

Vattenskada i betonggolv

Beskrivning av arbetsprocessen vid rivningsskedet och fuktmätningmetoder

Axel Parviainen

Examensarbete för byggmästare (YH)-examen

Utbildningen för byggnads- och samhällsteknik

Raseborg 2022

EXAMENSARBETE

Författare: Axel Parviainen

Utbildning och ort: Utbildningen för byggnads- och samhällsteknik, byggmästare (YH), Raseborg

Handledare: Johan Degerlund

Titel: Vattenskada i betonggolvet

Beskrivning av arbetsprocessen vid rivningsskedet och fuktmätningmetoder

Datum: 04.12.2022

Sidantal: 23

Bilagor

Abstrakt

Detta är ett examensarbete för byggmästare (YH) -examen. Examensarbetet är till sin omfattning 10 studiepoäng.

Examensarbetet behandlar vilka metoder som kan användas under rivningsskedet och vilka fuktmätningar som kan användas då det skett ett vattenläckage som resulterat i en vattenskada i betonggolvet.

Syftet med detta examensarbete var att undersöka processen för rivningsarbetet och fuktmätningmetoderna under reparationen av vattenskador. Efter en insamling av vetenskapliga och faktabaserat material sammanställdes olika metoder och aspekter för att utföra rivningsarbetet och en beskrivning av olika fuktmätningmetoder som kan användas beroende på vilka slutsatser som kan dras utifrån fuktmätningarna. Därtill har analysen av fuktmätningresultaten diskuterats. Fuktmätningmetoderna som detta examensarbete beskriver är borrhålsmetoden och provbitsmetoden.

Texten i detta examensarbete baserar sig på byggbranschens faktaböcker, tillförlitliga nätkällor, RT-kartoteket, tidigare forskning samt miljöministeriets publiceringar.

Språk: svenska

Nyckelord: vattenskada, fuktskada, fuktmätningmetoder, rivningsarbeten

OPINNÄYTETYÖ

Tekijä: Axel Parviainen

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

Ohjaaja(t): Johan Degerlund

Nimike: Vesivaurio betonilattiassa

Purkuvaiheen työprosessin kuvaus ja kosteuden mittausmenetelmät

Päivämäärä: 04.12.2022

Sivumäärä: 23

Liitteet

Tiivistelmä

Tämä on rakennusmestari (AMK) -tutkintoon kuuluva opinnäytetyö, joka on 10 opintopisteen laajuinen.

Tässä opinnäytetyössä selvitetään, mitä menetelmiä voidaan käyttää purkuvaiheessa ja kosteusmittauksissa, kun betonilattiaisessa rakennuksessa tapahtuu vesivuoto, joka aiheuttaa vesivaurion lattiaan.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää purkutyön prosessia ja kosteuden mittausmenetelmiä vesivahinkojen korjausten aikana. Tästä koottiin opinnäytetyö, joka kuvaa purkutyön eri menetelmiä ja näkökohtia, kuvaus erilaisista kosteudenmittausmenetelmistä, joita voidaan käyttää riippuen siitä, mitä johtopäätöksiä kosteusmittauksista halutaan tehdä. Tässä opinnäytetyössä kerrotaan myös mittausarvojen analyysistä.

Tässä opinnäytetyössä kuvatut kosteudenmittausmenetelmät ovat poräreikämittaus ja näytepalamittaus.

Tämän opinnäytetyön teksti perustuu rakennusalan faktakirjoihin, luotettaviin Internet-lähteisiin, RT-lomakkeisiin, aikaisempiin tutkimuksiin sekä ympäristöministeriön julkaisuihin.

Kieli: ruotsi

Avainsanat: vesivaurio, kosteusvaurio, kosteusmittausmenetelmät, purkutyöt

BACHELOR'S THESIS

Author: Axel Parviainen

Degree Programme: Construction and Civil Engineering, Construction Management, Raseborg

Supervisor(s): Johan Degerlund

Title: Water Damage in Concrete Floor

Description of the Work Process for the Demolition Stage and Moisture Measurement Methods

Date: 04.12.2022 Number of pages: 23

Appendices

Abstract

This is the Degree Thesis of the Bachelor's Degree in Construction Management. The extent of the Degree Thesis is in total 10 ECTS.

