhöjd i anslutning till grundmurens norrsida. Detta kan förklaras med att temperaturen för den fasadsida som vetter mot norr generellt sett har ett kallare klimat än övriga fasadsidor till följd av begränsad solstrålning. En ökad relativ luftfuktighet kommer i förlängningen också leda till att fuktillståndet i omkringliggande material ökar. Ytterligare orsak till förhöjt fuktillstånd i närhet av omslutande grundmur är bristfällig dränering, bristfällig vattenavledning, sluttning in mot grunden och nederbörd. De båda respondenterna specificerade också felaktig ventilering, avsaknad av fuktdiffusionsspärr gentemot markfukt och förvaring av organiska material som typiska orsaker till brist. De sistnämnda orsakerna anses intressanta i och med att dessa generellt sett får anses vara enklare och billigare att åtgärda än exempelvis en felaktig dränering. Genom att investera tid, engagemang och en relativt liten ekonomisk summa anses husägaren själv kunna åtgärda de sistnämnda bristerna.

Resultat från intervjustudie visar att de båda respondenterna alltid inleder undersökning av uteluftsventilerad kryppgrund med en okulär inspektion för att sedan vid behov utveckla undersökningen med kompletterande fuktmätning. Här är ordföljden ”vid behov” av stor betydelse. För att en husägare ska kunna skaffa sig en uppfattning om och kunna avgöra när det finns behov för en utökad undersökning krävs det att han eller hon investerar tid och engagemang i sin grund. Regelbunden observation och notering av eventuella förändringar i kryppgrunden är ett måste. Detta eftersom förutsättningarna snabbt kan förändras i grunden till följd av exempelvis läckage. I kombination med dessa kontinuerliga observationer bör husägare även känna till och kunna identifiera tydliga tecken på förhöjt fuktillstånd så som till exempel fuktig grundmur, frän och stickande doft samt kondensutfällning.

Resultat från fält- och intervjustudie bekräftar till stor utsträckning varandra. Via den okulära kontroll som utfördes som en del av fältstudien konstaterades kondensutfällning och en mörkare nyans för blindbottenlist i närhet av grundens nordvästra hörn. Samt mörkare nyans för blindbottenskiva vid mätpunkt 15B som är placerad längs med grundmurens norrsida. Positionen för dessa synliga fuktrelaterade avvikelser uppvisar också ett förhöjt fuktillstånd vid fuktkvotsmätning. Observerad

mikrobiell påväxt på asfaboard och bärlina i närhet av mätpunkt 4A och 5A anses ligga i vila eller helt dött då den inte utvecklats under tidsperioden för fältstudien. Teorin stärks av att ingen stickande eller irriterande doft framträdde i kryputrymmet.

Erhållna mätvärden från fuktkvotmätning pekar tydligt på att fuktkvoten är högre för mätpunkter placerade längst med grundmur jämfört med mer centralt placerade mätpunkter i krypgrunden. Generellt sett har högst mätvärden uppmätts längst med grundmurens norrsida. Detta bekräftar resultaten från intervjustudie angående delar i krypgrunden som är extra utsatta för förhöjd risk av fuktrelaterade skador. Fuktkvotmätning visar också på höga mätvärden för områden runt ventilationsventil. Detta i och med att klimatet för dessa områden till större del tenderar att variera med utomhusklimatet. Mätvärden för mätpunkt 21B är avvikande, för mätpunkten har mycket höga värden för fuktkvot uppmätts. Orsaken till avvikelsen är inte klarlagd då inga fuktrelaterade avvikelser kunde upptäckas i närhet av mätpunkten. En tänkbar teori till det förhöjda fukttillståndet skulle dock kunna vara eventuella otätheter mellan golvbjälklag och dörrkarm för den altandörr som är monterad ovanför mätpunkten. Detta är dock enbart en teori och för att klarlägga orsaken behöver vidare undersökningar vidtas. Positioner med synbara eller mätbara avvikande fukttillstånd kan finnas i alla uteluftsventilerade krypgrunder och här bör husägare vara extra uppmärksam på förändringar och försöka reda ut orsaken till det.

För bärlinas samtliga mätpunkter finns en viss tendens till att uppmätta fuktkvoter ökar i absolutvärde för varje mättillfälle, se Bilaga D.1. Tendensen är dock svag då ökningen endast innefattar en höjning motsvarande ett par tiondels procent i fuktkvot. Tendensen varierar dessutom för respektive mätpunkt. Mätvärden uppmätta i blindbotten visar också en svag tendens till att den genomsnittliga fuktkvoten av samtliga mätpunkter ökar i absolutvärde i takt med att vinter övergår till vår, se Bilaga D.2 samt Bilaga D.3. Tendensen är jämnstor för nästintill samtliga mätpunkter i såväl blindbottenskiva som blindbottenlist och höjningen motsvarar ett par tiondels upptill en dryg procents ökning i fuktkvot. Även om tendensen är svag stämmer den överens med trenden för framräknade värden för luftens absoluta ånghalt i grunden som även den ökar i takt med utomhusklimatet blir allt varmare, se Bilaga E.3. Även ånghalten i utomhusluften ökar vilket stämmer väl överens med teorin som beskrivits under avsnitt 3.2.1.3. Sett över hela tidsperioden för fältstudien ligger den absoluta ånghalten i utomhusluften på en lägre nivå jämfört med absolut ånghalt för mätpunkter i krypgrunden. Detta leder till slutsatsen att grundkonstruktionen befinner sig i en upptorkningsperiod i och med att inga övriga fukttillskott till grunden upptäckts annat än den kondensutfällning som noterades vid okulär kontroll 2023-02-28 och 2023-03-21.

Framräknade och uppmätta mätvärden för absolut ånghalt respektive lufttemperatur och relativ luftfuktighet i krypgrunden varierar alla med utomhusklimatet. Klimatet för de mätpunkter som ligger i nära anslutning till grundmur och ventilationsventil varierar till större utsträckning med utomhusklimatet medan klimatet i de centrala delarna ligger på en stabilare nivå sett över hela tidsperioden för fältstudien. Då variationen för inomhusklimatet inte är lika stor som utomhusklimatet faller det sig naturligt att även klimatet för grundens centrala delar håller sig på en stabilare nivå i och med att dessa enbart genom golvbjälklaget angränsar inomhusklimatet. Differensen i lufttemperatur och relativ luftfuktighet mellan olika mätpunkter för fältstudien var som störst under de inledande veckor för att sedan avta när vinter

övergick till vår. Medan differensen i fuktkvot för olika mätpunkter i samma material höll sig på en jämnare nivå sett över hela tidsperioden. En intressant frågeställning för framtida forskning inom ämnet är om samma tendenser råder även under en tidsperiod som spänner över ett eller flera kalenderår.

När både årsmedelnederbörd, medeltemperatur och extrema väderförhållanden förväntas öka i framtiden kommer det leda till att mer fukt tillförs den uteluftsventilerade kryppgrunden. Till följd av mildare vintrar kommer upptorkningstiden för grunden bli kortare. Det kommer leda till ökad differens för fuktkvot i material samt lufttemperatur och relativ luftfuktighet mellan grundens centrala och yttre delar. Områden i nära anslutning till omslutande grundmur, norrsida och ventilationsventiler vilka redan konstaterats ha förhöjd risk för fuktrelaterade skador, kommer att bli än mer utsatta i framtiden.

## 7.2 Metoddiskussion

Intervjustudie är en vanlig metod som enligt Larsen (2018) kräver noggrann planering och ett skarpt genomförande samt att man analyserar och sammanfattar svaren för att få tillförlitliga resultat. För att uppnå det krävs bland annat att man som intervjuare kan förhålla sig objektiv till det som undersöks och att man kan hålla ett intervjuklimat som gör att respondenterna inte känner sig granskade menar Larsen (2018).

