

Fuktmätning av betongkonstruktioner enligt RT-kort samt bestämmande av torkningstider

Robert Aho

Examensarbete för ingenjör (YH)-examen

Utbildningen för byggnads- och samhällsteknik

Raseborg 2022

EXAMENSARBETE

Författare: Robert Aho

Utbildning och ort: Utbildningen för byggnad och samhällsteknik, ingenjör (YH), Raseborg

Inriktning: Projektering och byggnadskonstruktion

Handledare: Towe Andersson

Titel: Fuktmätning av betongkonstruktioner enligt RT-kort samt bestämmandet av torkningstider

Datum: 31.5.2022 Sidantal: 33

Bilagor: 1

Abstrakt

Fuktmätning av betongkonstruktioner är idag ett aktuellt ämne som får mycket uppmärksamhet men ämnets vikt varierar stort hos olika parter. Då man tidigare fokuserade på att hålla konstruktionen skyddad från fukten från utsidan, har man nu börjat iaktta betongens egen fukt. Fukten har stor inverkan på inomhusluftens kvalitet samt skadar material som befinner sig i kontakt med fuktig betong.

Syftet med examensarbetet är att på svenska göra anvisningar för hur man mäter fukt i betongkonstruktioner och vad som påverkar betongkonstruktionens torkningstid. De relativa fuktvärden som krävs för att betongen ska få beläggas bestämmer hur länge betongen måste torka. Ett fördjupat förståande för betongens beteende, fuktens förekomst och hantering samt motarbetning utgör grunden till ett fuktsäkert byggande.

Examensarbetet framför teori och fuktmätningssprinciper enligt källor från finska RT-biblioteket. Uppföljningen av fuktmätningssprocesser samt bilder från dessa stöder den teoretiska delen. Bestämmandet av betongens torkningstider har gjorts med program för detta syfte där olika förhållanden används för att beskriva torkningens förlopp. Val av värme- och fuktförhållanden och påverkandet av dessa spelar en stor roll i detta ämne. Examensarbetet lyfter fram teoretisk forskning och praktiska exempel för hur man ska göra dessa val.

Resultatet är ett dokument som beskriver de viktigaste aspekterna som gäller torkningstider för betong samt hur man når dem.

Språk: svenska

Nyckelord: fuktmätning av betongkonstruktioner, fukt- och värmeförhållanden, torkningstider

OPINNÄYTETYÖ

Tekijä: Robert Aho

Koulutus ja paikkakunta: Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, insinööri (AMK) Raasepori

Suuntautumisvaihtoehto: Rakennesuunnittelu

Ohjaaja(t): Towe Andersson

Nimike: Betonirakenteiden kosteusmittaus RT-kortin perusteella sekä kuivatusaikojen määrittäminen

Päivämäärä: 31.5.2022 Sivumäärä 33

Liitteet: 1

Tiivistelmä

Betonirakenteiden kosteushallinta on tänä päivänä ajankohtainen aihe, joka saa paljon huomiota, mutta johon suhtaudutaan eri tavoin. Aiemmin keskityttiin pitämään ulkopuolinen kosteus poissa rakenteista, mutta nykyään rakenteiden oma kosteus on saanut saman verran huomiota. Kosteudella on iso vaikutus sisäilman laatuun ja betonin yhteydessä olevan materiaalin vahingoittamiseen.

Opinnäytetyön motiivi on tehdä ruotsinkielisiä ohjeita, miten kosteutta mitataan betonirakenteissa ja selvittää mitkä ovat merkittävimmät vaikuttavat tekijät betonirakenteen kuivumiseen. Vaaditut kosteusarvot päättävät, mikäli betonin saa päällystää ja kauanko rakenteen tarvitsee kuivua. Laajempi ymmärtäminen betonin käyttäytymisestä, kosteuden esiintymisestä ja hallitsemista sekä estämistä antaa hyvän teoreettisen osaamisen, minkä voi hyödyntää kosteuden hallinnassa.

Opinnäytetyö esittää betonin suhteellisen kosteuden mittaustapoja, joita esitetään rt-kortissa, *RT 103333 Betonin suhteellisen kosteuden mittaustapa*, ja siihen lisäksi kuvia kosteusmittausmenetelmistä. Betonin kuivumisaikoja on laskettu ohjelmalla, jossa on käytetty eri olosuhteita ja verrattu saatuja tuloksia. Olosuhteisiin vaikuttaminen sekä niiden muuttamisella on iso vaikutus kuivumisaikoihin, joita on esitetty työssä teoreettisilla esimerkeillä.

Lopputulos on käsikirja, joka sisältää betonin kuivattamisen tärkeimmät alueet sekä miten kuivatusaikoja saavutetaan.

Kieli: ruotsi

Avainsanat: betonirakenteiden kosteusmittaus, olosuhdehallinta, kuivumisaikat.

BACHELOR'S THESIS

Author: Robert Aho

Degree Programme: Construction and Civil Engineering

Specialisation: Structural Engineering

Supervisor(s): Towe Andersson

Title: Moisture Measuring of Concrete Constructions by the Instruction of RT and How to Determine Drying Times

Date 31.5.2022	Number of pages 33	Appendices 1
----------------	--------------------	--------------

Abstract

Moisture measuring of concrete structures has become a subject of increasing interest, but which is taken more or less seriously depending on individuals and projects. Previously focus was on moisture coming from the outside but has now also become clear that the concrete's own moisture must be measured. The moisture affects the indoor environment and can damage materials that are in contact with the concrete.

The purpose of the bachelor's thesis was to create instructions in Swedish on how to measure moisture in concrete and to find out what affects the drying. The moisture values in the concrete that are acquired to let it be coated, is what determine the length of the drying process. A deeper understanding of the concrete's behavior, the occurrence of moisture and the management and how to eliminate the moisture gives the reader a good theoretical background to the topic.

The thesis presents theory of moisture measurements from reliable sources that are in Finnish and is supported by observation and conclusions of moisture measuring encounter when performing the measurement. Calculating the drying of concrete constructions is done with a calculating program, where different conditions are introduced to measure the difference in the time needed to dry the concrete. Choosing and affecting the climate surrounding the concrete plays a big part in the drying process and the results of the chosen climates are presented. The result is a document containing the principal ideas of how to measure moist in concrete and how to achieve coating times.

Language: Swedish

Key words: drying, coating times, moisture measuring concrete

Innehållsförteckning

1	Inledning	1
2	Begrepp	1
2.1	Diffusion	1
2.2	Konvektion	1
2.3	Relativ fuktighet	2
2.4	Betongens relativa fuktighet	2
2.5	Mätningdjup, A	2
3	Fukt i betong	3
3.1	Påbörjande av betongens torkning	3
4	Mätningssätt	5
4.1	Fuktmätningdjup A	5
4.2	Val av fuktmätningssätt	6
4.3	Bestämmande av utrymme som mäts	7
5	Fuktmätninginstruktioner enligt RT-kort	7
5.1	Fuktmätning från borrhål	8
5.2	Fuktmätning från provbitar	10
5.3	Stegvis eller periodvis mätning med sensorer	13
5.4	Kontinuerlig fuktmätning	13
6	Rapport och otillförlitlighetsfaktorer	14
6.1	Säkerställning av mätarnas kondition	14
6.2	Kalibrering av instrument	14
7	Betongkonstruktionens ytbeläggning	15
8	Fuktgränser för material	15
8.1	Golv-avjämningsmassa	15
8.2	Limmad parkett	15
8.3	Flytande parkett	16
8.4	Laminatgolv	16
8.5	Vinylmattor och vinylparkett	16
8.6	Vattenisolering	16
8.7	Akrylplastgolv	17
8.8	Akrylmålfärg	17
9	Uppskattning av torkningstid för hand och tumregler för torkningstider	17
10	Uppföljning av värme och fuktförhållanden	18
11	Typiska riskkonstruktioner	19
12	Teori för torkande	19
12.1	Introduktion av programvara	20
12.2	Exempeluträknning för en 120 mm betongplatta mot mark	21

12.3	Avvikande luft och värmeförhållanden	22
12.4	Förstärkning av torkande	24
13	Byggfukt	26
14	Intervju	28
15	Slutsats	29
16	Källor	31

1 Inledning

Betongkonstruktioners ytor behandlas, alltså ytbeläggs i det flesta fall. Ibland har ytbeläggningen en skyddande uppgift som förlänger livslängden på konstruktionen, eller så handlar det om ytbeläggning som ökar materialets komfort. För att tillverka betong krävs vatten, som utgör en stor del av betongens basämnen. All fukt fås aldrig bort från betongen och den torkar långsamt jämfört med andra byggmaterial. Dock är betongen som byggnadsmaterial oersättlig med tanke på formbarhet, bärkraft och hållbarhet. Kvarbliven fukt i betongen är den vanligaste orsaken till fuktskadorna som förekommer i nya byggnader eftersom det inte är synligt för ögat, utan måste kartläggas och mätas. Samtidigt som det utvecklas verktyg för att spåra och förhindra fuktskador, ökar arbetstakten och betongen hinner inte torka tillräckligt. Med arbetet vill jag uppmäna och utbilda personer att förstå hur betong torkar, hur man mäter fukten och var fukten befinner sig i konstruktionen.

2 Begrepp

Begreppen som används i examensarbetet är förklarade nedanför.

