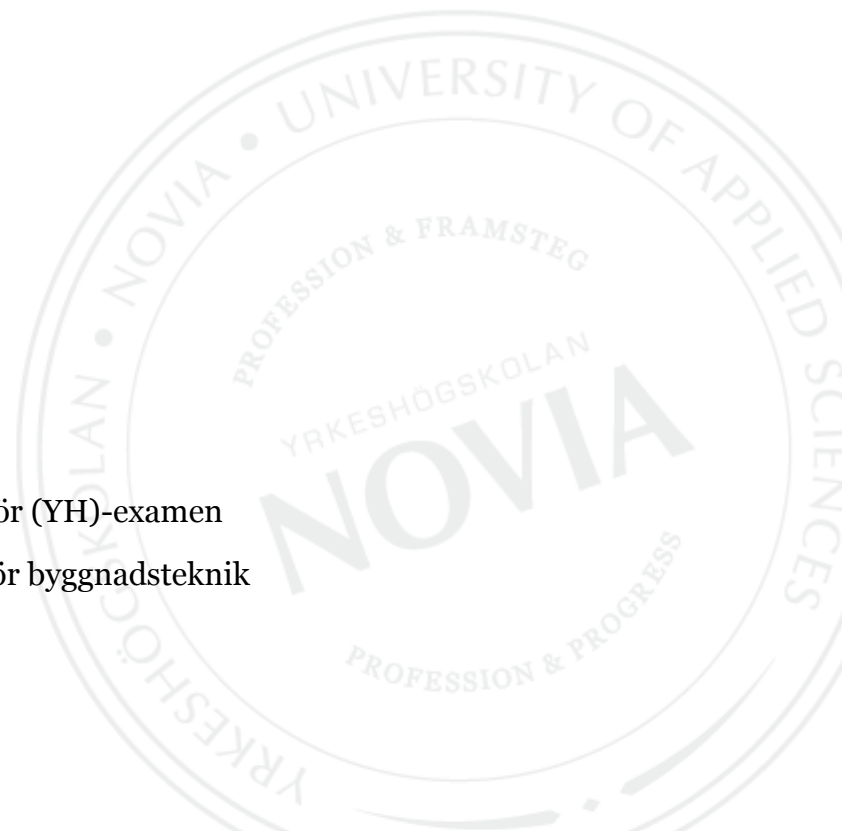


Metoder för att undersöka kondition, konstruktion och förekomst av farliga ämnen i byggnader

Jonas Lindqvist

Examensarbete för Ingenjör (YH)-examen
Utbildningsprogrammet för byggnadsteknik
Raseborg 2014



EXAMENSARBETE

Författare: Jonas Lindqvist
Utbildningsprogram och ort: Byggnadsteknik Raseborg
Inriktningalternativ/Fördjupning: Konstruktionsplanering
Handledare: Kirsti Horn

Titel: *Metoder för att undersöka kondition, konstruktion och förekomst av farliga ämnen i byggnader*

Datum 11.2.2014

Sidantal 71

Bilagor 2

Abstrakt

Det här ingenjörsarbetet beskriver vilka metoder som finns tillgängliga då man vill undersöka en byggnads kondition, konstruktion och huruvida det förekommer farliga ämnen i byggnaden. Bakgrunden till arbetet är mitt intresse för varför det förekommer så mycket problem i våra byggnader nuförtiden.

Arbetet består av en teoridel och en praktisk del där de olika mätmetoderna presenteras och används i praktiken till en viss mån. I teoridelen behandlas lagstiftningen som står som grund för alla de mätningar som utförs då det i den fastslås vilka värden som är acceptabla för olika fenomen. I teoridelen beskrivs det även hurudan utrustning olika fenomen skall mätas med samt hur själva mätningen skall utföras så att man får ett pålitligt resultat.

I den praktiska delen har jag undersökt ett frontmannahus från 50-talet med en del av de metoder som presenteras i teoridelen. Huset i fråga har en tillbyggnad från 60-talet och i resultaten för mätningarna framkommer det hur olika byggnadssätt påverkar mängden fel i byggnaden.

Som resultat för hela arbetet utvärderas det huruvida alla de problem vi har med våra byggnader beror på dåligt byggande eller om det beror på att vi idag kan mäta olika värden mycket bättre och orsakar därmed en stor del av problemen själva genom att stämpla friska byggnader till oanvändbara på grund av att något värde varit lite för högt.

Språk: Svenska

Nyckelord: mätningar, fukt, mögel, farliga ämnen

OPINNÄYTETYÖ

Tekijä:	Jonas Lindqvist
Koulutusohjelma ja paikkakunta:	Rakennustekniikka, Raasepori
Suuntautumisvaihtoehto/Syventävät opinnot:	Rakennesuunnittelu
Ohjaaja:	Kirsti Horn

Nimike: *Menetelmiä, joilla voidaan tutkia rakennusten kuntoa, rakenteita ja vaarallisten aineiden esiintymistä*

Päivämäärä 11.2.2014

Sivumäärä 71

Liitteet 2

Tiivistelmä

Tämä insinöörityö kuvailee menetelmiä joita voidaan käyttää, kun halutaan tutkia rakennuksen kuntoa, rakenteita ja vaarallisten aineiden esiintymistä. Aihe on valittu sen takia, että on kiinnostavaa selvittää, miksi rakennuksissamme on nykyään niin paljon ongelmia. Johtuuko se ainoastaan siitä, että rakennamme rakennuksemme huonosti vai johtuuko se myös siitä, että nykyisin pystymme suorittamaan niin tarkkoja mittauksia, että löydämme vikoja missä niitä ei aikaisemmin ole ollut.

Työ koostuu teoriaosasta ja käytännön osasta, joissa kuvaillaan mitä ja miten eri ilmiöitä voidaan mitata. Teoriaosassa käsitellään myös lainsäädäntöä, johon kaikkien mitattavien ilmiöiden raja-arvot perustuvat. Teoriaosassa kerrotaan myös, millaisilla välineillä eri ilmiöitä voidaan mitata ja kuvaillaan, miten mittaus pitää suorittaa jotta saadaan luotettavia tuloksia.

Käytännön osassa tutkitaan 50-luvun rintamamiestaloa osalla niistä menetelmistä, joita esitellään teoriaosassa. Kyseisessä talossa on lisärakennus, joka on 60-luvulta ja mittauksien tuloksissa ilmenee, miten eri rakennustavat vaikuttavat vikojen määrään.

Koko työn tuloksena arvioidaan, onko syy rakennustemme suureen vikamäärään huono rakennustapa, vai johtuuko se parantuneesta mittaustekniikasta, jolla voidaan mitata asioita paljon tarkemmin ja siten aiheutamme suuren osan vioista itse leimaamalla terveitä rakennuksia käyttökieltoon vain siitä syystä, että yksi arvo on ollut liian korkea.

Kieli: Ruotsi

Avainsanat: mittaukset, kosteus, home, vaaralliset aineet

BACHELOR'S THESIS

Author: Jonas Lindqvist
Degree Programme: Construction Engineering, Raseborg
Specialization: Structural Engineering
Supervisor: Kirsti Horn

Title: *Methods for investigating the condition, structures and the presence of hazardous substances in buildings*

Date 11.2.2014

Number of pages 71

Appendices 2

Summary

This bachelor's thesis describes which methods are available when you want to investigate a building's condition, structures and whether there are any hazardous substances in the building. The reason for choosing this subject is my own interest in why there are so many problems with our buildings nowadays.

The thesis consists of a theoretical part and a practical part in which the different methods for investigating a building are presented and to some extent put to use. The legislation which lays as a foundation for how high levels are accepted for a specific phenomenon is dealt with in the theoretical part. The theoretical part also contains information about how and with which equipment you are supposed to conduct your investigations so that you obtain reliable results.

In the practical part I have examined a traditional house from the fifties using some of the methods that are presented in the theoretical part. The house in question was extended in the sixties and the results of the examination reveal how different building methods affect the amount of flaws in the building.

As a result for the whole thesis the reasons for the flaws in our buildings are evaluated. Are they caused by poor building methods or are they a consequence of our improved methods for measuring different phenomena and do we thereby cause a big part of the problems ourselves by classifying healthy buildings unusable when a single value is too high?

Language: Swedish

Key words: measurements, moisture, mold, hazardous substances

Innehåll

1	Inledning.....	1
2	Objektet som mätningarna utförs i	1
3	Lagstiftning och direktiv.....	3
3.1	Hälsoskyddslagen.....	3
3.1.1	Anvisning om boendehälsa	4
3.2	Markanvändnings- och bygglagen	4
3.3	Finlands byggbestämmelsesamling	5
3.3.1	Finlands byggbestämmelsesamling C1 (1998)	6
3.3.2	Finlands byggbestämmelsesamling C2 (1998)	6
3.3.3	Finlands byggbestämmelsesamling D2 (2012).....	6
4	Temperaturförhållanden – Gränsvärden och mätningmetoder	7
4.1	Gränsvärden och temperaturindex	8
4.2	Mätningar	9
4.3	Mätinstrument.....	10
4.3.1	Användning av värmekamera för analys av konstruktioner	11
5	Fukt i luft och konstruktioner	13
5.1	Mätning av luftfuktighet	15
5.2	Lokalisering av fuktproblem med en fuktindikator	16
5.3	Mätning av fukt i betong och stenkonstruktioner	17
5.3.1	Fuktmätning med borrhålsmetoden	18
5.3.2	Fuktmätning med provbitsmetoden	20
5.3.3	Mätning av fukt i mjuka material.....	21
6	Buller i bostadsutrymmen	22
6.1	Mätning av bullernivån	25
7	Mögel.....	25
7.1	Lokalisering av mögelskador med hjälp av en mögelhund	27
7.2	Mätning av mikrobhalten – Yt- och byggnadsmaterialprover	27

7.2.1	Ytprover	28
7.2.2	Byggnadsmaterialprov	29
7.3	Mätning av mikrobhalten – Luftprov.....	29
7.4	Mikrobarter	31
8	Farliga ämnen	32
8.1	Mätning av den totala mängden kemiska föroreningar i luften	33
8.2	Formaldehyd – Förekomst och mätning	34
8.3	Ammoniak NH ₃ – Förekomst och mätning	35
8.4	Koldioxid CO ₂ – Mätning och förekomst.....	37
8.5	Kolmonoxid CO – Mätning och förekomst	37
8.6	Kreosot i byggnader	38
8.7	Asbest.....	39
8.7.1	Lokalisering och mätning av asbesthalten i inneluften	40
9	Radon Rn.....	41
9.1	Mätning av radonhalten i bostadsutrymmen	42
10	Mätningar och resultat	45
10.1	Temperatur- och luftfuktighetsvärden.....	45
10.2	Yttemperaturer och värmekameraanalys	50
10.3	Fuktmätning i konstruktioner.....	55
10.3.1	Analys av konstruktioner med en fuktindikator	55
10.3.2	Mätning av fukt i trä	57
10.3.3	Mätning av fukt i betongkonstruktioner	58
10.4	Mikrobanalys	62
10.5	Inventering av farliga ämnen	65
10.5.1	Inventering av asbest och kreosot.....	65
10.6	Radonmätning.....	66
11	Slutsatser	68
	KÄLLFÖRTECKNING	70
	BILAGA 1 – Ritningar på objektet.....	
	BILAGA 2 – LÄMPÖKUVAUSMITTAUSRAPORTTI.....	

1 Inledning

Syftet med detta arbete är att ta reda på vilka metoder det finns för att undersöka olika fenomen i byggnader. Bakgrunden till detta arbete är mitt intresse för hur man gör olika mätningar i byggnader samt att försöka ta reda på varför det i dag förekommer så mycket problem i våra byggnader och vad de beror på. Är orsaken till de problem som förekommer i våra byggnader bara ett resultat av ett dåligt byggnadssätt eller har vi blivit för kräsna idag då det finns så mycket utrustning man kan hitta de olika felen med.

Målet förverkligas genom att ta reda på vad det finns för metoder och sedan tillämpa vissa av dem på ett faktiskt objekt. Genom att göra detta har jag uppnått ett kunnande inom undersökning av byggnader och samtidigt har jag undersökt objektet för att ta reda på om det förekommer några problem i det samt där det förekommer problem har jag rekommenderat åtgärder för att korrigera felet. I arbetet behandlas även den lagstiftning som ligger som grund för att man överhuvudtaget kan mäta något i byggnader eftersom det där fastslagits gränserna för hur stora halter det får förekomma av något ämne i byggnader.

I arbetet finns det beskrivningar över de vanligaste metoderna för undersökande av en byggnad samt en redovisning över de problem som förekommer i objektet som mätningarna utförts i.

2 Objektet som mätningarna utförs i

Som objekt för mätningarna i mitt slutarbete används ett gammalt hus i södra Sibbo. Huset är byggt år 1954 och är av typ frontmannahus med 1½-våning. Huset har trästomme och åstak (ritningar: Bilaga 1). Mitt i huset finns en skorsten till vilken det finns tillgång från alla fyra rum i nedre våningen. I nedre våningen finns tamburen, köket, ett sovrum och vardagsrummet. I övre våningen finns det två sovrum till. Huset har trossbotten och är isolerat med sågspån, fasaden är brädfodrad och taket är av maskinfalsad plåt.

År 1967 byggdes huset till på det sättet att det blev L format. Tillbyggnaden består av en källare och en våning. I källaren finns pannrummet och ett förråd. I den övre våningen finns en toalett samt tvättrum och bastu. Samtidigt som huset

byggdes till installerades det vattenburna radiatorer i hela huset och huset fick därmed ett centralvärmesystem. I dagsläget har alla eldstäder avsedda för uppvärmning avlägsnats. Då tillbyggnaden gjordes fick även hela huset ett nytt tak av maskinfalsad plåt istället för det filttak det tidigare hade. Även tillbyggnaden har trästomme och är brädfodrad, den är dock isolerad med mineralull. I början av 90-talet byttes ytterdörren och alla fönster ut förutom två i delen från 1954. År 2011 gjordes en grundlig renovering av tvättrummet och bastun, 2012 förnyades köket och 2013 förnyades toaletten.

Inga större problem har upptäckts i huset bortsett från sådana fel som man kan förvänta sig av ett hus som är 60 år gammalt. T.ex. har brädfodringen delvis bytts ut på fasaden mot söder. De problem som huset haft har varit i tillbyggnaden där det bland annat har läckt in vatten längs med skorstenen och dessutom har det läckt in vatten genom källarväggen som har orsakat att rappningen lossat från väggen inne i källaren.



Bild 1. Objektet i Sibbo, fasad mot söder. (tillbyggnaden på baksidan) (Bild Jonas Lindqvist)

3 Lagstiftning och direktiv

Grunden för mätning av olika värden i byggnader har sin grund i lagstiftningen där det har fastställts hurdana förhållanden som det bör råda i byggnader i Finland. Hälsoskydds- och bygglagstiftningen står som grund för hur byggnader skall byggas och vilka krav det ställs på olika byggnadsdelar för att möjliggöra en sund levnadsmiljö.

3.1 Hälsoskyddslagen

Hälsoskyddslagen trädde i kraft 19.8.1994 och ligger som grund för lagstiftningen och bestämmelserna kring en hälsosam levnadsmiljö. Syftet med lagen är att upprätthålla och förbättra befolkningens hälsa samt att minimera och förebygga sådana faktorer i livsmiljön som kan orsaka sanitär olägenhet.

I lagen anses en sanitär olägenhet vara en konstaterbar sjukdom, en hälsostörning eller förekomsten av en sådan faktor eller omständighet som har en negativ effekt på befolkningens eller individens livsmiljö. För bostadsutrymmen och andra vistelseutrymmen ställs det krav på luftens renhet, temperatur, fuktighet, buller, luftväxling, ljus, strålning och övriga motsvarande förhållanden och genom dessa vill man försäkra att personer som vistas i bostaden eller utrymmet inte utsätts för sanitär olägenhet.

Om kraven i lagen för buller vibrationer, lukt, ljus, mikrober, damm, rök, temperatur, fukt, strålning eller andra motsvarande förhållanden överskrids i så stor omfattning att det kan orsaka sanitär olägenhet för de som vistas i utrymmet kan den kommunala hälsoskyddsmyndigheten beordra den som orsakar eller är skyldig till problemet att åtgärda problemet eller begränsa de olägenheter problemet orsakar. Lagen gäller för alla byggnader, såväl gamla som nya, eftersom den skall garantera att alla kan och får leva i en sund miljö.

Om den som är skyldig till problemet misslyckas eller inte är villig att åtgärda det problem hälsoskyddsmyndigheten påpekat kan hälsoskyddsmyndigheterna förbjuda eller begränsa användandet av utrymmet.

Social- och Hälsovårdsministeriet kan ge noggrannare direktiv gällande förhållandena i en bostad eller ett utrymme där man vistas. (Hälsoskyddslagen 19.8.1994/763. Kapitel 1 §1-2. Kapitel 7 §26-27 & §32)

3.1.1 Anvisning om boendehälsa

Anvisningen om boendehälsa är en enligt §32 i Hälsoskyddslagen utgiven anvisning som trätt i kraft 1.5.2003. Den används som stöd och anvisning då man inspekterar bostäder ur hälsoperspektiv.

Direktivet innehåller gränsvärden för olika hälsovådliga ämnens halter. Värdena är dock inte bindande eftersom alla människor reagerar olika på olika ämnen. Då man analyserar halterna måste man alltid ta i beaktande den specifika platsens omständigheter och göra slutsatser enligt det. Direktivet innehåller också beskrivningar av vilka standardiserade metoder som lämpar sig för undersökning av specifika problem och hur resultaten skall tolkas.

De angivna rekommendationerna baserar sig huvudsakligen på andra publikationer som gjorts på basen av hälsovårdslagen och hälsovårdsmyndigheternas praktiska erfarenheter och internationella publikationer.

Miljöministeriet har publicerat byggnadstekniska bestämmelser och direktiv i Finlands byggbestämmelsesamling. Anvisningen om boendehälsa och byggbestämmelsesamlingen är enhetliga. Bestämmelserna är dock ofta strängare än anvisningarna eftersom de styr byggandet och planering av byggnader.

För att minimera olägenheter orsakade av olika farliga ämnen skall kommunernas byggnadstillsyn, hälsoskyddsmyndigheter och arbetskyddsmyndigheter samarbeta då byggnader renoveras eller nya byggs så att alla aspekter av byggandet beaktas och resultatet blir en hälsosam byggnad. (Social- och Hälsovårdsministeriet 2003 s. 3)

3.2 Markanvändnings- och bygglagen

Syftet med markanvändnings- och bygglagen som trädde i kraft 5.2.1999 är att styra användningen av landområden och uppförandet av byggnader. Genom detta vill man se till att det skapas en bra livsmiljö och främja utveckling med hänsyn på ekologiskt, ekonomiskt, socialt och kulturellt hållbar utveckling. (Markanvändnings- och bygglagen 5.2.1999/132. Kapitel 1 § 1)

Markanvändnings- och bygglagen uppgör sådana krav på planeringen och byggandet av byggnader att om man följer den skall alla krav hälsoskyddslagen

ställer på en sund byggnad uppfyllas. I paragraf 117c bestäms noggrannare vilka krav som ställs på byggande av sunda byggnader. Om man påbörjar ett byggnadsprojekt skall man se till att byggnaden planeras och byggs med hänsyn till användningsändamål och miljöförhållanden.

Med andra ord måste byggnader planeras och byggas så att inga problem orsakas av fel på inomhusluften, fukt-, temperatur- och ljusförhållanden samt vattenförsörjningen. Människors hälsa får heller inte äventyras av föroreningar i inomhusluften, strålning, förorening av vatten eller mark, bristfällig hantering av rök, avloppsvatten, avfall eller fukt i byggnadsdelar och konstruktioner. De material som används vid byggande får inte under byggnadens planerade livslängd orsaka utsläpp i luften, hushållsvattnet eller miljön. Anordningar och system i huset skall vara lämpade för byggnaden och därmed upprätthålla sunda förhållanden.

Noggrannare bestämmelser gällande uppförande av nya byggnader, reparation och ändring av byggnader samt deras användningsändamål kan utfärdas genom förordning av miljöministeriet. (Markanvändnings- och bygglagen 5.2.1999/132. Kapitel 17 § 117c)

3.3 Finlands byggbestämmelsesamling

I enlighet med den 13 paragrafen i Markanvändnings- och bygglagen har miljöministeriet i uppgift att förvalta Finlands byggbestämmelsesamling, vilken skall innehålla de byggbestämmelser, föreskrifter och anvisningar som utfärdas med stöd av Markanvändnings- och bygglagen. I samlingen kan även ingå föreskrifter utfärdade av andra statliga myndigheter. (Markanvändnings- och bygglagen 5.2.1999/132. Kapitel 1 § 14)

Byggbestämmelsesamlingen innehåller byggnadstekniska och liknande föreskrifter och anvisningar, vilka fullbordar markanvändnings- och bygglagen och byggnadsförordningen. Föreskrifterna är förpliktande medan andra lösningar än de i anvisningarna givna kan accepteras om de uppfyller de krav som ställs på den specifika byggnadsdelen. Föreskrifterna gäller byggandet av nya byggnader. Vid ändring och eller reparation av byggnader skall bestämmelserna endast tillämpas i en sådan omfattning som åtgärdens art och storlek kräver. (Miljöministeriet 2013)

3.3.1 Finlands byggbestämmelsesamling C1 (1998)

C1 i Finlands byggbestämmelsesamling ”*Ljudisolering och bullerskydd i byggnad, föreskrifter och anvisningar*” handlar om hur bullerskydd samt ljudisolering skall beaktas vid uppförande av nya byggnader. Vid reparations- och ändringsarbeten tillämpas föreskrifterna så att man tar den gamla byggnaden i beaktande. (Miljöministeriet 1998a)

3.3.2 Finlands byggbestämmelsesamling C2 (1998)

C2 i Finlands byggbestämmelsesamling ”*Fukt, föreskrifter och anvisningar*” berör fukt och innehåller föreskrifter och anvisningar gällande ämnet. Föreskrifterna och anvisningarna berör undvikande av skador och olägenheter av fukt vid byggande, med andra ord vad som man måste beakta i byggnader gällande fukt.

Var och en byggnad skall planeras och byggas så att den inte orsakar hälsorisker för byggnadens användare på grund av fuktanhopning i byggnadsdelar eller på inre ytor. Dessa egenskaper skall vara möjligt att upprätthålla genom normalt underhåll under byggnadens rimliga livstid. Yttre fuktkällor får heller inte tränga in och skada konstruktioner eller inre utrymmen. (Miljöministeriet 1998b, s.3)

3.3.3 Finlands byggbestämmelsesamling D2 (2012)

D2 i Finlands byggbestämmelsesamling ”*Byggnaders inomhusklimat och ventilation, föreskrifter och anvisningar*” handlar om hur inomhusklimatet och ventilationen bör vara i nya byggnader. Denna byggbestämmelse innehåller beskrivningar på hur inomhusklimatet bör beaktas då man planerar byggnaden och väljer material, samt vilka krav som ställs på temperaturförhållandena, luftkvaliteten, ljudmiljön, belysningsmiljön och ventilationen i en ny byggnad. (Miljöministeriet 2012)

4 Temperaturförhållanden – Gränsvärden och mätningmetoder

Temperaturen i ett hus är inte endast en bekvämlighetsfråga utan den kan även orsaka direkta hälsobesvär för människor. Om temperaturen i en byggnad är för hög, luften för fuktig eller om ventilationen är för effektiv d.v.s. orsakar drag kan detta direkt orsaka symptom och besvär för människor, vilket leder till att de inte trivs i sin levnads- eller arbetsmiljö.

Förutom själva temperaturen påverkar flera faktorer hur människan uppfattar sin omgivning. Värmestrålningen, luftflödet och fukt påverkar även på hur vi uppfattar vår omgivning. Att utsättas för drag och låga temperaturer kan, förutom att orsaka hälsoproblem i längden, orsaka ännu större problem då dessa faktorer kan leda till att det uppstår fuktproblem i konstruktionerna. Problemen i konstruktionerna uppstår där inneluften möter kalla konstruktioner och det uppstår sådana förhållanden att fukten i inneluften kondenseras inne i konstruktionerna. Då kan det skapas gynnsamma förhållanden för uppkomst av mögel. Rätt temperatur är alltså inte endast till för människorna utan behövs också för att byggnaden skall må bra och fungera på rätt sätt.

Om vägg- och takytorna är svala påverkar det inte alltför mycket på trivselen förutom i de fall då temperaturen på stora väggytor varierar mycket och orsakar asymmetrisk värmestrålning. Om golvet är kallt påverkas speciellt barn men även vuxna negativt av den nedsatta temperaturen. Om man genom uppvärmning värmer luften för mycket kan det orsaka trötthet, nedsatt koncentrationsförmåga, problem med andningsvägarna och torr hy. Hög temperatur kan även accelerera utsläpp av föroreningar i gasform från material i byggnaden.

Terminologi gällande temperaturförhållanden:

Rumstemperatur: Luftens temperatur mätt på 1,1 meters höjd var som helst i vistelsezonen.

Operativ temperatur: Med operativ temperatur anses ett medeltal av rumstemperaturen och värmestrålningen människan utsätts för. Den beskriver alltså hur temperaturen upplevs och kan t.ex. i ett rum med många fönster avvika mycket från rumstemperaturen.

Vistelsezon: Det område i en byggnad som bildas av följande gränser:

Nedre gräns: golvytan

Övre gräns: 1,8 meter överom golvytan

Sidogränser: 0,6 meter från väggar och andra fasta byggnadsdelar

(Social och Hälsovårdsministeriet 2003 s. 13-14)

4.1 Gränsvärden och temperaturindex

De för temperaturförhållandena angivna gränsvärdena baserar sig på mätningförhållanden där utetemperaturen är -5°C och innetemperaturen 21°C. Om förhållandena skiljer sig från dessa vid mätningstillfället kan man jämföra resultaten med gränsvärdena genom att använda sig av ett temperaturindex.

Temperaturindexet uppgörs enligt följande:

$$TI = (T_{sp} - T_o) / (T_i - T_o) \times 100 \text{ [\%]} = \text{Temperaturindex}$$

$$T_{sp} = \text{Inre ytans temperatur [°C]}$$

$$T_i = \text{Inomhusluftens temperatur [°C]}$$

$$T_o = \text{Uteluftens temperatur [°C]}$$

Tabell 1: Klassificering av olika byggnadsdelars temperaturindex

Byggnadsdel	Temperaturindex för nöjaktig nivå	Temperaturindex för god nivå
Vägg	≥81%	≥87%
Golv	≥87%	≥97%
Anslutningar och genomföringar	≥61%	≥65%

(Social- och Hälsovårdsministeriet 2003 s. 15-16)

Om temperaturindexet uppnår kraven för en god nivå anses det motsvara de minimikrav som anges i Finlands byggbestämmelsesamling för nybyggnad. Om temperaturindexet underskrider de för en nöjaktig nivå angivna värdena bör man undersöka tryckförhållandena mellan inne och uteluften samt söka fram de platser i konstruktionerna där det läcker luft. Luftläckagen beror oftast på fel i isoleringen, köldbryggor, bristfällig ångspärr samt kombinationer av dessa. Även ventilationen och uppvärmningssystemet påverkar yttemperaturerna. (Social- och Hälsovårdsministeriet 2003 s. 11-12)

4.2 Mätningar

Om temperaturförhållandena i en byggnad anses orsaka problem är det skäl att utföra en kontroll av byggnaden. Mätningarna skall utföras då problemet är lättast att hitta. Därför skall de helst utföras när det är kallare än -5°C ute och/eller vid blåsigt väder. Mätningarna bör dock inte utföras vid exceptionellt kallt väder med tanke på var byggnaden befinner sig.