Intervjustudien genomfördes därför efter utförd litteraturstudie. Detta för att kunna formulera relevanta, intressanta och välutvecklade frågor som gick att knyta an till syftet för arbetet. Intervjuer utfördes via mailkorrespondens. Fördelar med att intervjuerna utfördes på detta sätt var att frågeställare lättare kan förhålla sig objektiv till det som undersöks, vilket enligt Larsen (2018) är något man måste hantera i en intervjustudie. Larsen (2018) menar också att respondenterna måste få tillräckligt med tid till att svara och utveckla sina svar. När intervjuerna sker via mailkorrespondens kan respondenterna dela upp frågorna och besvara dem i lugn och ro, vilket gjorde att tiden inte blev en begränsande faktor. Det gjorde också att respondenterna gavs möjlighet att lämna välgenomtänkta svar, även till mer invecklade frågor. Nackdelen var att möjligheten till att be respondenterna utveckla sina svar eller ställa spontana följdfrågor begränsades. Ytterligare en nackdel med den valda metoden är att svaren riskerade att bli feltolkade i och med att inga kontrollfrågor kunde ställas. För att undvika det formulerades frågorna med överdriven tydlighet för att minimera risken för missförstånd.

Gällande eventuella felkällor i utförd fältstudie är bland annat svårigheten att konstant utföra undersökningar enligt samma metod då förutsättningarna varierar med position och tid. Vid fuktkvotsmätning i bärlina, blindbottenskiva och blindbottenlist varierade förutsättningarna för olika mätpunkter i och med grundens oregelbundenhet. Exempel på faktorer som kunde differera mellan olika mätpunkter var avstånd till mark och internt avstånd mellan mätpunkter. Orsaken till variationen var bland annat markens ojämnhet och materialens irregularitet till följd av kvistbildning och nedsmutsning. Vid fuktkvotsmätning användes ögonmått tillsammans med meterstock för att uppskatta djupet för mätningen och en viss felprocent gentemot att verktyget varje gång nådde föreskrivet djup för mätning är därför att räkna med. På grund av

masonitskivans hårdhet var det trögt att trycka in mätinstrumentets stift i materialet vilket ökat osäkerheten gällande om mätning skett på föreskrivit djup. Som nämnts i Kapitel 2.8 har mätinstrumenten en viss felmarginal gällande precisering av absoluta värden för fuktkvot, lufttemperatur respektive relativ luftfuktighet. Med utgångspunkt i syftet för studien och den beskrivna felmarginalen har därför inga absoluta fuktnivåer presenterats annat än i bilagor. Resultatet som presenteras i arbetets resultatkapitel belyser i stället differenser mellan olika mätpunkter. För lufttemperatur, relativ luftfuktighet och framräknad ånghalt i luften används glidande dygnsmedelvärde för att kunna redovisa ett mer kontinuerligt diagram utan så kallade uteliggare till följd av aktivitet i krypgrunden i samband med fältstudie.

## 8 Slutsats

Det genomförda arbetet visar att lufttemperatur, relativ luftfuktighet och fuktkvot i material varierar med position i uteluftsventilerad krypgrund. Förhöjda värden för fuktkvot kan konstateras i delar av grundkonstruktionen som angränsar omslutande grundmur. Extra utsatt är områden i direkt närhet av grundmurens norrsida och ventilationsventil för uteluft. Värden för lufttemperatur och relativ luftfuktighet ligger generellt sett på en stabilare nivå i de centrala delarna av grundkonstruktionen medan lufttemperatur och relativ luftfuktighet i de yttre delarna och då speciellt de delar som ligger i närhet av ventilationsventil till större grad tenderar att variera med utomhusklimatet på platsen.

Samband mellan visuellt synliga avvikelser och förhöjt fukttillstånd har konstaterats. Bristfällig placering av fuktdiffusionsspärr, kondensbildning, läckage och mörknade träelement är exempel på upptäckbara avvikelser. Då utformning och utomhusklimat är unikt för varje enskilt exemplar av en uteluftsventilerad krypgrund tenderar positionen för eventuellt visuellt synliga avvikelser att variera.

Uppmätta differenser mellan olika positioner för lufttemperatur, relativ luftfuktighet och fuktkvot i material är påtaglig. Med ökad årsmedelnederbörd och fler extrema väderförhållanden kommer differensen bli än mer påtaglig mellan grundens centrala och yttre delar. Variationen för lufttemperatur, relativ luftfuktighet och fuktkvot i material skall tas i beaktande vid utförande av egenkontroll.

Egenkontroll av uteluftsventilerad krypgrund skall inledas med en enklare okulär kontroll av kryputrymmet för att identifiera eventuellt synliga fuktrelaterade avvikelser. Vid avvikelse ska fukttillståndet för det drabbade området undersökas närmare. En noggrann kontroll med kompletterande fuktmätning bör alltid utföras i områden som gränsar till omslutande grundmur och uteluftsventiler då dessa områden uppvisat förhöjda fukttillstånd. Egenkontroll skall utföras med extra vaksamhet längst med områden som angränsar grundmurens norrsida.

Arbetet har begränsats till att undersöka om och hur risken för fuktrelaterade skador varierar med position i uteluftsventilerad krypgrund. I syfte att skapa ett underlag för utförande av egenkontroll samt underlag för framtida forskning inom ämnet. Ett förslag på frågeställning för framtida forskning är jämförelse mellan fukttillstånd i grundkonstruktion med och utan fuktrelaterad åtgärd. Exempel på fuktrelaterad åtgärd är fuktdiffusionsspärr, sorptionsavfuktare och SolarVenti anläggning.

## 9 Referenser

- Abdulsattar, O., & Kirakos, S. (2021). *Faktorer som styr valet av grundläggningsmetod*. KTH, Kungliga tekniska högskolan. Hämtad från: <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1619392/FULLTEXT01.pdf>
- Anticimex. (2020). *Anticimex rapport om fuktskador i kryppgrundhus - September 2020*. Hämtad från: <https://cdn.sanity.io/files/5fe89r5x/sweden/354b1e86e026189f48c25c65c58e0da108afcaace.pdf>
- BFS 2011:6. *Boverkets byggregler (2011:6) – föreskrifter och allmänna råd, BBR*. Boverket. Hämtad från: [https://www.boverket.se/contentassets/a9a584aa0e564c8998d079d752f6b76d/konsoliderad\\_bbr\\_2011-6.pdf](https://www.boverket.se/contentassets/a9a584aa0e564c8998d079d752f6b76d/konsoliderad_bbr_2011-6.pdf)
- Boverket. (2010). *God bebyggd miljö – förslag till nytt delmål för fukt och mögel*. Hämtad från: <https://www.boverket.se/globalassets/publikationer/dokument/2011/betsi-fukt-och-mogel.pdf>
- Boverket. (2018). *Kartläggning av fel, brister och skador inom byggsektorn*. Hämtad från: <https://www.boverket.se/globalassets/publikationer/dokument/2018/kartlaggning-av-fel-brister-och-skador-inom-byggsektorn.pdf>
- Boverket. (2020). *Din hälsa kan påverkas av fukt och mögel*. Hämtad 8 februari, 2023, från <https://www.boverket.se/sv/byggande/forebygg-fel-brister-skador/konsekvenser-samhallet/konsekvenser-halsan/Halsa-fukt-mogel/>
- Boverket. (2021). *Fuktrisker med kryppgrund*. Hämtad 15 februari, 2023, från <https://www.boverket.se/sv/byggande/forebygg-fel-brister-skador/risker/risker-fuktskador/fuktrisker-for-grund/kryppgrund/?tab=fordjupning>
- Eklund, A., Axén Mårtensson, J., Bergström, S., Björck, E., Dahné, J., Lindström, L., . . . Sjökvist, J. (2015). *Sveriges framtida klimat: Underlag till Dricksvattenutredningen*. SMHI, Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut. Hämtad från [https://www.smhi.se/polopoly\\_fs/1.89529%21/Menu/general/extGroup/attachmentColHold/mainCol1/file/klimatologi\\_14.pdf](https://www.smhi.se/polopoly_fs/1.89529%21/Menu/general/extGroup/attachmentColHold/mainCol1/file/klimatologi_14.pdf)
- Ekstrand-Tobin, A., Johansson, P., Mjörnell, K., Samuelson, I., Sandberg, P., & Sikander, E. (2005). *Kritiskt fuktillstånd för mikrobiell tillväxt på byggmaterial – kunskapssammanfattning*. SP, Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut. Hämtad från: <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:962303/FULLTEXT01.pdf>
- Lantmäteriet. (u.å.). *Min Karta*. Hämtad 16 maj, 2023, från <https://minkarta.lantmateriet.se/>
- Larsen, A K. (2018). *Metod helt enkelt: En introduktion till samhällsvetenskaplig metod*. Gleerups.
- LTH, Lunds Tekniska högskola. (2015). *Myt eller Fakta - Kryppgrund är en fuktsäker grundläggning?* Hämtad 15 februari, 2023, från <https://www.fuktcentrum.lth.se/verktyg-och-hjaelpmedel/byggnadsdelar/myt-eller-fakta/myt-eller-fakta-kryppgrund-aer-en-fuktsaeker-grundlaeggning/>
- Nevander, L., & Elmarsson, B. (1994). *Fukt handbok: praktik och teori*.