This thesis discusses methods that can be used during the demolition stage and during the moisture measurements, when there has been a water leakage in a building with concrete floor, which resulted in water damage to the floor.

The purpose of this thesis was to investigate the process of the demolition work and the moisture measurement methods during the repair of water damage. From this a text was compiled that describes different methods and aspects for carrying out the demolition work, description of different moisture measurement methods that can be used depending on what conclusions you want to draw from the moisture measurements, and the analysis of the moisture measurement results.

The moisture measurement methods that this thesis described are the borehole method and the test piece method.

The text in this thesis was based on the construction industry's fact books, reliable Internet sources, the RT-index, previous studies, and the Ministry of the Environment's publications.

Language: swedish

Key words: water damage, moisture damage, moisture measurement methods, demolition work

Innehållsförteckning

1	Inledning.....	1
1.1	Syfte och bakgrund	2
1.2	Centrala begrepp	2
2	Vattenskador.....	3
2.1	Främsta orsaker till vattenskador	3
3	Sektionering.....	5
3.1	Dammkontroll.....	5
3.2	Tillfällig sektionering.....	5
3.3	Sluss.....	6
3.4	Undertryck med luftrenare	6
4	Rivning.....	8
4.1	Kartläggning och planering	8
4.2	Avfallshantering.....	9
4.2.1	Avfallshanteringsplanering i rivningsprojekt och avfallssortering	10
5	Fuktmätning av betong.....	11
5.1	Fuktmätningssmetoder.....	11
5.2	Borrhålsmätning (fältmätning)	12
5.2.1	Borrandet av hål.....	13
5.2.2	Avläsning av fukthalt.....	14
5.3	Provbitsmätning (uttaget prov)	14
6	Fuktmätningssvärden.....	16
6.1	Olika feltyper.....	16
6.2	Analys av mätvärden.....	19
7	Slutsats	21
8	Källor.....	22

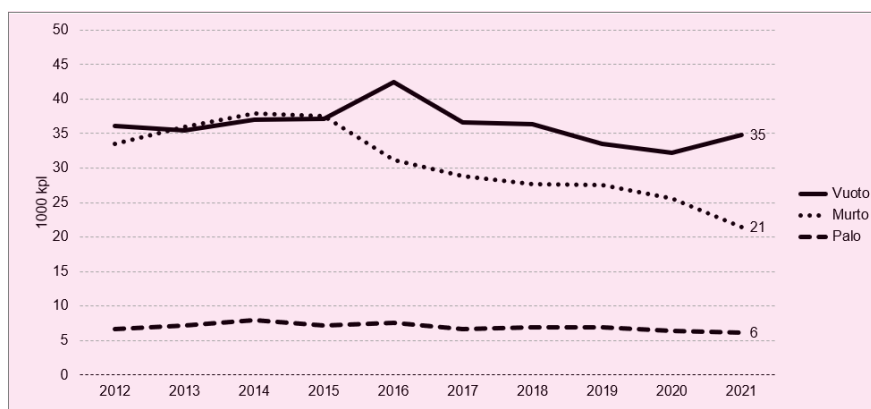
1 Inledning

Syftet med detta examensarbete är att grundligt gå igenom vilka åtgärder som bör tas i beaktande under rivningsskedet då det har skett en vattenskada i betonggolv. Därtill vill jag framföra vilka fuktmätningmetoder som kan användas samt hur de utförs i praktiken. I detta examensarbete beskrivs också analysen av fuktmätningvärdena.