Byggnadens uppvärmning och ventilation får inte skilja sig från det normala före eller under mätningen. Innetemperaturen bör vara jämn och vid kontroll av yttemperaturer bör temperaturväxlingar utomhus tas i beaktande. Byggnaden får inte vädras 4-6 timmar före mätningen och under mätningen får byggnaden heller inte vädras. Mätningstrustningen bör vara kalibrerad och mätningstrustningens typ samt kalibrering bör bokföras i protokollet, även mängden personer i byggnaden då mätningen utförs bör antecknas. Alla elektroniska mätinstrumentens funktion bör granskas vid början av varje mätning för att säkerställa deras tillförlitlighet.

Den första fasen av mätningarna går ut på att man mäter rumstemperaturen och kontrollerar hur luften cirkulerar med hjälp av signalrök. Om det konstateras att rumstemperaturen är över 20°C och rökprovet inte påvisar att det finns drag i rummet kan man avsluta temperaturmätningarna i det rummet.

Däremot om rumstemperaturen är mellan 18 och 20°C eller rökproven visar att det drar i rummet mäter man den operativa temperaturen och luftens hastighet mäts. Väggarnas och golvets yttemperatur mäts om den operativa temperaturen är under 18°C eller om rumstemperaturen är mera än 3°C varmare än den operativa temperaturen. Dessa noggrannare mätningar kan också anses

nödvändiga om rummet har en ovanlig form eller om där förekommer stora glasytor. För att mätningarna skall anses officiella bör de utföras med instrument bestämda i SFS standarden 5511 *Luftkonditionering, Inomhusklimat i byggnader, Fältmätning av termiska förhållanden* och utföras enligt dess direktiv. (Social- och Hälsovårdsministeriet 2003 s. 14-15)

4.3 Mätinstrument

Mätinstrument för mätning av rumstemperatur enligt SFS 5511:

De rekommenderade metoderna för uppmätning av rumstemperaturen är mätare och givare som fungerar enligt principen för termoelement, termistorer, motståndsgivare och kvicksilvertermometrar.

Mätning av operativ temperatur enligt SFS 5511

Den operativa temperaturen mäts med en så kallad globtermometer som har en temperaturgivare placerad inne i en svart glob som bör ha en emissivitet på över 0,9. Med hjälp av globen får man reda på temperaturen orsakad av värmestrålning. Mätaren bör placeras på en plats i rummet där inga objekt hindrar strålningen från att nå mätaren.

Mätning av yttemperaturer enligt SFS 5511

Yttemperaturer mäts vanligtvis med en mätare som mäter materialets värmestrålning genom att mäta den infraröda strålning materialet avger. Optiken i mätaren samlar upp den värmestrålning objektet avger och omvandlar den till en temperatur som syns på mätarens skärm. Ju närmare objektet man har mätaren desto noggrannare blir resultatet, eftersom resultatet blir medeltalet av temperaturen på en mindre yta. (Suomen standardisoimisliitto 1993 s.4-5)

Man bör dock beakta emissionen hos det material man mäter temperaturen på. Ju närmare 1 den är desto noggrannare är mätresultatet och därför fungerar mätaren bra på de flesta byggnadsmaterialen eftersom deras emission vanligtvis är över 0,8.

Yttemperaturen kan även mätas med en givare som trycks mot ytan vars temperatur man vill veta och så får man reda på yttemperaturen vid den

punkten. Normalt bör mätarna uppnå en sådan noggrannhet att deras resultat högst avviker med 1°C från det korrekta värdet. (Suomen standardisoimisliitto 1993 s.4-5)



Bild 2. Infraröd värmemätare TROTEC BP20. (Bild Jonas Lindqvist)

4.3.1 Användning av värmekamera för analys av konstruktioner

Förutom att använda en infrarödvärmemätare eller en givare som kräver beröring för att studera yttemperaturer kan man även använda en värmekamera. Värmekameran är också i princip en mätare som mäter den värmestrålning objektet avger men den kan digitalt omvandla temperaturinformationen så att det utav informationen bildas till en bild. Med värmekameran kan man analysera större ytor på en gång och därmed lättare hitta punkter där temperaturen avviker från sin omgivning, medan man med de andra mätmetoderna endast får reda på temperaturen vid en viss punkt. Värmekameran är alltså ett ypperligt verktyg för lokalisering av problem i konstruktionerna. Alla temperaturavvikelser är dock inte direkta problem utan i de flesta konstruktioner förekommer så kallade köldbryggor där konstruktionen t.ex. endast består av trä hela vägen igenom. Detta på grund av den aktuella konstruktionstekniken. Dessutom är temperaturen i hörn, fogar mellan konstruktioner och genomföringar alltid lägre än omgivningens. För att kunna tolka bilderna behövs alltså utbildning inom byggnadsteknik samt kunskap om hur kameran fungerar. Myndigheter kräver inte idag något certifikat för en

person som utför värmefotografering, men för att man för en kund skall kunna bevisa att man kan sin sak ordnas det kurser som leder till att man blir certifierad av VTT att utföra och rapportera värmekameraundersökningar.

Med värmekameran kan man hitta byggnadsfel såväl i gamla byggnader som i nya men även i husets byggnadsskede kommer den väl till pass. Även fuktskador kan lokaliseras med värmekamera eftersom en våt konstruktion isolerar sämre än en motsvarande torr konstruktion. Detta beror på att vatten har högre värmekapacitet än luft och det här fenomenet syns bäst vid temperaturväxlingar eftersom våta konstruktioner inte växlar temperatur lika snabbt som torra konstruktioner. (RT 14-10850, 2005)



Bild 3. Värmekamera FLUKE TiR. (Bild Jonas Lindqvist)

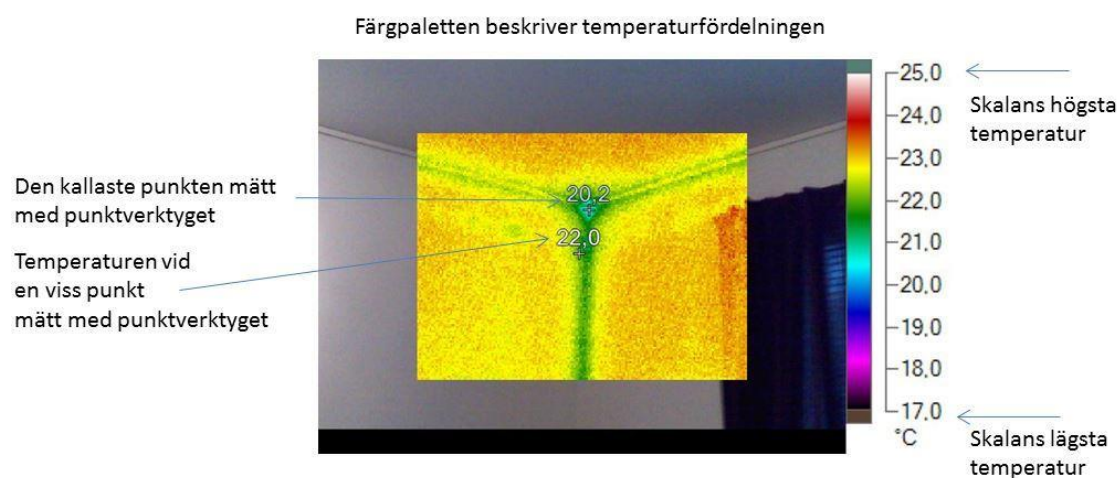


Bild 4. Värmekamerabild av övre hörnet av ett rum. (Bild Jonas Lindqvist)

5 Fukt i luft och konstruktioner

Fukt i luft och konstruktioner kan påverka både människan och byggnaden på ett negativt sätt. Den relativa fuktigheten på en bostads inneluft bör vara mellan 20 och 60 %. Om luften är för torr påverkar det på hur mycket människor svettas och så påverkar den även vår andning på ett negativt sätt. Om inneluftens relativa fuktighet är för hög skapas en omgivning där förekomsten av dammkvalster ökar. Den höga fuktigheten ökar även risken för att fukt kondenseras inne i konstruktionerna och det ökar sedan risken för mikroväxt i konstruktionerna.

Att tillföra fukt i inneluften bör undvikas och om möjligt bör man hitta någon annan lösning för att höja på inneluftens relativa fuktighet såsom att sänka på temperaturen i huset och/eller justera husets ventilation. Om man ändå tillför fukt i inneluften på ett konstgjort sätt bör man i huset ha en tillförlitlig fuktmätare, varifrån man kan följa med fuktigheten och se till att den hålls inom en acceptabel nivå.

Det finns alltid lite fukt i konstruktioner och den varierar med årstider och temperaturväxlingar, vilket är helt normalt och förekommer i alla byggnader. Men då det i konstruktionerna förekommer överloppsfukt under långa perioder kan det uppstå skador i dem. T.ex. tegel kan få frostsador, rappningsbindemedel förfaller, stål rostar och trä får mikroskador då de utsätts för fukt. Förutom att konstruktionerna tar skada kan även fukten vid rätta förhållanden leda till att det uppstår mikroväxt i konstruktionen, vilket i sig leder till hälsoolägenheter för de som bor i byggnaden. Fuktskadan kan även leda till kemiskt sönderfall av de drabbade byggnadsmaterialen, vilket leder till att det t.ex. kan frigöras ammoniak och formaldehyd. T.ex. kan en fuktskadad spånskiva börja avge formaldehyd i en större utsträckning som påföljd av det kemiska sönderfallet orsakat av fuktskadan. (Social- och Hälsovårdsministeriet 2003 s. 16-17)

Fuktskador beror oftast på planeringsfel eller brist på planering, fel vid byggandet av huset, fel i kvalitetssäkringen eller så beror de på att någon byggnadsdel åldrat och inte länge fungerar som den skall. Fuktskadan kan även bero på att underhållet varit bristfälligt eller byggnaden använts på fel sätt. De vanligaste fuktkällorna i ett hus är regn, snö, is, fukt från marken och

bruksvattnet. Regn och snö kan komma in i konstruktionerna genom läckage i tak men även på andra ställen då vinden orsakar att vattnet inte faller lodrätt utan träffar väggarna och tränger in i huset på det sättet. Smältande snö på taket leder ofta även det till läckage. Om huset är byggt på en våt plats, har bristfällig dränering eller ett hus med källare inte är vattenisolerat kan det tränga in fukt i konstruktionerna från marken. Fuktskador orsakade av bruksvattnet kan ha flera orsaker antingen beror de på användning av vatten på fel ställe i en byggnad d.v.s. konstruktionerna är inte planerade för en fuktbelastning eller så beror de på att det är något fel på de konstruktioner som skall vara vattentäta i t.ex. tvättrummet, vilket leder till att fukt når de delar av konstruktionerna som inte tål fukt. Läckage på vatten- eller avloppsrör orsakar givetvis vattenskador, men även kondens från olika ventilationsrör och kallvattenrör kan orsaka fuktproblem om de inte är isolerade. Om fuktskador förekommer bör orsaken till skadan åtgärdas så att skadan inte upprepas och sedan skall man reparera de skador fukten orsakat. (RT 05-10710, 1999, S.1)

Det finns flera olika metoder för att hitta fuktskador beroende på skadans art och hurudan konstruktionen är. Den enklaste metoden är organoleptisk observation och den går ut på att man endast med hjälp av sina sinnen och kunskaper letar efter färgskador, rötskador, salter osv. Det går även att känna på t.ex. isoleringsmaterial med händerna samt att med hjälp av luktsinnet leta efter mögellukt eller andra lukter. Denna metod kan kompletteras med mätningar med en fuktindikator. En annan metod är så kallad elektronisk observation och den går ut på att man med hjälp av olika mätare söker efter och konstaterar om det förekommer fuktskador. För att lokalisera skadorna använder man sig av en fuktindikator och för noggrannare analys av fukthalten i specifika material använder man sig av olika mätare beroende på om materialet är massivt t.ex. betong eller om det är fråga om lätta konstruktioner. Det går även att mäta den relativa luftfuktigheten inne i konstruktioner för att hitta möjliga problem. (Social- och Hälsovårdsministeriet 2003 s. 17-20)

Med hjälp av fuktmätningar kan man förutom att ta reda på fukthalten i ett material även ta reda på varifrån fukten kommer. Detta går till på det sättet att man mäter den relativa fukthalten och temperaturen på olika djup i konstruktionen och sedan räknar man ut den absoluta fukthalten vid punkterna.

Genom att analysera värdena får man sedan reda på från vilket håll en konstruktion belastas av fukt. (Miljöministeriet 1997, S 28-29)

5.1 Mätning av luftfuktighet

Då man mäter luftfuktigheten i en byggnad gör man det vanligtvis endast från en punkt i ett rum, eftersom den absoluta luftfuktigheten är ganska homogen i hela vistelsezonen. Lokala fuktkällor såsom fukt från matlagning eller tvättutrymmen bör undvikas och man bör undvika mätning i närhet av ventilationsanläggningar. Det finns några olika typer av mätare för mätning av luftfuktighet. De fungerar alla så att de mäter någon annan storhet som är lättare att mäta och bestämmer luftfuktigheten på basen av det.

Mätinstrument för mätning av luftfuktighet

Psykrometer: En psykrometer mäter nedkylningen orsakad av avdunstning. Den består av två termometrar av vilka den ena är lindad i ett vått tyg. Den våta termometern ventileras med en fläkt som orsakar ett drag på över 2 m/s. Då beror avdunstningen endast på den omkringliggande luftens fuktighet. Luftfuktigheten avläses sedan ur ett diagram på basen av den torra och den våta temperaturen.

Hårhygrometer: En hårhygrometer används oftast för långvarig uppföljning av luftfuktigheten. Den fungerar enligt principen att ett hårstrå blir längre då luftfuktigheten ökar. Längdförändringen överförs till en visare som ger värdet för luftfuktigheten.

Elektronisk mätutrustning: De vanligaste elektroniska mätinstrumenten är litiumkloridgivare som mäter den absoluta fuktigheten genom att analysera variationerna på motståndet i litiumklorid, vilket varierar beroende på fuktigheten. Den andra vanliga mätaren har en kapacitiv givare, vilken mäter skillnaden på kapacitansen då vattenmolekyler suggs upp i en tunn hinna av polymer. Dessa mätare används oftast för långvarig uppföljning av luftfuktigheten. (Suomen standardisoimisliitto 2005 s.7-8)



Bild 5. Temperatur- och luftfuktighetsmätare FLUKE 971 (Kapacitiv givare).

(Bild Jonas Lindqvist)

5.2 Lokalisering av fuktproblem med en fuktindikator

Det finns fuktindikatorer av flera olika modeller och funktionsprinciper. Vanligtvis är deras funktionsprincip sådan att den baserar sig på mätning av olika materials motstånd för elektrisk ström, kapacitans eller relativa permittivitet. Vanligtvis har mätaren färdigt inprogrammerats med inställningar för olika material eller materialkombinationer. Med indikatorn kan det som exempel finnas färdiga inställningar för betong, tegel, trä, marmor, lättgrusblock och olika byggnadsskivor.

Före man börjar använda mätaren måste man studera hur mätaren beter sig då det i konstruktionerna förekommer avvikande material som elledningar, vatten- och avloppsledningar eller värmeledningar. Även mättekniken kan påverka resultatet, därför måste man genom att t.ex. trycka mätaren mot det material man vill mäta med mätaren i olika ställningar och se hur resultaten varierar. Då man utför mätningarna bör de vara så systematiska som möjligt och man bör bokföra mätplatser och resultat. De områden man undersöker bör undersökas noggrant för att få en bra bild över möjliga fuktproblem på området.

Med hjälp av fuktindikatorn får man endast riktgivande resultat, då man utför mätning bör man därför välja en punkt med samma konstruktionstyp som man kan anse att borde vara torr och sedan jämföra sina resultat med den punkten. Fuktindikatorn mäter till olika djup beroende på märke och modell. Generellt sett mäter de ner till ett djup på mellan 10 och 20 millimeter. Med indikatorn kan man alltså inte få reda på hur djupt nere i konstruktionen fukten är. Det går t.ex. inte att veta om fuktindikationen i ett kaklat tvättrum beror på fukt under kaklen eller om den beror på fukt som finns i konstruktionen bakom kaklen. För att få reda på var fukten är måste man använda andra noggrannare fuktmätningmetoder, vilka ofta kräver att man öppnar konstruktionerna. (Miljöministeriet 1997, S 29-30)



Bild 6. Fuktindikator GANN Hydromette RTU 600 med en GANN B50 givare. (Bild Jonas Lindqvist)

5.3 Mätning av fukt i betong och stenkonstruktioner

Mätning av fukt i betong och stenkonstruktioner kan vara aktuellt såväl vid nybyggnation som vid undersökning av en gammal byggnad. Fuktmätningar behövs bland annat för att följa med att byggnadsdelar torkat tillräckligt mycket innan de ytbeläggs, för att ta reda på orsaken till en fuktskada samt för att ta reda på hur stor skadan är och för att bestämma hur stort torkningsbehov en fuktskadad byggnadsdel har.

Då man mäter fukthalter i olika material måste man alltid säkerställa sig om att den utrustning man använder är lämpad för materialet. De flesta fuktmätare som mäter den relativa fuktigheten i materialet består av en fuktgivare och en enhet varifrån resultaten kan avläsas. Mätarnas mätnoggrannhet beror alltid på tillverkaren och modellen, som bäst kan mätarnas noggrannhet för den relativa fuktigheten vara $\pm 1\%$. Vanligtvis har de mätare som används i praktiken en mätnoggrannhet på $\pm 2-3\%$ och fastän mätarnas noggrannhet är så här pass bra avviker resultaten nästan alltid från den tidigare nämnda nivån beroende på olika störande faktorer vid mätningen.

Då man mäter fukthalten i stenmaterial finns det flera olika mätmetoder med olika noggrannhet och ändamål. De noggranna metoderna är borrhålsmetoden och provbitsmetoden, men de kräver dock att man söndrar konstruktionerna och är dessutom arbetsamma. På grund av detta är också mängden mätpunkter begränsad och den som skall utföra mätningen måste på basen av sin kunskap bestämma på vilka ställen mätningarna skall utföras. För detta finns inga exakta rätta svar utan platserna beror på varför mätningen utförs och vad det är man vill få reda på. Den som utför mätningen måste alltså göra upp en mättningsplan som är så omfattande som objektet kräver och som säkerställer att man får reda på det man vill veta ur mätningarna. Den som utför mätningen kan välja mätpunkterna på några olika sätt: man kan på basen av sina observationer och tidigare erfarenheter välja sådana punkter där det ofta förekommer problem eller så kan man använda sig av riktgivande mätmetoder som kan ge antydningar om var problem kan förekomma. För det senare används en fuktindikator med hjälp av vilken man kan på ett lätt sätt kan undersöka var en byggnadsdels fukthalt avviker från det normala och på det sättet hitta möjliga fuktskador eller annars våta ställen som bör undersökas noggrannare. (RT 14-10984, 2010, S.1-3)

5.3.1 Fuktmätning med borrhålsmetoden

Fuktmätning med borrhålsmetoden används då man behöver en noggrann analys över fukthalten i betong och även andra material. Mätningen utförs i ett hål man borrar in i betongkonstruktionen och hålet bör vara åtminstone 10 millimeter djupt. Metoden lämpar sig för förhållanden där temperaturen är mellan $+15$ och $+25$ °C. Temperaturen vid betongens yta och inne i hålet får skilja

sig med högst 2 °C. Vid mätningen bör det råda normala förhållanden inne i byggnaden och om man mäter i en konstruktion med golvvärme bör den vara avstängd i åtminstone en vecka före mätningen utförs. Förhållandena bör hållas likadana under hela mätningen och om något av dessa krav inte uppfylls anses resultatet inte vara noggrant utan endast riktgivande. För att få ett noggrant resultat då förhållandena avviker från dessa bör man använda sig av provbitsmetoden.

Vanligtvis borrar man ett 16 mm stort hål men även andra dimensioner kan användas beroende på storleken av givaren man använder. Hålet bör dock alltid ha en diameter på åtminstone 10 mm. Hålet borrar utan att tillsätta vatten vid borrningen och djupet på hålet bör vara exakt det djupet som man vill mäta fukthalten vid. Sedan avlägsnas dammet som uppkommit vid borrningen ur hålet med en dammsugare. Då dammet är avlägsnat installerar man ett rör ända ner till botten av hålet. Som rör kan man använda elrör eller något annat rör med samma diameter som hålet. Det ställe där röret går igenom betongen tätas med ett vattentätt kitt eller något annat som inte släpper igenom vattenånga. Sedan rengör man röret genom att dammsuga det och sluter ändan av röret med kitt eller en tät plugg, även tejp kan användas för detta ändamål. När man borrar i betongen ändrar detta på fukthalten i betongen på ett drastiskt sätt då det från den betong man avlägsnar vid borrningen förflyttas fukt till den betongen som omger hålet. Därför är luftens relativa fuktighet i hålet alltid som högst några timmar efter borrningen och högre än den fukthalt som betongen har vid mätningsdjupet. Efter tre dygn kan det anses att luftens relativa fuktighet i hålet nått jämvikt med omgivningen. Under dessa tre dygn får förhållandena i omgivningen inte förändras drastiskt och det viktigaste är att det inte uppstår kondens i röret. För att undvika detta kan man fylla röret med något värmeisolerande material under utjämningstiden eller så kan man täcka in röret med en värmeisolerad låda.

Efter utjämningstiden utför man mätningen och den går till så att man installerar en givare in i hålet och så tätar man rörmynningen på nytt. Givaren bör helst ha varit i liknande temperatur- och fuktförhållanden redan innan den installeras i hålet så att den inte ändrar på förhållandena i hålet. Sedan låter man igen förhållandena utjämnas i en till fyra timmar enligt mätartillverkarens

anvisningar. När förhållandena utjämnats ansluter man avläsaren till givaren och avläser fukthalten i betongen. Man kan även installera givaren redan då man borrar hålet och då kan man anse att resultaten går att avläsa då det gått tre dygn från borrhålets avgränsning. Om man gör på detta sätt är mätaren dock bunden till en mätpunkt i tre dygn. (RT 14-10984, 2010, S.3-6)



Bild 7. Fuktmätning med borrhålsmetoden (Fuktmätare Vaisala HMI41 med en HMP46 givare). (Bild Jonas Lindqvist)

5.3.2 Fuktmätning med provbitsmetoden

Fuktmätning med provbitsmetoden är även den en noggrann metod för att analysera fukthalten i betong och den går ut på att man tar provbitar av den betong man vill analysera. Provbitarna sätts in i ett provrör och sedan installerar man en fuktgivare in i röret och sluter ändan på provröret. Efter att fukthalten utjämnats i provröret mäter man fukthalten inne i provröret och får på det sättet reda på betongens fukthalt. Det går nästan alltid att utföra fuktmätningen med provbitsmetoden, om man vill få reda på fuktigheten djupt inne i betongen fungerar metoden dock inte alltför bra. Mätningen kan göras vid förhållanden från -20°C till $+80^{\circ}\text{C}$ och påverkas heller inte av temperaturväxlingar eftersom omgivningens och betongens temperatur inte påverkar resultatet. Provbitsmetoden är också mycket snabbare än borrhålsmetoden då man inte

behöver låta förhållandena utjämnas sig i många dygn utan man kan få ett resultat på några timmar.

Provbiten kan tas genom att borra ett hål med en diameter på 50-100 mm med en hålsåg och sedan mejsla loss betongen eller så kan man ta provbiten genom att endast mejsla loss provbitarna från betongen. Om betongens ballast innehåller stenmaterial som är större än 16 mm måste hålet vara större och det minsta djupet man får ta provbitar från är två millimeter. Om man vill ha ett mycket noggrant resultat fyller man två provrör med provbitar från samma hål och mäter sedan fukthalten i dem med två olika givare. Hålet borrar till ett djup som är fem millimeter grundare än det djup man vill mäta fukthalten på och så mejslar man loss fem millimeter betong ur hålet. Provbiten tas alltså från området mellan den planerade nivån och fem millimeter ovanför det. Man bör ta provbiten från mitten av hålet och inte närmare hålets kanter än fem millimeter och bitarna bör ha en storlek på ungefär 5x5x5 millimeter. Provbitarna läggs sedan i ett provrör av glas som har en diameter på åtminstone 20 millimeter. Provröret fylls till ungefär en tredjedel och man bör undvika betongbitar med stora ballastpartiklar eftersom ballasten förvränger resultatet. Sedan installerar man fuktgivaren in i röret och sluter provröret med ångtätt kitt och låter förhållandena inne i röret utjämnas sig fem till tolv timmar beroende på vad tillverkaren av fuktmätaren angett. Under utjämningsstiden bör provröret förvaras i samma temperatur som man vill veta den relativa fuktigheten vid, om man förvarar provröret i +20°C får man därmed veta den relativa fuktigheten för betongen vid den temperaturen. (RT 14-10984 2010, S.3, S.7)

5.3.3 Mätning av fukt i mjuka material

Att mäta fukthalten i en mjuk konstruktion skiljer sig drastiskt från att mäta fukthalten i en massiv konstruktion. Om man som exempel använder en vägg med trästomme som är beklädd med en byggnadsskiva orsakar inte hålet man borrar i konstruktionen förändringar i fuktförhållandena men det som förändras är väggens täthet. Då förändras luftflödet i väggen och det förvränger mätresultatet. Dessutom kan givarens skaft även påverka mätresultatet genom att leda värme in eller ut ur konstruktionen. Därför skall man täta hålet i väggen efter att man installerar givaren och sedan låta förhållandena utjämnas i en till två timmar beroende på materialet. Speciellt då man mäter i isoleringsmaterial

bör man vänta tillräckligt länge eftersom förhållandena utjämnas långsamt. Vid fuktmätning i mjuka material använder man sig av en mätare vars funktion baserar sig på att mäta den konduktans som uppstår mellan två elektroder som man slår in i materialet. Mätarna har färdiga inställningar för olika material och träarter. (Sisäilmayhdistys ry. Kosteusmittaukset)



Bild 8. Mätning av fukt i mjuka material. (Mätare: GANN Hydromette RTU 600 med en GANN M18 givare.) (Bild Jonas Lindqvist)

6 Buller i bostadsutrymmen

Alla människor reagerar på buller på olika sätt och känsligheten varierar beroende på tidpunkten och omgivningen. För det mesta tolkas buller av människor som ett störande moment men i värsta fall kan det orsaka nedsatt hörsel för dem som utsätts för det. Att utsättas för ett kortvarigt ljud som överstiger smärtröskeln (ca 130 dB(A)) kan orsaka en hörselskada men det är dock vanligare att hörselskador orsakas av långvarig exponering för buller på en nivå mellan 75 och 85 dB. Förutom nedsatt hörsel kan buller även orsaka tinnitus och trötthet i hörselsinnet d.v.s. tillfälligt nedsatt hörsel. Att bevisa att buller orsakar sanitär olägenhet för en person är svårt då alla reagerar på olika sätt men generellt kan man säga att ljudnivån, exponeringstiden och bullrets art alla påverkar hur människan upplever buller. Tobaksrökning och vissa

mediciner kan öka risken för att man får en hörselskada. Det anses även att barn lättare åsamkas hörselskador orsakade av buller än vuxna.