- Nordtec. (u.å.). *Avancerad fjärrmätning har aldrig varit enklare*. Hämtad 23 mars 2023 från: <https://www.nordtec.se/download/celsicom-broschyr/?wpdmdl=22306&refresh=6450f673d36551683027571>
- Nordtec. (u.å.). *Bollmann träfuktsmätare*. Hämtad 22 mars, 2023, från <https://www.nordtec.se/produkt/matinstrument/fuktmatare/fuktkvotsmatare/bollmann-trafuktsmatare/#tekniska-data>
- Petersson, B.-Å. (2018). *Tillämpad byggnadsfysik*. Studentlitteratur AB.
- Samuelsson, M., & Skretting, J. (2005). *Mätning och analys av fuktkvoter i Krypgrundskonstruktioner*. Chalmers tekniska högskola. Hämtad från: <https://odr.chalmers.se/server/api/core/bitstreams/2e14b004-dbf-43fa-8b51-7741a850c77d/content>
- Sandin, K. (2010). *Praktisk byggnadsfysik*. Studentlitteratur AB.
- SCB, Statistiska centralbyrån. (2022). *Boende i Sverige*. Hämtad 8 februari, 2023, från <https://www.scb.se/hitta-statistik/sverige-i-siffror/manniskorna-i-sverige/boende-i-sverige/>
- SFS 2010:900. *Plan- och bygglagen*. Landsbyggs- och infrastrukturdepartementet. Hämtad från: [https://www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/plan--och-bygglag-2010900\\_sfs-2010-900](https://www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/plan--och-bygglag-2010900_sfs-2010-900)
- SMHI, Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut. (2010). *Klimatindikator - nederbörd*. Hämtad 16 mars, 2023 från <https://www.smhi.se/klimat/klimatet-da-och-nu/klimatindikatorer/klimatindikator-nederbord-1.2887>
- SMHI, Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut. (2012). *Sveriges klimat har blivit varmare och blötare*. Hämtad 16 mars, 2023, från <https://www.smhi.se/kunskapsbanken/klimat/sveriges-klimat/sveriges-klimat-har-blivit-varmare-och-blotare-1.21614>
- SolarVenti AB. (u.å.). *Solvärme avfuktar och ventilerar källaren*. Hämtad 7 mars, 2023, från <https://www.solarventi.se/varfor-luftsolfangare/kaellare/>
- SIS, Svenska institutet för standarder. (2003). *Trävaror – Fuktmätning – Del 2: Skattning av fuktkvoten hos ett stycke sågat virke (Resistansmetoden)*. Hämtad från: <https://www.sis.se/produkter/trateknik-15e6ae2b/tra-sagtimmer-och-sagat-virke/ssen131832/>
- Testo. (u.å.). *Testo 174 - Instruction manual*. Hämtad från: [https://static-int.testo.com/media/47/aa/d7688350fbfd/testo-174\\_Instruction-Manual.pdf](https://static-int.testo.com/media/47/aa/d7688350fbfd/testo-174_Instruction-Manual.pdf)
- Träguiden. (2017). *Fuktinnehåll och sorptionskurvor*. Hämtad 3 mars, 2023, från <https://www.traguiden.se/om-tra/byggfysik/fukt/fukt/fuktinnehall-och-sorptionskurvor/>
- Verus instruments LTD. (2014). *Protimeter Digital Mini, moisture meter - instructions for use*. Hämtad från: <http://www.verus.co.uk/admin/resources/early-protimeter-digital-mini-instructions-mar-14.pdf>

## 10 Bilagor

### Bilaga A Intervjufrågor

#### Inledande frågor

- Vilken är din nuvarande tjänst?
  - Hur länge har du haft tjänsten?
- I vilken del av landet är du verksam?
- Vilka typer av besiktningar utför du?
  - Hur ofta utför du besiktningar?
- Vad är det mest utmanande med din tjänst?

#### Frågor relaterade till uteluftsventilerad kryppgrund

- Hur ofta utför du besiktning av uteluftsventilerad kryppgrund eller torpargrund?
- Beskriv i korta drag hur en kryppgrundsbesiktning går till?
- Vilka instrument och redskap använder du dig av vid besiktning?
  - Vad är det du mäter?
  - Vilka är de kritiska gränsvärdena som ej får överstigas?
- Vilka är de vanligaste bristerna du upptäcker vid besiktning av uteluftsventilerad kryppgrund?
  - Hur vanligt förekommande är dessa brister?
  - Är bristerna lika vanligt förekommande i uteluftsventilerad kryppgrund som torpargrund?
  - Vad är de vanligaste orsakerna till bristerna?
- I vilken konstruktionsdel är det vanligast att brister uppstår?
- Finns det någon position i grunden där brister är mer frekvent förekommande?
- Vilka åtgärder kan man som privatperson vidta för att förhindra att brister uppstår?

## Bilaga B Observationslista

### B.1 Ifylld observationslista 2023-02-28

---

#### Utomhusklimat

---

Utomhustemperatur, $T_u$	6°C
Relativ luftfuktighet, RF (utomhus)	92%
Vindriktning	Sydsydöst
Vindhastighet	2 m/s

Övriga iakttagelser: Tät dimma på förmiddagen. Mycket molnigt. Ingen nederbörd.

#### Inomhusklimat

---

Inomhustemperatur, $T_i$	17°C
Relativ luftfuktighet, RF (inomhus)	43%

Övriga iakttagelser: Tydlig skillnad i upplevd luftfuktighet jämfört med utomhusluften.

#### Uteluftsventilerad krypgrund

---

Temperatur i uteluftsventilerad krypgrund, $T_{uk}$	7°C
Relativ luftfuktighet, RF (krypgrund)	72%

Markförhållanden (tjäle och fukt): Ingen tjäle i marken. Ingen synlig markfukt.

Fuktdiffusionsspärr/Byggplastfolie (kondens och placering): I Krypgrundens nordöstra hörn saknades byggplastfolie på ett område motsvarande ett par kvadratmeter. I vissa skarvar mellan olika delar av byggplastfolien uppkommer mindre hål/öppningar. Byggplatsfoliens överlapp mot grundmur var bristfällig och på ett par ställen uppstod en öppning mellan grundmur och byggplatsfolie. Kondens på undersidan av byggplastfolien uppkom i nära anslutning till det nordvästra hörnet av grunden. Området för kondensbildning var drygt en kvadratmeter.

Grundmur och plintar (fukt): Ingen synlig eller kännbar fukt på plint eller grundmur.