2.1 Diffusion

Diffusion är transporten av vattenånga där fukthalten mellan två skikt försöker jämna ut sig. Vattenångans transport sker alltid från det fuktigare till det torrare området, ända tills områdena innehåller samma mängd vattenånga. Diffusionen sker även genom material och olika material påverkar på hur lätt diffusionen sker. Vattenisolering är ett exempel där man hindrar diffusion med ett tätt material. (Sisäilmayhdistys, u,å)

2.2 Konvektion

Förutom diffusion kan fukt också transporteras med hjälp av konvektion. Konvektion innebär att luften rör sig från områden med högre lufttryck till lägre lufttryck. Luften innehåller alltid fukt och då konvektionsströmmen färdas från varmare till kallare områden finns det risk för kondens. Konvektion hindras med lufttäta konstruktioner samt fungerande

ventilation så att kondens inte sker vid fel tillfälle. (Sisäilmayhdistys ry, u.å.; Teknikhandboken u.å)

2.3 Relativ fuktighet

Relativ fuktighet förkortas RF och anger vattenångans andel i luften (g/m^3). Relativ fuktighet mäts i procent där 100 % är den största mängd fukt som kan finnas i luften vid rådande temperatur. Då 100 % RF kallas även mättnadsånghalt. (Hagentoft, 2002, s. 74)

Mättnadsånghalt (g/m^3) vid olika temperaturer.

Temperatur ($^{\circ}\text{C}$)	-10	-5	0	5	10	15	20	25	30
Mättnadsånghalt (g/m^3)	2,1	3,2	4,8	6,8	9,4	12,8	17,3	23,0	30,4

Figur 1. Bilden beskriver hur många gram vattenånga det kan förekomma vid olika temperaturer (Hagentoft, 2002, s.74).

2.4 Betongens relativa fuktighet

Betongen innehåller små luftfickor som kallas kapillärer. Med betongens relativa fuktighet avses kapillärernas relativa fuktighet. Kapillärernas storlek och mängd varierar för olika betongtyper vilket betyder att riskerna för fuktskador och torkningstiderna är olika beroende på vilken betongtyp det är fråga om (Enligt RT 103333 Betonin suhteellisen kosteuden mittaus, 4/2021).

2.5 Mättningsdjup, A

Bokstaven A används för att beskriva djupet som fukten mäts ifrån i konstruktionen. Måttet A står alltid procentuellt i relation konstruktionens tjocklek d , och bestäms enligt konstruktionens typ samt mängden riktningar konstruktionen kommer åt att torka ifrån. (Enligt RT 103333 Betonin suhteellisen kosteuden mittaus, 4/2021)

3 Fukt i betong

Cement kräver vatten för att härda, och det kemiska bundna vattnets andel i betongen då den har torkat är 25 % av betongen totala vikt. Vid bearbetning av betong krävs oftast en mängd vatten som motsvarar 40% till 80 % av betongens vikt. Vattnet samlar sig i betongens kapillärer, och avdunstar därifrån, om omständigheterna tillåter det. Vattnet avdunstar endast i form av gas. (Finnsementti, å.u.)

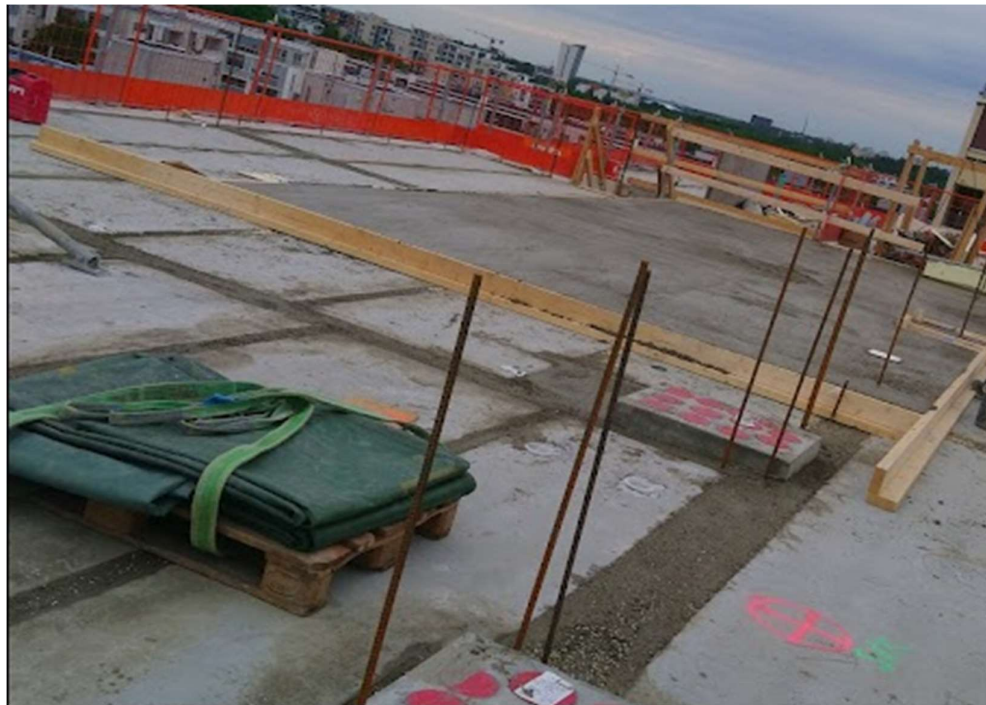
Lämpliga omständigheter för torkningen är att omgivningen är torrare än betongen vilket leder till diffusion. Större konstruktioner innehåller mera betong vilket betyder att de oftast torkar långsammare. Betongen torkar från konstruktionens fria och ventilerade ytor. Om det samlas en stor mängd fukt kan det skapa optimala förhållanden för mikrober och leda till att ytbeläggningsmaterialet påverkas och förstörs. (Finnsementti, å.u.)

3.1 Påbörjande av betongens torkning

Efterbehandling av betongen påbörjas direkt efter att konstruktionen har gjutits för att hindra betongen från att spricka. Betongen spricker lättare om konstruktionen har stora bara ytor och befinner sig utomhus där den ofta torkar snabbare på grund av starkare ventilation och utsättning för direkt sol. I de flesta fall uppstår sprickor i konstruktionens yta, eftersom torkningen sker för snabbt (Se figur 2). Man kan inte vattna direkt på den nygjutna ytan utan att orsaka deformation på ytan. Sprickorna i konstruktionens yta är små, och påverkar ej konstruktionens hållbarhet. Fuktandet av konstruktionens yta är den första efterbehandlingsmetoden och ska utföras så snabbt som ytan har stelnat tillräckligt, för att inte skadas av vattnet. I vinterförhållanden eller om torkningstiderna är begränsade föreslås inte användning av vatten som efterbehandlingsmetod. För utsatta betongytor kan även användas ämnen avsedda för att isolera vattnet i betongen, så att vattnets avdunstning sker långsammare. Presenningar skyddar betongen bra från solljus och hindrar vattnet från att avdunsta. Arbetssättet är ett av de vanligaste sätten att skydda betongens yta men betongen måste dock ha stelnat tillräckligt för att tåla utbredningen av presenningen. (Se figur 1)

Specialbetong som härdar snabbare eller är av högre hållfasthet har egna anvisningar för efterbehandling. För normalhårdande betong i lägre exponeringsklass räcker tre dagars efterbehandling, medan efterbehandlingen för betong med högre exponeringsklass bör vara sju dagar. En längre efterbehandling förespråkar i allmänhet en bättre kvalitet på betongens

yta, men sprickning kan ej förhindras. Sprickningen sker så länge betongen torkar. (Betoni, u.å)



Figur 2. Betongplatta på 8 våningen, gjuten på kvällen för att minska utsättning för direkt solljus samt presenningar att täcka med då ytan stelnat tillräckligt (Bild Robert Aho 2020).



Figur 3. Kraftig sprickbildning i en betongyta (Bild Robert Aho).