Om det förekommer buller i en bostad under nattetid kan det minska på sömnens och vilans uppiggande inverkan samt försvåra insomnande och orsaka att man vaknar på natten. Det anses att sömnen börjar påverkas då ljudnivån är 25-35 dB eller då enskilda ljud på 40-65 dB förekommer under natten. 40 dB gäller då för ofta förekommande ljud eller långvarigt ljud samt ovanliga ljud och 65 dB gäller för enskilda höga ljud som invånarna är vana vid och som förekommer endast några gånger under natten. Det går att bedöma hur mycket buller som förekommer i en byggnad för olika bullerkällor men då man bedömer den sanitära olägenheten som orsakas av buller är det totala bullret det som blir den avgörande faktorn. Gränsvärdena för det totala bullret är skilda för dag- och nattetid, mellan klockan 7 och 22 får det totala bullret på utsidan av en byggnad inte överstiga 55 dB och mellan klockan 22 och 7 får bullernivån inte överstiga 50 dB. Det finns även gränsvärden för ljudnivåerna inomhus och då man mäter dessa skall teknisk utrustning i huset såsom ventilationsmaskiner, uppvärmning och kylanläggningar vara på och fungera som vanligt. Den tekniska utrustningen får heller inte orsaka enstaka ljud på 30-45 dB. Då gäller 30 dB för långvariga och ofta förekommande ljud och 45 dB för ljud som förekommer sällan och är kortvariga. Dessa värden gäller inte för tappning av vatten från en kran i utrymmet. I mätningen ingår inte ljud som orsakas av t.ex. arbete, hushållsmaskiner, radion, televisionen eller andra ljud orsakade av människors verksamhet. (Social- och Hälsovårdsministeriet 2003 s. 34-37)

Tabell 2: Riktvärden för bullernivåer i bostäder och andra vistelseutrymmen under dagen och natten

Lägenhet och rum	$L_{Aeq,07-22\text{ b}}$	$L_{Aeq,22-07\text{ b}}$
Bostadslägenhet		
- boningsrum, utom köket	35 dB	30 dB ²⁾
- övriga utrymmen i bostaden ¹⁾ och köket	40 dB	40 dB
Vård- och socialvårdsanstalter, övernattningslokaler		
- patientrum, övernattningsrum	35 dB	30 dB
- daghem, rum avsedda för barns och personals vistelse	35 dB	30 dB ³⁾
Samlings- och undervisningslokaler		
- klassrum, föreläsningssalar, kyrkor och andra rum, där allmänheten förutsätts uppfatta tal väl utan ljudförstärkare.	35 dB ⁴⁾	-
- andra samlingsutrymmen ⁴⁾	40 dB ^{4) 6)}	-
Arbetslokaler (med tanke på allmänheten)		
- mottagningsrum för allmänheten och kontorsrum	45 dB ^{4) 7)}	-

- 1) Övriga utrymmen i bostaden är bland annat badrum, bastu, klädkammare och grovkök. Om ett sådant utrymme eller kök bildar ett gemensamt rum med ett boningsrum, är värdet för boningsrummet riktvärde.
- 2) För musikbuller och lågfrekvensbuller som under natten hörs i bostädernas sovrum har nedan i punkterna 5.3 och 5.4 givits separata riktvärden.
- 3) Värdet tillämpas endast på rum där man sover nattetid.
- 4) Riktvärde den tid, under vilken allmänheten vistas i rummet. Ljudnivåerna får vara högre under sådana tider då allmänheten inte vistas i rummet. För klassrum för hörselskadade och språkundervisning rekommenderas riktvärdet 30 dB.
- 5) Andra samlingsutrymmen är till exempel entréhallar och restauranger i anslutning till samlingslokaler
- 6) I utrymmen, där den idkade verksamheten inte förutsätter att allmänheten uppfattar tal eller andra ljud, kan användas ett större riktvärde än 5 dB.
- 7) Om till exempel allmänhetens eller servicens intimitetsskydd förutsätter att tal inte skall höras från ett serviceställe till ett annat i samma rum, kan talet döljas med hjälp av ett reglerbart brus eller reglerbar bakgrundsmusik som är kraftigare än vad riktvärdet anger.

(Social- och Hälsovårdsministeriet 2003 s. 39)

Då man utför bullermätningar måste man korrigera mätresultaten så att resultatet bättre motsvarar verkligheten eftersom ljudnivåmätarna inte fungerar lika som hörselsinnet. Vissa toner och slagbuller stör människor mera än lika höga ljud med annan tonart och därför måste resultaten korrigeras enligt detta. Korrigeringen utförs matematiskt och varierar beroende på om man korrigerar en hög eller låg ton. Då mätresultat jämförs med tabell 2 bör man ha korrigerat resultaten. (Social- och Hälsovårdsministeriet 2003 s. 45-48)

6.1 Mätning av bullernivån

Ljudnivån inomhus varierar mycket, vilket betyder att ljudnivåer uppmätta i en del av ett rum inte nödvändigtvis motsvarar ljudnivån i en annan del av rummet eller huset. Detta är orsaken till att det är omöjligt att ge exakta direktiv för hur en bullermätning skall utföras. Den apparatur som används vid bullermätningar bör uppfylla kraven i SFS 2877:1980 *Ljudnivåmätare* och uppfylla kraven för precisionsnivå 1. Före man påbörjar en mätning bör man med hjälp av en normal ljudkälla kontrollera att mätaren fungerar korrekt och justera den vid behov. Funktionsprincipen för en ljudnivåmätare är den att mätaren tar emot ljudvågor och omvandlar sedan dem till elektriska signaler vilka mätaren sedan omvandlar till ett decibelvärde.

Då man utför en mätning inomhus skall fönstren vara stängda och möblerna vara på sina normala platser. Vid mätningen bör man minimera förekomsten av störande ljud som orsakas av invånarna eller den som utför mätningen. Mätpunkten bör väljas så att den så bra som möjligt representerar den typiska bullermängden med tanke på ljudnivå och variation. Utan en giltig orsak skall mätpunkten inte vara inom en meter från golv, tak eller vägg eller teknisk apparatur. (Social- och Hälsovårdsministeriet 2003 s. 38-40)

7 Mögel

En stor del av byggnaderna i Finland anses ha fukt- och mögelskador. 7- 10 % av egnahemshusen och radhusen anses vara skadade av fukt och mögelskador, för höghus är den motsvarande siffran 6-9 %. I skolbyggnader och i hälsovårdens byggnader uppskattas andelen vara 12-26 %, vilket är en alarmerande stor andel. Överflödigt fukt i konstruktionerna är den största orsaken till att skadorna uppstår. Oftast växer möglet på ytan av material men det kan även växa mögel inne i mjuka material, varifrån det sedan lätt förflyttas till inneluften. Mängden mögel anger inte direkt hur farlig skadan är eftersom det finns många olika sorters mögelsvampar. Därför kan mögel som lever på stenbaserade material eller gipsskivor vara betydligt mer giftiga än mögel som växer på trämaterial. (Rakennuslehti (31.10.2013), S.10)

Mikrober och deras sporer förekommer överallt i naturen och de är en naturlig del av vår omgivning. Problemen uppstår dock när mikrobhalterna börjar stiga i

någon del av en byggnad. Mögelsvampar och andra mikrober klarar av att växa på alla material då förhållandena är gynnsamma för dem. T.ex. kan damm på ytor av oorganiska material som betong och stål innehålla tillräckligt med näring för att möjliggöra mikrotillväxt. De flesta mikroberna växer vid temperaturer på 10-40°C och växer som bäst vid 20-30°C. Detta är förhållanden som förekommer i våra byggnader eftersom människan trivs i liknande förhållanden som mikroberna. Därför är i praktiken fukten den enda faktor som mikrober behöver för att växa som man kan påverka i byggnader. Den fukthalt som krävs för att det skall förekomma mikrotillväxt beror på mikrobarten, temperaturen och den tillgängliga näringen, men allmänt kan man säga om luften som omger materialet har en relativ fuktighet på över 70 % kan det förekomma mikrotillväxt. Den tid som en konstruktion utsätts för förhållanden som är gynnsamma för mikrotillväxt påverkar mikrotillväxten.

När det uppstår lämpliga förhållanden för mikrotillväxt uppstår det vanligtvis först tillväxt av mögel, jäst eller aktinomykos bakterier. Om konstruktionen tillåts bli ännu fuktigare uppstår det blånad och röta i träkonstruktioner. Om en skadad konstruktion tillåts torka betyder inte det att mikrobproblemet försvinner utan sporererna tål torra förhållanden och en del av mikroberna kan fortsätta växa ändå. Lämpliga förhållanden för mikrotillväxt kan utvecklas på några dagar, månader eller år beroende på hur stor fuktillförseln till konstruktionen är. Det finns alltid sporer på ytorna av alla material och de kommer från inne- och uteluften och från dessa sporer utvecklas det sedan mögel. I skadade konstruktioner kan det även förekomma arter som inte förekommer i luften, dessa kräver dock mycket höga fukthalter och om någon av dessa arter förekommer vid ett luft- eller materialprov anser man det som ett tecken på en mikrotillväxt orsakad av en fuktskada. Mögellukt kan vara ett av de första tecknen på att det förekommer mögel, all mikrotillväxt orsakar dock inte någon märkbar lukt. Lukten orsakas av möglets ämnesomsättningsprodukter. För att hitta mögelskador kan man använda sig av mögelhundar och för att fastställa mikrohalterna kan man använda sig av yt- och byggnadsmaterialprover och luftprover. (Miljöministeriet 1997, S 65-66)

7.1 Lokalisering av mögelskador med hjälp av en mögelhund

Lokalisering av mögelskador med hjälp av en mögelhund är ett av de hjälpmedel som finns tillgängligt för att hitta och ta reda på om det förekommer mögelskador. Metoden baserar sig på hundens goda luktsinne med hjälp av vilken den kan lokalisera de platser där det förekommer lukter som orsakats av mikrobers ämnesomsättningsprodukter. Hundar kan utbildas att hitta mögel och nedbrytare men blir en bra hund endast om hundföraren kan utbilda hunden för detta arbete. Mögelhundar kan användas i alla omgivningar där djuret själv inte utsätts för fara. Före en granskning med mögelhund skall byggnaden användas helt normalt men man skall inte vädra byggnaden före granskningen. Användning av giftiga preparat som utrotningsmedel för ohyra bör också undvikas före en granskning

De resultat man får ut från en undersökning med en mögelhund är endast riktgivande och kräver alltid noggrannare undersökningar, men det är en bra bas för var man skall börja utföra noggrannare mätningar. Den rapport man får som resultat för undersökningen bör innehålla en bottenplan där punkterna som hunden märkt framkommer samt bilder av dessa samma punkter. (Kosteus- ja hometalkoot 2013 s.2-5)

Det finns ännu inget officiellt certifikat för mögelhundar och deras förare men byggbranschen skulle vara i behov av ett. För att få certifikatet skulle hunden måsta genomgå ett test där den på ett pålitligt sätt känner igen de mikrober som förekommer vid fuktskador och hundförarens kunskaper om ämnet skulle testas i ett skriftligt prov. (Rakennuslehti (31.10.2013), S.13)

7.2 Mätning av mikrohalten – Yt- och byggnadsmaterialprover

Genom att mäta mikrohalten i en byggnad kan man ta reda på om det förekommer svampspor- eller aktinomycet bakterietillväxt i byggnaden som påföljd av en fuktskada. Om det misstänks förekomma en mikrobskada bör man först utreda om och var det förekommer fuktskador i byggnaden. Då detta är gjort bör man mäta temperaturerna och luftfuktigheten i byggnaden och kontrollera hur bra ventilationen i byggnaden fungerar. Sedan utför man mätningar med yt- och materialprov och/eller luftprov beroende på objektets förhållanden. Då man mäter mikrohalter väljer man sådana platser i en

byggnad där man vet eller misstänker att det förekommer en fuktskada och sådana platser där det finns tydliga tecken av att det någon gång tidigare funnits fuktproblem. (Social- och Hälsovårdsministeriet 2003 s. 73)

7.2.1 Ytprover

Ett ytprov är ett från materialets yta taget prov och det tas från den punkt man tror att är skadad samt från en jämförelsepunkt. Med jämförelsepunkt anser man då ett ställe i byggnaden med en likadan konstruktion och likadana förhållanden. Vid jämförelsepunkten får det inte förekomma fuktfläckar, missfärgningar eller tecken på fuktskada. Provet tas från en punkt där man misstänker att det förekommer fuktproblem och det tas på det sättet att man med en bomullspinne som doppats i en steril utspädd lösning torkar av ett område på 100 cm² varefter man lägger pinnen i ett provrör där det finns 5 ml steril utspädd lösning. Lösningen används sedan för att göra ett antal olika prover vilka sedan odlas på ett näringsmedium. Odlingen bör utföras inom ett dygn efter att provet tagits. Vid jämförelsepunkten görs ett likadant prov varifrån man sedan får värden som man jämför med de värden man fått vid den punkt man tror att är skadad. Det går även att utföra ytprov med hjälp av tejpprov, kontaktmetoden och genom att utföra odlingen direkt på ett näringsmedium.

För att få ett korrekt resultat bör man odla proven i sju dygn för att få reda på svampsporhalten och 14 dygn för att få reda på bakteriehalten. Då proven odlats räknar man svamp och bakteriemängden från dem och så får man reda på mikrobhalten. Svampsporhalten på torra oskadade ytor är vanligtvis ungefär 10 st/cm² där st avser det engelska uttrycket, colony forming units, vilket på svenska är en enhet som bildar koloni. Om det i provet från den skadade ytan förekommer värden på över 1000 st/cm² och om värdet är 100 gånger större än det vid jämförelsepunkten anses det förekomma svamptillväxt vid punkten. Om aktinomycetvärdet vid den skadade ytan är tio gånger så stor som den vid jämförelsepunkten anses det finnas aktinomycettillväxt vid punkten. (Social- och Hälsovårdsministeriet 2003 s. 73-75)

7.2.2 Byggnadsmaterialprov

Byggnadsmaterialprov är ett prov där man tar bitar av det material som skall undersökas och sedan lägger man bitarna i en steril utspädningslösning var provet extraheras. Av lösningen gör man sedan en mängd olika prover vilka man sedan odlar i ett näringsmedium. Provbitarna kan tas från ytan av konstruktionen eller från något material inne i konstruktionen och precis som för ytproven rekommenderas det att man använder sig av en jämförelsepunkt för mätningarna. Då man utför mätningen med materialprov rekommenderas det också att man direkt analyserar provbiten med mikroskop för att få reda på om det förekommer mikrotillväxt som inte längre är livsduglig. Materialproven kan också undersökas med direktodlingsmetoden där man smular materialet direkt på ett näringsmedium men då måste resultaten jämföras med andra värden uppmätta med samma mätningss metod.

Om svampsporhalten vid den skadade punkten är 100 gånger större än vid jämförelsepunkten anses det förekomma svamptillväxt. Om det av någon orsak inte är möjligt att utföra ett jämförelseprov anses det förekomma svamptillväxt om provbitens svampsporhalt överskrider 10 000/g. Om halten är mindre än detta kan man inte direkt dra slutsatser utav detta utan man måste även ta svamparten i beaktande. Det motsvarande värdet för bakterier är 100 000st/g och om aktinomycethalten är högre än 500 st/g förekommer det aktinomycettillväxt. Om man har ett jämförelseprov får aktinomycethalten får inte halten vara mer än tio gånger större än halten i jämförelseprovet. (Social- och Hälsovårdsministeriet 2003 s. 73-76)

7.3 Mätning av mikrohalten – Luftprov

Då man undersöker om det förekommer skadliga mikrohalter i en byggnad kan man använda luftprov till flera olika saker. Med luftprov kan man undersöka om svampsporhalten och svamparterna kan anses normala då man tar i beaktande byggnadens läge, ålder och årstiden. Luftprov kan också användas till att undersöka om det eventuellt spritts sporer eller mikrobceller från en mikrobskadad punkt till luften i den övriga byggnaden. Om det finns sporer eller mikrobceller i de övriga delarna av byggnaden får man också reda på exakt i vilka utrymmen skadan skett och man kan sedan skrida till åtgärder för att korrigera saken.

Man skall helst ta luftprov på vintern då marken är frusen och täckt av snö eftersom halterna av svampsporer och aktinomyceter är som lägst då. Om man utför testerna vid någon annan tidpunkt bör man även ta prover av uteluften. För att ta luftprov kan man använda sig av en impaktor (6- eller 2-sekvensimpaktor) eller RCS- och SAS- impaktorer som uppsamlingskärl, även andra metoder där man känner till luftprovets volym kan godkännas. För att trovärdigt kunna tolka resultaten av dessa test rekommenderas det att man utför ett jämförelseprov i likadana förhållanden eftersom man då kan jämföra resultaten. Alla utomstående faktorer som påverkar mätningarnas resultat bör antecknas och tas i beaktande då man tolkar mätningarna. Luftprovet skall tas från en höjd på 1-1,5 meter från golvet och om man tar ett jämförelseprov från uteluften bör avståndet till byggnadens yttervägg vara minst fem meter.

En impaktor är ett kärl som innehåller näringsmedium delat i ett antal agarskålar och petriskålar. Luftflödet genom impaktorn är känt och då luften flödar genom impaktorn förändras luftflödets riktning snabbt överom petriskålarna och då hinner de tyngsta partiklarna inte byta riktning utan de träffar näringsmediet och fastnar. Då det finns många olika sekvenser i impaktorn får man även reda på partiklarnas storleksfördelning. Det tar mellan 10 och 15 minuter att utföra provet och sedan levererar man proven till ett laboratorium där de odlas enligt samma princip som yt- och byggnadsmaterialproven.

Det finns inga exakta värden för mikrobhalten i luften eftersom de varierar så mycket från plats till plats. Därför rekommenderas det att man inte endast utför ett luftprov utan man utför 2-3 prov för att få en bättre bild av situationen. Om mikrobhalten i byggnaden är låg betyder det inte att där inte skulle kunna finnas en mikrobkada utan man måste även ta i beaktande vilka svamparter som förekommer i luften. Om svampsporhalten i en byggnads inneluft i tätorten är 100-500 st/m³ tyder det på en förhöjd svampsporhalt och om det samtidigt förekommer ovanliga svamparter är förekomsten av mikrobtilfväxt sannolik. Om svampsporhalten i byggnaden är över 500 st/m³ anses det antyda att det förekommer mikrobtilfväxt. I andra utrymmen är mikrobhalterna allmänt lägre än i bostäder.

Om man då man utför mätningen har tillgång till resultat från jämförelseprover tolkas resultaten enligt följande. Om svampsporhalten i bostaden man undersöker är mer än dubbelt högre än vid jämförelsemätningen är värdet förhöjt och detta gäller för undersökningar gjorda på vintern och objekt där svampsporhalten i det undersökta objektet är högre än 100 st/m³. Jämförelseprovet kan även användas för att jämföra förekomsten av olika svamparter. Om halten av aktinomycetsporer i en bostad i tätorten är högre än 10 st/m³ tyder det på att det förekommer mikrotillväxt i byggnaden. En förhöjd bakteriehalt på över 4500 st/m³ tyder däremot inte ensam på en sanitär olägenhet utan endast på att ventilationen är otillräcklig.

Sådana luftprov som tagits då det inte är tjäle i marken måste man jämföra de värden man får av mätningen av inneluften och då är det vanligt att mikrobhalten är högre ute än inne. I sådana fall måste man förlita sig på att jämföra vilka olika mikrobarter som förekommer i proverna och på basen av detta reda på om det förekommer skadlig mikrotillväxt i byggnaden. (Social- och Hälsovårdsministeriet 2003 s. 77-80, 83-84)

7.4 Mikrobarter

De svamparter som vanligtvis förekommer i byggnaders inneluft är *Penicillium*, *Aspergillus* och *Cladosporium* samt jäst i olika former. Den vanligaste svamparten i uteluften är *Cladosporium* varför den också ofta förekommer i inneluften. En onormal släkt- och artfördelning i inneluften kan alltså påvisa att det förekommer mikrotillväxt. I följande tabell presenteras de olika arterna och var de vanligen förekommer. (Social- och Hälsovårdsministeriet 2003 s.80)

Tabell 3: Exempel på svampsläkter och - grupper som allmänt förekommer i ute- och inneluft och på mikrosläkter, -arter och - grupper som kan vara ett tecken på fuktskada.

Svampsläkter och-grupper som är allmänna i inneluft	Svampsläkter och-grupper som är allmänna i uteluft	Mikrosläkter, -arter och grupper som kan vara ett tecken på fuktskada
Cladosporium Basidomycter Penicillium Aspergillus Alternaria Jäst Steriler**	Penicillium Aspergillus Cladosporium Jäst	Stacbybotrys* Tricboderma* Aspergillus versicolor* Aspergillus fumigatus* Chaetomium* Pbialopbora Fusarium* Aktinomyceter*
*mikrober som eventuellt producerar toxiner ** härdar som inte bildar sporer på de näringsmedier som används		

(Social- och Hälsovårdsministeriet 2003 s. 81)

8 Farliga ämnen

Inneluften i våra byggnader kan innehålla kemiska ämnen som orsakar sanitär olägenhet och dessa föroreningar kan härstamma från byggnads- och inredningsmaterial, fuktskadade material, människans aktiviteter och från externa källor som industrier, marken och trafik. Dessa ämnen minskar på boendetrivseln genom att orsaka huvudvärk och trötthet samt luktolägenheter och då det förekommer flera olika ämnen samtidigt kan det ha en sådan effekt att de förstärker varandra. Förekomsten av kemiska föroreningar och halterna varierar beroende på förhållandena inne i och ytterom byggnaden såsom temperaturen, fukthalten, ventilationen och väderförhållanden.

Förhöjda halter av kemiska föroreningar förekommer oftast i nya och nyligen renoverade byggnader. Som riktlinje för höga halter av kemiska föroreningar använder man mätningar som anges som TVOC (Total Volatile Organic Compounds), vilket anger den totala mängden kemiska föroreningar i luften. Om det överstiger 600 µg/m³ anses det betyda att halten kemiska föroreningar är ovanligt hög och man bör utföra noggrannare ämnesvisa utredningar.

Det finns inte några standarder som direkt anger numeriska värden för de kemiska föroreningarnas halter. De värden som finns är endast riktgivande och baserar sig på tidigare rekommendationer som angivits på basen av hälsovårdslagen (469/65) och hälsogranskningsmyndigheternas erfarenheter om vilka halter som orsakar olägenheter för människor. Före man börjar mäta de kemiska föroreningarnas halter skall man utreda om olägenheten på riktigt beror på ämnen som härstammar från någon byggnadsdel eller om det förekommer nya föremål eller ämnen i byggnaden såsom textiler, möbler och eventuella nya tvättmedel som kan orsaka de problem som upplevts i byggnaden. (Social- och Hälsovårdsministeriet 2003 s.59-60)

8.1 Mätning av den totala mängden kemiska föroreningar i luften

Då man påbörjar mätningen bör förhållandena i byggnaden vara så normala som möjligt och man borde undvika att vädra utrymmet 4-6 timmar före mätningen. Mätningen skall göras i vistelsezonen och helst mitt i rummet på 1,1 meters höjd. Provet tas ur det rum där det förekommer mest problem och om möjligt utför man ett jämförelseprov i ett motsvarande rum som kan anses motsvara det rum där man utför mätningen men där det inte förekommit problem med kemiska föroreningar. Om man misstänker att föroreningen härstammar från en extern källa bör man även utföra prov utomhus.

För att utföra provet använder man sig av en kalibrerad luftpump vilken suger en specifik mängd luft genom ett provrör som innehåller en absorbent. De kemiska föroreningarna fastnar i absorbenten, vilket leder till att man kan ta reda på den totala mängden kemiska föroreningar i luften genom att analysera provrörets innehåll i ett laboratorium. Provet kan också utföras som en passiv provtagning då man placerar provtagningsröret på en öppen plats i rummet där luft fritt kan passera provrörets mynning och låter det ligga där i fem till sju dygn

före det sänds till ett laboratorium. I mätningsprotokollet måste man anteckna hur förhållandena i byggnaden var vid mätningstidpunkten samt andra faktorer som kan påverka mätningarna. Bland annat kan ventilationen, vädret, temperaturen, luftens fuktighet samt olika tvätt- och rengöringsmedel påverka mätningarna. Om man under mätningens gång observerar troliga källor för föroreningen och lukter antecknas det i en skild rapport och dessutom markerat man ut mätpunkterna i byggnadens bottenplan och bifogar den till rapporten. Om man som resultat för mätningen får halter som är lite över eller under gränsvärdet bör man så snabbt som möjligt upprepa provet för att få ett så pålitligt resultat som möjligt. (Social- och Hälsovårdsministeriet 2003 s. 61-62)

8.2 Formaldehyd – Förekomst och mätning

Formaldehyd är en färglös gas som irriterar ögonen och de övre luftvägarna och vid höga halter kan det dessutom orsaka svullnad i halsen och problem med lungor och levern. Känsligheten för formaldehyd varierar mycket från person till person. Lukttröskeln för formaldehyd i luften är $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ medan en känslig person kan lida av irritation redan vid $5\text{-}10 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Den vanligaste källan för formaldehyder är ureaformaldehydharts som har använts som bindemedel i spånskivor och vissa träbaserade paneler. Materialen kan ha använts som en del av konstruktionerna men de kan också finnas i möbler. Även syrahärdade lacker, målfärger, ytbeläggningar, strykfria textilier och heltäckande mattor kan innehålla formaldehyd varifrån det sedan kan frigöras till inneluften. Förutom formaldehyd kan det även finnas andra aldehyder i inneluften som härstammar från byggnadsmaterial och de uppstår vid reaktioner mellan ämnen eller då något material bryts ner. De flesta aldehyderna är irriterande men de anses orsaka irritation först vid halter 100 gånger så höga som för formaldehyd.

Formaldehydhalten i inneluften får inte överstiga $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ och det är skäligt att undersöka hur mycket formaldehyd det finns om det luktar formaldehyd i byggnaden och om det i byggnaden använts mycket spånskivor ($>1 \text{ m}^2/\text{m}^3$) i form av byggnadsskivor eller möbler. Det kan också vara skäl att utföra mätningen om det i bostaden förekommit en fuktskada och de som bor i bostaden påvisar symptom som är typisk för personer som utsatts för formaldehyd. Formaldehydhalten bestäms med hjälp av passiv provtagare som man placerar i bostaden för ett dygn och sedan skickas den till ett laboratorium

för analys. Det går även att mäta formaldehydhalten genom att använda sig av en vätskekromatograf i acetonnitrilextrakt och då samlar man upp provet med en pump i en silikagelpatron som är impregnerad med dinitrofenylhydrazin. Det tar ungefär tre timmar att utföra provet och man kan även få fram halten för andra aldehyder än formaldehyd med denna metod. (Social- och Hälsovårdsministeriet 2003 s. 63-64)

8.3 Ammoniak NH₃ – Förekomst och mätning

Det finns många olika orsaker till att det förekommer ammoniak i inneluften och de vanligaste är målfärger, rengörings- och tvättmedel samt utsöndring från människor och djur. Ammoniak i inneluften kan även härstamma från byggnadsmaterial som spackel och lim varifrån det frigörs när det utsätts för fukt då mjölkproteiner (kaseinet) och andra organiska material sönderfaller. Vid dessa reaktioner frigörs även andra skadliga ämnen såsom aminer, organiska svavelföreningar och fettsyror vilka precis som ammoniak är irriterande ämnen. Även tobaksrökning höjer ammoniakhalten i luften.