Bärlina (fukt, mikrobiell påväxt, mjuknad och röta): Ingen upptäckbar röta eller mjuknad i bärlina. Begynnande mikrobiell påväxt i form av vitmögel på den regel som utgör bärlina i grundens nordöstra del. Regeln upplevdes dessutom synbart fuktpåverkad i och med att den i områden runt påväxten hade en mörkare kulör.

Blindbotten (fukt, mikrobiell påväxt, mjuknad och röta): Ingen upptäckbar röta eller mjuknad i någon del av blindbotten. I det nordligare kryputrymmet där blindbotten utgörs av masonitskiva och blindbottenlist upptäcktes ingen mikrobiell påväxt. I det sydligare utrymmet där asfaboard utgör blindbotten fanns tydliga spår av mikrobiell påväxt, troligen vitmögel.

Övriga iakttagelser: Ingen utstickande lukt i krypgrunden. Inte heller någon upptäckbar fukt runt rörledningar till följd av läckage eller kondens.

---

## B.2 Ifylld observationslista 2023-03-21

---

### Utomhusklimat

---

Utomhustemperatur, $T_u$	7°C
Relativ luftfuktighet, RF (utomhus)	88%
Vindriktning	Nord
Vindhastighet	3 m/s

Övriga iakttagelser: Ingen nederbörd. Klimatet upplevdes nästintill vindstill.  
Växlande molnighet. God sikt ut över havet.

### Inomhusklimat

---

Inomhustemperatur, $T_i$	18°C
Relativ luftfuktighet, RF (inomhus)	42%

Övriga iakttagelser: Bostaden hade inte varit bebodd dagarna innan platsbesöket och värmesystemet var således inställt för att hålla inomhustemperaturen 16°C.

### Uteluftsventilerad krypgrund

---

Temperatur i uteluftsventilerad krypgrund, $T_{uk}$	8°C
Relativ luftfuktighet, RF (krypgrund)	81%

Markförhållanden (tjäle och fukt): Ingen tjäle i marken. Ingen synlig markfukt.

Fuktdiffusionsspärr/Byggplastfolie (kondens och placering). I skarvar mellan olika delar av byggplastfolien uppkommer mindre hål/öppningar dessa har blivit fler och större sen det tidigare platsbesöket, antagligen till följd av aktivitet i samband med fältstudien. Byggplastfoliens överlapp mot grundmur var fortsatt bristfällig på sina ställen. Antydning till kondens och fukt på undersidan av byggplastfolien uppkom fortfarande i närheten av krypgrundens nordvästra hörn.

Grundmur och plintar (fukt): Ingen synlig eller kännbar fuktpåverkan på plint eller grundmur.

Bärlina (fukt, mikrobiell påväxt, mjuknad och röta): Ingen kännbar eller visuellt synlig röta eller mjuknad i bärlina. Fortsatt begynnande mikrobiell påväxt i form av vitmögel på den regeln som utgör bärlina i grundens nordöstra del, påväxten hade inte utvecklats sedan föregående besök. Vid närmare undersökning upplevdes inte regeln nämnvärt fuktpåverkad (ingen mjuknad eller kännbar fuktpåverkan).

Blindbotten (fukt, mikrobiell påväxt, mjuknad och röta): I grundkonstruktionens nordligare del upptäcktes ingen mikrobiell påväxt, mjuknad eller röta på blindbotten. Runt spikhuvuden på bärlist framträdde viss fuktpåverkan i form av att trät runt huvudena färgats mörkare. I det sydliga utrymmet kunde mikrobiell påväxt iakttagas men ingen mjuknad eller röta på blindbotten. Den mikrobiella påväxten hade inte spridit sig jämfört med tillståndet vid tidigare besök.

Övriga iakttagelser: Ingen karakteristisk lukt till följd av mikrobiell påväxt finns i krypgrunden.

---

### B.3 Ifylld observationslista 2023-04-11

---

#### Utomhusklimat

---

Utomhustemperatur, $T_u$	8°C
Relativ luftfuktighet, RF (utomhus)	75%
Vindriktning	Nordöst
Vindhastighet	2 m/s

Övriga iakttagelser: Måttlig nederbörd under tidig morgon och förmiddag. Regnet avtog och upphörd efter lunch. Nästintill vindstilla och god sikt i området.

---

#### Inomhusklimat

---

Inomhustemperatur, $T_i$	20°C
Relativ luftfuktighet, RF (inomhus)	42%

Övriga iakttagelser: Bostaden hade varit bebodd dagarna innan platsbesöket och inomhustemperaturen var till följd av detta ett par grader varmare än vid tidigare besök.

---

#### Uteluftsventilerad krypgrund

---

Temperatur i uteluftsventilerad krypgrund, $T_{uk}$	9°C
Relativ luftfuktighet, RF (krypgrund)	80%

Markförhållanden (tjäle och fukt): Ingen tjäle eller fukt i marken i krypgrunden.

Fuktdiffusionsspärr/Byggplastfolie (kondens och placering). Fortsatt bristfällig överlapp mot grundmur och plintar. Det framträdde fortfarande större hål i skarvar mellan olika delar av byggplastfolien antagligen till följd av aktivitet vid tidigare platsbesök. Ingen kondensbildning på undersida byggplatsfolie.

Grundmur och plintar (fukt): Ingen synlig eller kännbar fukt på plint eller grundmur trots regn.

Bärlina (fukt, mikrobiell påväxt, mjuknad och röta): Fortsatt ingen kännbar mjuknad eller röta på bärlina. Fortsatt mikrobiell påväxt på regel som utgör bärlina i krypgrundens nordöstra hörn. Varken påväxten eller fuktförhållandet i regeln hade utvecklats eller förvärrats.

Blindbotten (fukt, mikrobiell påväxt, mjuknad och röta): Vid mät punkt 15B upptäcktes att blindbottenskiva (masonitskiva) var synbart fukt påverkad precis i anslutning till grundmur. I övrigt ingen upplevd mjuknad eller röta på blindbottenskiva eller blindbottenlist. Fortsatt begynnande mikrobiell påväxt på asfaboarden som utgör blindbotten i det sydligare kryputrymmet i krypgrunden, påväxten hade ej utvecklats jämfört med tidigare besök.

Övriga iakttagelser: Fortsatt avsaknad av karakteristisk lukt till följd av mikrobiell påväxt. Avsaknad av karakteristisk lukt tillsammans med att påväxten ej spridit sig i någon del leder till slutsatsen att den mikrobiella påväxten med största sannolikhet antingen ligger i vila eller helt har dött.

---

## B.4 Ifylld observationslista 2023-05-02

---

### Utomhusklimat

---

Utomhustemperatur, $T_u$	12°C
Relativ luftfuktighet, RF (utomhus)	66%
Vindriktning	Sydöst
Vindhastighet	5 m/s

Övriga iakttagelser: Trots att vindhastigheten fördubblats gentemot tidigare besök var det inget som kunde upplevas på plats. Tvärtom upplevdes klimatet nästintill vindstilla. Solig dag med blå himmel och några enstaka stackmoln.

### Inomhusklimat

---

Inomhustemperatur, $T_i$	17°C
Relativ luftfuktighet, RF (inomhus)	41%

Övriga iakttagelser: Bostaden hade inte varit bebodd dagarna innan platsbesöket och värmesystemet var således inställt för att hålla inomhustemperaturen 16°C.

### Uteluftsventilerad krypgrund

---

Temperatur i uteluftsventilerad krypgrund, $T_{uk}$	10°C
Relativ luftfuktighet, RF (krypgrund)	78%

Markförhållanden (tjäle och fukt): Ingen synbar eller upplevd tjäle eller markfukt i krypgrunden.

Fuktfiffusionsspärr/Byggplastfolie (kondens och placering): Byggplastfoliens överlapp mot grundmur, plintar och skarvar mellan olika segment av plasten var jämförbart med placeringen vid föregående platsbesök. Ingen kondensbildning på undersida byggplatsfolie var upptäckbar i någon del av grundkonstruktionen.