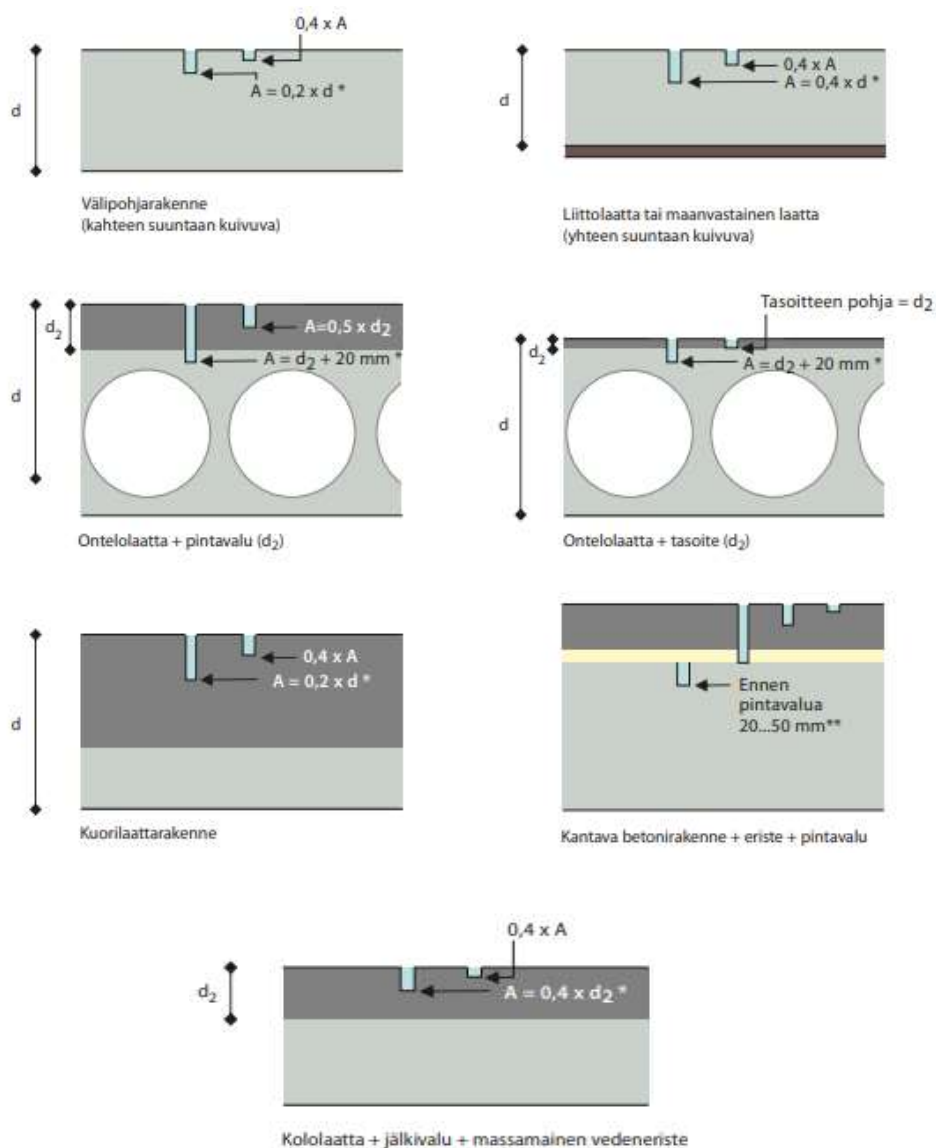
4 Mätningssätt

Mätning av fukt i betongkonstruktioner är rätt så arbetsdrygt och kräver nästan alltid att konstruktionen måste söndras eller öppnas för att komma åt att mäta fukten. Mängden platser där man kan utföra mätningar utan att göra skada kan vara begränsat. För att försäkra att man inte skadar golvvärmslingan vid provtagning kan det löna sig att använda sig av inbyggda sensorer eller provrör som appliceras redan före eller direkt efter gjutande av konstruktionen. (RT 103333, Betonin suhteellisen kosteuden mittaus, 4/2021)

Kvaliteten och noggrannheten på mätningarna påverkas av valet av fuktmätningssätt. Fuktmätningar används bland annat då man bestämmer belägningsdugligheten på betongen eller söker orsaker till fuktskador. Alla mätinstrument lämpar sig inte för officiella fuktmätningsrapporter. (RT 103333, Betonin suhteellisen kosteuden mittaus, 4/2021)

4.1 Fuktmätningdjup A

Fukten mäts från två olika djup vid samma ställe på konstruktionen för att garantera att torkningen sker i rätt riktning alltså så att konstruktionen blir torrare vid ytan. Detta behöver inte alltid vara fallet ifall vatten har spillts på konstruktionen. Med två mått garanteras att torkningen sker tillräckligt kraftigt för att fuktmängden som blir under ytbeläggningen inte blir för stor. För platta mot mark (Se figur3, maanvastainen laatta) används 0,4d för att räkna ut A, alltså en 120 mm platta skulle betyda ett A mått på 48 mm samt tilläggsmått på 0,4A, alltså 19,2 mm. Det djupaste mätningmåttet som krävs är 70 mm. (RT 103333 Betonin suhteellisen kosteuden mittaus, 4/2021)



Figur 4. Bilden beskriver hur man bestämmer A-måttet beroende på konstruktionstyp (RT103333 Betongin suhteellisen kosteuden mittausta, 4/2021).

4.2 Val av fuktmätningssätt

Mätning av betongens fukthalt görs på fyra olika sätt enligt beskrivningarna i *RT 103333 Betongin suhteellisen kosteuden mittausta 4/2021*. De två första sätten är mätning med provbitar eller borrhål och mäter betongens tillfälliga fukthalt vid provtagningstillfället, medan det tredje och fjärde sättet sker med sensorer och ger möjlighet att kontinuerligt mäta hur torkningen framskrider. Val av fuktmätningssätt bör väljas enligt ändamålet för fuktmätningen, så att resultatet är tillräckligt noggrant för att använda vid beslutstagning.

Personen som utför arbetet bör även vara bekant med utrustningen och arbetssätten. (RT 103333 Betonin suhteellisen kosteuden mittaus 4/2021)

Provbiter- och **borrhålsmetoderna** ger ett svar på den rådande fuktmängden i betongen, vilken kan jämföras med fuktmängden vid gjutläget. Provbitermetoden kräver inte stabila förhållanden runt konstruktionen eftersom provröret, dit provbitarna läggs, avgränsar klimatet som betongen är i. Borrhålsmetoden ger dock möjlighet att mäta senare från samma punkt, bara hålet täppts till så att det inte uppstår förstärkt torkning vid konstruktionen runt hålet. En fördel med probbiter- och borrhålsmetoderna är att platsen för fuktmätningen kan bestämmas efter gjutningen, vilket möjliggör noggrannare undersökning av de områden som blivit utsatta för fuktskador först efteråt. (RT 103333 Betonin suhteellisen kosteuden mittaus, 4/2021)

Episodvis- och **uppföljesmätning** är de två modernare metoderna för att mäta och följa med fuktens utveckling. Dessa två kräver åtgärder redan vid eller före gjutet av konstruktionen. Givarna skall placeras i konstruktionen före gjutet, direkt efter då betongen ännu är mjuk eller efteråt i plaströr som gjutits in i konstruktionen. (RT 103333 Betonin suhteellisen kosteuden mittaus, 4/2021)

4.3 Bestämmande av utrymme som mäts

Ordningen som fuktmätningarna utförs i baserar sig på projektets tidtabell som bestämmer vilka konstruktioner som tidigast efter gjutskede kommer att ytbehandlas. Ytmaterialets skörhet mot fukt kan även bestämma i hur tidigt skede uppföljningsmätningarna påbörjas. Utrymmen som utsätts för fukt under byggnadens användningstid måste vattenisoleras och garanteras att vattenisolering inte skadas av fukt från konstruktionen.

5 Fuktmätninginstruktioner enligt RT-kort

I kapitlet redogörs för de vanligaste sätten som fukt i betongkonstruktioner mäts med samt hur man utför mätningen i de olika sätten. Informationen är sökt från RT 103333 Betonin suhteellisen kosteuden mittaus, som är de finska instruktionerna för fuktmätning. RT-kortet publicerades 4/2021.

5.1 Fuktmätning från borrhål

Fuktmätning från ett borrarat hål mäter den relativa fuktigheten i luften som samlas i hålet. Golvvärmens påverkan på mätningen bör utredas från *RT-103333 Betonin suhteellisen kosteuden mittaus* före mätningen påbörjas med denna metod.

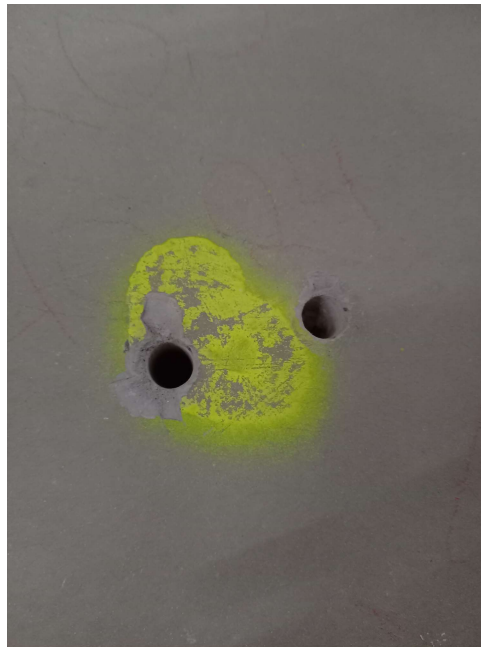
Det borrarade hålets djup skall vara åtminstone 10 mm och ha en diameter på 10 mm för att relativa fuktigheten skall bli lika som i konstruktionen. Diametern på hålet bestäms så att röret ryms i hålet och så att givaren till fuktmätaren inte heller blir för lös i röret. Efter att hålet är borrarat skall man rengöra det med till exempel en dammsugare. Glappet runt röret och betongen ska noggrant kittas ihop så att ingen fuktvandring sker vid fogen. (RT 103333 Betonin suhteellisen kosteuden mittaus, 4/2021)

Djupet A bestäms med en millimeters noggrannhet (RT 103333 betonin suhteellisen kosteuden mittaus, bilaga 3, s.29).

Mätningen är känslig för temperaturförändringar i konstruktionen och den optimala temperaturen är mellan 18 och 25 °C. Stora temperaturförändringar påverkar fukttransporten och om dessa sker måste det tas i beaktande då man analyserar mätningresultaten. Före man applicerar givaren i hålet efter borrarandet, måste fukten jämnas ut sig i röret och detta kan ta upp till tre dygn. (RT 103333 Betonin suhteellisen kosteuden mittaus, 4/2021)

Givarens temperatur får ej avvika från konstruktionens temperatur vid mätningstillfället, eftersom den kan påverka luftens temperatur och därmed dess relativa fuktighet. Efter att givaren har blivit lagd i röret ska hålet täppas till åter så att fukten inte försvinner (Se figur 4). Efter detta måste givaren samt luften i röret åter balansera sig. För utjämningen bör reserveras en timme, mera om det är möjligt (RT 103333 Betonin suhteellisen kosteuden mittaus, 4/2021).