Om det förekommer ammoniak i luften förekommer det en lukt som påminner om urin. Lukttröskeln för ammoniak varierar mycket och den är mellan 100 och 37 000 µg/m³. Det går inte att ange ett exakt värde för när ammoniak är skadligt men den normala ammoniakhalten i inneluften är 10-20 µg/m³ och om halten överstiger 40 µg/m³ anses halten vara högre än det som anses normalt och då bör man utföra undersökningar för att hitta orsaken till den förhöjda halten. Först skall man leta efter fuktskador och/eller läckage i avloppsrören och åtgärda problemen. Om man inte hittar någon klar källa eller om lukten inte försvinner efter att man åtgärdat skadan bör man göra noggrannare mätningar. (Social- och Hälsovårdsministeriet 2003 s. 62-63)

Om man skall utföra mätningar skall utrymmet ha varit i normalt bruk i åtminstone sex månader d.v.s. man skall inte utföra mätningen i nya eller nyligen renoverade byggnader. Förhållandena i rummet bör vara likadana som vid normalt bruk. För att se till att förhållandena i utrymmena är korrekta skall man göra en syn i utrymmet tidigast två veckor före mätningen och senast tre dagar före mätningen. Vid synen skall man se till att förhållandena i utrymmet hålls normala tills mätningen och observera möjliga faktorer som kan komma att

påverka mätresultatet såsom användningen av utrymmet och användarnas rutiner. På basen av resultatet i granskningen bestämmer man tidpunkten för mätningen till en sådan tidpunkt att man får ett så ändamålsenligt resultat som möjligt. Synen protokollförs och om det är en skild person som utför mätningen bör den ha tillgång till rapporten före mätningen. Vid synen skall man informera utrymmets användare om vad de skall undvika att göra inför mätningen och om det inte är möjligt att utföra en syn före mätningen bör man i alla fall se till att de som bor i utrymmet får direktiven tre dagar före mätningen.

Om byggnaden som mätningen utförs i är i bostadsbruk tar man proverna från vardagsrummet och sovrummet så centralt i rummet som möjligt 1-1,5 meter från golvet och åtminstone en meter från en vägg. Man skall även undvika punkter där man kan tänka sig att ventilationen orsakar drag och rum där det finns golvbrunnar eller avlopp. Provet utförs genom att bubbla en känd mängd inneluft genom en svag svavelsyrelösning enligt principen i bild 9. I kärnen tillsätts 10-50 ml svavelsyrelösning och man suger luften genom dem med en pump. Då samlar sig ammoniak i luften i svavelsyrelösning vilken sedan kan analyseras för att få reda på ammoniakhalten i luften. För att undvika fel i mätningarna bör man alltid ta åtminstone två parallellprov per objekt dvs. två prov från samma ställe för att säkerställa att mätningarna stämmer. Då man tolkar resultaten bör man ta alla osäkerhetsfaktorer i beaktande och jämföra resultatet mot gränsvärdena och komma till en slutsats där man tagit alla förhållanden i beaktande. (RT 14-10775 2003, S.2-4)

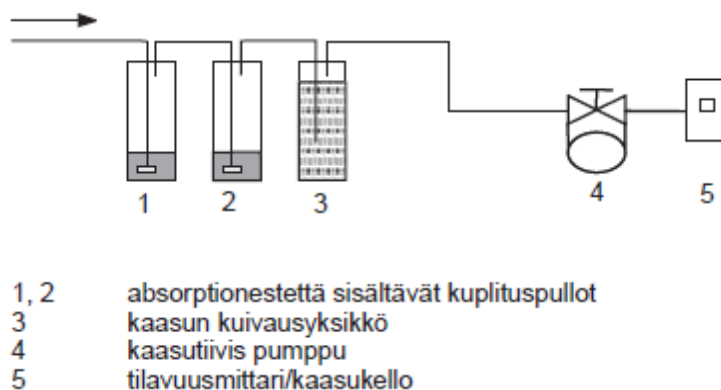


Bild 9. Mätning av ammoniakhalten i inneluften. (RT 14-10775 2003, S.2)

8.4 Koldioxid CO₂ – Mätning och förekomst

Koldioxid är vid rumstemperatur en luktfri och färglös gas som bland annat uppstår som en produkt vid människans ämnesomsättning. Då koldioxidhalten i ett utrymme är förhöjt är det ett tecken på att luftombytet i utrymmet inte är tillräckligt och det kan bero på att ventilationen i ett utrymme är feldimensionerad eller på att det vistas flera personer i ett utrymme än det är planerat. Det finns inte något specifikt värde för när detta skulle anses hälsovådligt men om mängden koldioxid i luften överstiger 2700 mg/m³ bör man effektivisera ventilationen. En tillfredsställande halt för koldioxid kan anses vara 2160 mg/m³. Människor reagerar på den höga mängden koldioxid genom att uppleva luften som tung och en hög koldioxidhalt kan orsaka trötthet, huvudvärk och ineffektivitet.

Det är orsak att mäta koldioxidhalten om man upplever luften som tung och unken eller om man misstänker att ventilationen är otillräcklig på grund av en ändring i utrymmets användningsändamål. Då man kontinuerligt vill följa med koldioxidhalten i ett utrymme kan man använda sig av två olika mätningsmetoder.

Den ena mätningsmetoden baserar sig på adsorption av infraröd strålning och den grundar sig på att alla ämnen som består av två atomer adsorberar infrarödstrålning på ett specifikt sätt. Tack vare detta fenomen kan man sedan mäta den infraröda strålningen i de för koldioxid specifika våglängderna och därmed få reda på koldioxidhalten i luften. Den andra mätningsmetoden utförs med elektrokemiska celler som baserar sig på en redoxreaktion där elektronerna upptas och avges av olika atomer och då man vet hur ämnena reagerar med varandra kan man få ut koldioxidhalten med denna metod. Det går även att mäta den momentana förekomsten av koldioxid med ett detektorrör som byter färg då en viss mängd luft sugits genom röret. (Social- och Hälsovårdsministeriet 2003 s. 66-67)

8.5 Kolmonoxid CO – Mätning och förekomst

Kolmonoxid eller mer vanligt os är en färglös och luktlös giftig gas som uppstår då ämnen som innehåller kol förbränns ofullständigt. Kolmonoxid är en farlig gas eftersom den binder sig i hemoglobinet i blodet istället för syre och försämrar

därmed syretillförseln till vävnaderna i kroppen. Om man utsätts för små mängder kolmonoxid kan man få symptom som huvudvärk, illamående och andnöd, men däremot om man utsätts för höga mängder kolmonoxid kan det till och med leda till döden.

Det finns många olika källor varifrån kolmonoxid kan härstamma i en byggnad. Kolmonoxiden kan härstamma från fordon eller maskiner med förbränningsmotorer, från eldstäder och från tobaksrök. I inneluften får det högst förekomma 8 mg/m³ kolmonoxid i luften och man bör undersöka förekomsten av kolmonoxid då man misstänker att det från trafiken eller någon annan källa kommer kolmonoxid in i byggnaden. Kolmonoxid mäts med samma metoder som koldioxid med den skillnaden att man oftast endast är intresserad av den momentana halten och därför använder man sig för det mesta av metoden med detektorrör. (Social- och Hälsovårdsministeriet 2003 s. 67-68)

8.6 Kreosot i byggnader

I äldre byggnader har kreosot också kallat stenkoltjära använts som fuktisolering i bland annat källarkonstruktioner, murade väggar, bjälklag och andra konstruktioner som kan ha varit i behov av fuktisolering. Stenkoltjäran liknar tjära och kommer fram då man sanerar byggnader. Stenkoltjäran avger en distinkt lukt som påminner om lukten av impregneringsmedel eller gamla järnvägssyillar av trä där det användes som impregneringsmedel. Då man avlägsnar stenkoltjära från konstruktioner frigörs organiska och oorganiska föreningar i luften och de farligaste av dessa har visat sig orsaka cancer. Så länge konstruktionen är intakt orsakar stenkoltjäran däremot inte några problem.

Före man påbörjar en renovering i en äldre byggnad bör man genom att använda sig av information om var man tidigare använt stenkoltjära kartlägga var det möjligen finns av ämnet i byggnaden och genom laboratorieprov mäta mängden av skadliga ämnen i stenkoltjäran. Avlägsnande av stenkoltjära görs på samma sätt som för asbest och de som utför arbetet bör vara anmälda till ASA registret. Avfallet måste märkas och förvaras skilt och föras vidare till en anstalt där man hanterar avfall som innehåller skadliga ämnen. (Miljöministeriet 2011)

8.7 Asbest

Asbest är en benämning som används för vissa silikatmineraler då de är i fiberform. Asbest har använts i byggnader och andra konstruktioner eftersom det har goda tekniska egenskaper i form av bra isoleringsförmåga, draghållfasthet och kemisk hållbarhet. Asbest var även förmånligt och möjliggjorde tunnare konstruktioner än med andra material. I Finland har asbest använts från 1922 till 1992 och som mest användes det mellan 1963 och 1979. Om något material innehåller mera än en procent asbest bör det behandlas som asbest. Detta gäller dock inte om materialet dammar lätt. Då kan även produkter med mindre asbesthalt än en procent anses behöva behandlas som asbest. Lagstiftningen angående asbest har gradvis skärpts och redan 1977 förbjöds användningen av asbest som installerades genom att spruta det t.ex. som rörisolering. År 1993 förbjöds tillverkning och import av asbestprodukter och efter 1994 får man inte mera installera asbestprodukter varken i byggnader eller för något annat ändamål. Tack vare detta är asbest längre inte något problem vid nybyggnation men det kan orsaka problem då man renoverar gamla byggnader där det förekommer asbest.

Då asbest är i bra skick och orört i en byggnad orsakar det inte någon fara för de som bor eller vistas i byggnaden men om man av någon orsak kommer i kontakt med materialet och söndrar eller stöter till det kan det lossna asbestfibrer ut i luften. Om det finns asbestfibrer i luften kan en del av dem hamna i människors lungor via andningsluften och där kan de orsaka asbestos eller starta en process som leder till lungcancer. Det kan även orsaka cancer i lungsäcken eller bukhinnan. Asbestfibrerna går inte att lösa upp biologiskt och därför avlägsnas de aldrig från kroppen om de en gång har kommit in. Det kan gå upp till 30 år mellan det att man utsatts för asbest tills de första symptomen för en asbestrelaterad sjukdom uppenbarar sig. För asbest finns det heller inte någon direkt gräns för när det är farligt utan ju mer man utsatts för det desto större är risken för det att man drabbas av en sjukdom. På grund av att asbest är så farligt får endast specialiserade företag utföra rivning av konstruktioner med asbest och arbetstagarna i företagen bör vara utbildade och införda i ASA registret där man följer med deras hälsa med jämna mellanrum. (Anders Ekman Rakta Network Oy, 2012 s.2-4)

8.7.1 Lokalisering och mätning av asbesthalten i inneluften

Före man påbörjar en renovering eller rivning av en byggnad som man tror att kan innehålla asbest bör man alltid utföra en kartering över var det finns asbest och hur mycket så att man kan planera hur man kan avlägsna det på ett säkert sätt. Vid karteringen använder man sig av ritningar och listor över produkter som innehållit asbest då man byggde byggnaden för att veta var det skäligen kan finnas asbest i byggnaden. För att säkerställa sig om att något material innehåller eller inte innehåller asbest kan man använda sig av laboratorieprov som tas genom att antingen borra ett hål på 3-5 mm till ett djup på ungefär 10 mm och samla upp dammet i ett provrör och föra det till ett laboratorium för analys med mikroskop. Det går även att utföra provet på en liten bit av t.ex. ett isoleringsmaterial eller en liten 1 cm² bit av en byggnadsskiva. Då man gör denna analys får man även reda på hur mycket asbest materialet innehåller och man undviker även att material som inte innehåller asbest behandlas som asbestavfall i onödan. Då man utför asbestkarteringen och tar prover bör man också se till att man använder tillräcklig skyddsutrustning och inte utsätter någon för asbestfibrer i onödan. Vid karteringen märker man ut platserna där det finns asbest och om man utfört prover bör även deras resultat vidarebefordras till de som utför rivningsarbetet. (Anders Ekman Rakta Network Oy, 2012 s.12-14)

Asbestfibrerna har en storlek på 0,03 µm och normalt får det finnas 0,01 fibrer/cm³ i luften och detta gäller även i utrymmen som är ytterom det område där man avlägsnar asbest. Vid rivningen får det alltså inte läcka ut asbestfibrer överhuvudtaget från det område där arbetet utförs. Det är skäl att utföra mätningar över asbesthalten i luften om det i byggnaden utförs rivning av konstruktioner med asbest eller om det i byggnaden förekommer asbestprodukter som är i dåligt skick. Fibermängden i inneluften mäts genom att samla ett prov i ett celluloesterfilter med en porstorlek på 0,8 µm genom att suga en viss mängd luft genom filtret får man fiber halten i luften. Då man utför provet rekommenderas en flödes hastighet på tio liter per minut och en total luftmängd på 1000 liter. Då man tagit provet prepareras det och man analyserar det med ett faskontrastmikroskop och förstorar 500 gånger enligt kravet i SFS 3868. Med denna metod får man även reda på hur storleken av fibrerna fördelar

sig. Om halten överskrider 0,01 fibrer/cm³ bör man säkerställa halten genom att ta ett motsvarande prov med ett polykarbonatfilter och analysera provet med ett svepelektronmikroskop med en 3000 gångers förstoring och efter det identifierar man fibrerna med en energidispersiv spektrometer. Med denna metod kan man endast hitta fibrerna om halten överstiger 0,01 fibrer/cm³. Utbredningen av asbestfibrer går även att mäta genom att ta prov av damm i utrymmet och analysera det med ett elektronmikroskop. (Social- och Hälsovårdsministeriet 2003 s. 64)

9 Radon Rn

Radon är en radioaktiv ädelgas som är osynlig och luktfri och den uppstår då radium sönderfaller. Radon sönderfaller sedan själv till fasta sönderfallsprodukter, vilka precis som radon avger alfastrålning. Sönderfallsprodukterna kommer in i kroppen via andningsvägarna vilket leder till att lungorna utsätts för strålning och risken att få lungcancer stiger drastiskt. (Social- och Hälsovårdsministeriet 2003 s. 31)

Radon finns i inneluften av våra byggnader och ungefär hälften av den stråldos som finländarna utsätts för har sitt ursprung i radon från inomhusluften. I snitt är radonhalten i finländska byggnader 96 Becquerel(Bq)/m³ vilket motsvarar en stråldos på ungefär två millisievert per år. Den största radonkällan är jordmånen där det finns håligheter i vilka det finns radonhaltig luft som sedan sipprar upp genom jordmånen och in i byggnader via springor i byggnadens grundkonstruktion. Orsaken till detta luftflöde är temperaturskillnaderna mellan marken och byggnaden, vilket också är orsaken till att radonhalterna i byggnader är högre på vintern. Radon härstammar inte endast från jordmånen utan det kan även härstamma från berggrunden eller från den fyllnadsjord man hämtat till byggplatsen. Även mineralbaserade produkter i själva byggnaden såsom betong och lättgrus kan vara radonkällor såsom även radonhaltigt bruksvatten från en borrhunn. De högsta radonhalterna i Finland finns i södra Finland och orsaken till att radonhalten varierar är att mängden uran i jordmånen varierar beroende på var i Finland man rör sig. Om jordmånen där byggnaden är byggd är genomsläpplig t.ex. grus spelar även det en stor betydelse då marken lättare

släpper igenom radon, vilket i sig leder till att radonhalten i byggnaden stiger.
(Strålsäkerhetscentralen 2013a)

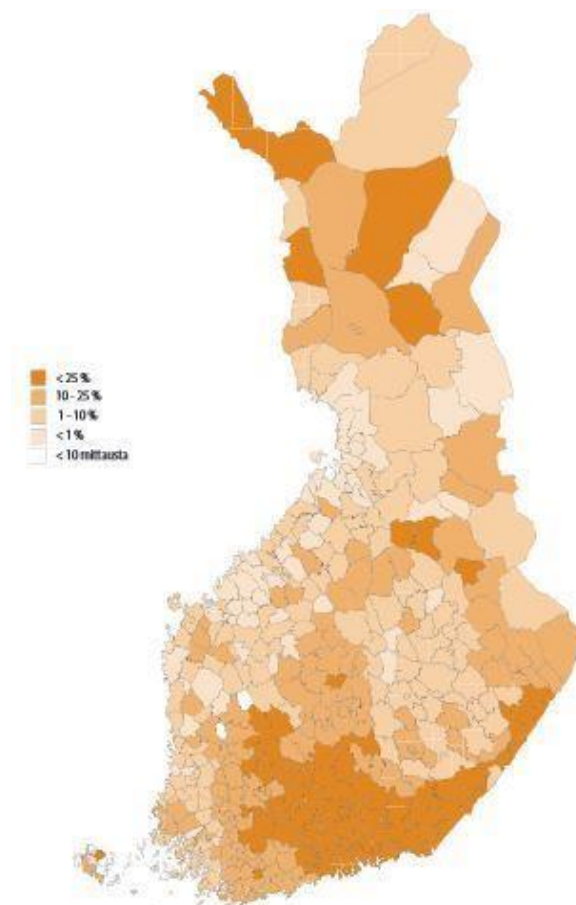


Bild 10. Andel av byggnader per kommun vars radonhalt i inneluften överskrider 200 Bq/m³. (RT 81-11099 2012, s.16)

9.1 Mätning av radonhalten i bostadsutrymmen

Årsmedeltalet för radon i inneluften får i befintliga bostäder inte överskrida 400 Bq/m³ och i nya bostäder får halten inte överstiga 200 Bq/m³. Med årsmedeltal menas det medeltal man uppnår genom att oavbrutet mäta radonhalten under ett år. Årsmedeltalet kan också fastställas med en två månader lång oavbruten mätning men om man vill ha ett exakt resultat bör mätningen pågå under ett helt år.

Syftet för mätningen av radonhalten i en byggnad är att fastställa om radonhalten överskrider de rekommenderade halterna någon gång under ett år. Då bör man använda sig av den integrerande metoden, vilken mäter radonhaltens medeltal för en längre tid och då bör mätningen pågå i åtminstone

två månader. Radonhalten i inneluften varierar beroende på årstiden och den varierar mest i sådana byggnader som är byggda på mark som lätt släpper igenom radon såsom åsar och annan mark som innehåller mycket grus. På vintern är radonhalten i inneluften mycket högre än på sommaren och därför skall en radonmätning som endast utförs under två månader utföras under perioden november-april. För att få ett tillräckligt pålitligt resultat rekommenderas det att man mäter radonhalten vid två skilda punkter i byggnaden, om bostaden är liten kan det räcka med en mätpunkt. Mätaren skall placeras i den nedersta bebodda våningen i en byggnad i ett utrymme där man vistas mycket t.ex. ett sovrum och mäter man vid två punkter kan den andra mätaren placeras i en annan våning eller i något annat utrymme där man tror att radonhalten kan vara hög. Då man använder flera mätare kan ett medeltal av resultaten användas men då bör man ta i beaktande den tid man kan anse att människor vistas i utrymmet och justera värdena enligt det.

Om mätningens resultat för en mätning utförd under perioden november-april överstiger de godkända halterna med över 20 % anses halten överskrida den acceptabla halten och vidare mätningar samt åtgärder för att minska halten bör utföras. Om man i byggnaden använder sig av bruksvatten som härstammar från en borrhunn och radonhalten i inneluften är hög bör man mäta radonhalten i vattnet. Vid tolkning av resultaten bör man beakta de väderförhållanden som rått under mätningen då de påverkar resultaten på olika sätt. (Social- och Hälsovårdsministeriet 2003 s. 31-33)

Radonmätningen utförs med metoder godkända av strålsäkerhetsverket och de utför även själv mätningar med radonmätburkar. Burkarna innehåller en polykarbonatfilm och då radongasen tränger in i burken genom hål i burken lämnar den alfastrålning som radon avger spår på filmen, vilka sedan går att få fram i ett laboratorium. (Strålsäkerhetscentralen 2013b)



Bild 11 Radonmättningsburk (∅47 mm höjd 18 mm). (Bild Jonas Lindqvist)

10 Mätningar och resultat

De mätningar som utförts på mitt objekt har haft två syften: dels att pröva på och få en möjlighet att utföra olika mätningar: och dels att ta reda på om det finns fel på huset. I huset har inte utförts alla de mätningar som beskrivs i teoridelen utan endast de som varit ändamålsenliga att utföra med tanke på objektets användningsändamål och skick. Huset var bebott under mätningarna och inga större renoveringar pågick och därför måste jag utföra mätningar som orsakade så lite skada som möjligt d.v.s. jag undvek att öppna konstruktioner.

10.1 Temperatur- och luftfuktighetsvärden

Mätningen av temperaturen och luftfuktigheten i mitt objekt utfördes den 5 december 2013 med en kombinerad temperatur- och luftfuktighetsmätare. Mätaren är elektronisk och tillverkas av Fluke, mätaren är av modelltyp 971. Då man utför mätningen behöver man endast sätta på mätaren och lägga den i det utrymme man vill undersöka och låta mätaren ligga där en stund så att den kan mäta temperaturen och den relativa luftfuktigheten. Mätaren mäter luftfuktigheten med hjälp av en kapacitiv givare och temperaturen med en NTC-givare (Negative Temperature Coefficient) som fungerar som en termistor. Mätningarna utfördes i vistelsezonen i mitten av utrymmena. Vid mätningstillfället var temperaturen ute mellan -1°C och $+2^{\circ}\text{C}$ och den relativa luftfuktigheten ungefär 88 %. Resultaten av mätningarna framkommer av ritningarna som följer.

På basis av mätningarna kan det konstateras att temperatur och fuktförhållandena i byggnaden är inom ramen för de gränser som ställs på dem. Temperaturen och luftfuktigheten i vistelseutrymmena är inom gränserna då temperaturen inomhus är kring $20-21^{\circ}\text{C}$ och den relativa luftfuktigheten i utrymmena är mellan 35 och 45 %. Temperaturen i andra våningen är lägre än i övriga utrymmen vilket troligtvis beror på avståndet till uppvärmningssystemet. Temperaturen på vattnet i uppvärmningssystemet hinner därför sjunka innan det når radiatorerna i övre våningen och därför är temperaturen lägre i andra våningen. Även den relativa luftfuktigheten är högre i andra våningen jämfört med resten av huset och det kan tänkas bero på att det inte finns någon ventilation i andra våningen förutom den luft som läcker genom

konstruktionerna. Fastän värdena i andra våningen hålls inom rekommendationerna anser jag att ventilationen i andra våningen borde förbättras så att man kunde undvika framtida fuktproblem och möjligen undvika den kondens som förekommer på fönstren i nuläget. I tvätt utrymmena och Wc:n var den relativa luftfuktigheten lite högre än i de övriga utrymmena men det beror på att de använts samma dag som mätningen utfördes.

Enligt de undersökningar som Miljöministeriets Fukt- och mögeltalko har utfört är problem med ventilationen i byggnader från 50- och 60-talet vanliga och de beror vanligtvis på att ventilationen är bristfällig. Problemen kan dock även härstamma från de som bor i huset eftersom de möjligen stängt ventilerna eller så har de täppt igen ventilationen i hopp om att spara energi. (Fukt-och mögeltalkot 2014)

Den relativa fuktigheten i kryputrymmet är också på en god nivå då den relativa fukthalten ute var kring 88 % var den relativa fukthalten på luften i krypgrunden endast kring 41 %. Även i den gamla potatiskällaren var det torrt och inga tecken på skador orsakade av fukt upptäcktes på bjälklaget. I de skrubbar jag hade tillgång till på andra våningen var fukthalten också på en god nivå och temperaturen var högre än temperaturen utomhus vilket beror på att den värms upp av värmeläckage från huset.