Grundmur och plintar (fukt): Varken grundmur eller plintar upplevdes, kändes eller såg fuktpåverkade ut.

Bärlina (fukt, mikrobiell påväxt, mjuknad och röta): Fortfarande ingen synlig/kännbar mjuknad eller röta på bärlina. Regel som utgör bärlina i krypgrundens nordöstra del uppvisar fortsatt tecken av begynnande mikrobiell påväxt, dessa har dock inte utvecklats under tiden för fältstudien.

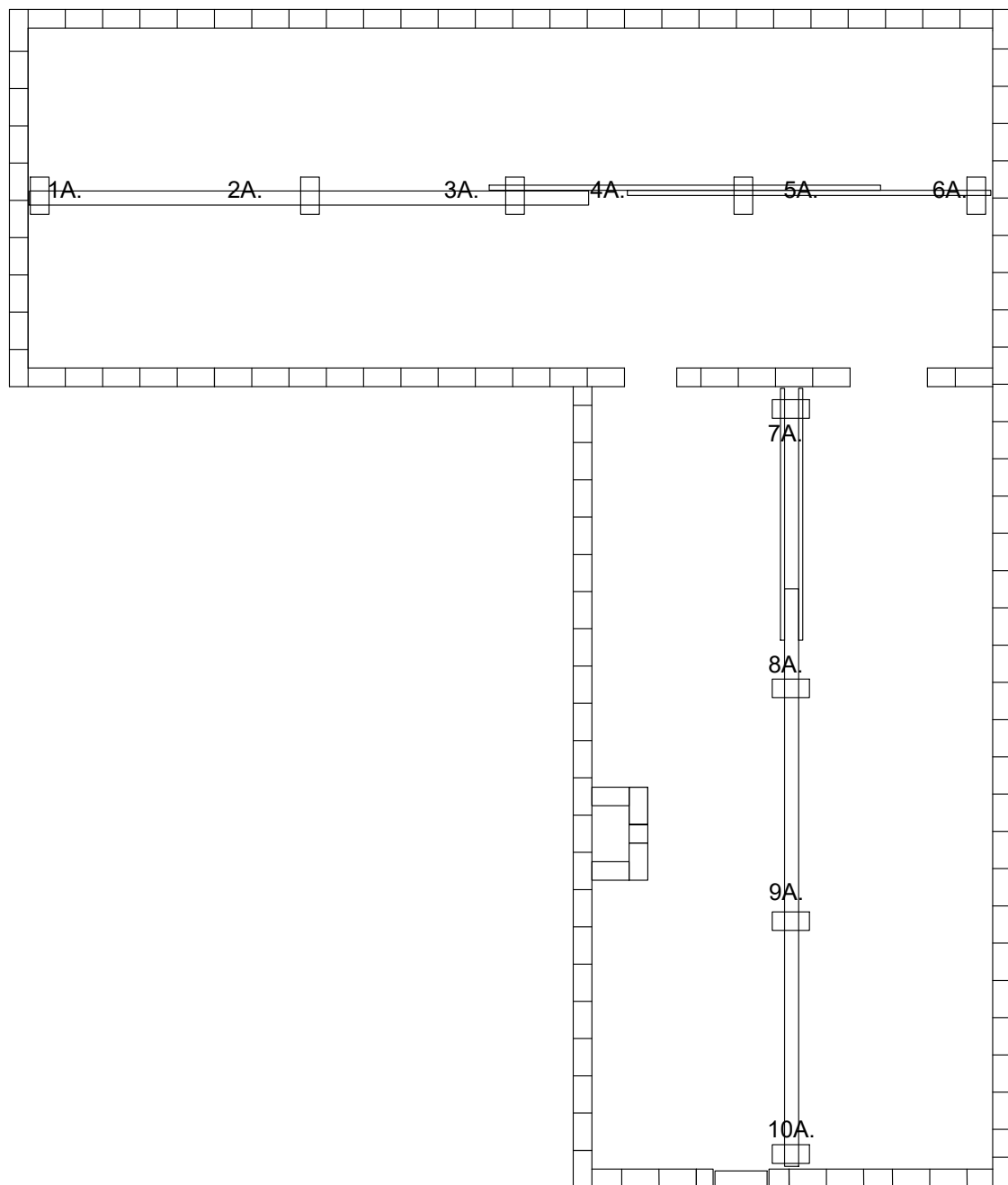
Blindbotten (fukt, mikrobiell påväxt, mjuknad och röta): Fortsatt begynnande mikrobiell påväxt på asfaboard som utgör blindbotten i krypgrundens sydliga utrymme. Ingen upplevd mjuknad eller röta i någon del. Påväxten i det sydligare utrymmet har inte utvecklats under tiden för fältstudien.

Övriga iakttagelser: Fortsatt framträder ingen karakteristisk lukt till följd av mikrobiell påväxt eller röta i grunden. Efter genomfört platsbesök plockades samtlig mätutrustning ur krypgrunden och placeringen av byggplastfolien justerades för att eliminera öppningar i skarvar och mellan plast, plintar och grundmur.