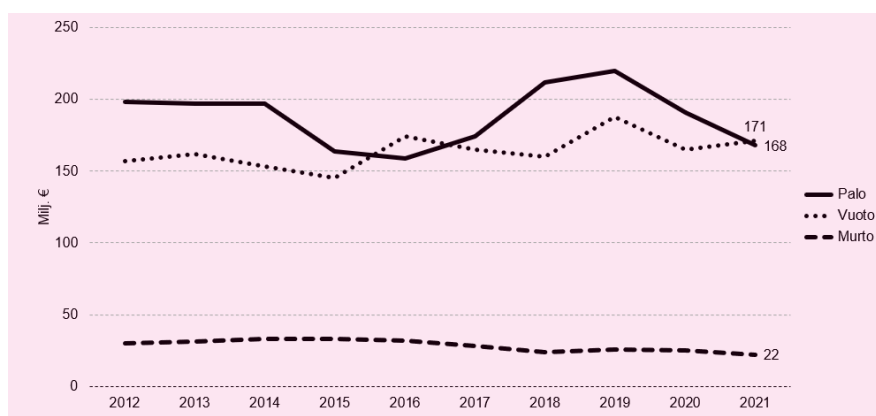
Det förekommer cirka 37 000 läckageskador per år i Finland som försäkringsbolagen täcker. Detta betyder ungefär 100 läckageskador per dag. Ersättningar till följd av läckageskador rör sig årligen omkring 160 miljoner euro. (Finanssiala, 2022).

Eftersom vattenskador förekommer så ofta och kan resultera i stora skador i konstruktionen är det viktigt att bilda en förståelse för vad en vattenskada är, hur det uppkommer och hur man skall agera då det skett en vattenskada.

I figur 1 och 2 visualiseras de ovannämnda talen som grafer. De heldragna linjen i graferna representerar läckageskadorna.



Figur 1. Årligt antal brand-, inbrotts- och läckageskador i Finland. (Finanssiala, 2022).



Figur 2. Årliga brand-, inbrotts- och läckageskadeersättningar i Finland. (Finanssiala, 2022).

1.1 Syfte och bakgrund

Syftet med detta examensarbete var att i detalj beskriva de olika faserna och åtgärderna som kan användas för att utföra rivnings- samt fuktmättningsarbete då det skett en vattenskada i betonggolvet.

Idén till detta examensarbete uppkom på ett sommarjobb där det skedde en vattenskada i huset under byggnadsskedet som ledde till reparationsåtgärder som delvis beskrivs i detta examensarbete. Eftersom sommarjobbet slutade innan reparationerna var slutförda så ville jag lära mig mera om processen för reparationer av vattensador.

1.2 Centrala begrepp

Centrala begrepp som används och upprepas genom arbetet definieras och förklaras.

Ytfuktmätare: En ytfuktmätare mäter fukthalten i olika material genom att sända en elektrisk signal och mäta resistansen. Ytfuktmätaren är inget mätinstrument utan visar var fukten är störst och där fuktmätningen bör utföras. (Berg, 2011, s.97).

Cfu/g: Colony forming units per gram betyder mängden bakterier i ett fast prov (Vetbact, 2020).

Relativ fuktighet RH: Relative Humidity. Luftens innehåll av vatten i form av ånga definieras man oftast genom att ange relativ fuktighet vid en mätt temperatur. RH är andel av aktuell ånghalt i förhållande till mättnadsfukthalten vid samma temperatur uttryckt decimalt. (Berg, 2011, s.35).

2 Vattenskador

Med vattenskada avses en fysisk eller kemisk förändring hos en produkt, ett material eller system som har orsakats av fukt. Fukt medverkar till många olika typer av skador, som till exempel mikrobiologisk påväxt, som sker på de flesta material, kemisk nedbrytning av till exempel golvmattor och lim samt hållfasthetsförluster i konstruktioner. Detta kan ge emissioner som påverkar inomhusmiljön negativt. (Arfvidsson et al, 2017, s.35).

2.1 Främsta orsaker till vattenskador

De största orsakerna till det stora antalet vattenskador per år är det föråldrade byggnadsbeståndet, ökat antal maskiner som använder vatten i huset samt olika installationsfel. (Rakentaja, 2015).

Det finns tre huvudsakliga typer av vattenskador:

- Skador orsakade från ledningssystem för kall- och varmvatten, värme och avlopp.
- Skador orsakade av vattenutströmning eller läckage från installerad utrustning som disk- eller tvättmaskin.
- Skador orsakade av läckage genom vattenisoleringen i badrum, tvättstugor eller andra utrymmen försedda med golvbrunn. (Berg, 2011, s.85)

De största enskilda riskerna är tekniska fel i diskmaskiner och läckor i deras inlopps- och spillvattenledningar samt avloppsanslutningar. Diskmaskinsslangarna tenderar att läcka när de åldras och det händer i genomsnitt 200 gånger i veckan i Finland. (Vesivuoto, 2015).