Bild 12. Temperatur- och luftfuktighetsmätaren som användes vid mätningarna (Fluke 971). (Bild Jonas Lindqvist)

Uppmätta temperatur- och luftfuktighetsvärden

Källarvåningen

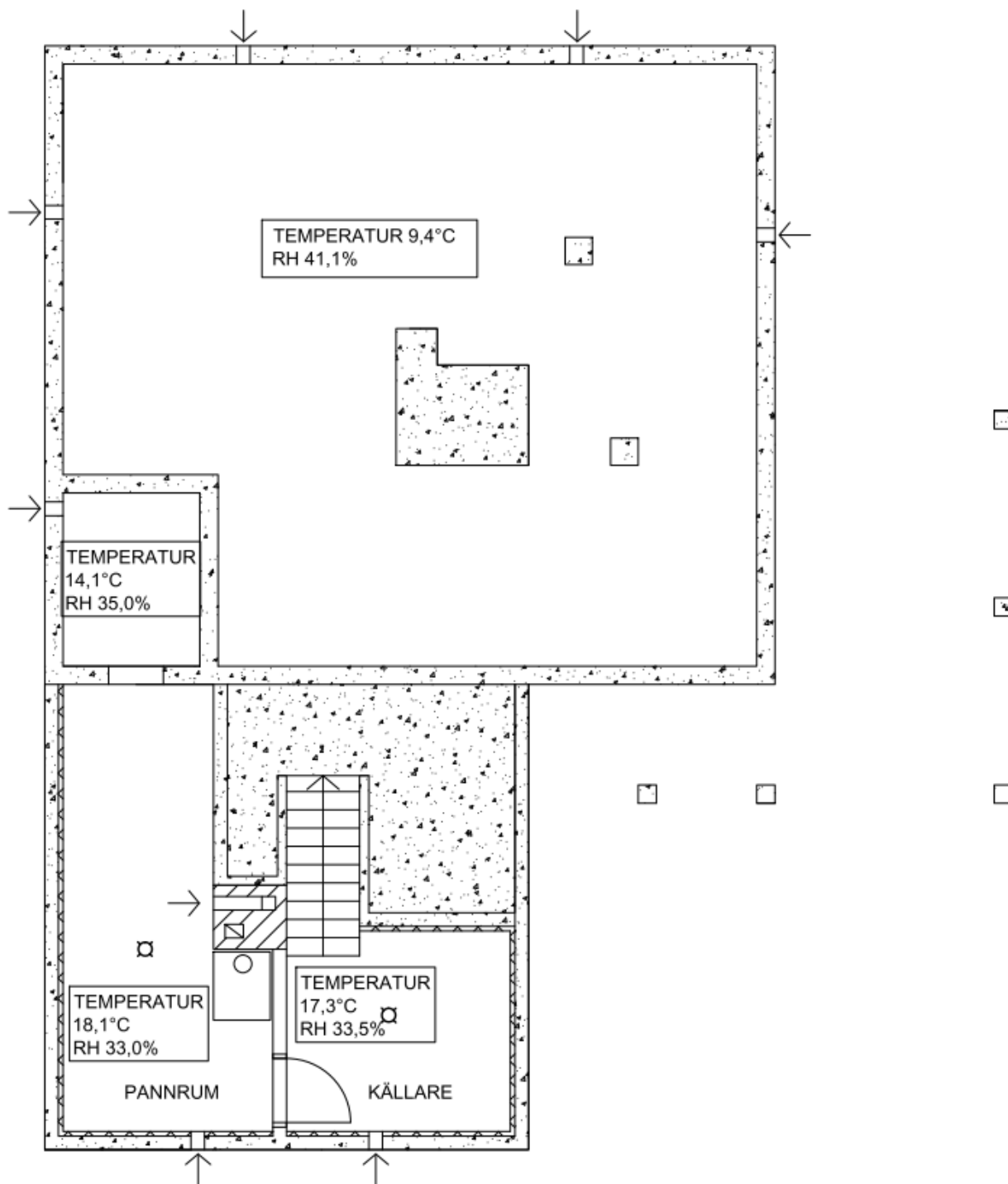


Bild 13. Temperaturvärden och den relativa fuktigheten i källaren/kryputrymmet. (Bild Jonas Lindqvist)

Första våningen

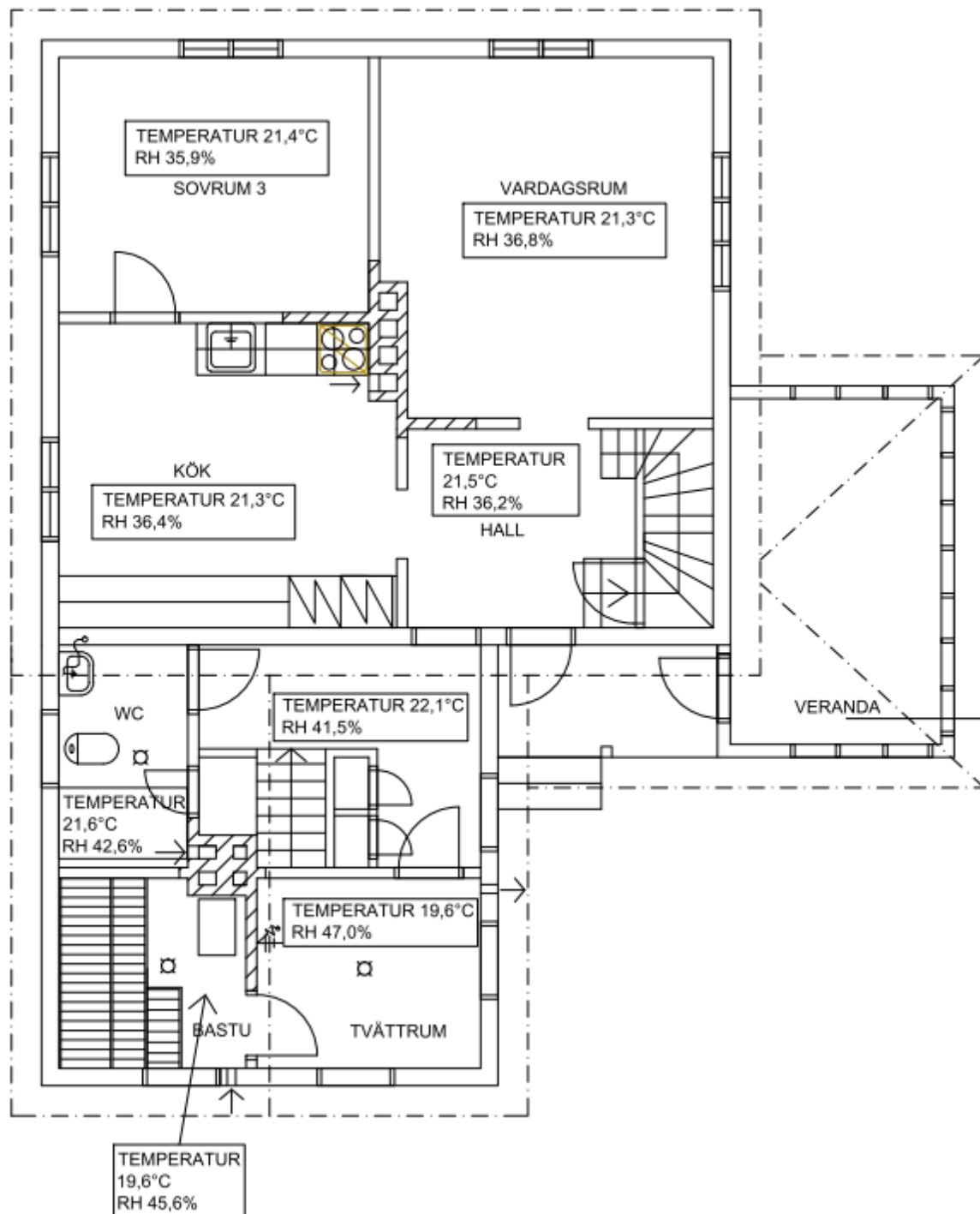


Bild 14. Temperaturvärden och den relativa fuktigheten i första våningen.

(Bild Jonas Lindqvist)

Andra våningen

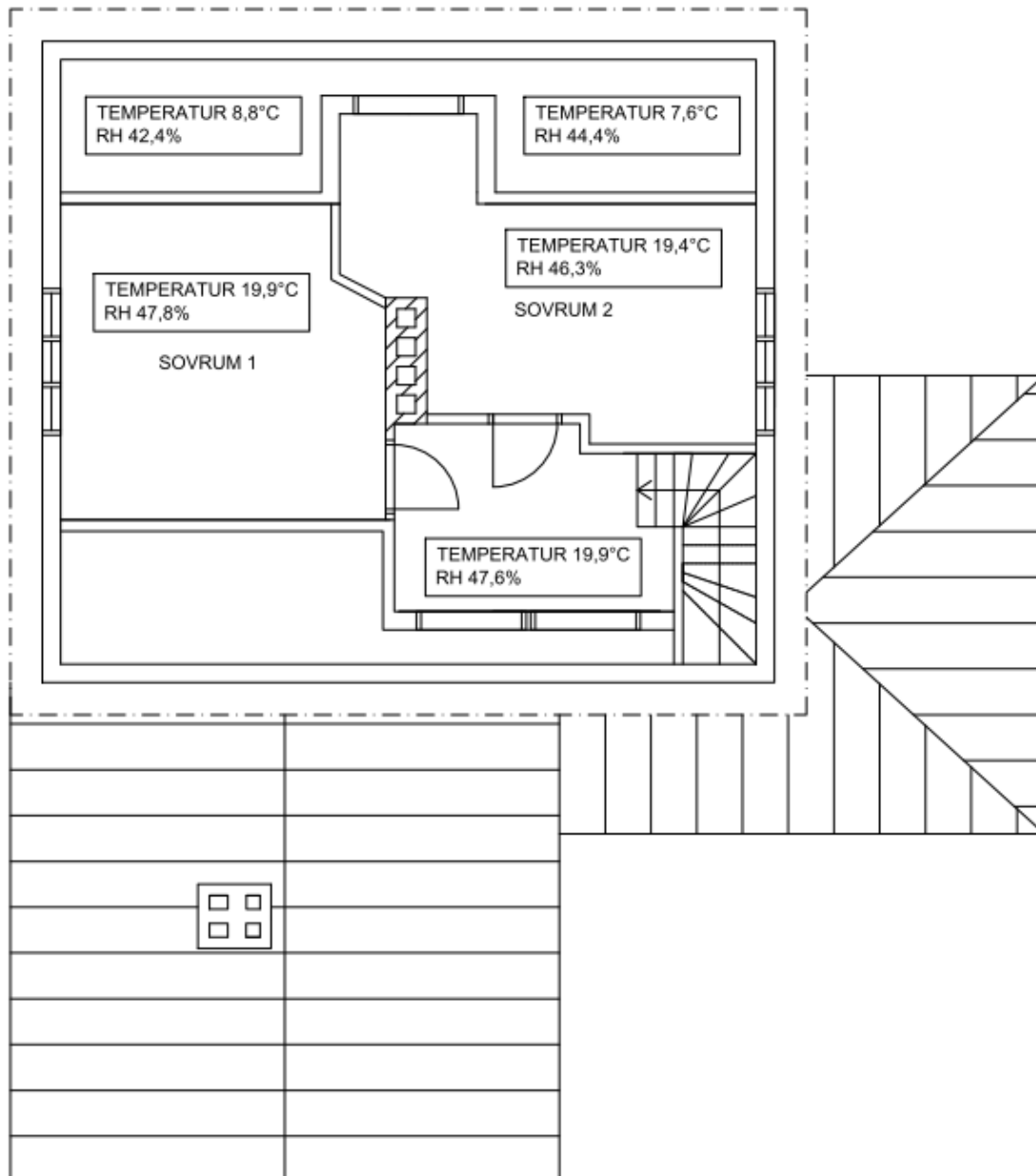


Bild 15. Temperaturvärden och den relativa fuktigheten i andra våningen.

(Bild Jonas Lindqvist)

10.2 Yttertemperaturer och värmekameraanalys

Mätningen av yttertemperaturer och analysen av konstruktioner med värmekamera utfördes samtidigt som temperatur- och luftfuktighetsmätningen den 5 december 2013. Yttertemperaturmätningarna utfördes med en infraröd värmemätare av typen Trotec BP20 (Bild 2) och analysen med värmekamera med Yrkeskolegskolan Novias värmekamera av typen Fluke TiR (Bild 3). Resultaten presenteras i form av ritningar och en värmekamerarapport (Bilaga 2) gjord med programvaran Fluke SmartView 3.2.

Yttertemperaturerna är uppmätta mitt på en väggyta i varje rum och de uppfyller nästan alla kraven för en god nivå med ett temperaturindex på $\geq 87\%$. De enda utrymmena som inte når upp till den nivån är källaren och pannrummet som endast uppnår ett temperaturindex på 63 respektive 67 %, detta är inte så farligt då dessa utrymmen inte egentligen är uppvärmda utan endast uppvärms av den värme som oljepannan avger.

Analysen med värmekamera påvisade några problem såsom läckage i genomföringar och möjliga fuktskador eller dåligt isolerade områden. Det enda akuta som bör utredas snarast möjligt är enligt mig den fukt som troligtvis finns kring skorstenen och därför bör skorstenen plåtas så snabbt som möjligt så att det slutar läcka vatten in i konstruktionerna, noggrannare analyser i bilaga 2. Problemet har redan uppdagats tidigare och man har rivit bort ytmaterialet från skorstenen i trappan till källaren. Då orsaken är åtgärdad kan man sedan åtgärda de skador fukten möjligen redan åstadkommit.

Problem med genomföringar är enligt Fukt- och mögeltalkot ett vanligt problem i hus från 60 – talet och de är allvarliga problem eftersom de kan orsaka stora skador om man inte märker problemet och åtgärdar det. (Fukt-och mögeltalkot 2014)



Bild 16. Skorstensgenomföringen utifrån. Genomföringen är inte tät vilket leder till att vatten kan tränga in i konstruktionerna. (Bild Jonas Lindqvist)



Bild 17. Mellanväggen vid källartrappan. Vattnet som läckt in genom genomföringen har runnit ned längs med skorstenen och orsakat fuktskador på väggen. (Bild Jonas Lindqvist)

Uppmätta yttemperaturer och värmekamera bilder

Källarvåningen

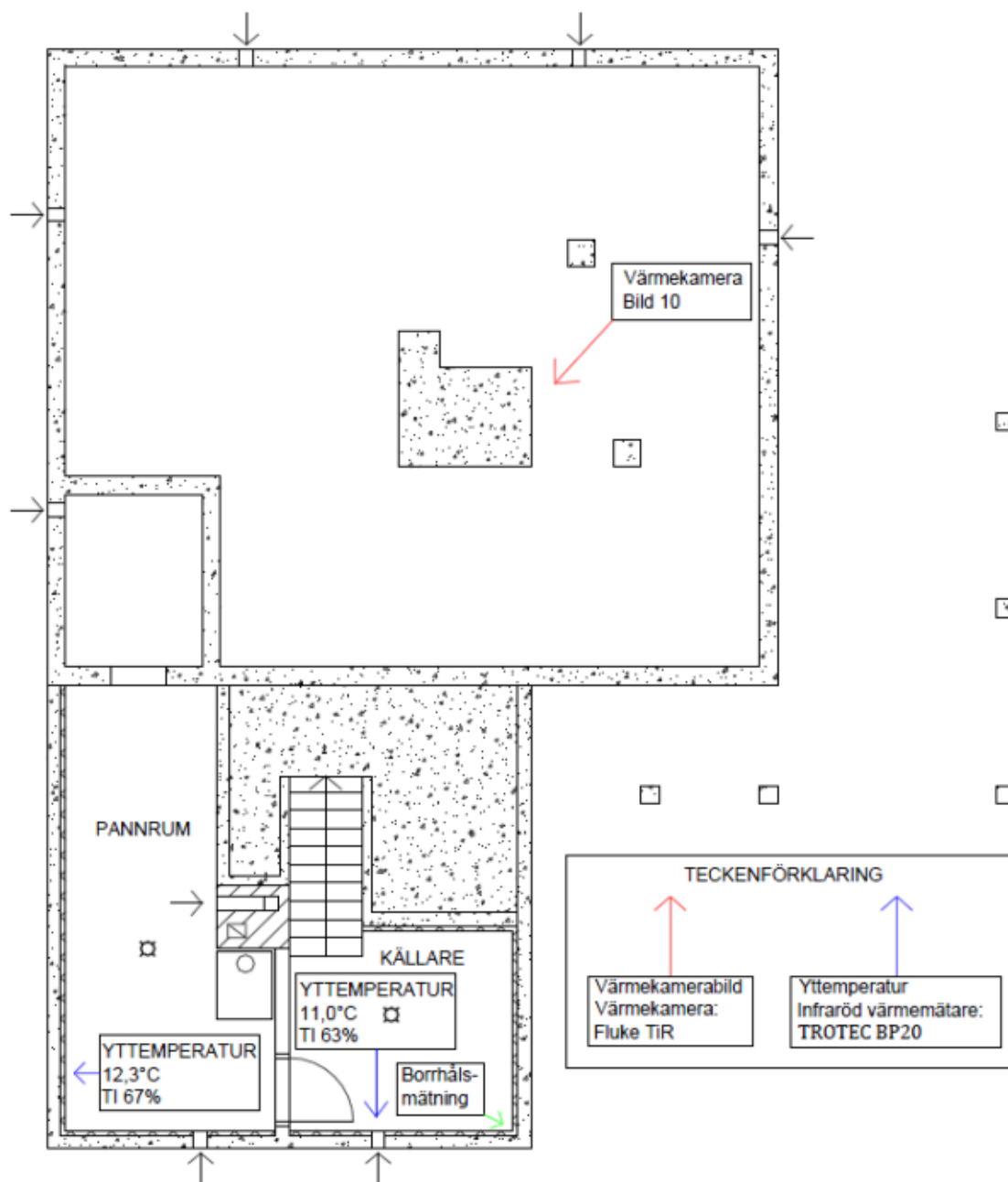


Bild 18. Uppmätta yttemperaturer och värmekamerabilderna för källarvåningen.

(Bild Jonas Lindqvist)

Första våningen

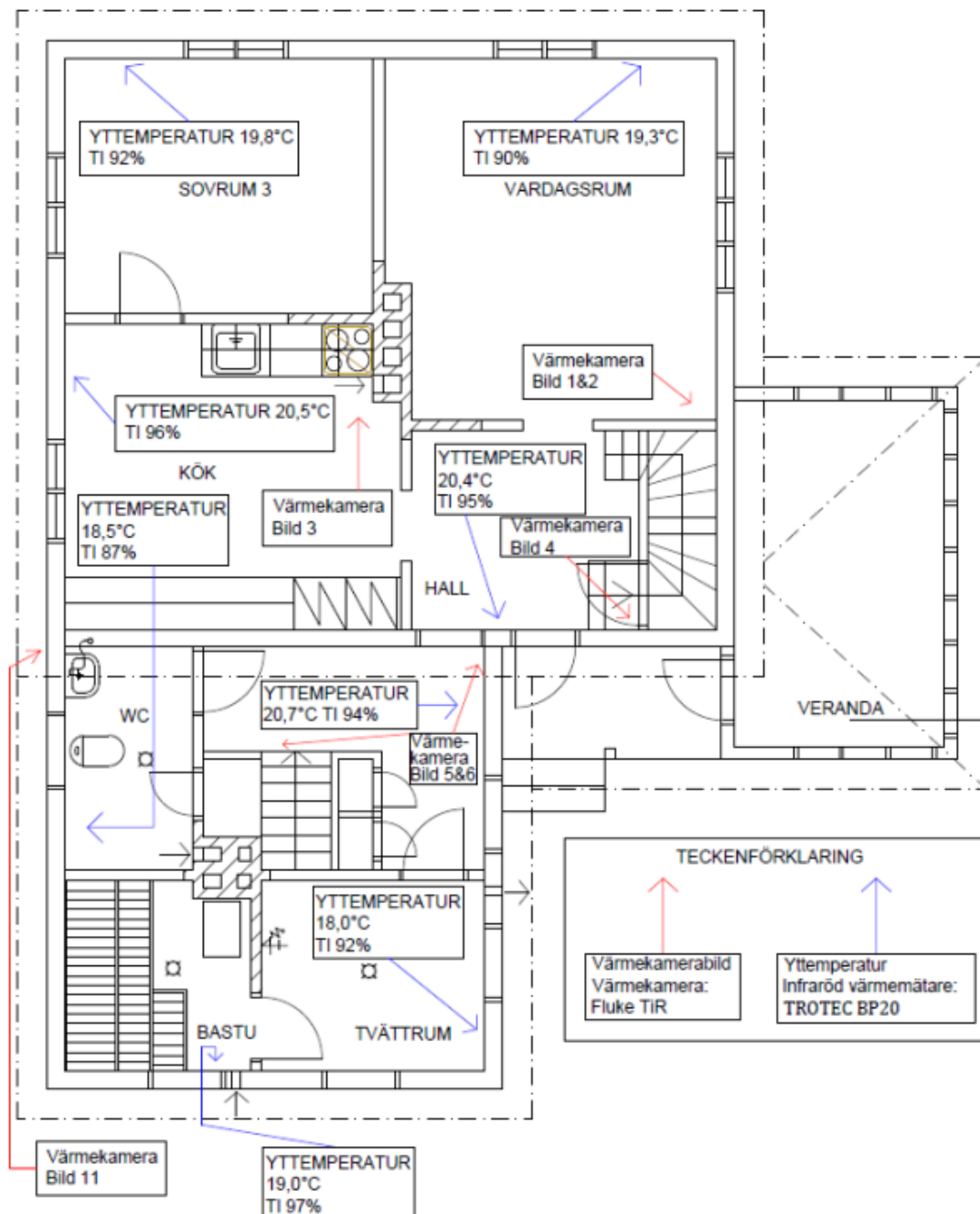


Bild 19. Uppmätta yttemperaturer och värmekamerabilderna för första våningen.
(Bild Jonas Lindqvist)

Andra våningen

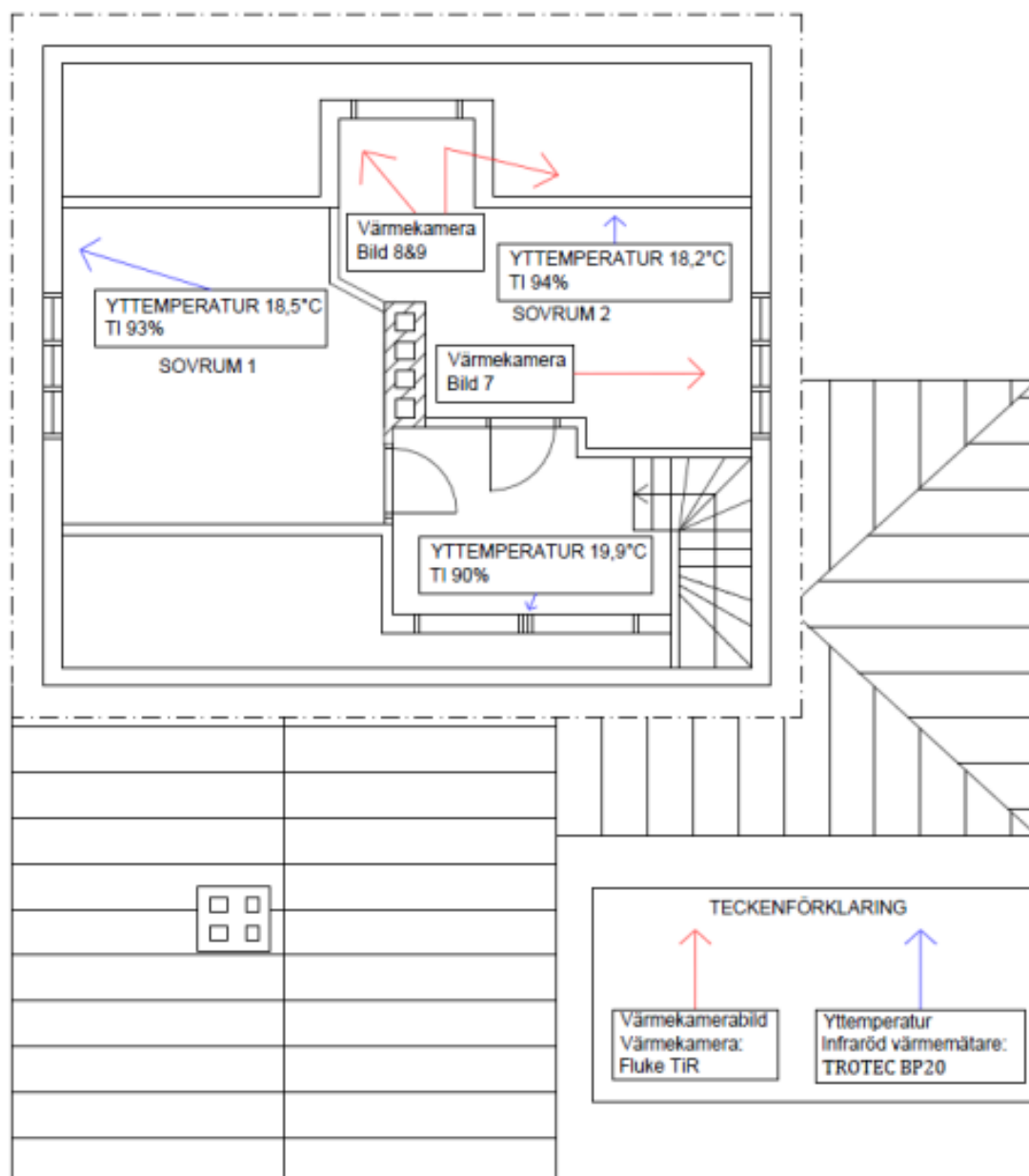


Bild 20. Uppmätta yttemperaturer och värmekamerabilderna för andra våningen.
(Bild Jonas Lindqvist)

10.3 Fuktmätning i konstruktioner

Fuktmätningarna utfördes för att undersöka om det förekommer några fuktskador i byggnaden och för att ta reda på hur mätningarna utförs i praktiken. De mätningar som krävde att man söndrade eller skadade konstruktioner utfördes endast där det var möjligt och orsakade så lite skador som möjligt. Mätningstrustningen lånades av Ab Tork Tek Oy och innehöll en fuktindikator, en givare som man kan mäta fuktigheten i trä med samt en fuktmätare med vilken man kan mäta fukthalten i t.ex. golvkonstruktioner.

10.3.1 Analys av konstruktioner med en fuktindikator

Analysen utfördes den 24.1.2014 och koncentrerade sig på husets våtutrymmen och källaren. Mätaren som användes var en GANN Hydromette RTU 600 med en GANN B50 givare. Fuktindikatorn ger inte exakta resultat men med hjälp av den kan man hitta punkter där fukthalten är högre än i den övriga konstruktionen. Mätaren ger utslag på mellan 0 och 199 och dessa värden skall sedan jämföras med en tabell för det material man mäter fukten i varifrån man får reda på hur fuktigt materialet är.

Våtutrymmena i huset är alla nyligen renoverade, tvätttrummet 2011 och toaletten 2013 och därför förväntade jag mig inte att där skulle förekomma några problem. I källaren däremot har det förekommit problem som nu åtgärdats men fukten har ännu inte försvunnit från konstruktionerna. Golvet i tvättutrymmet är av betong och där hittades inte några tecken på att där skulle förekomma fuktskador och mätaren gav ett värde på 85, vilket enligt tabellen för betong betyder att betongen är halv torr. De enda ställena värdena var lite förhöjda var i närheten av duschen och kring golvbrunnen. Dessa värden var ändå så pass låga att jag tror att dessa inte beror på skador utan på helt normal användning av duschen.

Då mätningarna utfördes hade toaletten endast varit i bruk i ungefär ett halvår och fastän det är byggt som ett våtutrymme används där inte vatten förutom i lavoaren och toalettstolen. På basen av mätningarna kan man säga att betongen i golvet var torrt och den enda variationen som förekom var det att golvet var lite fuktigare vid lavoaren men det är inte konstigt eftersom det är det enda stället det kan komma vatten på golvet i hela utrymmet.

I källaren förekom det däremot sådana värden som tydde på att allt inte står rätt till i golvet. Direkt nedanför trappan till källaren gav mätaren utslag på 85 emedan värdena närmare väggen varierade mellan 115-130 , högst var värdet i källarens nordvästra hörn. Enligt jämförelsetabellen betyder så höga värden att konstruktionen är mycket fuktig. Detta beror på att källarens fuktisolering utifrån varit bristfällig och det har läckt fukt in i och under konstruktionerna. Problemet åtgärdades 2011 genom att vattenisolera väggen och genom installation av regnvattenbrunnar och rör som leder bort vattnet från huset. Det som man ännu borde göra är att skarva stupröret så att vattnet säkert når brunnen och inte skadar väggen eller utsätter källarväggen för onödig fukt. Trots de åtgärder som redan utförs har konstruktionen inte ännu torkat och därför utförs det en noggrannare undersökning av fukthalten med hjälp av borrhålsmetoden i just detta hörn.

Tabell 4: Jämförelsevärden för de värden GANN BP 50 givaren uppmätt.

Material	Mycket torr	Normalt torr	Halv torr	Fuktig	Mycket fuktig	Våt
Natursten, betong och bruk	30-50	50-70	70-90	90-120	120-140	Över 140

(SWEMA 2011)



Bild 21. Analys av konstruktionen med en fuktindikator. (Bild Jonas Lindqvist)



Bild 22. Det fuktskadade hörnet från utsidan. (Bild Jonas Lindqvist)

10.3.2 Mätning av fukt i trä

Mätningen av fukthalten i olika träkonstruktioner utfördes den 24.1.2014 och hade som syfte att granska hur våta vissa konstruktioner som blivit utsatta för fukt ännu var samt att ta reda på hur fuktiga andra konstruktioner är och därmed ta reda på hur utsatta de är för fukt. Mätningarna utfördes med en GANN Hydromette RTU 600 med en GANN M18 givare.