Vid avläsning av sensorerna kopplas de till läsinstrumentet och resultatet dokumenteras. Sensorerna kan lämnas kvar i hålet vid behov, men annars bör hålet täppas till och låta fuktigheten jämnas ut sig en timme före nästa avläsning. (RT 103333, Betonin suhteellisen kosteuden mittaus, 4/2021)



Figur 5. Borra hålet noggrant till rätt djup och rengör det efter borrhandet (Bild Robert Aho).



Figur 6. Givaren applicerade i borrhade hål i två djup (Bild Robert Aho).



Figur 7. Provhålen bör hållas lufttäta så att den relativa fuktigheten balanseras (Bild Robert Aho).

5.2 Fuktmätning från provbitar

Fuktmätning från provbitar utförs då konstruktionen befinner sig utanför den temperatur som krävs för att utföra mätningen från borrhål, $+18 - 25\text{ °C}$. Metoden är långsam och arbetsdryg, dessutom finns det risk för att betongens torkande kan förstärkas vid provstället då man utsätter den för omgivande luften, om man inte får provbitarna tillräckligt snabbt till provrören. Diametern på diamanbettet kan ökas, om konstruktionen tillåter det för att lättare kunna arbeta bort provbitarna. (RT 103333 Betonin suhteellisen kosteuden mittaus, 4/2021)

För att nå betongen borrar man med diamanborr, utan vatten till ett djup som är 5 mm kortare än det djup var provbitarna tas. Där efter avlägsnas den borrade delen genom att kila en kil i fåran som diamanborren gjort. Detta ger upphov till en brytande kraft i sidled, vilket frigör den borrade delen från konstruktionen. (RT 103333 Betonin suhteellisen kosteuden mittaus, 4/2021)

Provbitar får ej avlägsnas från det område där borrbettet borrat, eftersom värmen som uppstår mellan borrbettet och betongen påverkar betongens fuktighet. Avlägsna provbitarna från området med slaghammare eller stämjärn och följ med under arbetets gång att bitarna tas från rätt djup. Om provbitarna avlägsnas från djupare är planerat, stämmer inte provtagningsmåttet eller resultatet. (RT 103333 Betonin suhteellisen kosteuden mittaus, 4/2021)

Provbitarnas antal bör motsvara en tredjedel av provrörets volym, de ska direkt placeras i provröret vid frigörande från konstruktionen och provrörets hål täppas där efter. Fuktmätarens givare bör appliceras i provröret direkt efter bitarna och därefter bör hålet till provröret täppas åter, så att det blir lufttätt. Om givaren inte av någon orsak appliceras samtidigt, bör provbitarna utgöra hälften av provrörets volym. Utred före påbörjande av bearbetningen av konstruktionen hur många öppningar du bör göra av området för att få tillräckligt av provbitar. (RT 103333)

Provbitarna bör stabiliseras i provröret och betongens relativa fuktighet övergå till luften i provrören. Undvik att samla det finaste delarna av materialet, betongbitar i form av små korn eller sandlikt material. Låt provrören med innehållet stabiliseras 5 – 12 timmar före mätning i rums- eller brukstemperatur. Efter 1 h stabilisering fås resultat med kast på ± 2 RF om provbitstagningen utförts noggrant. Mätinstrumentets tillverkare kan även ha egna anvisningar för stabiliseringstider för mätinstrumentets givare. För betongsorter med högre hållfasthet, över 45 MPa, så som hålbjälklagsplattor bör stabiliseringstiden vara 12 timmar. (RT 103333)



Figur 8. Med hjälp av värmekamera kan golvvärmeslingorna spåras så att man inte borrar i dem (Bild Robert Aho).



Figur 9. Vid mätningstillfället var konstruktionens temperatur för låg och betongens fuktighet måste mätas från provbitar (Bild Robert Aho).



Figur 10. Provbit lösgjord från ett provtagningshål. Efter att bilden tagits lades biten direkt i provrör tillsammans med fuktmätarens givare (Bild Robert Aho).

5.3 Stegvis eller periodvis mätning med sensorer

Sensorer kan appliceras före eller direkt efter gjutandet av konstruktionen och förblir kvar i konstruktionen resten av dess livslängd. Användning av detta mätningssalternativ sparar tid vid applicering och eliminerar risken för att skada konstruktionen eller teknik i den. Om sensorerna placeras före bör dom fastsättas, så att de befinner sig i rätt läge och kommer inte åt att röra på sig. Mätningdjupet i konstruktionen väljs på samma sätt som i de tidigare mätningssätten. Djupet som mätningen görs på bör bevisas i rapporten, vilket görs lättast med bilder där mått är givna på givarens läge före gjutet samt den gjutna ytans läge. Värdena fås genom att mäta fukthalten från sensorerna på plats och dokumentera dem. Före givaren gjuts in bör användaren vara bekant med den och granska att den är i bruk tagen (RT 103333 Betonin suhteellisen kosteuden mittausta, 4/2021).

5.4 Kontinuerlig fuktmätning

Vid kontinuerlig mätning använder man givaren eller sensorer som uppdaterar datainformation till en molnbaserad tjänst som har tillgång till via internetet. Sensorerna

betjänar även efter projektets byggskede, om man så önskar eftersom de är gömda i konstruktionen och inte påverkar användandet av byggnaden. Vid kontinuerlig fuktmätning kan även användas liknande sensorer som i borrhålsmetoden, alltså kan man göra det på färdiga konstruktioner (Iisy, u.å.).

6 Rapport och otillförlitlighetsfaktorer

Rapport görs i sammanhang med fuktmätningarna. I rapporten förekommer det viktigaste om värme- och fuktförhållandena i konstruktionen samt runt konstruktionen. För att göra en pålitlig rapport kräver dock att utföraren av arbetet och rapporten är kompetent.

6.1 Säkerställning av mätarnas kondition

Givarens och mätinstrumentets kondition bör granskas före utförandet av fuktmätning. Detta kan göras med att provmäta omgivningens fukthalt från samma ställe, med flera givaren och jämföra resultaten från dessa. Mätredskapen bör också vara synligt i bra skick, givaren som är skadade eller har sprickor bör ej användas. För rapporten finns färdiga botten där klockslag samt luftens temperatur ska förekomma. (RT 103333 Betonin suhteellisen kosteuden mittaus, 4/2021)

6.2 Kalibrering av instrument

Mätinstrumentens kalibrering utförs enligt tillverkarens anvisningar eller hos en utomstående verkstad som utför kalibrering för tillverkarens instrument. Kalibreringen kan ha stor påverkan på mätresultaten och datum för utförda kalibreringar av instrumenten måste kunna bevisas, beroende på rapportens syfte. (RT 103333 Betonin suhteellisen kosteuden mittaus, 4/2021)

Mätinstrumentens pålitlighet kan försämrats fast inte de används och beror inte på slitage. Varierande förhållanden är det största påverkande faktorerna för mätaren. En regelbunden service rekommenderas alltid, för att garantera pålitliga resultat. (RT 103333 Betonin suhteellisen kosteuden mittaus, 4/2021)

7 Betongkonstruktionens ytbeläggning

Ytmaterialets fuktvandringsförmåga bestämmer gränsen för betongkonstruktionens relativa fuktighet. Om materialets ångmotstånd är högre än betongens, kommer fukten att öka vid kontaktyta mellan konstruktionen och yt-materialet. Ökar fuktens mängd till gränsvärdet kan det uppstå fuktskador och påverka på yt-materialet i form av sprickor. Detta kräver att betongkonstruktionen är betydligt torrare om beklädningsmaterialet har en högre fuktvandringsförmåga (Betonirakenteiden kosteudenhallinta ja päällystäminen 2007).

8 Fuktgränser för material

Materialens förmåga att släppa igenom fukt angör hur torr konstruktionen under måste vara. Tätare material kräver torrare underlag, eftersom fukten som samlar sig vid kontaktytan skadar inomhusluften.

8.1 Golv-avjämningsmassa

Avjämningsmassan ökar den relativa fuktigheten i betongkonstruktionen under massan, även om skiktet är tunt. Avjämningsmassan har en lös konsistens och innehåller mycket vatten, vilket gör att den är själv utjämnande. Betongkonstruktionens RF-värde vid mest kritiska stället måste vara 90 % RF, enligt de flesta massornas tillverkare. Vid 2 cm djup bör betongen vara 75 % RH för att klassas som torr. Massans yta torkar och stelnar snabbt eftersom lagret som appliceras är ofta tunt och har en stor yta (Betonirakenteiden kosteudenhallinta ja päällystäminen, 2007).

8.2 Limmad parkett

Vid betongens kontaktyta får fuktmängden inte överskrida 75 % RF och vid A-måttet 85 % RF. Gränserna hindrar fukten från att samla sig vid kontaktytan eftersom limmet saktar ner

fukttransporten och parketten är känslig för fukt (Betonirakenteiden kosteudenhallinta ja päällystäminen, 2007).

8.3 Flytande parkett

Flytande parkett installeras på ett underlag som kommer emellan betongplattan och parketten. Detta material är ofta polystyrenbaserat och släpper dåligt igenom fukt. Detta skyddar parketten men kan öka fukten under, vilket kan försämra inomhusluften eftersom parkettunderlaget inte är lufttätt mot betongen, speciellt vid väggarna. För flytande parkett bör fukten vid A måttet vara 85 % RF eller lägre, samt vid ett djup på 1–3 cm bör RF värdet vara 75 %, eller lägre (Betonirakenteiden kosteudenhallinta ja päällystäminen, 2007).