---

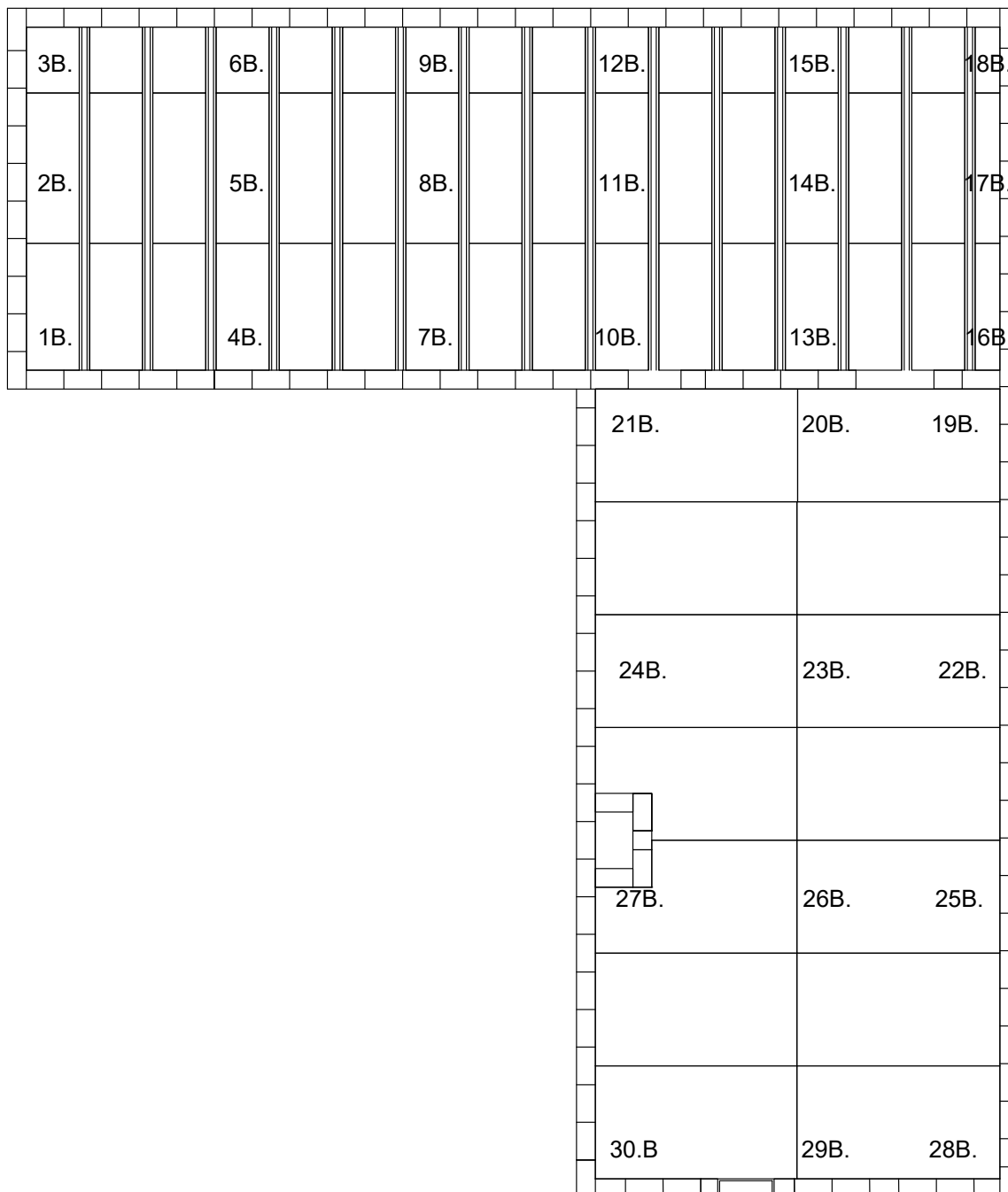
## Bilaga C Mätpunkter

### C.1 Mätpunkter för fuktkvotsmätning i bärlina



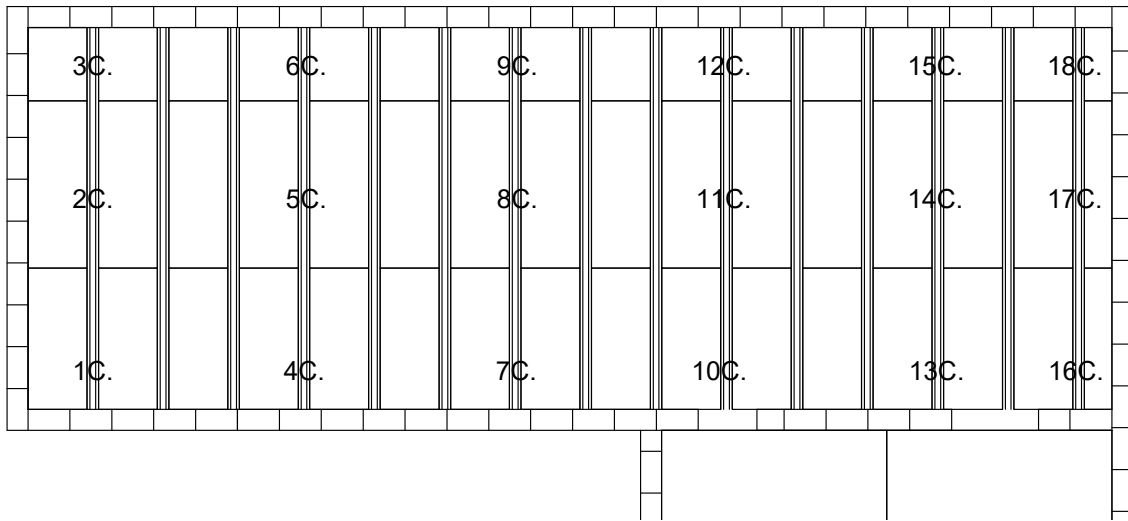
Figur C.1 Mätpunkter för fuktkvotsmätning i bärlina.

## C.2 Mätpunkter för fuktkvotsmätning i blindbottenskiwa



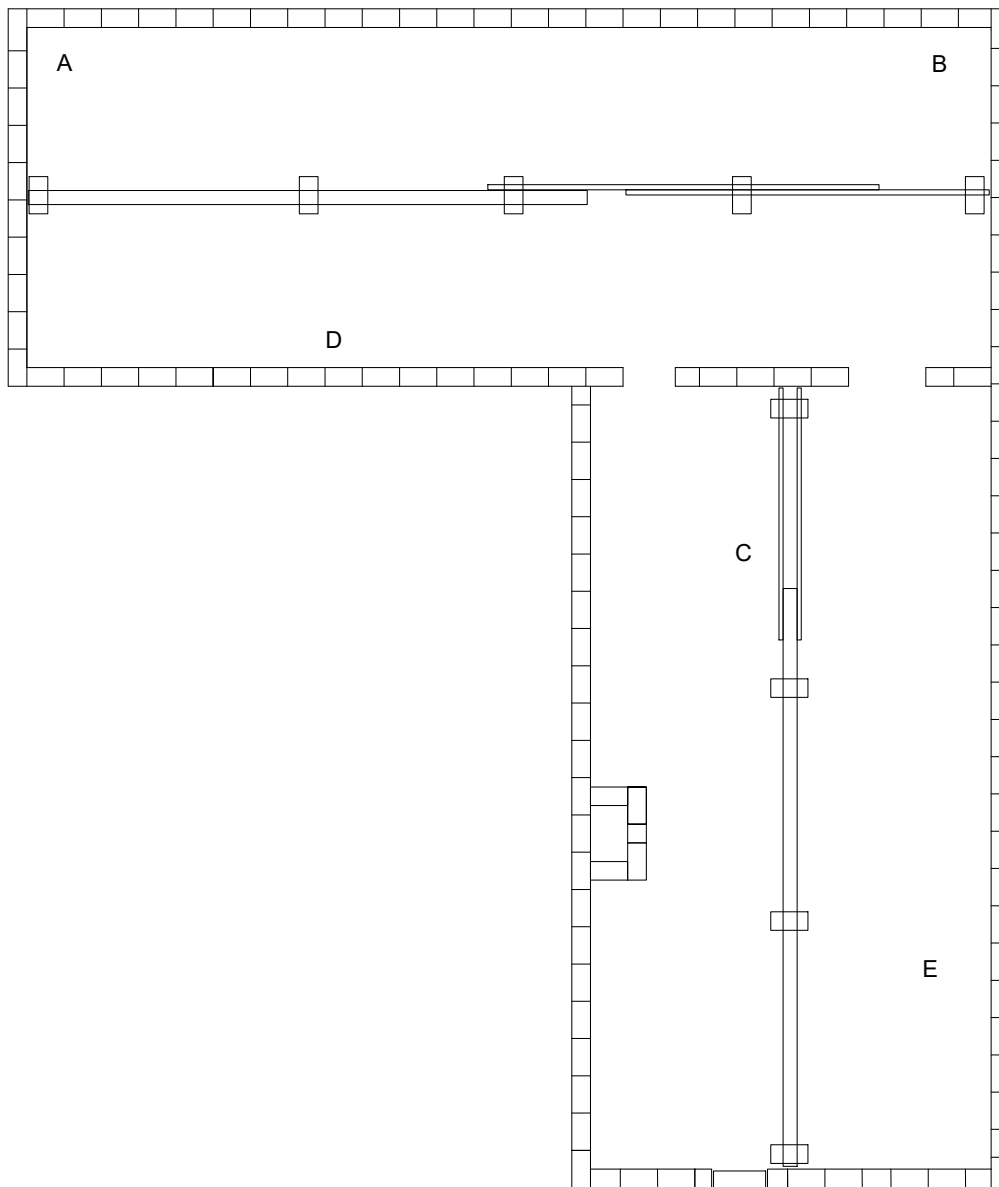
Figur C.2 Mätpunkter för fuktkvotsmätning i blindbottenskiwa.

### C.3 Mätpunkter för fuktkvotsmätning i blindbottenlist



Figur C.3 Mätpunkter för fuktkvotsmätning i blindbottenlist.

## C.4 Mätpunkter för lufttemperatur och relativ luftfuktighet



Figur C.4 Mätpunkter för lufttemperatur och relativ luftfuktighet.

## Bilaga D Mätvärden fuktkvot

### D.1 Fuktkvot bärlina

Tabell D.1 Fuktkvot bärlina.