Andra vanliga läckor som kan vara lömska och svåra att märka i hemmet kan vara till exempel rörkopplingar under diskbänken, varmvattenberedaren, huvudvattenmätaren och vattencirkulerande golvvärmegrenröret. (Vesivuoto, 2015).

Att reparera vattenskador är dyrt och ofta svårt. Ofta måste det rivas, torkas och förnyas material vilket gör boende i fastigheten svårt eller till och med omöjligt under saneringen. Därför är det viktigt att med jämna mellanrum kolla efter möjliga läckor i hemmet för att undvika större skador i strukturerna. När en läcka upptäcks ska det säkerställas att reparationerna planeras och utförs av yrkeskunniga. (Rakentaja, 2015).

Åtgärder som enligt Rakentaja (2015) bör vidtas om det upptäcks något av följande problem i strukturerna:

- Rappningen lossnar eller spricker
- Kalkavlagringar uppstår på betong- och tegelytor
- Målfärg lossnar från golvkanten
- Målfärgens färg ändras
- Trä mörknar
- Skivor sväller
- Sömmarna på limmade mattor eller vinylskivor lossnar
- Parketten lossnar eller sväller
- Mögelfläckar bildas
- Vattenansamlingar bildas
- Luften i byggnaden är unken och dålig

3 Sektionering

Sektioneringsmetoden är den huvudsakliga arbetsmetoden vid sanering av fukt- och mikrobskadade strukturer. Sektionering innebär att reparationsarbetsplatsen och omgivande utrymmen luftisolerats från varandra. Vid sektionering strävar man i första hand efter att ta tillvara byggnadens rumsindelning. Om detta inte är möjligt så byggs det tillfälliga mellanväggar av träreglar och plastfilm. Undertryck används när man vill säkerställa att byggdamm inte tränger in i utrymmen som används under renoveringen. (Ratu 82-0383, 2011).

3.1 Dammkontroll

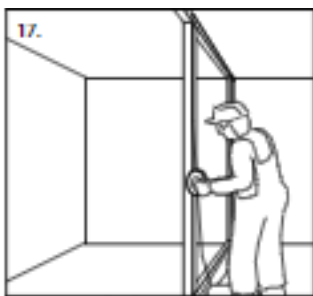
Dammbekämpningen under rivningsarbetet planeras i förväg. Spridningen av damm till andra utrymmen förhindras av tillfälliga skyddsväggar och dörrkonstruktioner, arbetsmetoder som dammar så lite som möjligt, undertryck i sektionerade området och arbetsmaskiner utrustade med dammsugare. Alla dessa saker främjar ett säkert arbetsområde för arbetarna samt personer som vistas i närområdet. (Ratu 82-0383, 2011).

Trots användningen av ovan nämnda maskiner och metoder uppstår det mycket damm under rivningsfasen. Arbetarna som vistas i utrymmet där byggnadsarbetet pågår måste därför använda personliga andningsskydd. I vanliga rivningsarbeten där till exempel gaser och asbest inte förekommer används P2 klass andningsskydd. P3 klass andningsskydd används för att skydda mot asbestdamm, mögel och andra särskilt skadliga dammpartiklar. (Koski, 2013)

3.2 Tillfällig sektionering

De tillfälliga skyddsväggarna byggs av träramar och plastfilm enligt figur 3. Då skyddsväggarna byggs är det bra att fastsätta plastfilmen på insidan av träramen för på det viset skydda trämaterialen från rivningsdamm som innehåller mikrober. På detta sätt kan träramarna återanvändas. Fogarna i plastfilmen och möjliga dörrar som leder till andra

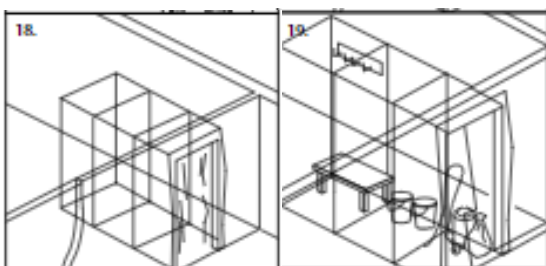
områden utanför sektioneringen bör tejpas för att undvika dammspridning. Vid behov kan också golvet skyddas med till exempel paff. (Ratu 82-0383, 2011).