Virke borde ha en fukthalt på under 24 % då det används som stomme och en fukthalt på under 18 % då det används som brädfodring (Puuinfo, 2014)

Mätningarna utfördes på ställen där det fanns tillgång till träkonstruktioner vars fukthalt var intressant. Den första mätningen utfördes på väggen i trappan ner till källaren. Väggen har blivit fuktskadad och har nu endast brädning på sig för att påskynda torkandet. Trävirket var förvånandevis torrt då syllen hade en fukthalt på endast 11,2 % och stolparna en fukthalt på 11,0 % vid mitten av väggen. Väggen skulle alltså gå att täcka in tillbaka efter att orsaken till fuktskadan åtgärdats.

Den andra mätningen utfördes på virket i nedre delen av trossbotten och där mättes fukthalten på flera ställen med jämna resultat på en fuktighet kring 19 %. Förhållandena i krypgrunden är mycket torra och detta syns i virkets fukthalt. I den gamla avskilda potatiskällaren var fukthalterna kring 14 % och detta beror på att utrymmet delvis värms upp av värme från pannrummet. Fukten från potatisen som förvarats där förut tycks inte heller ha skadat konstruktionen.

Den sista mätningen utfördes i nedre kanten brädfodringen på den södra och norra fasaden. Den södra fasaden som borde vara mest utsatt hade en fukthalt på kring 25 % och den norra fasaden hade en fukthalt på kring 23 %. Skillnaden är inte stor men de har båda högre värden än det som rekommenderas för nytt virke.



Bild 23. Mätning av sylens fukthalt. (Bild Jonas Lindqvist)

10.3.3 Mätning av fukt i betongkonstruktioner

Den fuktmätning som jag utförde i en betongkonstruktion utfördes på en golvkonstruktion i det nordvästra hörnet av källaren (Bild 17). Källarkonstruktionen är delvis fuktskadad på grund av bristfällig vattenisolering och det hörn som jag utfört mätningen i har varit mest utsatt för fukt.



Bild 24. Källarväggen i hörnet där mätningen utförs. (Bild Jonas Lindqvist)



Bild 25. Vaisalas färdiga plastdel för installation i borrhålet. (Bild Jonas Lindqvist)

Mätningen som utfördes var en borrhålsmätning med vilken man kan analysera fukthalten i olika delar av konstruktionen. Vid mätningen borrades fem hål varav fyra gjordes på konventionellt sätt dvs. i hålet installerades ett 16 millimeters

elrör som skuffas ner ända till botten av hålet och sedan tätar man runt röret och ändan av röret (Bild 7). I ett av hålen installerades en plastdel som var utvecklad av mätartillverkaren (Bild 24) och den krävde inte någon tätning eller någon propp utan man slog in delen i hålet och då fukten utjämnats slår man sönder plastproppen i ändan av delen och sedan installerar man givaren i hålet. Hål 1 och hål 2 borrades ner till ett djup under plattan så att man skulle få reda på varifrån fukten härstammar. Då hålen är borrade och rören installerade låter man fukten avjämnas och efter det avläser man resultatet. För att kunna jämföra resultaten mellan den färdiga plastdelen och elröret borrades ett av hålen med elrör till samma djup som den färdiga delen. Hålen borrades och rören installerades samt tätades den 21.1.2014 och då fukthalten utjämnats i tre dygn utfördes mätningarna den 24.1.2014. Då mätningarna utfördes var utetemperaturen -20°C vilket ledde till att temperaturen i den uppvärmda källaren endast var kring 7°C vilket är kallare än de temperaturer som rekommenderas för borrhålsmätningar och det bör tas i beaktande då man analyserar resultaten.

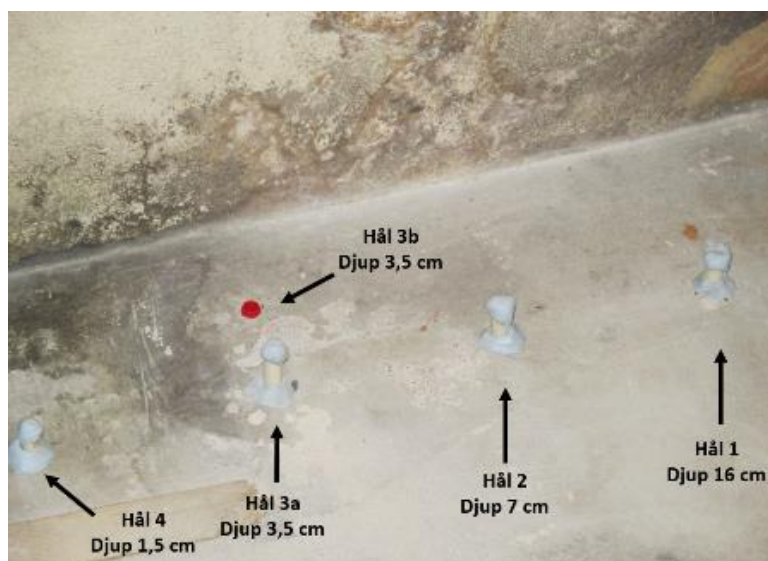


Bild 26. Borrhålens interna placering. Hål 1 är i hörnet 20 cm från bägge väggar och avståndet mellan hålen är 20 cm. (Bild Jonas Lindqvist)



Bild 27. Mätning av fukt i Hål 1 (Bild Jonas Lindqvist)

Tabell 5: De vid mätpunkterna uppmätta värdena. Uppmätt med en Vaisala HMI41 och en HMP46 givare. Värdena beskriver fukthalten på den luft som finns i betongens porer.

Mätpunkt	RH [%]	Temperatur [°C]	Daggpunkt [°C]	Absolut fuktighet [g/m ³]
Inneluften	91,8	7,4	6,4	7,4
Hål 1	92,5	6,7	5,6	7,0
Hål 2	92,3	7,4	6,2	7,3
Hål 3a	86,3	7,7	5,5	7,0
Hål 3b (Vaisala)	92,5	7,5	6,4	7,4
Hål 4	84,4	7,8	5,4	6,9

(Jonas Lindqvist)

Eftersom förhållandena under mätningen inte uppfyllde kraven för borrhålmätningar kan man anta att den riktiga relativa fukthalten i betongen är lägre än vad som framkommer i mätningarna. Då betongens temperatur stiger blir även den relativa fuktigheten i luften i betongens porer lägre eftersom luften då kan bära mera fukt. Då betongens temperatur sjunker sker det motsatta d.v.s. den relativa fuktigheten stiger eftersom luften då kan bära mindre fukt. I en markfast platta där fukten jämnats ut borde fukthalten vara kring 80 % men i mina mätningar var värdena högre. (RT 14-10984, 2010, S.12,S.15)

På basen av mina mätningar kan man säga att fukthalten i betongplattan är onormalt hög för en konstruktion med en ålder på över 40 år. Den relativa fuktigheten i själva betongen är enligt resultatet för hålen med elrör mellan 84,4 och 86,3 % och t.o.m. 92,5 % med tillverkarens metod.

Enligt de undersökningar som Miljöministeriets Fukt- och mögeltalko har utfört är problem med bristfällig dränering och fukt som tränger upp i markburna plattor vanliga fel som förekommer i byggnader från den här perioden. Problemen kan bero på att det inte finns någon isolering under plattan och på att det inte finns något kapillärbrytande skikt i konstruktionen. (Fukt-och mögeltalkot 2014)

Med hjälp av värden för den absoluta fuktigheten kan man få reda på från vilket håll i konstruktionen fukten härstammar. I det här fallet kan man anta att den borde komma underifrån plattan men enligt mätningarna stämmer det inte helt. Enligt mätningarna är det som fuktigast precis under plattan och torrare längre ner i marken och högre upp i betongen.

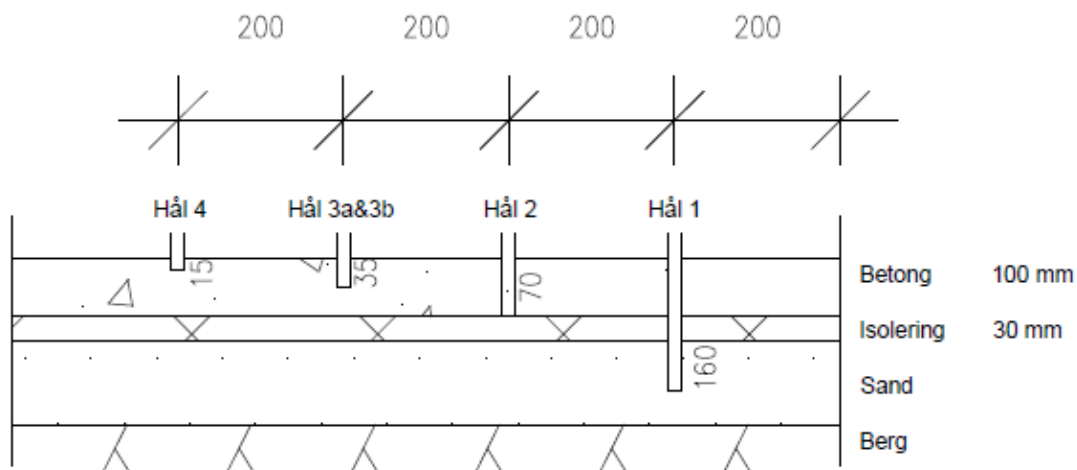
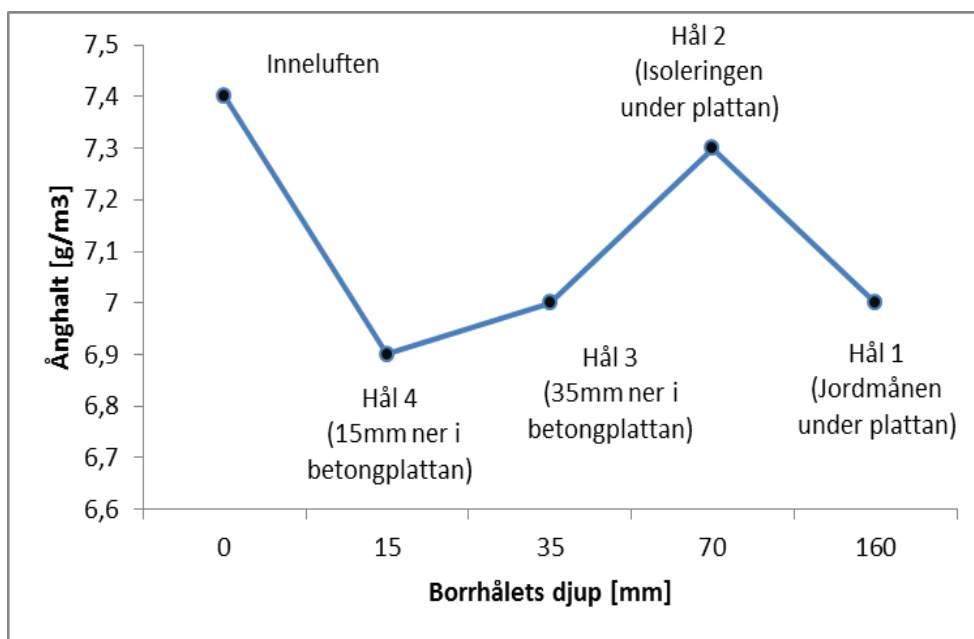


Bild 28. Skärning av borrhålsmätningen. (Bild Jonas Lindqvist)

Tabell 6: Fukthalten på olika djup i konstruktionen.



(Jonas Lindqvist)

10.4 Mikroanalys

Mikroanalysen som utfördes på mitt objekt var ett slags luftprov som endast består av ett kärl som innehåller ett näringsmedium i vilket det börjar växa mikrober efter att det utsatts för mikrobhaltig luft. Sedan låter man mikroberna växa i fem dygn varefter man räknar hur många mikrobkolonier som bildats och jämför värdena med de som angivits av testtillverkaren. Förutom att räkna kolonimängden analyserar man även vilka mikrobarter som förekommer i provet genom att jämföra kolonierna med de bilder på olika mikrobarter som medföljer provet.

Provtagningen utförs så att man placerar kärlet med näringsmedium på den plats i byggnaden man vill undersöka på 60-80 centimeters höjd. Sedan utsätts näringsmediet för luften i den byggnad som undersöks. Då det gått exakt två timmar sedan testet påbörjas tillsluts kärlet med ett lock som tejpas fast så att kärlet blir lufttätt. Sedan lägger man testet in i en skyddspåse och lägger in det i ett rumstempererat skåp där mikroberna sedan får växa. En gång om dagen öppnar man påsen och räknar kolonimängden. Testet som jag använde mig av är tillverkat av Biofacto Finland och går under namnet Biotesti. Testet går att beställa hem via nätet och kostar 62,90€. Resultaten av testet är inte juridiskt bindande utan det är avsett som en riktgivande mätning då man tror att det kan finnas mikrob tillväxt i byggnaden eller om man tror att det sprids mikrobhaltig luft från en annan del av en byggnad. (Biofacto Finland 2013)

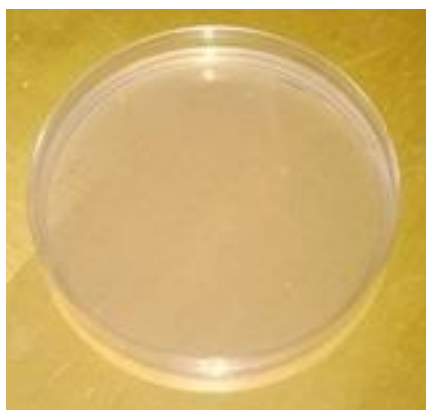


Bild 29. Kärlet vid provtagnings tillfället. (Bild Jonas Lindqvist)



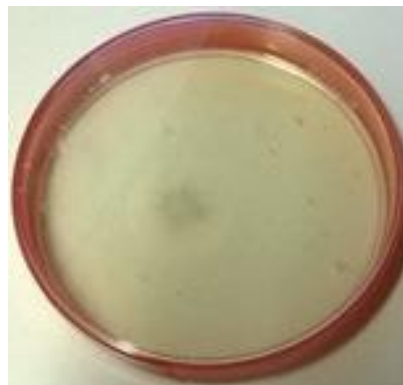
Bild 30. Kärlet inne i skyddspåsen efter provtagnings tillfälle.

(Bild Jonas Lindqvist)

Jag utförde testet den 18.12.2013 mellan kl. 10.00 och 12.00. Då var temperaturen ute +3°C och marken var inte snötäckt. Testet utfördes ytterom dörren till källaren där värmekamerafotograferingen påvisat en möjlig fuktskada.



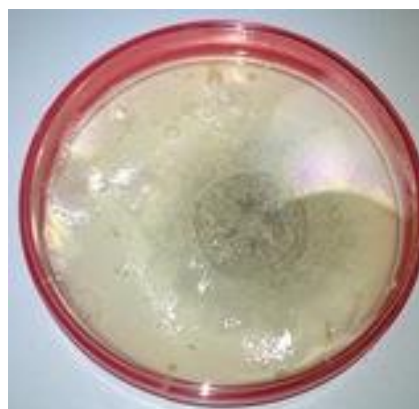
19.12 - 1 dygn



20.12 - 2 dygn



21.12 - 3 dygn



22.12 - 4 dygn

Tabell 7: Mängden kolonier som upptäckts i provet på 5 dygn.



23.12 - 5 dygn

Dygn	Bakterie och jäst kolonier	Mögel kolonier
1	0 st.	0 st.
2	3 st.	1 st.
3	5 st.	1 st.
4	8 st.	1 st.
5	15 st.	1 st.

Bild 31-35 Mikrotillväxtens utveckling under 5 dygn. (Bild Jonas Lindqvist)

(Jonas Lindqvist)

Tabell 8: Jämförelsevärden för Biofacto Finlands Biotesti

Tolkning av Biotestet (Kolonimängd)	Bakterier och jäst (Under Sommaren)	Mögel (Under Sommaren)	Bakterier och jäst (Under Vintern - Marken frusen)	Mögel (Under Vintern - Marken frusen)
Låg mikrobhalt	0-8 st.	0-2 st.	0-6 st.	0 st.
Genomsnittlig mikrobhalt	9-17 st.	0-2 st.	7-16 st.	0 st.
Lite förhöjd mikrobhalt (Mikroarten betydelsefull)	18-26 st.	2-3 st.	17-25 st.	1 st.
Klart förhöjd mikrobhalt	Över 26 st.	Över 3 st.	Över 25 st.	Över 3 st.

(Biofacto Finland, 2013)

Kolonierna identifieras med bara ögat och de jämförs med en serie med bilder som kommer med testet från bilderna får man reda på hur olika mikrobarter ser ut samt hur stora kolonierna för en viss mikrobart vanligen blir. För en extra kostnad kan man även skicka tillbaka testet till tillverkaren för analys men jag valde att göra det själv.

Då testet utfördes var marken inte frusen och hade heller inte varit det tidigare under hösten vilket enligt direktiven betyder att värdena skall jämföras med jämförelsevärdena för sommar. Detta leder till att mikrobhalten i utrymmet är genomsnittlig enligt testet. Enligt mina jämförelser med bilderna av de olika mikrobarterna som följer med testet samt informationen om hur stora kolonierna skall vara är mögeltillväxten i provet en utomhusart som heter *Arthrimum* och anses inte vara en indikator för fuktskador. Mängden bakterier och jäst är inte heller alarmerande hög och därför kan man säga att det i huset inte förekommer skadliga mikrobhalter. Det här resultatet är i enlighet med observationer av de som bor i byggnaden då de inte har upptäckt att luften skulle ha varit dålig eller att de skulle ha varit speciellt sjuka.

10.5 Inventering av farliga ämnen

På basen av tidigare kunskap om huset samt genom att studera de ritningar som finns tillgängliga undersökte jag huset med syfte att hitta material som idag anses hälsovådliga. Undersökningen utfördes utan att riva några konstruktioner så förutom de material som jag pekar ut här kan det ännu finnas farliga ämnen inne i konstruktionerna som jag inte är medveten om.

10.5.1 Inventering av asbest och kreosot

Huset är byggt under en tid då man ännu allmänt använde asbest i olika byggnadsmaterial. Den största förekomsten av vad som troligen är asbest är den takfilt som ursprungligen fungerat som takmaterial på den äldre delen av huset och då tillbyggnaden byggdes bytte man takmaterialet på hela huset till maskinvalsad plåt. Filten lämnades dock kvar under plåten och fastän den inte orsakar någon skada där den är i dag bör man ta den i beaktande då man börjar fundera på att byta ut plåttaket som nästan är 50 år gammalt.

I pannrummet används ännu en asbestskiva som brandisolering vid luckan till potatiskällaren. Alla rör i pannrummet som varit isolerade med asbest har redan bytts ut. I delen av huset som är från 1967 kan det ha förekommit asbest i våtutrymmets konstruktioner. Material som använts för att fästa kaklen i golvet samt för att foga dem innehöll troligtvis asbest, golven i toaletten, tvättrummet och bastun har dock redan bytts ut helt så de är inte ett problem. Golvet i korridoren mellan tvättrummet och toaletten har inte bytts ut. Golvkonstruktionen är dock heller inte likadan i korridoren då plattan är gjuten rakt på marken och inte på ett valv som i tvättrummet och toaletten.

I golvkonstruktionerna från 1967 förekommer det även troligen kreosot och detta kom fram då golvet i tvättrummet och bastun byttes ut år 2011 då det visade sig att man använt sig av någon form av beck för att fuktisolera den övre ytan av betongvalvet. I det här fallet lämnades stenkolsjärnan kvar i konstruktionerna då borttagandet av det i praktiken skulle ha lett till att man skulle varit tvungen att förnya hela valvet för att få bort stenkolsjärnan. Informationen om vilka produkter som kan vara asbesthaltiga är tagna från följande RT-kort: (RT 08-10521 1993, S 10-11).

10.6 Radonmätning

Radonmätningen utfördes med Strålsäkerhetsverkets radonmätningsturkar (bild 11). Mätningen påbörjades den 4.10.2013 och avslutades den 4.12.2013 och eftersom det är lite tidigare än det som rekommenderas kunde värdena ha varit högre om de hade mätts mitt på vintern. Men av tidtabellsskäl kunde jag inte påbörja mätningen senare eftersom mätningens resultat då kanske inte hunnit med i detta arbete.

Radonmätningsturkarna beställs av strålsäkerhetsverket till en kostnad på ungefär 44 € per turk. Turkarna kommer hem i posten varefter de genast skall placeras i de rum där radonhalten skall mätas. Turkarna skall placeras på en meters höjd från golvet, vid placeringen av turkarna skall man undvika att lägga dem nära dörrar, fönster, friluftsventiler eller på konstruktioner av sten och betong. Sedan skall turkarna ligga orörda i två månader och efter det skickar man tillbaka turkarna till strålsäkerhetsverket där de analyserar turkarna och får fram ett resultat. (Strålsäkerhetscentralen 2013b)

Radonhalten mättes på två ställen i huset, den ena mätpunkten var i vardagsrummet och den andra i toaletten. Dessa två platser valdes ut så att man skulle ha en möjlighet att jämföra radonvärdena mellan ett utrymme där golvkonstruktionen är en trossbotten och där huset har en källare. Orsaken till att den ena mätningsturken var i toaletten och inte i källaren är den att källaren inte är något utrymme där man vistas längre tider och därför är radonvärdet inte lika intressant där.

Tabell 9: De i byggnaden uppmätta radonvärdena.

Mätpunkt	Radonhalten [Bq/m ³]
Vardagsrum	40
Toaletten	130

(Strålsäkerhetscentralen)

På basen av de uppmätta värdena kan man konstatera att det inte krävs några åtgärder berörande radonhalten i byggnaden eftersom de uppmätta värdena underskrider gränsvärdet för gamla byggnader som är 400 Bq/m³. De uppmätta värdena är så låga att de till och med uppfyller kraven för nya byggnader som är 200 Bq/m³. Det märks dock tydligt att skillnaden mellan de olika golvkonstruktionerna är stor då radonhalten för konstruktionen med ett ventilerat kryprum är 90 Bq/m³ lägre än radonhalten för toaletten där golvkonstruktionen är av betong och utrymmet under toaletten är en källare istället för ett ventilerat kryprum. Huset är i båda fallen grundlagt rakt på berget och rimligen borde de därför ha liknande mängder radon i marken.

Strålsäkerhetscentralen har under åren 1980-2012 sammanställt statistik för radonvärdena i småhus i Finland. Statistiken baserar sig på mätningar gjorda med radonmätningsturkar och presenteras kommunvis. I Sibbo har det under den tiden utförts 1045 mätningar med ett medeltal på 166 Bq/m³. (Strålsäkerhetscentralen 2013c)

Värdena för mitt objekt är alltså även lägre än medeltalet för hela kommunen, vilket ytterligare påvisar att radon inte är ett problem i denna byggnad.

11 Slutsatser

Det finns många olika fysikaliska och kemiska fenomen som man kan mäta och analysera i en byggnad. Alla fenomen och mätningar presenteras inte i detta arbete utan bara de vanligaste. På basen av lärdomen i detta arbete kan man konstatera att den mängd problem som kommer fram angående våra byggnader dels säkert beror på ett dåligt byggnadssätt och på att byggnaderna inte har blivit skötta på rätt sätt. Men det beror även på att vi idag har möjligheten att mäta och analysera förhållandena i byggnader på en helt annan nivå av noggrannhet än förr och det att vi idag kräver bättre byggnader än förr. Det finns knappt en enda byggnad som man inte skulle kunna hitta fel på om man blint följde de rekommendationer som givits. Kraven är hårda och mätverktygen noggranna men man bör ha sunt förnuft då man tolkar resultaten och fråga sig om det verkligen lönar sig att riva eller renovera hela byggnader på grund av att något värde är lite förhöjt.

I byggnaden vars undersökning beskrivs i arbetet kom det fram några problem och vissa farliga ämnen upptäcktes. På basen av undersökningarna kan man dock komma fram till att det är skillnad på olika tidsepokers byggnadssätt. Fastän det bara är 13 års åldersskillnad mellan den ursprungliga byggnaden och tillbyggnaden har det där emellan skett en förändring i hur man byggde hus. Den ursprungliga byggnaden byggdes med en grund rakt på berget uppe på en kulle och man använde sågspån som isoleringsmaterial. Detta var ett gammalt och beprövat sätt med vilket det inte förekom problem med fukt eller annat då man redan vid val av byggnadsplats kunde se till att grunden var torr.

Tillbyggnaden byggdes med modernare metoder på en mer utmanande plats. Detta syns i de presenterade mätningarna då de flesta problem som förekommer i huset är i den nyare delen och det beror antagligen på att man inte då ännu bemästrade och förstod vad som krävdes av byggnader som byggs på sämre ställen och med tekniker som då ännu inte var alltför beprövade. En stor del av problem i byggnader kan alltså undvikas genom att välja en torr byggnadsplats och genom att använda beprövade tekniker och byggnadssätt.

Felen på huset stämmer till en stor del ihop med de som anses som typiska för hus byggda under tidsperioden enligt Fukt-och mögeltalkot. Nuförtiden vet man

bättre hur olika material beter sig och att man bör dränera samt vattenisolera konstruktioner för att minimera risken för problem med dem. Man vet att man inte kan lita på att betong är vattentät och att man bör ha ett kapillärbrytande skikt under konstruktioner mot marken.

Då man utför mätningar för att utreda reparationsbehovet i en byggnad bör det i rapporten inte endast ingå resultat utan även en tolkning av dem där man tagit alla faktorer i beaktande och inte endast blint stirrat på gränsvärdena. Genom att gå tillväga på detta sätt kan man undvika onödigt drastiska åtgärder som beställaren skulle ha vidtagit om man endast presenterat mätresultaten och låtit en person som inte har kunskap om ämnet tolka resultatet. I rätta händer är de mätningar som presenterats ett bra verktyg för bedömning av om en byggnad behövs repareras eller i hur stor grad den skall repareras.