8.4 Laminatgolv

Laminatgolven kräver ett fuktisolerande skikt mot betongkonstruktionen som hindrar den för att utsättas för fukten. Laminatgolven består upp till 90 % av trä och påverkas av omgivande fukt och värme. För att hindra mikrobsskador bör ytan under laminatunderlaget vara fri från organiska material och ha ett RF värde på 85 % vid djupet A och 75 % RF vid 0,4A. (Betonirakenteiden kosteudenhallinta ja päällystäminen 2007)

8.5 Vinylmattor och vinylparkett

Vinylgolv används både i torra och våta utrymmen för deras lätta skötsel och bra hållbarhet. Tillverkningsmaterialet i vinylen varierar enligt modell och tillverkare, men de flesta är vattentäta eftersom de huvudsakliga tillverkningsämne är plast. Vinylparketten har mdf- eller kompositstomme under polyuretanskiktet vilket måste tas i beaktande med tanke på fukttransporten genom materialet. Vinylprodukterna kräver ett värde på 85 RF vid position A samt 75 % RF vid 0,4A (Tarkett Oy installationsinstruktioner)

8.6 Vattenisolering

Underlaget på vilket vattenisoleringen läggs bör på vara 90 % RF eller lägre. Underlaget kan vara betongkonstruktion, träskiva som lämpar sig för utrymmet eller utjämningsmassa. (Fesco Oy, vattenisolerings monteringsinstruktioner, u.å)

8.7 Akrylplastgolv

Akrylplastgolv används för sin mångsidiga yta samt sitt goda fäste. Storkök, simhallar och butiker föredrar akrylplastgolv eftersom ytan inte är hal som våt och den är dessutom vattentät. Golvet tillverkas på plats genom att applicera olika lager. Dessa är primer, filler och lacket som blir den färdiga ytan. Dessa segment har alla egna krav på betongens fukthalt, vilken måste granskas av tillverkaren av golvet. Tillverkaren jag använde har kravet på 95 % RF men beskriver inte vid vilket djup. (Nanten akryyli 20 N tuoteselostus)

8.8 Akrylmålfärg

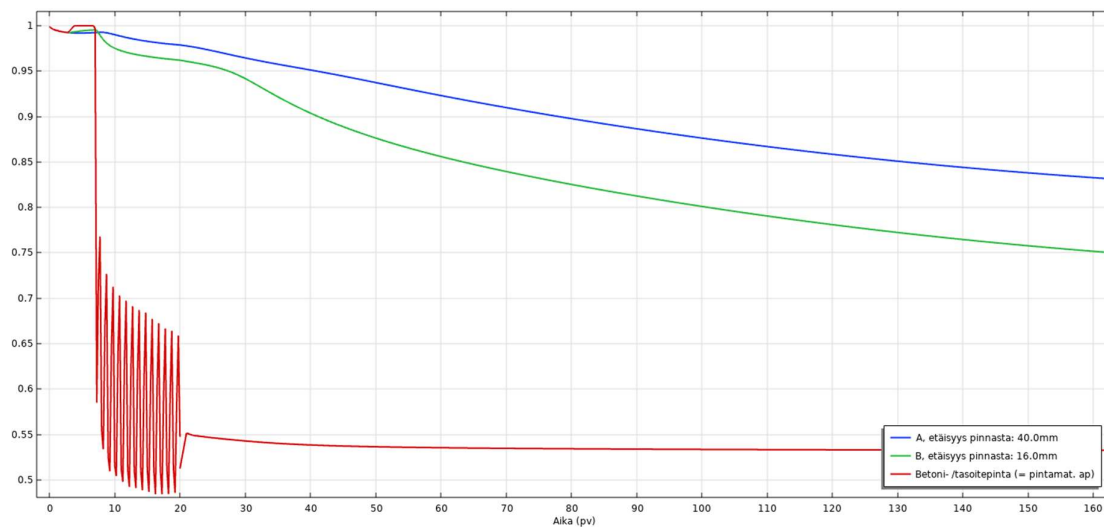
Akrylfärg för betonggolv kräver att ytan som målas har en relativ fuktighet 80 % och att den är +5 °C. Värdena kan avvika beroende på tillverkare av produkten, men i stora drag har alla akrylfärger samma krav på värden. (Fescon tuoteseloste, nestemmäiset maalit ja pinnoiteet, 29.12.2021)

9 Uppskattning av torkningstid för hand och tumregler för torkningstider

Betongkonstruktioners torkningstider kan beräknas för hand. Beräkningarna fungerar dock mera som tumregler men de kan ge ett svar på när konstruktionens fuktighet närmar sig gränsvärdet för beläggning. I beräkningarna används gränsvärdet 85 % RF och luftens fuktighet antas vara optimal för torkningsprocessen, alltså 50 % RF. Räknesättet gäller för betonggolv som torkar åt ett håll (Kosteudenhallinta, u.å).

Betongkonstruktionen kan antas torka 1 cm per vecka om den är högst 4 cm djup. Då konstruktionen är tjockare än 4 cm i torkningens riktning, läggs det till 2 veckor per cm, fram till 6 cm. En 6 cm tjock konstruktion skulle torka på 8 veckor. Om konstruktionens tjocklek överskrider 6 cm måste den torka 4 veckor längre per ökad cm.

En 10 cm tjock platta räknas för hand på följande sätt: första 4 cm torkar på 4 veckor, sedan tar det 2 veckor x 2 cm fram till 6 cm, därpå 4 veckor x 4 cm vilket för med sig 16 veckor. Slutliga torkningstiden skulle vara 4+4+16, vilket är 24 veckor. Detta skulle betyda en torkningstid på ungefär 5 och en halv månad eller 168 dagar.



Figur 11. Figuren beskriver torkningsschema för 100 mm tjock platta mot mark som torkar i gynnsamma förhållanden (BY2020 Robert Aho).

Torkningstiden för samma konstruktion, 100 mm platta mot mark och oisolerade torkar till samma värden på 162 dagar, enligt uträkning med programmet BY2020 (Se figur 11). I programmets uträkningar, användes gynnsamma förhållanden: en temperatur på 20 °C och luftens fuktighet är 50 %. Med detta jämförande kan handberäkningarna bevisas användbara, eftersom resultaten var väldigt lika då torkningstider beräknas för platta mot mark. Denna konstruktion torkar endast ett håll och hör till de konstruktioner som torkar långsammast. (Kosteudenhallinta, 30.6.2021; BY2020 Betonin kuivumisaika-arvio)

10 Uppföljning av värme och fuktförhållanden

En av det viktigaste och enklaste delen i processen att försäkra en torr konstruktion är uppföljning av temperaturen som råder runt konstruktionen. På basis av detta bestäms åtgärderna för temperaturen runt konstruktionen samt övervakas att det stämmer med temperaturen i beräkningarna. Övervakning och uppföljande av temperatur och luftens relativa fuktighet är enda sättet att garantera att beräknade torkningstiden uppnås. Temperaturen samt luftens relativa fuktighet går att övervaka med temperaturmätare och mätare som mäter luftens relativa fuktighet. Mätarnas priser och mångsidighet varierar och

det lönar sig att bekanta sig med utbudet och välja mätare enligt behov av uppföljandet av temperaturen samt luftens fuktighet.

11 Typiska riskkonstruktioner

Vissa konstruktioner torkare långsammare än andra, beroende på deras läge och uppbyggnad. Exempelvis hålbjälklagskantgjuten och stålbalcsprofiler (se figur 12) som gjuts in med betong är konstruktioner som torkar långsamt. Det som dessa har gemensamt till skillnad från betongplattor är att deras torkningsyta är betydligt mindre i proportion till mängden betong som konstruktionen innehåller. Hålbjälklagskantgjuten utförs alltid då hålbjälklag används, men dessa är inte ett problem bara torkandet tas i beaktan. Hålbjälklag har tendens att samla vatten i hålen vilket redan i fabriken tas i beaktande genom att borra 20 mm hål så att löst vatten rinner ut. Dessa hål måste öppnas under bygget, eftersom det är vanligt att de stockar ihop. Andra omringande järnprofiler som gjuts in i betongen hämmar också fuktvandringen i konstruktionen, eftersom stålet fungerar bra som diffusionsspärr.



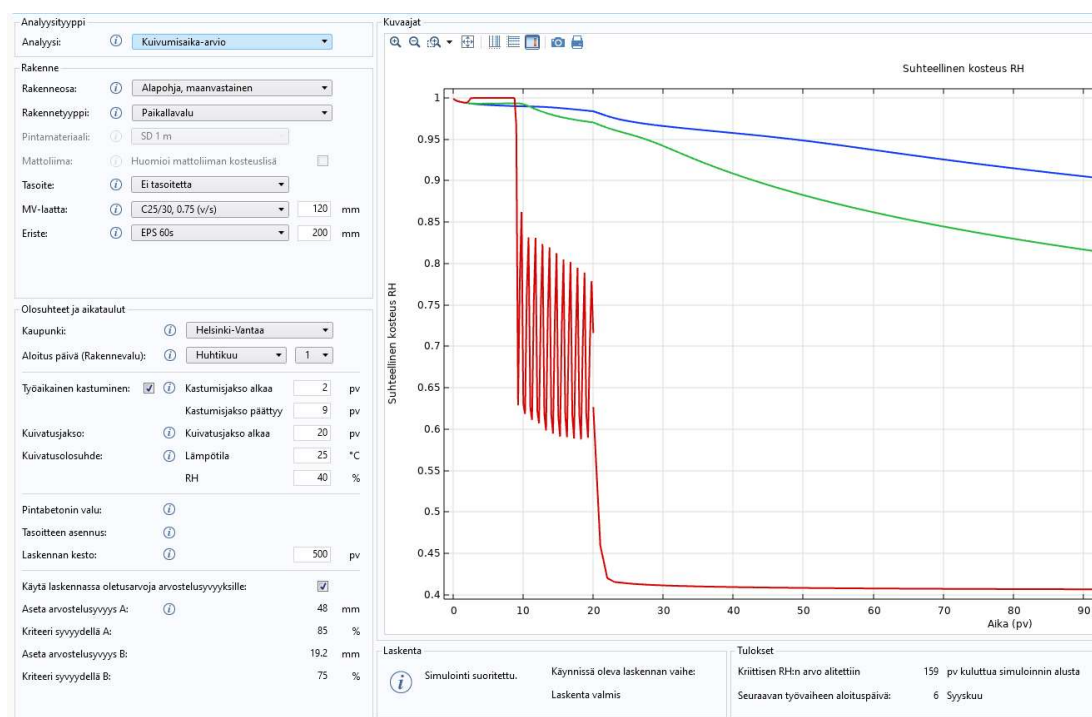
Figur 12. Deltabalk (Bild Peikko).