Figur 3. Byggandet av skyddsväggar (Ratu 82-0383, 2011).

3.3 Sluss

Om rivningsarbetet utförs i ett utrymme som delvis användas av utomstående personer är sluss ett bra alternativ. Sluss innebär att arbetarna går genom ett skilt rum som är byggt på samma sätt som själva sektioneringen för att komma in till det sektionerade området, se figur 4. Rummet bör vara tillräckligt stort för att byta kläder och för att tvätta sig. Tanken med rummet är att personerna som rör sig ut från det sektionerade området inte tar med sig rivningsdamm och annan smuts från ett utrymme till ett annat. (Ratu 82-0383, 2011).



Figur 4. Exempel på sluss. (Ratu 82-0383, 2011).

3.4 Undertryck med luftrenare

Med en luftrenare är det möjligt att skapa undertryck i utrymmet var rivningsarbetet utförs. Detta förhindrar spridning av damm till rena utrymmen. Där till förbättras arbetarnas arbetsmiljö och behovet av städning minskar. En luftrenare är nödvändig om rivningsarbetet skall utföras dammfritt.

Luftrenaren placeras i utrymmet som arbetet skall utföras i. Från luftrenaren styrs den rena luften ut med hjälp av en slang eller med hjälp av en plaststrumpa. På detta sätt skapas det en tryckskillnad i utrymmet, och luften som lämnar utrymmet passerar endast genom luftrenaren. När luftrenaren är utrustad med ett filter samlas föroreningar upp från luften innan den hamnar utanför det sektionerade området.

Luftrenarens effekt bör dimensioneras så att luften byts ut minst sex gånger i timmen.

Dimensioneringen räknas enligt följande exempel:

Golvyta - 20 m²

Rumshöjd - 2,5 m

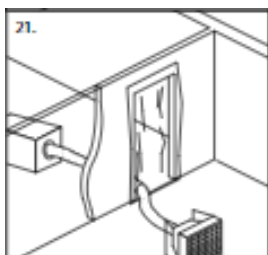
20 m² x 2,5 m = 50 m³

Rummets volym är 50 m³. Eftersom luften bör bytas minst sex gånger i timmen så måste svaret multipliceras med sex.

50 m³ x 6 = 300 m³.

I detta exempel bör luftrenarens minimieffekt vara 300 m³/h. (Pölyntorjunta, u.å).

I figur 5 förklaras principen med luftrenarens placering visuellt.



Figur 5. Placering av luftrenare. (Ratu 82-0383, 2011).

4 Rivning

I detta kapitel beskrivs de första åtgärderna som tas då man upptäckt ett vattenläckage. Kartläggning av det skadade området och planering av arbetets utförande samt planering av avfallshantering är viktigt för att rivningsprocessen ska kunna framskrida smidigt.

Avfallshanteringen på byggarbetsplatsen är viktig och det finns ett antal lagstadgade föreskrifter om byggavfall som bör följas.

4.1 Kartläggning och planering

Innan torkningen påbörjas bör orsaken till vattenskadan kartläggas. Där till bör man undersöka vad som tagit skada av vattnet för att veta vilka material som kan torkas och vilka som skall bytas ut. Om vattenskadan orsakats av rent vatten, och är mindre och tillfällig, så räcker det att de skadade materialen byts ut och betongen torkas maskinellt. De skadade materialen som kan behöva bytas ut är golvmaterialet, som till exempel laminat eller parkett, möbler, golvlister och nedre delen av lätta mellanväggar så långt upp som till exempel gipsskivan har sugit upp vatten från golvet. (Weijo et al, 2019).