KÄLLFÖRTECKNING

- Biofacto Finland.(2013). *Biotestin näytteenotto-ohje*.
- Ekman, A. (u.å). *Asbestin käsittely korjaushankkeissa*. Tammerfors: Rakta Network Oy
- Miljöministeriet. (1997). *Kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen kuntotutkimus. (Ympäristöopas 28)*. Helsingfors: Rakennustieto Oy
- Miljöministeriet. (1998a). *C1 Finlands byggbestämmelsesamling*
- Miljöministeriet. (1998b). *C2 Finlands byggbestämmelsesamling*
<http://www.finlex.fi/data/normit/1918-c2s.pdf> (hämtat 15.10.2013)
- Miljöministeriet. (2011). *Stenkolstjära*
<http://www.miljo.fi/stenkolstjara> (hämtat 11.1.2013)
- Miljöministeriet. (2012). *D2 Finlands byggbestämmelsesamling*
http://www.finlex.fi/data/normit/37187-D2-2012__Svenska.pdf (hämtat 15.10.2013)
- Miljöministeriet. (2013). *Fukt- och mögeltalkot - Homekoiran käyttö kiinteistössä esiintyvien mikrobiperäisten hajujen tarkastuksessa – Tilaaajan ohje*.
http://devhometalkoot.mcasiakas.net/filebank/907Homekoira_Tilaaajaohje_032013.pdf (hämtat 12.11.2013)
- Miljöministeriet. (2014). *Fukt- och mögeltalkot*
<http://www.hometalkoot.fi/sv> (hämtat 18.2.2014)
- Miljöministeriet. (u.å). *Finlands byggbestämmelsesamling*
http://www.ym.fi/svFI/Markanvandning_och_byggande/Lagstiftning_och_anvisningar/Byggbestammelsesamlingen (hämtat 7.10.2013)
- Mölsä, S. Terveen talon saa sairaaksi huonolla energiaremontilla. *Rakennuslehti* (31.10.2013), S10
- Puuinfo.(2014). *Puutavaran kosteus*
<http://www.puuinfo.fi/puutavaran-kosteus> (hämtat 29.1.2014)
- Rakennustietosäätiö RT. (1993). *RT 08-10521 Asbesti, asbestikartoitus ja siitä aiheutuvat toimenpiteet*
- Rakennustietosäätiö RT. (2003). *RT 14–10775 Sisäilman ammoniakkipitoisuuden määrittäminen*
- Rakennustietosäätiö RT.(2010). *RT 14–10850 Rakennuksen lämpökuvaus, Rakenteiden lämpötekninen toimivuus*

Rakennustietosäätiö RT. (2010). *RT 14–10984 Betonin suhteellisen kosteuden mitta*

Sisäilmayhdistys. (2008). *Kosteusmittaukset*

<http://www.sisailmayhdistys.fi/terveelliset-tilat-tietojarjestelma/ongelmien-tutkiminen/rakennustekniset-tutkimukset/kosteusmittaukset/> (hämtat 5.11.2013)

Social- och Hälsovårdsministeriet. (2003). *Anvisning om boendehälsa.*

<http://pre20090115.stm.fi/pr1069333746321/passthru.pdf> (hämtat 17.10.2013)

Strålsäkerhetscentralen. (2013a). *Basfakta om radon*

http://www.stuk.fi/sateily-ymparistossa/radon/sv_FI/mita_radon_on/ (hämtat 5.12.2013)

Strålsäkerhetscentralen. (2013b). *Bruksanvisning för radonmättningsburkarna.*

Strålsäkerhetscentralen. (2013c). *Radonhalterna i småhus i Finlands kommuner.*

http://www.stuk.fi/sateily-ymparistossa/radon/sv_FI/pientaloasuntojen_radonmittaukset/ (hämtat 4.2.2014)

Suomen standardisoimisliitto. (1993). *SFS 5511 Ilmastointi. Rakennusten sisäilmasto. Lämpöolojen kenttämittaukset.*

SWEMA. (2011). *Bruksanvisning GANN Uni 1 Fuktindikator.*

http://www.swema.se/Prod_docs/Bruksanvisning%20Gann%20Uni.pdf (hämtat 4.3.2014)

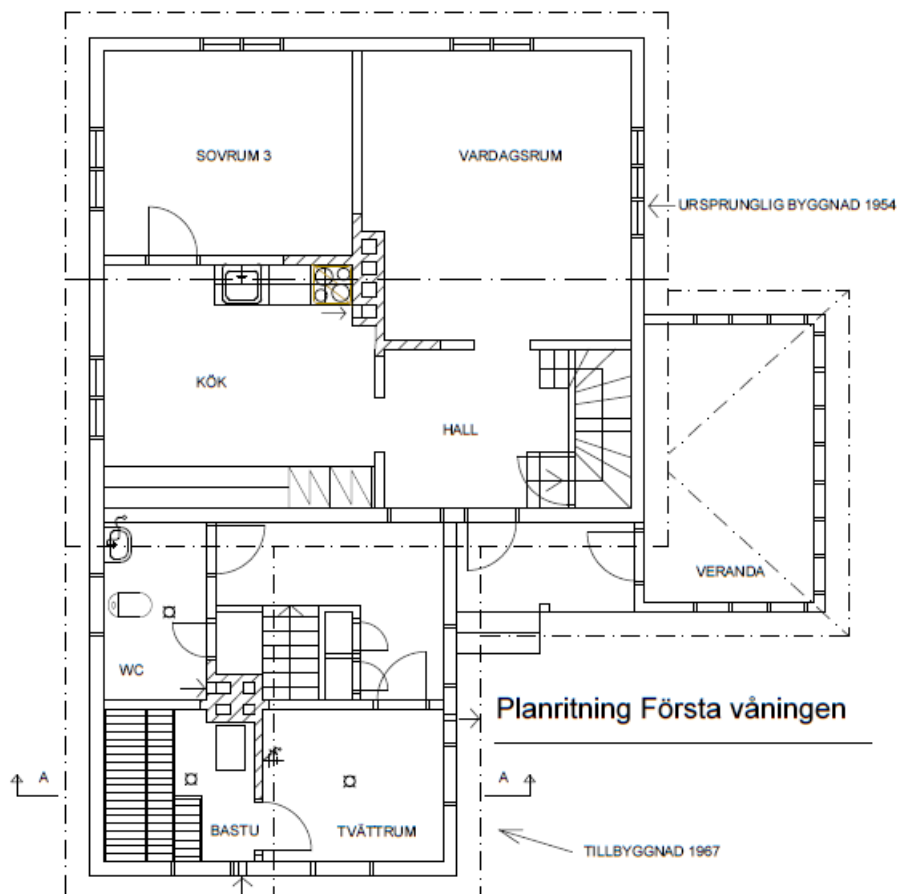
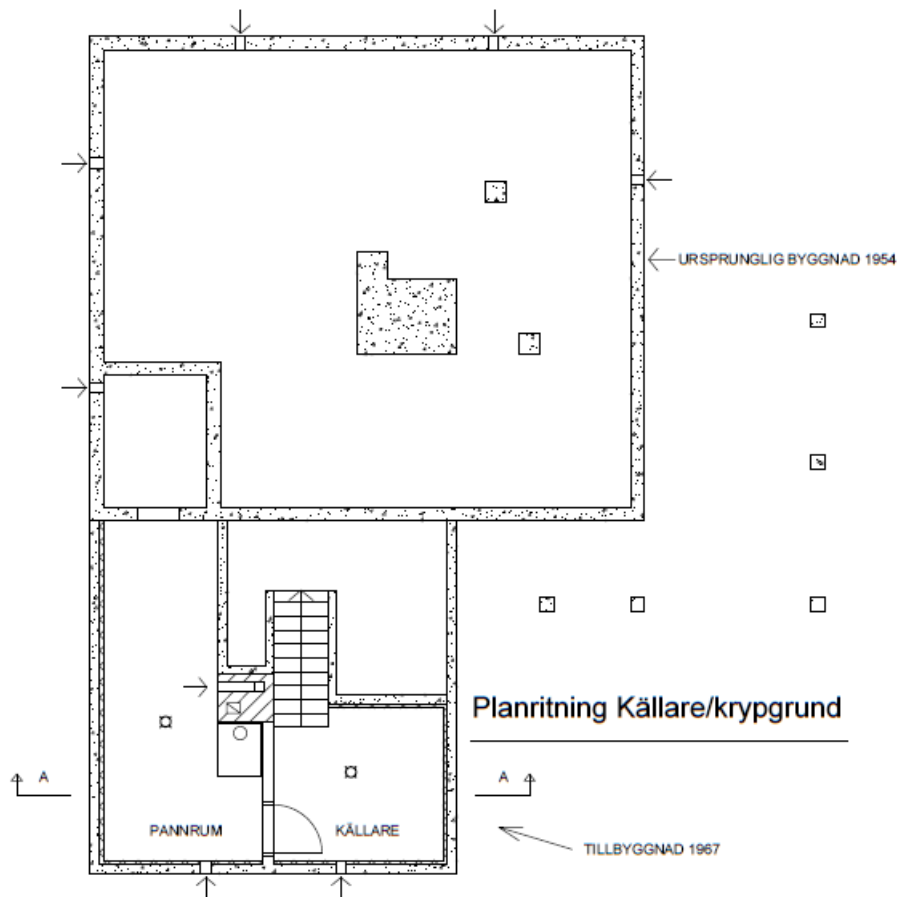
Tompuri, V. Homekoira ei ole virkakoira. *Rakennuslehti* (31.10.2013), S.13

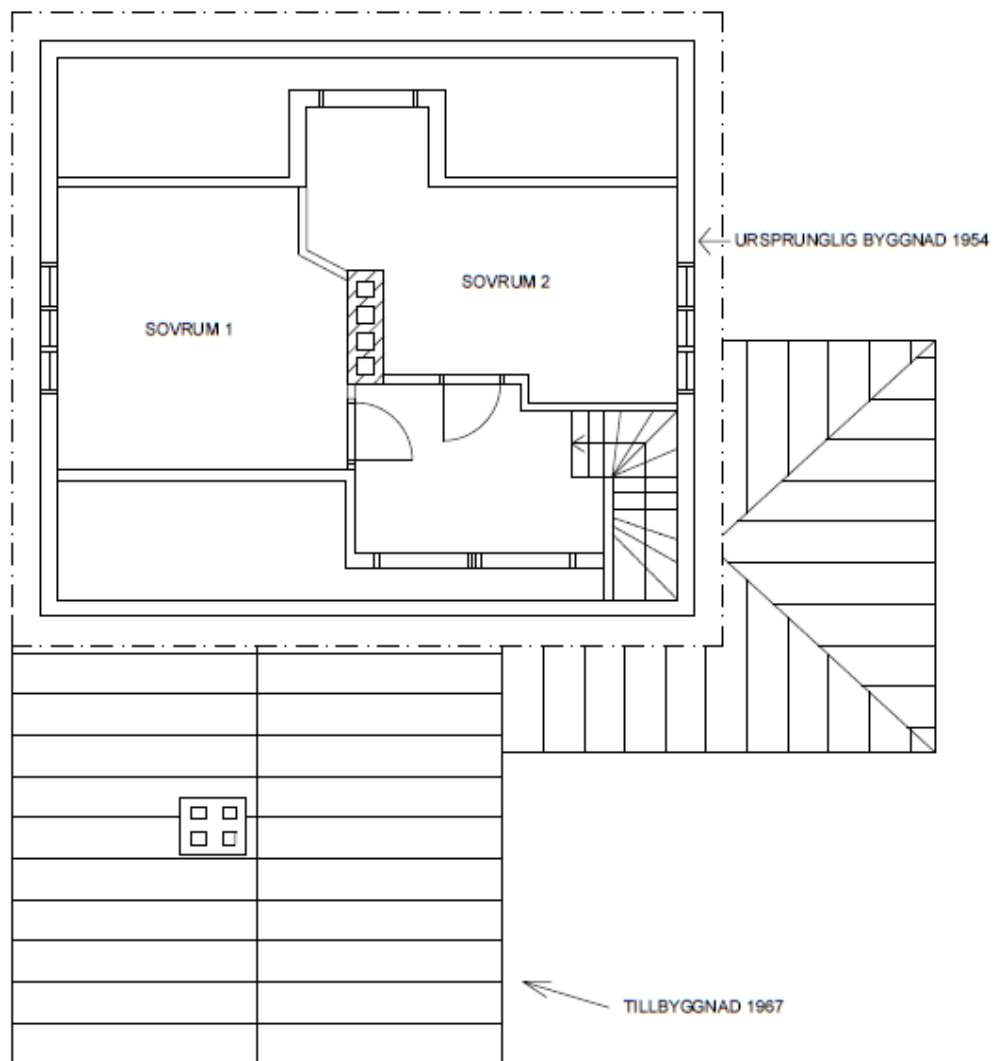
Finlands författningssamling

Hälsoskyddslagen 19.8.1994/763. www.finlex.fi (hämtat 12.10.2013)

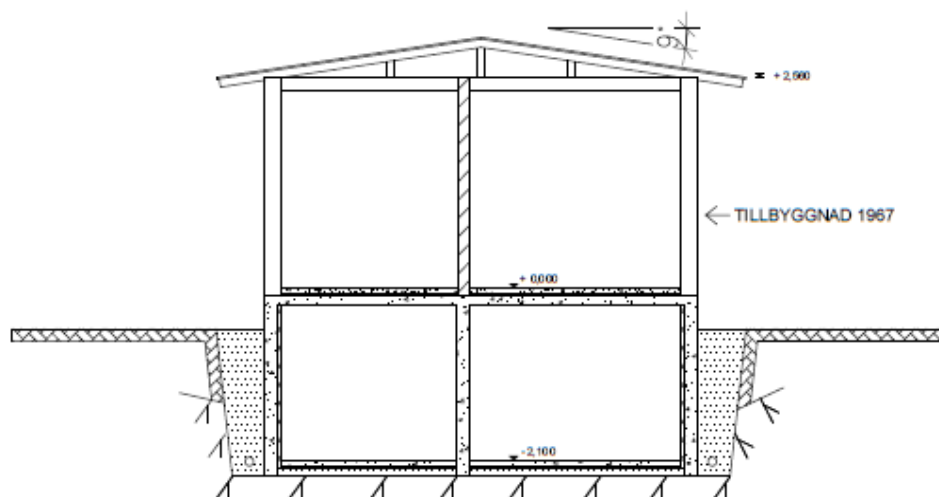
Markanvändnings- och bygglagen 5.2.1999/132. www.finlex.fi (hämtat 14.10.2013)

BILAGA 1 – Ritningar på objektet

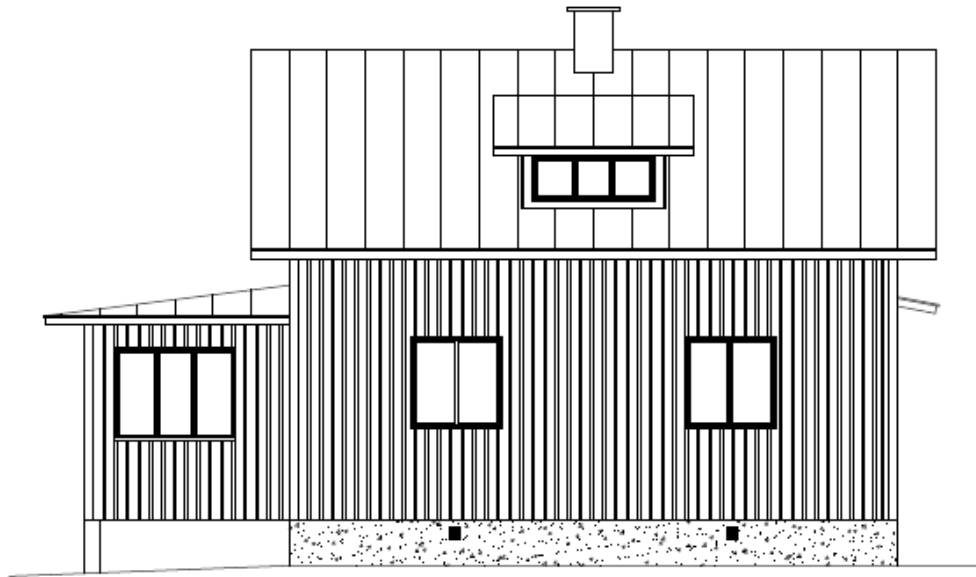




Planritning Andra våningen



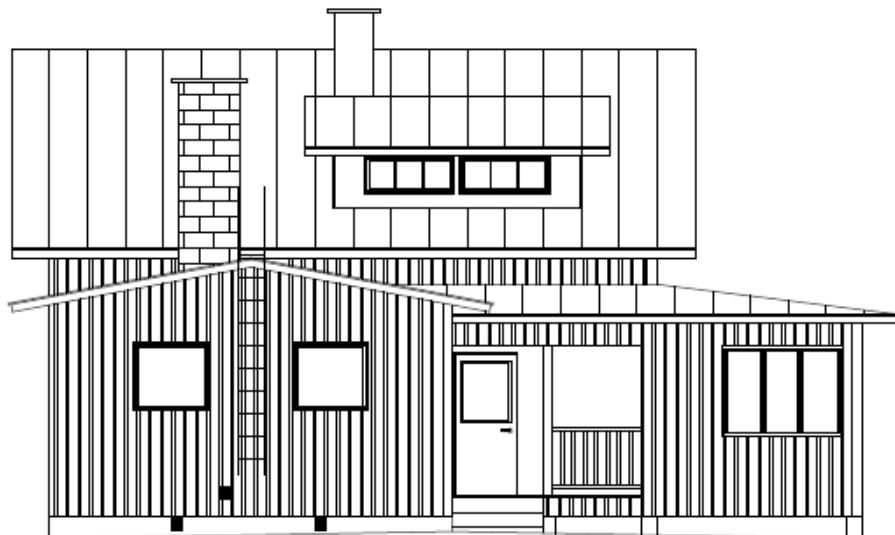
Skärning A-A



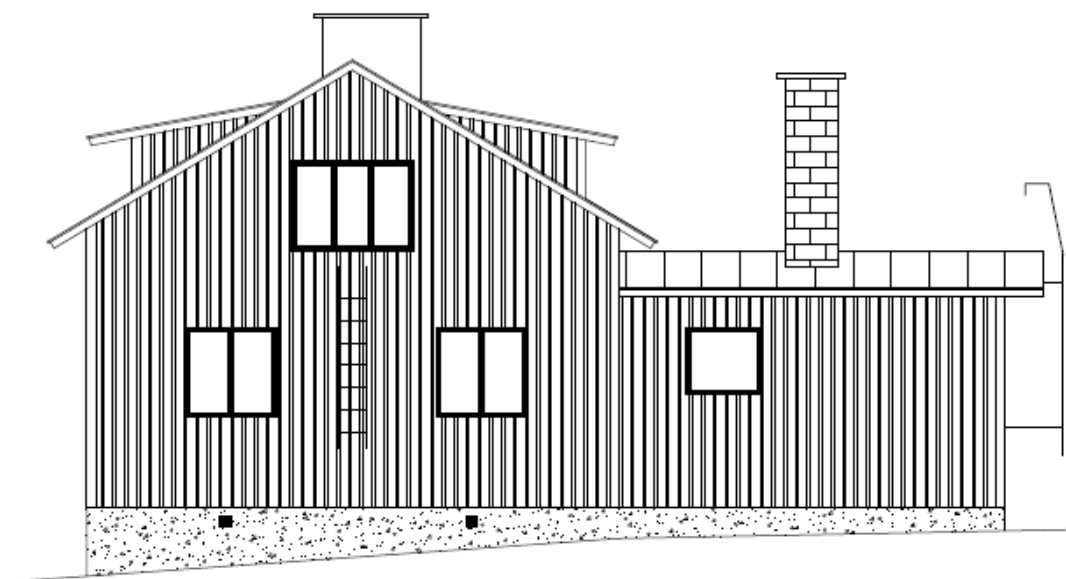
Fasad mot söder



Fasad mot väster



Fasad mot norr



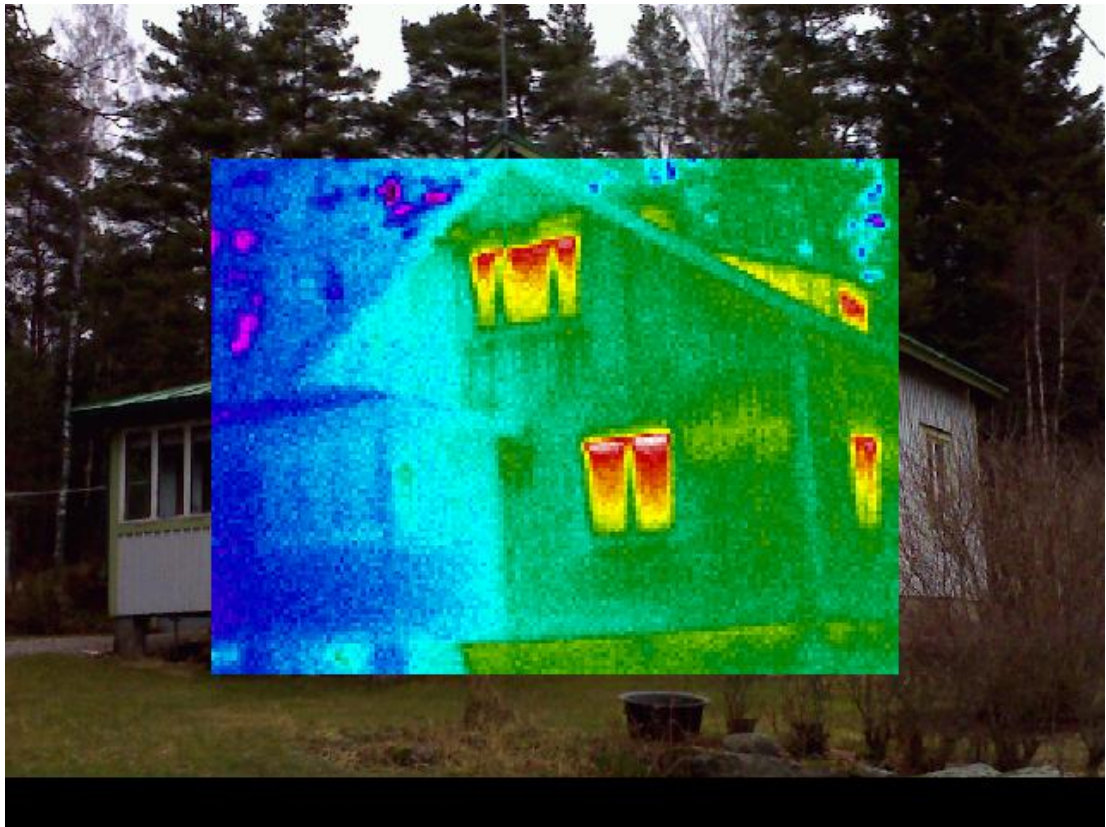
Fasad mot ost

BILAGA 2

LÄMPÖKUVAUSMITTAUSRAPORTTI

OMAKOTITALO, SIPOO

Kuvauskohteiden paikat löytyvät kuvista 18-20 (s.52-54)



Laatija: Jonas Lindqvist

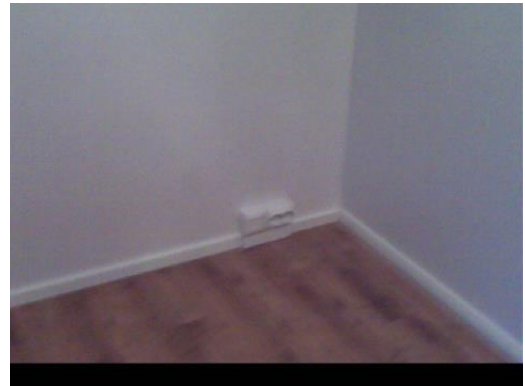
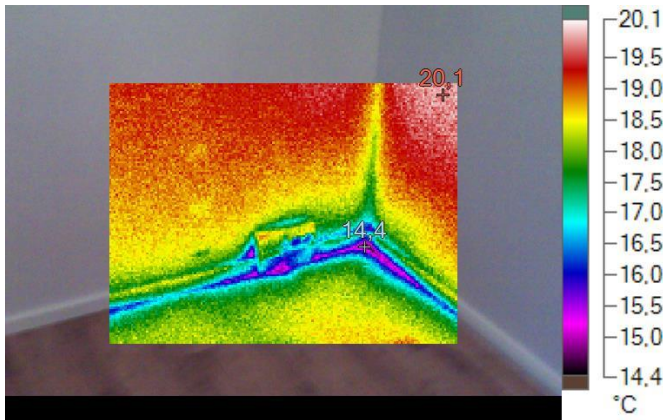
Lämpökuvausmittausraportti

Raportointipäiväys: 18.3.2014

Kohde: OMAKOTITALO,SIPOO

Kuvausajankohta: 4.12.2013 9:30:16

Kuvauskohde: Kuva 1: OLOHUONE_LATTIA.IS2



Valokuva kohteesta

Viite

Kuvausolosuhteet:

Tuulen nopeus	1 m/s
Tuulensuunta	Pohjoinen
Pilvisuus	Pilvinen
Ulkoilman lämpötila	-1
Kuvausetäisyys	2 m
Sisäilman lämpötila	21,3
Sisäilman suhteellinen kosteus, RH (%)	36%
Kuvauksen suorittaja	Jonas Lindqvist

Lämpökuvan merkkiedot:

Nimi	Lämpötila	Emissiivisyys	Tausta
Hot	20,1°C	0,95	22,0°C
Cold	14,4°C	0,95	22,0°C

Kuvan ja kameran yleiset tiedot:

	OLOHUONE_LATTIA.IS2
Kameramalli	TiR
IR-anturin koko	160 x 120
Kameran sarjanumero	10060095

Lämpötilaindeksit:

T _{alue} = mittausalueen minimilämpötila	14,4
T _o = Ulkolämpötila =	-1
T _i = sisälämpötila (mittaus 1,1m korkeudelta, keskeltä huonetilaa) =	21,3
Lämpötilaindeksi alueen minimilämpötilasta =	69

Kommentit:

- Seinän- ja ulkovaipan liitoskohdat sekä läpiviennit: TI≥65 % → Täyttää hyvän tason vaatimukset. Ei korjaustoimenpiteitä. (Asumisterveysohje)

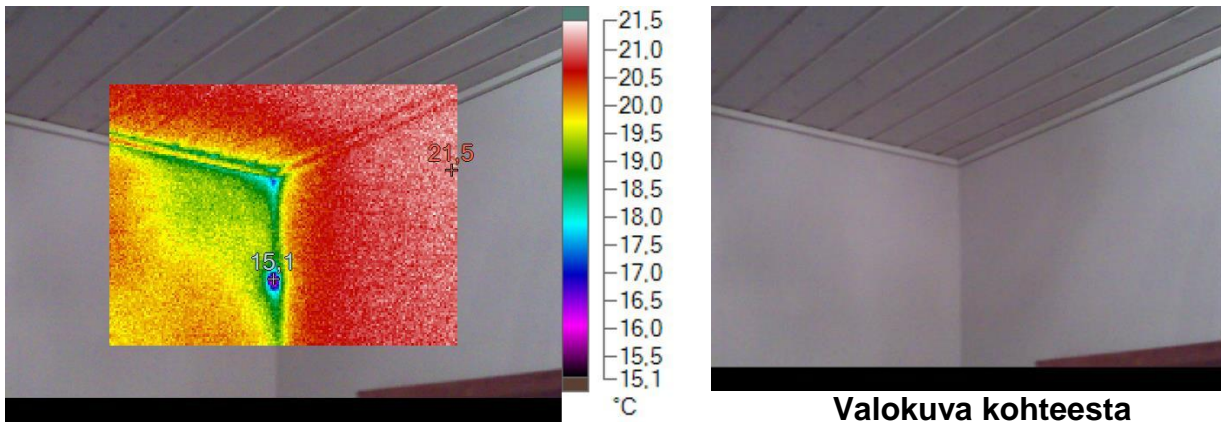
Lämpökuvausmittausraportti

Raportointipäiväys: 18.3.2014

Kohde: OMAKOTITALO,SIPOO

Kuvausajankohta: 4.12.2013 9:32:26

Kuvauskohde: Kuva 2: OLOHUONE_KULMA.IS2



Viite

Kuvausolosuhteet:

Tuulen nopeus	1 m/s
Tuulensuunta	Pohjoinen
Pilvisuus	Pilvinen
Ulkoilman lämpötila	-1
Kuvausetäisyys	2 m
Sisäilman lämpötila	21,3
Sisäilman suhteellinen kosteus, RH (%)	36%
Kuvauksen suorittaja	Jonas Lindqvist

Lämpökuvan merkkiedot:

Nimi	Lämpötila	Emissiivisyys	Tausta
Hot	21,5°C	0,95	22,0°C
Cold	15,1°C	0,95	22,0°C

Kuvan ja kameran yleiset tiedot:

	OLOHUONE_KULMA.IS2
Kameramalli	TiR
IR-anturin koko	160 x 120
Kameran sarjanumero	10060095

Lämpötilaindeksit:

Talue= mittausalueen minimilämpötila	15,1
To = Ulkolämpötila =	-1
Ti = sisälämpötila (mittaus 1,1m korkeudelta, keskeltä huonetilaa) =	21,3
Lämpötilaindeksi alueen minimilämpötilasta=	72

Kommentit:

- Seinän- ja ulkovaipan liitoskohdat sekä läpiviennit: $TI \geq 65\%$ → Täyttää hyvän tason vaatimukset. Ei korjaustoimenpiteitä. (Asumisterveysohje)
- Seinässä on alue joka on selvästi kylmempi kuin muu seinä mikä voi johtua puuttuvasta eristyksestä tai vanhasta läpiviennistä.