Mätinstrument: BES Bollmann Combo 100				
Temperaturinställning: 0 [(-10) - 10°C]				
Materialinställning: 3 [gran och furu]				
Mätpunkt	Fuktkvot [%]			
	2023-02-28	2023-03-21	2023-04-11	2023-05-02
1A	18,7	19,1	19,2	19,5
2A	18,4	18,3	18,3	18,6
3A	17,9	17,9	18,2	17,8
4A	17,8	18,6	18,0	18,5
5A	18,8	18,7	18,9	19,1
6A	18,6	18,5	18,8	18,9
7A	18,2	17,8	18,5	18,5
8A	17,3	17,4	18,0	18,2
9A	17,5	17,5	17,4	17,6
10A	17,6	17,3	18,2	17,9

### D.2 Fuktkvot blindbottenskiva

Tabell D.2 Fuktkvot blindbottenskiva.

Mätinstrument: Protimeter Digital Mini				
Mätpunkt	Fuktkvot [%]			
	2023-02-28	2023-03-21	2023-04-11	2023-05-02
1B	14,8	14,8	15,0	16,0
2B	15,2	14,8	14,9	15,8
3B	17,0	15,8	15,5	15,9
4B	14,0	15,3	14,8	15,3
5B	15,0	15,2	15,9	15,6
6B	15,5	15,5	16,1	16,0
7B	14,1	14,7	14,7	15,4
8B	14,2	14,6	14,6	14,9
9B	14,9	15,1	14,4	15,8
10B	13,7	13,4	13,3	14,5
11B	14,3	14,4	14,4	15,4

12B	14,5	14,8	14,8	14,8
13B	13,9	14,0	14,4	14,5
14B	14,6	14,4	14,8	15,1
15B	15,9	15,2	15,8	16,4
16B	14,4	14,2	14,9	15,0
17B	14,1	14,4	14,8	14,8
18B	14,6	14,7	15,3	15,0
19B	13,5	13,1	13,6	14,4
20B	12,7	12,7	13,1	13,3
21B	15,2	17,1	17,5	17,6
22B	12,7	13,2	13,3	13,6
23B	11,6	12,4	12,5	12,8
24B	13,5	14,3	15,1	14,8
25B	12,8	12,9	13,1	13,5
26B	11,7	12,2	12,7	12,6
27B	13,0	14,0	13,3	14,0
28B	12,9	12,7	12,9	12,2
29B	11,7	12,6	12,4	12,5
30B	12,2	13,4	13,5	13,0

### D.3 Fuktkvot blindbottenlist

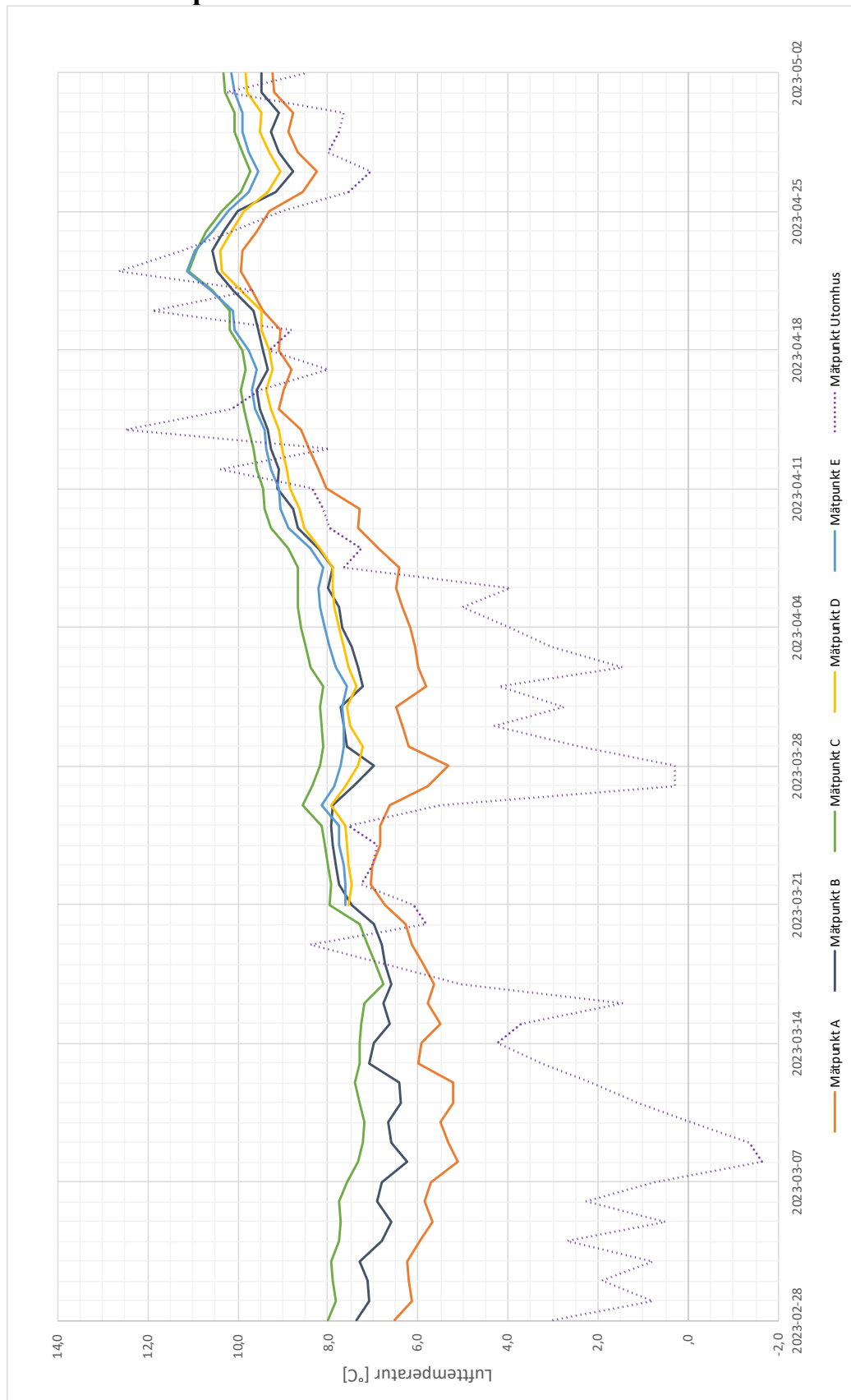
Tabell D.3 Fuktkvot blindbottenlist.

Mätinstrument: Protimeter Digital Mini				
Mätpunkt	Fuktkvot [%]			
	2023-02-28	2023-03-21	2023-04-11	2023-05-02
1C	17,2	17,4	16,6	17,2
2C	17,0	17,2	18,0	16,7
3C	16,9	17,3	17,8	17,1
4C	15,5	15,8	16,3	16,0
5C	15,6	15,6	16,7	16,5
6C	16,2	16,0	16,8	16,5
7C	14,7	15,2	16,1	16,3
8C	14,6	15,3	16,1	15,7
9C	16,2	16,3	16,7	16,9
10C	15,5	15,9	15,8	16,7
11C	15,1	15,7	16,1	16,5

12C	16,1	16,4	16,4	17,0
13C	14,5	14,6	15,3	15,7
14C	15,2	16,1	16,1	15,7
15C	16,2	16,6	17,1	16,9
16C	15,2	15,9	16,2	16,2
17C	15,6	16,4	16,6	16,8
18C	16,5	17,1	17,5	17,2