För att få en bättre förståelse för hur stor skadan är så används en ytfuktmätare tillsammans med en ockulär inspektion. På detta sätt kan man färdigt planera hur man skall utföra torkandet av betongen så snabbt som möjligt då rivningsarbetet är slutfört.

I detta skede kan man också påbörja en preliminär torkning med fläktar.

Rivningssättet väljs på basis av skadans kvalitet och omfattning. Sektionering används i objekt där:

- Synligt mögeltillväxt förekommer på stora, över 0,5 m² områden.
- Mikrobiella innehållet i de undersökta materialproverna är mer än 10 000 cfu/g.
- Giftproducerande svampsläkter förekommit i de undersökta materialen eller luftproverna.
- Synligt svartmögeltillväxt förekommer i strukturerna.

- Konstruktionerna är blöta på grund av långvarigt externt vatten, rörläckor eller på grund av fuktkondens.
- Omgivande utrymmen används under reparationsarbetet. (Ratu 82-0383, 2011).

4.2 Avfallshantering

Med god avfallshantering förbättras kostnadseffektiviteten och arbetarskyddet på byggarbetsplatsen och där till uppfylls kraven i lagstiftningen om avfallshantering. Avsikten med sopsortering och god avfallshantering är att förhindra miljöföroreningar orsakade av avfall och att främja naturresursernas hållbara användning. År 2012 trädde statsrådets förordning i kraft, enligt vilken 70% av byggavfallet ska återvinnas eller användas som material innan år 2020. Detta inkluderar avfallet från rivningsarbeten. (RT 69-11183, 2015).

Föreskrifter om hantering av byggavfall enligt RT 69-11183 (2015) är :

- Markanvändnings- och bygglag 132/1999
- Markanvändnings- och byggförordning 895/1999
- Statsrådets förordning om säkerheten vid byggarbeten 205/2009
- Avfallslag 646/2011
- Statsrådets förordning om avfall 179/2012
- Miljöskyddslag 527/2014
- Statsrådets förordning om avstjälpningsplatser 331/2013
- Statsrådets förordning om återvinning av vissa avfall i markbyggnad 591/2006
- Statsrådets förordning om bedömning av markens föroreningsgrad och saneringsbehovet 214/2007
- Lag om vissa krav på asbestsanering 684/2015
- Kommunernas miljöskyddsbestämmelser

4.2.1 Avfallshanteringsplanering i rivningsprojekt och avfallssortering

Byggherren genomför en undersökning före rivningsarbetet påbörjas. I undersökningen kartläggs de material och avfallsmassor som bör rivs i konstruktionen enligt typ, skadliga ämnen, farligt avfall samt byggnadsdelar som demonteras intakta.

Med hjälp av beräkningsprogram och databanker kan man baserat på byggnadens ritningar, byggår eller informationsmodell noggrant uppskatta mängden avfall som genereras.

Enligt RT 69-11183 (2015) samlar man i byggprojektet följande avfall som sorteras och förvaras separat om det är tekniskt och ekonomiskt möjligt:

- Betong, tegel och stenplattor
- Keramiskt avfall
- Gipsbaserat avfall
- Rent träavfall
- Glasavfall
- Plastavfall
- Pappers- och kartongavfall
- Jord och ballast
- Metallavfall

Farligt avfall skall alltid förvaras skilt från annat avfall och material. (RT 69-11183, 2015).

Vid rivningsarbeten kan det förekomma till exempel följande farliga avfall :

- Asbestavfall
- Kolbeck (kreosotavfall)
- Blyrester och annat avfall som innehåller tungmetaller.
- Isolering och tätningsmedel som innehåller skadligt avfall, till exempel PCB.
- Elektroniskt avfall och deras farliga komponenter, till exempel lysrör, kvicksilverbrytare, kondensatorer, batterier och ackumulatorer.

5 Fuktmätning av betong

Att mäta fukt kräver goda byggnadsfysikaliska kunskaper och mätteknisk erfarenhet. Alla mätningar skall ha som syfte att visa om fuktigheten är så pass hög att skador kan uppstå. Därtill skall fuktmätningarna kunna ange omfattningen av skadan och klarlägga varför skadan har skett. Fuktmätningarna skall bekräfta eller förkasta de hypoteser som ställts upp. Det betyder att mätningarna skall utföras där det förväntas vara höga fukthalter och där det förväntas vara låga fukthalter. (Arfvidsson et al, 2017, s.445).