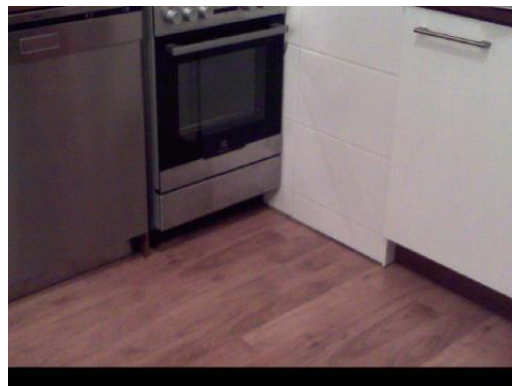
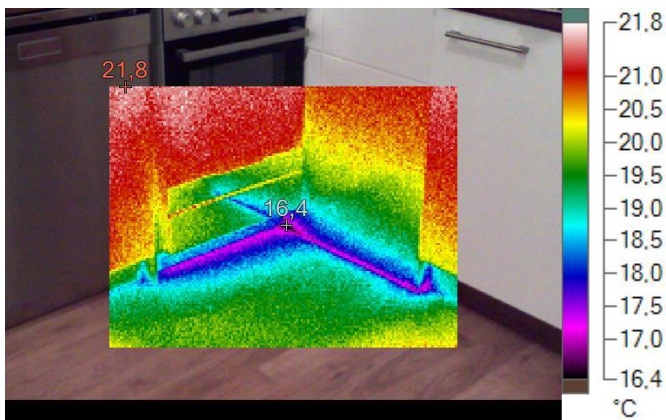
Lämpökuvausmittausraportti

Raportointipäiväys: 18.3.2014

Kohde: OMAKOTITALO,SIPOO

Kuvausajankohta: 4.12.2013 9:37:43

Kuvauskohde: Kuva 3: KEITTIÖ_LIESI.IS2



Valokuva kohteesta

Viite

Kuvausolosuhteet:

Tuulen nopeus	1 m/s
Tuulensuunta	Pohjoinen
Pilvisuus	Pilvinen
Ulkoilman lämpötila	-1
Kuvausetäisyys	2 m
Sisäilman lämpötila	21,3
Sisäilman suhteellinen kosteus, RH (%)	36%
Kuvauksen suorittaja	Jonas Lindqvist

Lämpökuvan merkkiedot:

Nimi	Lämpötila	Emissiivisyys	Tausta
Hot	21,8°C	0,95	22,0°C
Cold	16,4°C	0,95	22,0°C

Kuvan ja kameran yleiset tiedot:

	KEITTIÖ_LIESI.IS2
Kameramalli	TiR
IR-anturin koko	160 x 120
Kameran sarjanumero	10060095

Lämpötilaindeksit:

Talue= mittausalueen minimilämpötila	16,4
To = Ulkolämpötila =	-1
Ti = sisälämpötila (mittaus 1,1m korkeudelta, keskeltä huonetilaa) =	21,3
Lämpötilaindeksi alueen minimilämpötilasta=	78

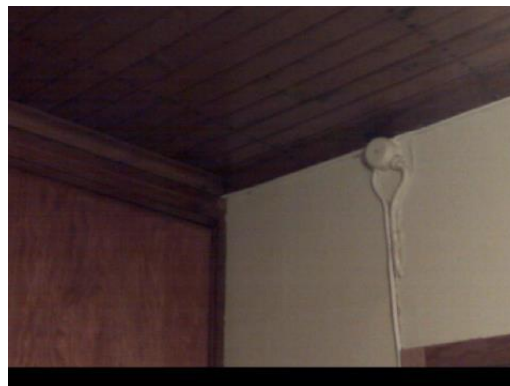
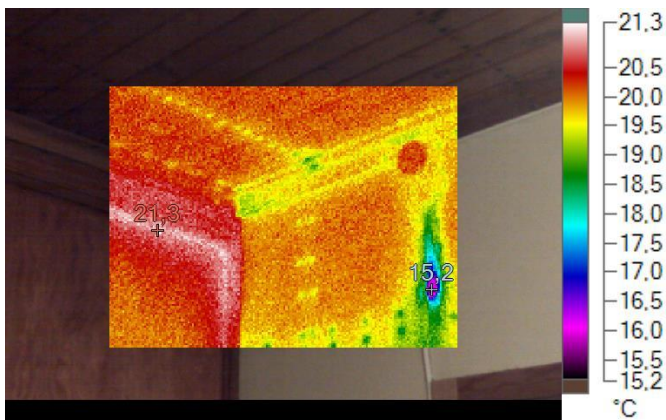
Kommentit:

- Seinän- ja ulkovaipan liitoskohdat sekä läpiviennit: TI≥65 % → Täyttää hyvän tason vaatimukset. Ei korjaustoimenpiteitä.(Asumisterveysohje)
- Vanha tulisijan perustus joka sijaitsee liedon alla on selvästi muuta lattiaa kylmempi.

Lämpökuvausmittausraportti

Raportointipäiväys: 18.3.2014

Kohde: OMAKOTITALO,SIPOO
Kuvausajankohta: 4.12.2013 9:48:14
Kuvauskohde: Kuva 4: ETEINEN.IS2



Valokuva kohteesta

Viite

Kuvausolosuhteet:

Tuulen nopeus	1 m/s
Tuulensuunta	Pohjoinen
Pilvisuus	Pilvinen
Ulkoilman lämpötila	-1
Kuvausetäisyys	2 m
Sisäilman lämpötila	21,5
Sisäilman suhteellinen kosteus, RH (%)	36%
Kuvauksen suorittaja	Jonas Lindqvist

Lämpökuvan merkkiedot:

Nimi	Lämpötila	Emissiivisyys	Tausta
Hot	21,3°C	0,95	22,0°C
Cold	15,2°C	0,95	22,0°C

Kuvan ja kameran yleiset tiedot:

	ETEINEN.IS2
Kameramalli	TiR
IR-anturin koko	160 x 120
Kameran sarjanumero	10060095

Lämpötilaindeksit:

Talue= mittausalueen minimilämpötila	15,2
To = Ulkolämpötila =	-1
Ti = sisälämpötila (mittaus 1,1m korkeudelta, keskeltä huonetilaa) =	21,5
Lämpötilaindeksi alueen minimilämpötilasta=	72

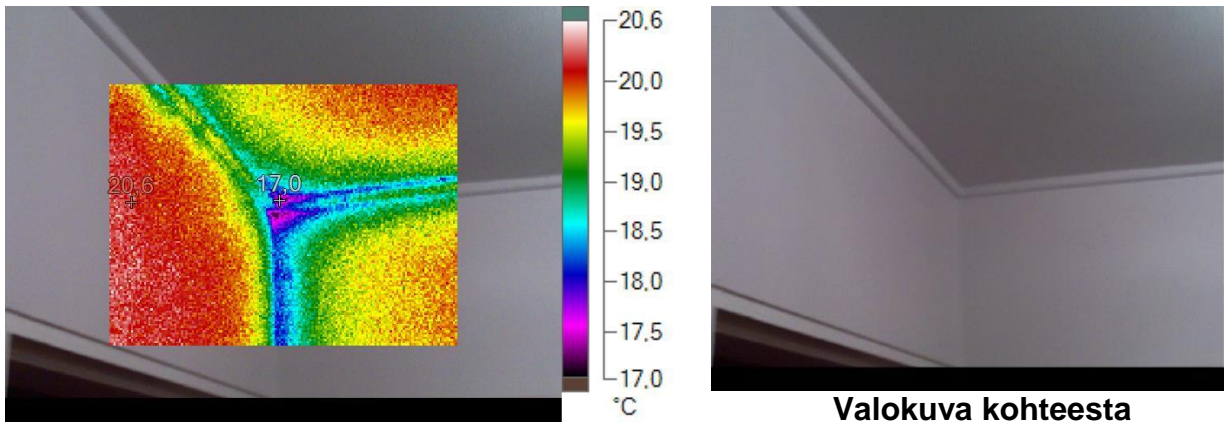
Kommentit:

- Seinän- ja ulkovaipan liitoskohdat sekä läpiviennit: TI≥65 % → Täyttää hyvän tason vaatimukset. Ei korjaustoimenpiteitä.(Asumisterveysohje)
- Seinässä oleva läpivienti on huonosti tiivistetty ja se aiheuttaa selvän lämpövuodon.

Lämpökuvausmittausraportti

Raportointipäiväys: 18.3.2014

Kohde: OMAKOTITALO,SIPOO
Kuvausajankohta: 4.12.2013 9:51:22
Kuvauskohde: Kuva 5: KÄYTÄVÄ.IS2



Viite

Kuvausolosuhteet:

Tuulen nopeus	1 m/s
Tuulensuunta	Pohjoinen
Pilvisuus	Pilvinen
Ulkoilman lämpötila	-1
Kuvausetäisyys	2 m
Sisäilman lämpötila	20,1
Sisäilman suhteellinen kosteus, RH (%)	42%
Kuvauksen suorittaja	Jonas Lindqvist

Lämpökuvan merkkiedot:

Nimi	Lämpötila	Emissiivisyys	Tausta
Hot	20,6°C	0,95	22,0°C
Cold	17,0°C	0,95	22,0°C

Kuvan ja kameran yleiset tiedot:

	KÄYTÄVÄ.IS2
Kameramalli	TiR
IR-anturin koko	160 x 120
Kameran sarjanumero	10060095

Lämpötilaindeksit:

Talue= mittausalueen minimilämpötila	17,0
To = Ulkolämpötila =	-1
Ti = sisälämpötila (mittaus 1,1m korkeudelta, keskeltä huonetilaa) =	20,1
Lämpötilaindeksi alueen minimilämpötilasta=	85

Kommentit:

- Seinän- ja ulkovaipan liitoskohdat sekä läpiviennit: TI≥65 % → Täyttää hyvän tason vaatimukset. Ei korjaustoimenpiteitä.(Asumisterveysohje)
- Vanhan talon ja lisärakennuksen liitoksessa pientä lämpövuotoa.

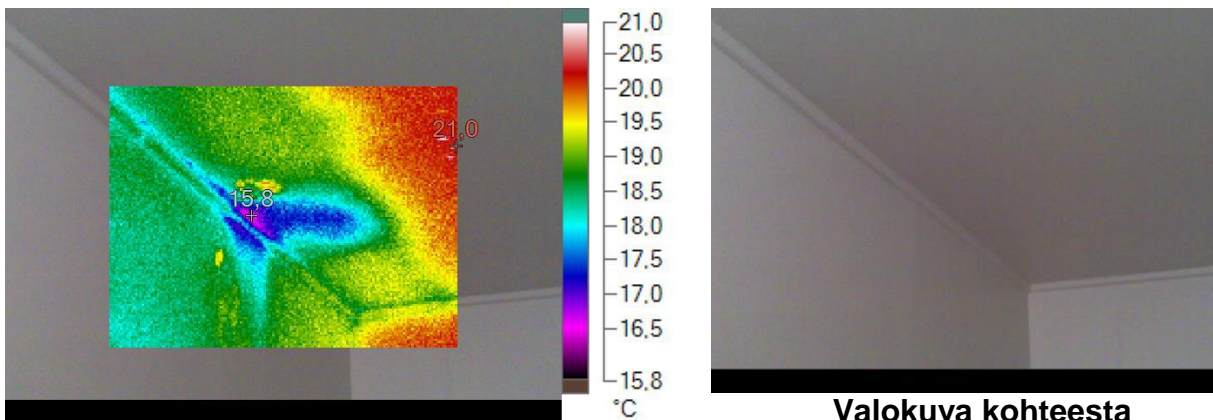
Lämpökuvausmittausraportti

Raportointipäiväys: 18.3.2014

Kohde: OMAKOTITALO,SIPOO

Kuvausajankohta: 4.12.2013 9:52:56

Kuvauskohde: Kuva 6: KÄYTÄVÄ_KATTO.IS2



Viite

Kuvausolosuhteet:

Tuulen nopeus	1 m/s
Tuulensuunta	Pohjoinen
Pilvisuus	Pilvinen
Ulkoilman lämpötila	-1
Kuvausetäisyys	2 m
Sisäilman lämpötila	20,1
Sisäilman suhteellinen kosteus, RH (%)	42%
Kuvauksen suorittaja	Jonas Lindqvist

Lämpökuvan merkkiedot:

Nimi	Lämpötila	Emissiivisyys	Tausta
Hot	21,0°C	0,95	22,0°C
Cold	15,8°C	0,95	22,0°C

Kuvan ja kameran yleiset tiedot:

	KÄYTÄVÄ_KATTO.IS2
Kameramalli	TiR
IR-anturin koko	160 x 120
Kameran sarjanumero	10060095

Lämpötilaindeksit:

Talue= mittausalueen minimilämpötila	15,8
To = Ulkolämpötila =	-1
Ti = sisälämpötila (mittaus 1,1m korkeudelta, keskeltä huonetilaa) =	20,1
Lämpötilaindeksi alueen minimilämpötilasta=	80

Kommentit:

- Seinän- ja ulkovaipan liitoskohdat sekä läpiviennit: TI≥65 % → Täyttää hyvän tason vaatimukset. Ei korjaustoimenpiteitä.(Asumisterveysohje)
- Selittämätön kylmyys katossa piipun läheisyydessä mikä voi johtua puutteellisesta eristyksestä tai kosteusvauriosta.

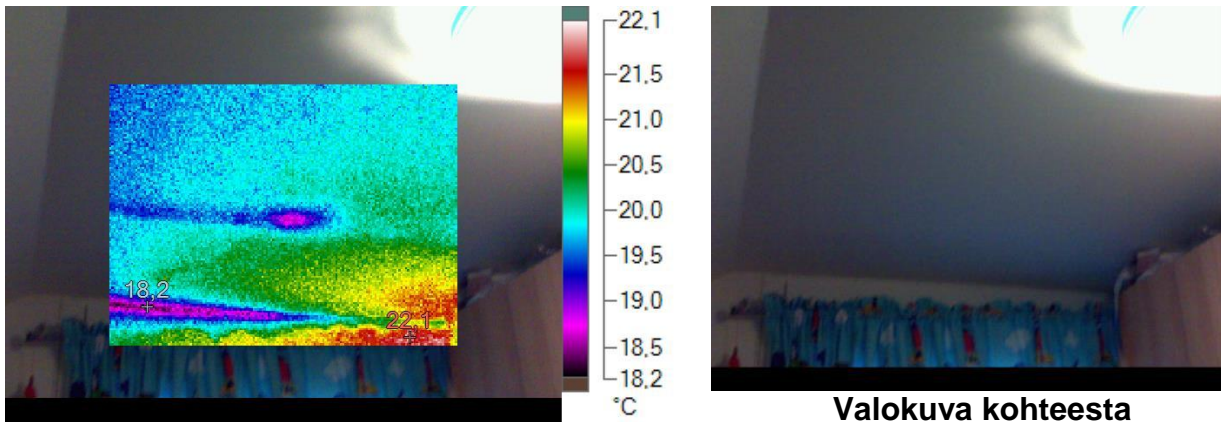
Lämpökuvausmittausraportti

Raportointipäiväys: 18.3.2014

Kohde: OMAKOTITALO,SIPOO

Kuvausajankohta: 4.12.2013 10:36:21

Kuvauskohde: Kuva 7: MAKUUHUONE_2.KRS.IS2



Viite

Kuvausolosuhteet:

Tuulensuunta	Pohjoinen
Tuulen nopeus	1 m/s
Pilvisuus	Pilvinen
Ulkoilman lämpötila	-1
Kuvausetäisyys	3 m
Sisäilman lämpötila	19,4
Sisäilman suhteellinen kosteus, RH (%)	46%
Kuvauksen suorittaja	Jonas Lindqvist

Lämpökuvan merkkiedot:

Nimi	Lämpötila	Emissiivisyys	Tausta
Hot	22,1°C	0,95	22,0°C
Cold	18,2°C	0,95	22,0°C

Kuvan ja kameran yleiset tiedot:

	MAKUHUONE_2.KRS.IS2
Kameramalli	TiR
IR-anturin koko	160 x 120
Kameran sarjanumero	10060095

Lämpötilaindeksit:

Talve= mittausalueen minimilämpötila	18,2
To = Ulkolämpötila =	-1
Ti = sisälämpötila (mittaus 1,1m korkeudelta, keskeltä huonetilaa) =	19,4
Lämpötilaindeksi alueen minimilämpötilasta=	94

Kommentit:

- Katto: $Tl \geq 87\%$ → Täyttää hyvän tason vaatimukset. Ei korjaustoimenpiteitä. (Asumisterveysohje)
- Selittämätön kylmyys katossa, voi johtua puutteellisesta eristyksestä tai kosteusvauriosta.

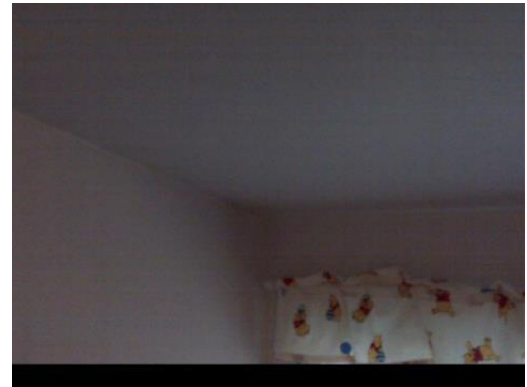
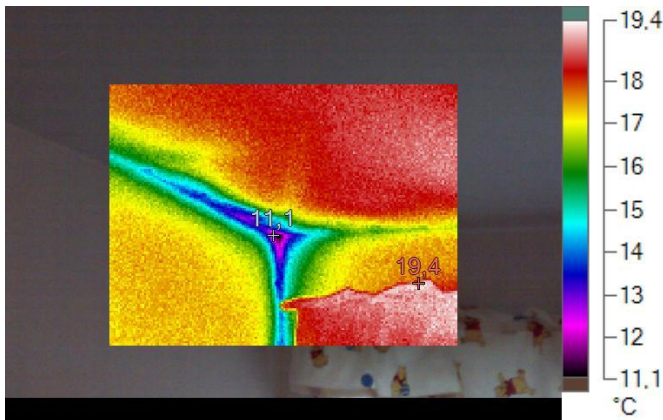
Lämpökuvausmittausraportti

Raportointipäiväys: 18.3.2014

Kohde: OMAKOTITALO,SIPOO

Kuvausajankohta: 4.12.2013 10:38:27

Kuvauskohde: Kuva 8: KATTOERKKERI.IS2



Valokuva kohteesta

Viite

Kuvausolosuhteet:

Tuulen nopeus	1 m/s
Tuulensuunta	Pohjoinen
Pilvisuus	Pilvinen
Ulkoilman lämpötila	-1
Kuvausetäisyys	2 m
Sisäilman lämpötila	19,4
Sisäilman suhteellinen kosteus, RH (%)	46%
Kuvauksen suorittaja	Jonas Lindqvist

Lämpökuvan merkkiedot:

Nimi	Lämpötila	Emissiivisyys	Tausta
Hot	19,4°C	0,95	22,0°C
Cold	11,1°C	0,95	22,0°C

Kuvan ja kameran yleiset tiedot:

	LYHTY.IS2
Kameramalli	TiR
IR-anturin koko	160 x 120
Kameran sarjanumero	10060095

Lämpötilaindeksit:

Talue= mittausalueen minimilämpötila	11,1
To = Ulkolämpötila =	-1
Ti = sisälämpötila (mittaus 1,1m korkeudelta, keskeltä huonetilaa) =	19,4
Lämpötilaindeksi alueen minimilämpötilasta=	59

Kommentit:

- Seinän- ja ulkovaipan liitoskohdat sekä läpiviennit: $TI \leq 61\%$ → Ei täytä välttävän tason vaatimuksia. Korjattava.(Asumisterveysohje)
- Kattoerkkerin kulma erittäin kylmä, syy selvitettävä ja jos mahdollista vika pitää korjata.

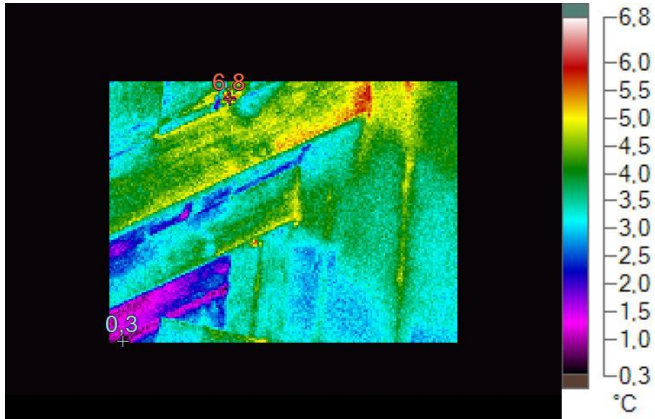
Lämpökuvausmittausraportti

Raportointipäiväys: 18.3.2014

Kohde: OMAKOTITALO,SIPOO

Kuvausajankohta: 4.12.2013 10:39:14

Kuvauskohde: Kuva 9: ULKOSEINÄ_2.KRS.IS2



Viite

Kuvausolosuhteet:

Tuulen nopeus	1 m/s
Tuulensuunta	Pohjoinen
Pilvisuus	Pilvinen
Ulkoilman lämpötila	-1
Kuvausetäisyys	1 m
Kuvauksen suorittaja	Jonas Lindqvist

Lämpökuvan merkkiedot:

Nimi	Lämpötila	Emissiivisyys	Tausta
Hot	6,8°C	0,95	22,0°C
Cold	0,3°C	0,95	22,0°C

Kuvan ja kameran yleiset tiedot:

	ULKOSEINÄ_2.KRS.IS2
Kameramalli	TiR
IR-anturin koko	160 x 120
Kameran sarjanumero	10060095

Kommentit:

- Toisen kerroksen ulkoseinä ulkopuolelta missä melko tasaista lämpövuotoa lukuun ottamatta kattotuolien läpiviennit jotka ovat selvästi muuta seinää lämpimämpiä.

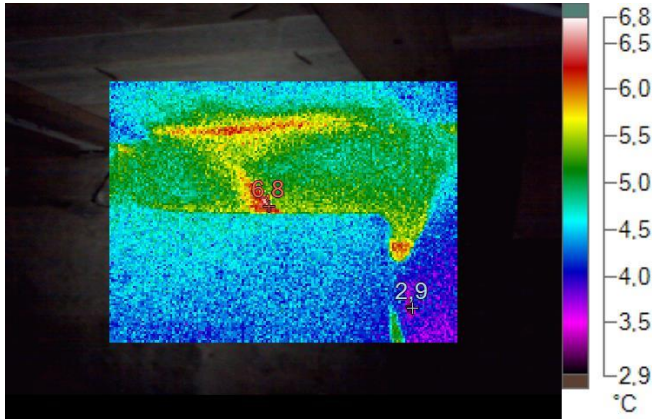
Lämpökuvausmittausraportti

Raportointipäiväys: 18.3.2014

Kohde: OMAKOTITALO,SIPOO

Kuvausajankohta: 4.12.2013 11:40:34

Kuvauskohde: Kuva 10: PIIPUNJUURI.IS2



Valokuva kohteesta

Viite

Kuvausolosuhteet:

Tuulen nopeus	1 m/s
Tuulensuunta	Pohjoinen
Pilvisuus	Pilvinen
Ulkoilman lämpötila	-1
Kuvausetäisyys	2 m
Sisäilman suhteellinen kosteus, RH (%)	42%

Lämpökuvan merkkiedot:

Nimi	Lämpötila	Emissiivisyys	Tausta
Hot	6,8°C	0,95	22,0°C
Cold	2,9°C	0,95	22,0°C

Kuvan ja kameran yleiset tiedot:

	PIIPUNJUURI.IS2
Kameramalli	TiR
IR-anturin koko	160 x 120
Kameran sarjanumero	10060095

Kommentit:

- Piipun ja tulisijojen perustus johtaa lämpöä alapohjaan.
- Lämpö kuitenkin edesauttaa alapohjan kuivana pitämistä.

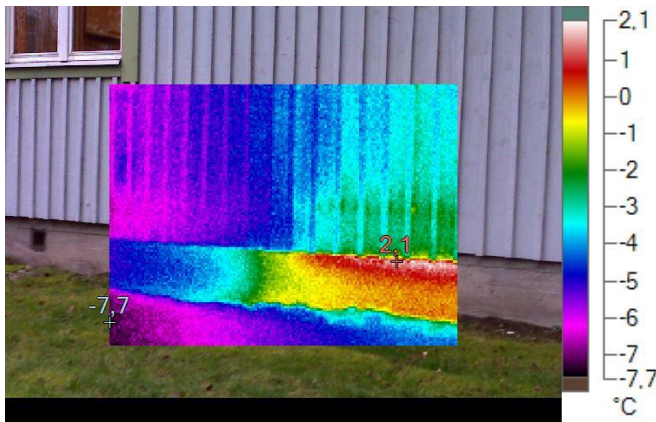
Lämpökuvausmittausraportti

Raportointipäiväys: 18.3.2014

Kohde: OMAKOTITALO,SIPOO

Kuvausajankohta: 4.12.2013 11:53:39

Kuvauskohde: Kuva 11: ULKOSEINÄ.IS2



Valokuva kohteesta

Viite

Kuvausolosuhteet:

Kuvausetäisyys	3 m
Tuulen nopeus	1 m/s
Tuulensuunta	Pohjoinen
Pilvisuus	Pilvinen
Kuvauksen suorittaja	Jonas Lindqvist

Lämpökuvan merkkiedot:

Nimi	Lämpötila	Emissiivisyys	Tausta
Hot	2,1°C	0,95	22,0°C
Cold	-7,7°C	0,95	22,0°C

Kuvan ja kameran yleiset tiedot:

	ULKOSEINÄ.IS2
Kameramalli	TiR
IR-anturin koko	160 x 120
Kameran sarjanumero	10060095

Kommentit:

- Kellarin ja tuuletetun alapohjan liitokohta.
- Kellarista vuotaa melko paljon lämpöä mutta tässä tapauksessa se ei vaikuta lämmönkulutukseen koska kellaria ei lämmitetä muuta kuin öljypannun hukkalämmöllä.