12 Teori för torkande

I kapitlet 12 framförs teori om hur snabbt konstruktioner torkar samt hur stor inverkan värme- och fuktförhållandena har.

12.1 Introduktion av programvara

Torkningstiderna är uträknade med programmet BY2020. Tillverkaren av programmet är Suomen Betoniyhdistys Ry och det är avsett för att räkna ut när betongen kan ytbeläggas.. Senaste uppdatering är gjord 4/2021, samtidigt som det nya RT-kortet för fuktmätning, RT 103333 Betongens suhteellisen kosteuden mittaus publicerades. Programmet låter användaren bestämma vilka temperatur- och fuktförhållande som råder under torkningstiden. Man får endast använda ett tal för luftfuktigheten samt temperaturen då man utför en beräkning för torkningstid, vilket gör att om dessa tal varierar under bygget kommer beräkningen inte att stämma. På programtillverkarens hemsida uppmanas även att slutliga beslut angående betongens torrhet bör försäkras genom fuktmätningar. (Betoniyhdistys, u.å)



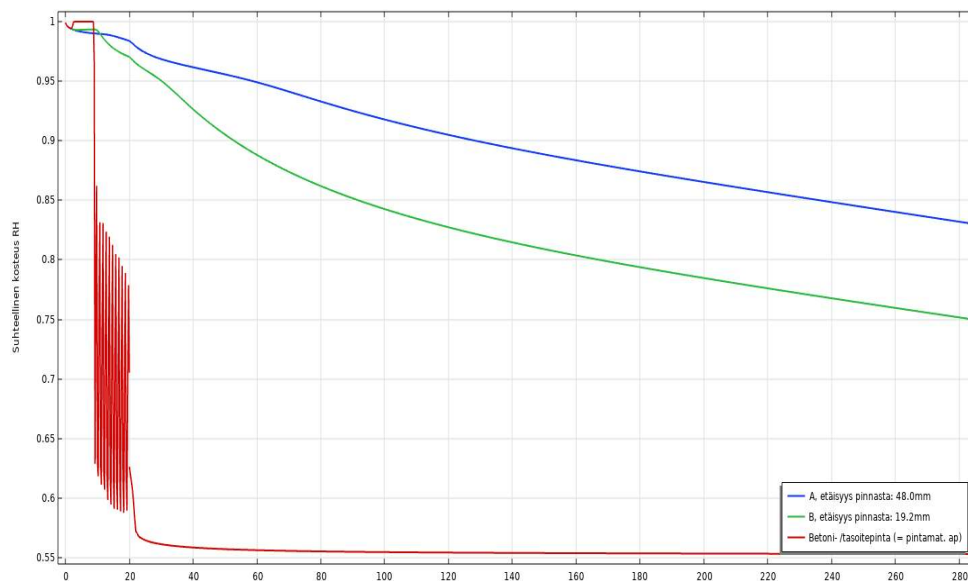
Figur 13. Bilden visar BY2020 programmets fälld där informationen fylls i (Bild BY2020).

Svaret som fås är ett diagram samt uträknade dagar då beläggningstorrhet nåtts. Diagrammet visar ytans fuktighet, fuktighet viddjupet A samt 0,4A. Dessa djup kan även ändras på och användaren får ge egna djup som programmet använder sig av. På bilden beskrivs ytans fuktighet med den röda linjen, 0,4A med den gröna linjen och A-måttet med den blåa linjen.

12.2 Exempeluträkning för en 120 mm betongplatta mot mark

Eftersom torkningen kräver tid krävs det en utredning på i vilken ordning konstruktionerna byggs. Tjocka betongkonstruktioner som bara torkar åt ett håll, till exempel källarkonstruktioner och skyddsrum, bör byggas i tidigt skede av projektet, så att de hinner torka.

Värmen och luftens relativa fuktighet bör hållas optimal inne i byggnaden för att fuktvandringen skall ske åt rätt håll. Fukten försöker alltid jämma ut sig mellan två skikt. Optimala fukt- och värmeförhållanden är dock nästan omöjliga att uppnå ifall konstruktionen är oskyddad. Skyddas konstruktionen av ovanförvarande mellanbjälklag kan det bli lönsamt att påbörja torkandet av golvkonstruktionen. Risken är fortfarande stor att mellanbjälklaget ovanför släpper igenom vatten ifall det är utsatt för regn om den inte är vattentät. Ett blött mellanbjälklag kan även påverka nedan om varande luftens fukthalt och i hålbjälklag samla vatten i hålen.

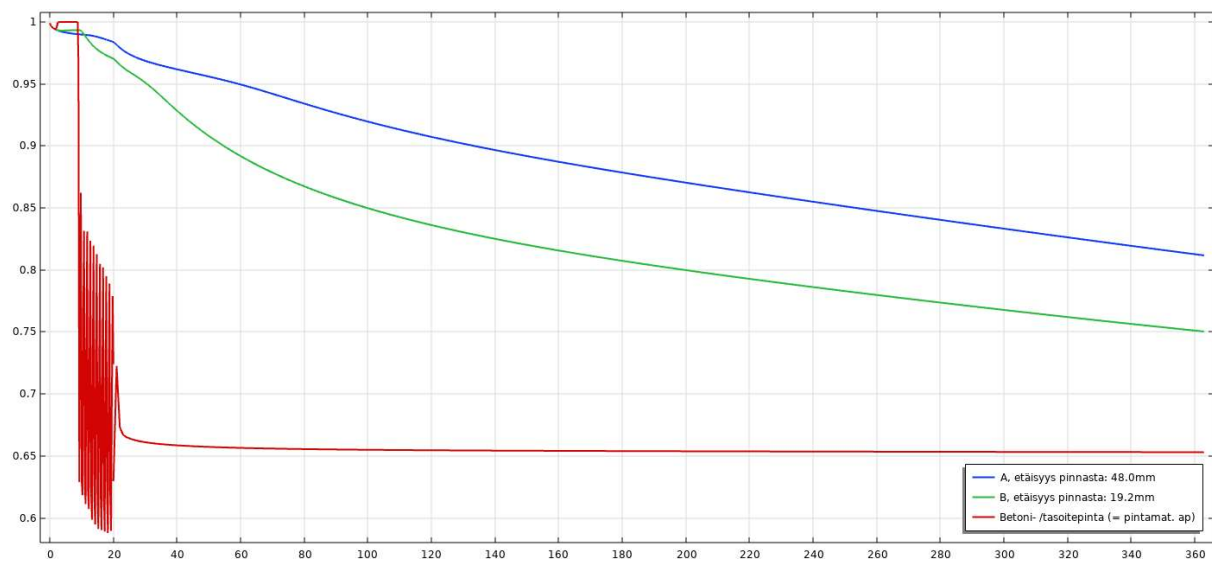


Figur 14. Diagrammet visar RF-värdet jämfört med dagar som torkningsprocessen skett, (BY2020 Robert Aho).

Figur 14 beskriver torkningen för en 120 mm betongplatta mot mark med 200 mm isolering, en vanlig konstruktion i egnahemshus. Efterbehandlingen påbörjas efter 3 dagar och slutas efter 7 dagars behandling, vilket är enligt god byggnadssed. Torkande av konstruktionen börjas 20 dagar efter gjutet, i lämpliga förhållanden. Detta betyder att luften är 18 °C och