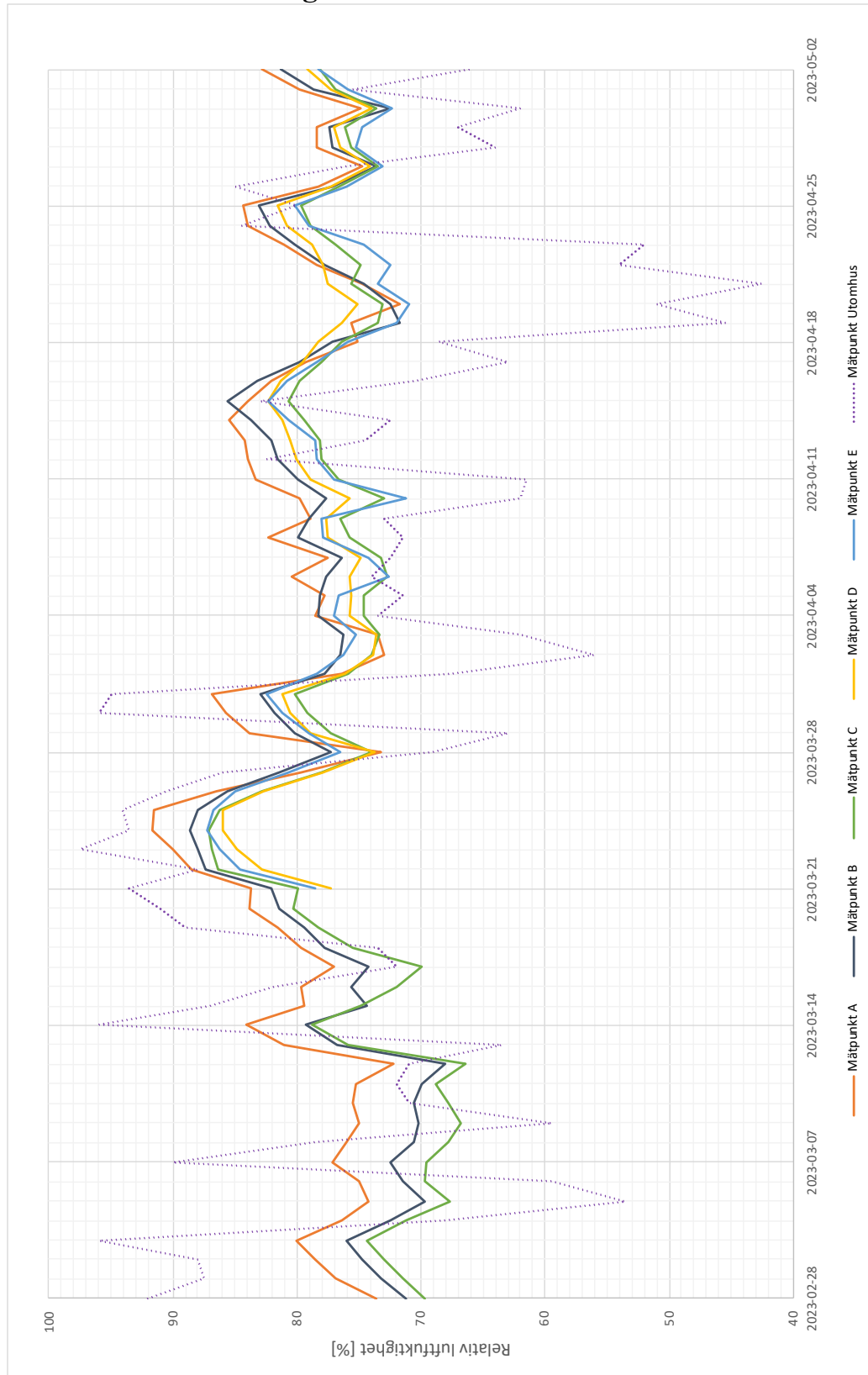
# Bilaga E Mätvärden lufttemperatur och relativ luftfuktighet

## E.1 Lufttemperatur



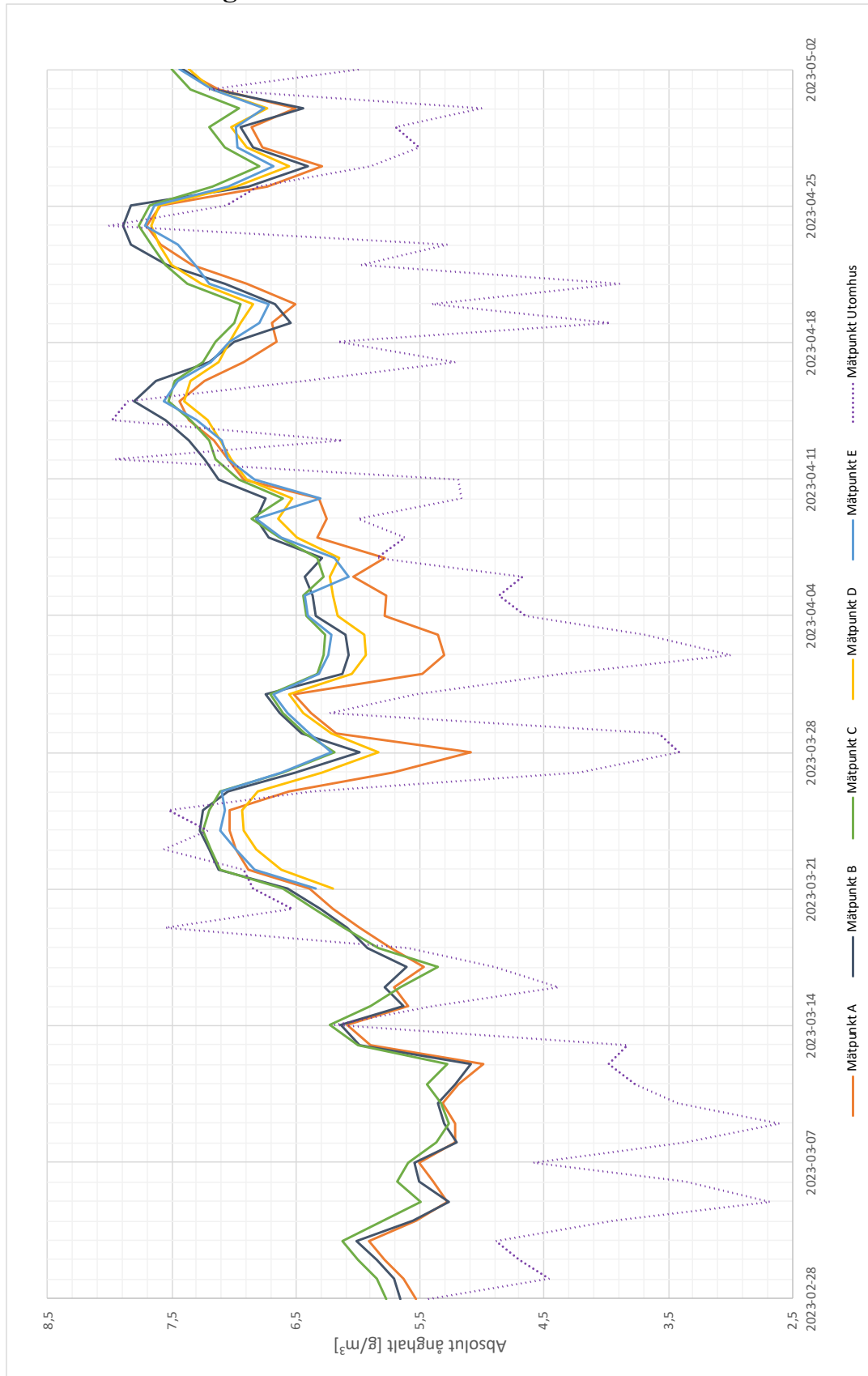
Figur E.1 Glidande dygnsmedelvärde för lufttemperatur.

## E.2 Relativ luftfuktighet



Figur E.2 Glidande dygnsmedelvärde för relativ luftfuktighet.

### E.3 Absolut ånghalt



Figur E.3 Glidande dygnsmedelvärde för absolut ånghalt.

**INSTITUTIONEN FÖR ARKITEKTUR OCH  
SAMHÄLLSBYGGNADSTEKNIK  
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA**

Göteborg, Sverige 20xx  
[www.chalmers.se](http://www.chalmers.se)



**CHALMERS**