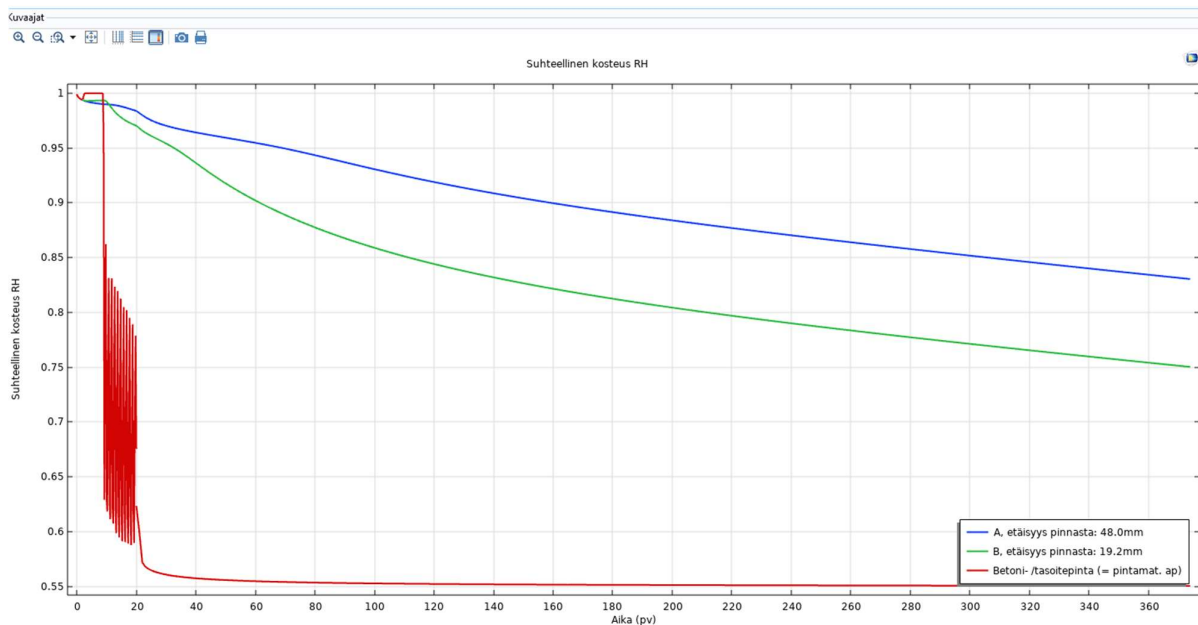
luften relativa fuktighet max 55 %. Konstruktionens yta når gränsvärdena efter 283 dagar. Gränsvärden för A är 85 % och ligger på 48 mm och 0,4A är 75 %, vilket finns på 19,2 mm djup från ytan. Gränsvärdena nås ej samtidigt. Denna konstruktion torkar endast åt ett håll.

12.3 Avvikande luft och värmeförhållanden



Figur 15. Diagram för uträkning då relativa fuktigheten är 65 % (By2020).

Höjs relativa fuktigheten till 65 % från 55 % men temperaturen förblir samma, förlängs torkningstiden till 367 dagar, alltså ökar med 84 dagar. 84 dagar motsvarar 12 veckor. Förändringen beskrivs i figur 15.



Figur 16. Uträckning för 120 mm platta mot mark som befinner sig i låg temperatur (BY2020).

Sjunker temperaturen till 14 °C från 18 °C, men fuktens relativa fuktighet hålls låg, 55 %, förlängs torkningstiden till 375 dagar, alltså med 92 dagar. Se figur 16.

Med denna jämförelse kan dras slutsatsen att torkandet kan lätt påverkas genom att höja värmen samt hålla luftens relativa fuktighet låg. Och tvärtom förlängs torkningstiden ifall dessa värden stiger och förblir länge rådande.

Programmet, BY 2020 låter inte användare bestämma ventilationens effektivitet eller konstruktionens täthet, vilket åter kan vara svårt att bestämma. Ventilationen garanterar dock att luftens relativa fukt inte blir för hög och betongen slutar torka. Detta sker då betongen och luftens RH värden blir samma eller skillnaden blir för låg. Ventilationen under byggnadsskede fungerar med självdrag, och förekommer då det uppstår värmskillnader och tryckskillnader mellan utrymmen. Detta kräver att byggnaden inte är lufttät redan vid detta skede, dessutom får inte slutliga ventilationskanaler användas under byggtiden, eftersom byggdammet kan vara skadligt och utsätta användarna om kanalerna inte är putsade. Under byggnadsskede förekommer det dock sällan att byggnaden är lufttät fastän olika delar av den är uppvärmda vilket betyder att ventilation sker utan att extra åtgärder tas.

Vintertid är utomhusluften torr, fast relativa fuktighet är hög. Detta leder till att man kan nå låga fukthalter inomhus på vinterhalvåret, då luften utifrån värms upp. Frånventilationen ut

måste vara tillräckligt kraftig att inte luftens kyls ner inne i byggnaden och kondenserar. Detta kan leda till fuktproblem.

12.4 Förstärkning av torkprocess

Vid sidan om beräkningsprogram och mätinstrument för fukt finns det ett brett urval av maskiner som ventilerar, värmer och torkar luften. Dessa tillämpar sig även för olika konstruktioner där ventilation inte annars skulle ske och som ofta ska vara täta då byggnaden tas i bruk. Dessa är typiskt för mellanbjälklags konstruktioner.



Figur 17. En skyddsrumskonstruktion torkas övre vägen med hjälp av turbin som cirkulerar luften från det isolerade området mellan skyddets takkonstruktion och den övre våningens golvkonstruktion (Bild Robert Aho).



Figur 18. 18 kW värmeluftblåsare som är planerad för större öppna områden (Bild Ramirent).



Figur 19. Kondenssamlare som sänker luftens relativa fuktighet (Bild Ramirent).



Figur 20. En täckt yta torkar betydligt långsammare än en ren och fri yta (Bild Robert Aho).

13 Byggfukt

Om betongkonstruktionen blir utsatt för fukt kan det leda till att den inte torkar i tid dock handlar det om stora mängder vatten som lett till att fukten kommit djupare in i konstruktionen. Vattenskador och läckage bör åtgärdas direkt och på det utsatta området ska torkningsförmågan stärkas. Detta kan göras med förstärkt ventilation i utrymmet eller med förstärkt uppvärmning på det skadade område. En rapport över händelsen kan vid behov göras, eftersom det ligger i byggherrens och fuktkoordinators intresse, ifall en sådan är nämnd, att bli meddelade om vattenskadan. Vid stora läckage kan det vara skäl att ta anlita en person som är insatt i vattenskador för att undersöka skadans storlek, kravet på åtgärder och för att få en rapport till försäkringsbolaget, ifall försäkringen täcker skadan.

I förebyggande syfte för fuktskador kan riskfaktorer kartläggas och förhindras genom spelregler om hantering av vatten på byggplatsen. Byggnadens slutliga vattenledning från källan är ofta i bruk under byggskedet redan, vilket betyder att byggskedets vattenpunkt finns

innanför byggnaden. Om möjligt kan byggets vattenpunkt hållas på utsidan så den inte kommer åt att skada byggnaden. Detta kräver dock att ledningen inte kommer åt att frysa och att det finns en ventil i ett låst utrymme, som stängs vid arbetsdagens slut för att hindra vandalis. Vattnets flöde kan styras automatiskt med elektroniska magnetventiler som stängs och öppnas enligt klockan eller annan inställning.



Figur 21. Sopkärl som används för att förvara vatten (Bild Robert Aho).

Förvara byggmaterial på en torr plats utomhus. Det kan vara skäl att hyra ett lager eller ta i bruk delar av byggnaden för att förvara byggnadsmaterial som inte får bli fuktiga och för att minska på inburen fukt som höjer inomhusluftens fukthalt. Presenningar bidrar till att skydda materialen från fukt, men dessa kräver noggrannhet. Det förekommer att presenningar blåser bort eller glöms att läggas tillbaka på materialet då arbetsdagen tagit slut.



Figur 22. Isoleringsskivor förvarade oskyddat och utsatta för fukt (Bild Robert Aho).

14 Intervju

Examensarbetet innehåller en intervju som (Se bilaga). Syftet med intervjun är att ta fram synpunkter och åsikter av en erfaren person inom yrket, Niklas, som arbetar med fuktmätningar och bekämpning av byggfukt. Med detta framförs lösningar på fuktproblem men från en annan synvinkel. Personen som intervjuas har rikligt med erfarenhet inom området vilket betyder att informationen som förekommer i intervjun är mycket nyttig. Fuktproblem inom byggbranschen har alltid förekommit och förekommer fortfarande. Samma typer av konstruktioner som användes tidigare används även i modern tid. Detta betyder att erfarenhet av och kunskap om fuktens beteende i dessa konstruktioner är nyttigt.

15 Slutsats

Betongkonstruktionernas torkningsförlopp bör tas i beaktande då man planerar projektets tidtabell. Väl skött och övervakat torkande förlänger sällan tidtabellen, dessutom brukar konstruktioner som torkar åt ett håll gjutas i ett tidigt skede av byggnadsskedet. Dessa konstruktioner är delar av grunden och görs automatiskt först i arbetsordningen. Beräkna ut torkningstider för alla projektets betongkonstruktioner och kartlägg vilka som kommer att ta längst att torka och vilka som är utsatta för potentiella fuktskador.

Vid gjutande av betongkonstruktioner bör reserveras tillräckligt med tid för konstruktionens efterbehandling för att försäkra en hög kvalitet på konstruktionen. Torkande bör påbörjas först då betongens kvalitet inte skadas av torkandet. Nedan är en lista på regler att komma ihåg under projektets och som gäller torkning.

1. Ta reda på vilka riskkonstruktioner som förekommer i bygget, vilka krav som ställs på dessa konstruktioner för att de ska torka inom utsatt tid och se till att detta är beaktat i projektets tidtabell. Vilka är beställarens krav på fuktbekämpning samt bevisande på konstruktionernas RF värde före beläggning?
2. Utred en plan för hantering av burksvattnet under byggets gång. Kan vattenkranen vara på byggnadens utsida eller i ett utrymme som lämpar sig för uppgiften?
3. Betongkonstruktionernas kvalitet får inte lida av en för tidigt påbörjad torkning.
4. Utred vilka mätinstrument som behövs för att följa med fukt- och temperaturförhållanden, vilka krav dessa måste ha samt i vilken grad dessa kommer att uppföljas. Vilka värmekällor kommer att användas och hur stort är behovet för andra maskiner för att påverka värme- och fuktförhållandena?
5. Då torkningsprocessen påbörjas måste optimala värme- och fuktförhållanden upprätthållas eller de förhållanden som torkningstiden har beräknat med. Se till att konstruktioner hålls rena från smuts och sand och att ytorna till stor del av tiden hålls tomma så att fuktvandringen inte försämras.
6. För dagbok över värme- och fuktförhållandena som råder samt dokumentera fuktskador och andra händelser som kan leda till att torkningstiden inte uppnås.

7. Utbilda och skapa samarbete med resten av byggplatsen personal över fukthanteringen. På detta sätt får du hjälp med att upprätta inomhusklimatet rätt.
8. Hindra eller minska ökande av byggfukt genom att förvara byggmaterial i torra utrymmen.
9. Om det finns möjlighet, utför själv fuktmätningar för att försäkra att konstruktionen har torkat enligt planerat.
10. Om byggherren kräver eller om det finns skäl för det, anställ en utomstående som utför fuktmätning före betongytorna beläggs. Med fuktmätningsrapporten av en utomstående sakkunnig person inom ämnet kan man garantera att konstruktionen varit tillräckligt torr före beläggning. Att utföra fuktmätningar före ytan beläggs anses som god byggnadssed.

16 Källor

Finnsementti (u.å). Betonin kuivuminen. Hämtad 9.3.2022

<https://finnsementti.fi/palvelut/tietoa-betonista/tietoa-betonista-pienrakentajalle-ja-rautakauppiaalle/betonin-kuivuminen/>

Betoni (u.å). Betonin jälkihoito. Hämtad 1.3.2022

<https://betoni.com/koti-betonista/rakennustapavaihtoehdot/paikallavalu/jalkihoito/>

Betoniyhdistys Ry, By2020, u.å

<https://www.betoniyhdistys.fi/julkaisut/betoniohjelmat/by-2020-betonin-kuivumisaika-arvio-2.html>

Betoniteollisuus ry. Pienrakentajan betoniopas (Online) Sökt 2.4.2022

<https://betoni.com/wp-content/uploads/2018/11/Pienrakentajan-betoniopas-netti-1.pdf>

Betonirakenteiden kosteudenhallinta ja päällystämisen 2007

<https://betoni.com/wp-content/uploads/2021/02/betonilattiarakenteiden-kosteudenhallinta-ja-paallystaminen-2007.pdf>

Betoniteollisuus ry. Pienrakentajan betoniopas (Online) Sökt 2.4.2022

<https://betoni.com/wp-content/uploads/2018/11/Pienrakentajan-betoniopas-netti-1.pdf>

Fesco Oy vattenisoleringsprodukter

<https://www.fescon.fi/tuotteet/vedeneristetuotteet-ja-laatoituslaastit/vedeneristeet-ja-pohjusteet/615/vedeneriste-ws>

Ilsy freesi sisäilmapalvelut (u.å) Hämtad 9.3.2022

<https://iisy.fi/>

Kiilto vattenisoleringsprodukter

<https://www.kiilto.fi/tuotteet/vedeneristeet/>

Kosteudenhallinta (u.å) Urakoitsijan aikataulusuunnitelma. Hämtad 15.3.2022

<http://kosteudenhallinta.fi/index.php/fi/rakennushankkeen-vaiheet/rakentamisen-valmistelu/urakoitsijan-aikataulusuunnittelu>

Paroc moisture guide pdf 2019, Paroc Groupe Oy

RT 103333 Betonin suhteellisen kosteuden mittaust, 4/2021. © Rakennustietosäätiö RTS

Sisäilmayhdistys ry (u.å) Kosteuden siirtyminen. Hämtad 1.4.2022

<https://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Kosteusvauriot/Kosteustekninen-toiminta/Kosteuden-siirtyminen>

Tarkett Oy, asennusohjeet iQ Optima, 2022

https://media.tarkett-image.com/docs/ID_FI_Tarkett_iQ_homogeeniset_asennusohje.pdf

Teknikhandboken, (u.å) Hämtad 16.3.2022

<https://www.teknikhandboken.se/handboken/paverkan-pa-tak-och-fasader/inre-paverkan/diffusion/>

Teknikhandboken 29.5.2022

<https://www.teknikhandboken.se/handboken/paverkan-pa-tak-och-fasader/inre-paverkan/konvektion/>

Hagentoft, C-E. (2002) Vandrande fukt, strålande värme. Så fungerar hus.

Studentlitteratur.

Bilaga 1

Presentation av intervjuad person:

Jag blev byggmästare från Tekniska Läroanstalten 1990.

Hållit på med att mäta/undersöka samt torka fuktskador från år 1996.

1991–1995 jobbade jag på en rad olika små byggföretag med småhus och bostadremonter.

1996 började jag jobba med fuktskador på företaget Fuktör Oy. (fuktmätning samt torkning av konstruktioner)

1999 var jag med och grundade företaget WD Kuivaus Oy. Företaget såldes 2018 till Recover.

Jobbade sedan på Recover till 2020.

2022 Började jag jobba på Dry Kuivaus.

1. Varför torkar inte konstruktioner inom samma tid som programmen förutspår? Vilka tror ni är de faktorer programmen inte kan ta i beaktan?

Oftast är klimatet inne i byggnaden sådana att konstruktionerna torkas långsamt (värme/ventilation mm.) Dock har tekniken gått långt framåt då fukt/värmesensorer kan appliceras mera i byggnaden och så få mera data med vilket man kan uppfölja klimatet och torkningen.

2. Hur vanliga är vattenskador under byggskedet. Varifrån härstammar dessa? Vädret eller läckage från rör.

Vädret dock då konstruktionen byggs upp. Då störtregn är lovade borde det finnas flera personer som uppföljer kommer det vatten in någonstans. Även under natten borde det kontrolleras att väderskydden håller. Då det en längre tid inte regnat tycks det glömmas hur skydden borde göras. Denna vår varit extremt torr, men då det har regnat finns det pågående vattentaksrenoveringar som är så dåligt skyddade att vatten kommer in i många lägenheter. Då man gör takremonter borde det göras alltid så att tillfälliga presenningsskydd används så lite som möjligt. Tycker konceptet där man gör takremont på några dagar mycket lyckad. Har inte stött på stora problem med denna metod.

Rörläckagena i nybyggena oftast slarv eller att den som orsakat skadan inte bryr sig. Sprinklerskadorna har även ökat då byggnaderna blir högre än tidigare.

3. Vilka konstruktioner torkar sämst eller vilka kan ni förutspå att kommer att vara kritiska konstruktioner?

De konstruktioner vi torkat maskinellt efter att höghuset tagit i bruk är nog hålbjälklagens kantgjutningar. När betongen täpper till de för borrade hålen där vattnet är tänkt att rinna ut, blir det alltid fickor på betongen där vattnet sedan bli och ligga för en längre tid. Torkningen är även utmanande då man bör borra tillräckligt med hål för att få luften att cirkulera i hållrummen. Finns även konstruktioner där hålbjälklaget planerligt fyllts med betong. Dessa konstruktioner innehåller oftast platser där vatten blir och stå. Konstruktioner som torkar åt ett håll är alltid mera problemfyllda. Vid maskinell torkning borde konstruktionen torkas från rätt håll. Detta är förstås alltid inte möjligt, då vi har ett tätare skikt någonstans i konstruktionen. Bombskyddens bärande plattor och påliggande isolering (sand/grus mm.) utmanande att torka upp i efterhand. Dock appliceras nuförtiden dräneringsrör i isoleringen varifrån konstruktionen torkas upp i efterhand oftast. Delta balken som fylls med betong har även varit svårt torkad. Även sett att man applicerat elektriska värmeslingor inne i deltabalken för gjutningen. Dessa slingor bättrar att betongen torkar bättre innanför stålbalken. ”Elpohormin” är även konstruktion som torkar mycket långsamt. Oftast märks problemen efter att byggnaden tagits i bruk.

4. Är väderskydd (sääsuoja) värt kostnaderna? När bör man använda sig av det?

Då man bygger byggnader av trä, som kommer att vara en längre tid oskyddade, är min åsikt att dessa bär alltid byggas med väderskydd. Intressant kommer förstås att vara i framtiden hur träkonstruktionerna möjligen skadas vid vattenskador (tex duschvatten/rörläckage) i framtiden. Hur mycket kan torka och möjligen desinficera utan att byta ut av bärande konstruktioner. Dock är övre bjälklagen i småhus oftast träkonstruktioner. Där samma problem då bärande konstruktioner skadats så att hållfastheten är i fara.

5. Typiska fuktrelaterade fel ni ser inom byggnadsbranschen

Byggnadstiden för brådskanie, detta dock varit alltid ett problem och kommer även i framtiden att vara. Byggnadskulturen blivit dock bättre under senaste tiden men en så kallad ”ammattylpeys” borde ännu mera gälla. Bygg som om du gjort ett hus för dig själv. Ansvarsfrågor, oftast entreprenörföretaget ha ansvaret men jobben många gånger sålts vidare

till småentreprenörer. Ju längre listan är kan ansvarsfrågorna vara svåra att reda ut i efterhand.

6. Ämnen eller områden ni önskar se förändring i

Mycket har blivit bättre under dessa år jag varit på branschen. Hoppas byggnadsbranschen skulle inspirera även nuförtiden ungdom. I huvudstadsregionen hör man oftast utländska språk av byggnadsarbetarna. Vad gör vi då dessa arbetare inte mera kommer och bygga hit.

Tex. kriget i Ukraina kan leda till att arbetarna är där i framtiden, där finns byggnader att bygga och reparera då kriget hoppas jag snart tar slut. Fysiskt jobb intresserar ungdomen inte lika mycket som tidigare, har jag märkt.