Med hjälp av fuktmätning av betong får man reda på den relativa fuktigheten i betongkonstruktionen. Relativa fuktigheten bestäms efter mängden vattenånga i betongporernas luftrum och baserat på temperaturen. RT-103333 kortet "*Betonin suhteellisen kosteuden mittaus*" förklarar de metoder och arbetsmetoder som bör följas för att säkerställa att mätresultaten är tillförlitliga. Om mätningarna är gjorda på ett annat sätt än vad som sägs i instruktionerna, är resultatet vanligtvis endast vägledande. Olika mätmetoder lämpar sig för olika ändamål men oftast uppnås det bästa resultatet genom att kombinera olika mätprinciper. Metoderna kompletterar varandra. (RT 103333, 2021).

5.1 Fuktmätningmetoder

I detta kapitel beskrivs två olika fuktmätningmetoder som används vid vattenskador. Dessa metoder är borrhålmätning och provbitsmätning.

Att mäta den relativa fuktigheten i en betongkonstruktion är vanligtvis ganska mödosamt och i de flesta fall orsakar de skada i strukturen, vilket begränsar antalet mätpunkter.

Det finns två allmänna metoder för att mäta relativa fuktigheten i betong vilka är fältmätning och uttaget prov. Fältmätning betyder att ett hål borrar i betongkonstruktionen som ska mätas och fuktgivaren monteras i hålet i konstruktionen. Uttaget prov betyder att ett prov tas ut från konstruktionen och läggs i en lufttät behållare. Eftersom RH är temperaturberoende, påverkar det resultatets noggrannhet hos båda metoderna. Temperaturvariationer kan inte kontrolleras och styrs vid fältmätningar på samma sätt som ett uttaget prov tillåter. (Fredin & Skoog, 2005).

Mätmetoden och mätplatserna skall definieras i förväg i mättningsplanen och registreras i mättningsrapporten. Metoden väljs utgående från vilka slutsatser som kan dras utifrån

mätresultatet och beroende på mätnoggrannheten som krävs. I tabell 1 förklaras de faktorer som påverkar valet av mätmetoden.

Baserat på mätresultaten är det möjligt att bestämma till exempel tillräcklig torkning av betongen för beläggningar, orsaken till och omfattningen av fuktskador eller övervakningen av betongens fukt beteende under användningen av byggnaden. (RT 103333, 2021).

Tabell 1. Faktorer som påverkar valet av mätmetod

Valkuttava tekijä	Porareikä	Näytepala	Jaksoittain luettava	Jatkuva seuranta
Soveltuu betonin kuivumisen seurantaan rakennusvaiheessa	x	x	x	x
Voidaan tehdä milloin vain mihin vain	x	x	(x)	(x)
Mittauspaikat valitaan ennen valua			(x)	(x)
Kuivumisen seurannan mittauskohdat voidaan valita kosteustapahtumien perusteella	x	x		
Suunnitelmamuutokset voivat aiheuttaa virhemahdollisuuksia (esimerkiksi tilamuutokset, kalusteasennukset ym. > väärä kohta, asennukset mittauksen tiellä)			x	x
Voidaan käyttää rakenteen pitkäaikaisen kosteuspitäisyyden seuraamiseen	(x)		x	x
Mittausmenetelmä on työvaltainen mittausta aloitettaessa	x	x	(x)	(x)
Mittapää voidaan kalibroida mittausten välissä; saavutettavissa pieni mittauksen mittalaite-epävarmuus	x	x	(x)	(x)
Oikean mittaussyvyyden saavuttaminen vaatii mittaajalta harjaantuneisuutta ja erityistä kokemusta		x		
Mittaustarkkuus ennen valua asennettaessa ei välttämättä toteudu haluttuna			x	x
Tavoitellusta poikkeava valupaksuus saattaa johtaa väärään mittaussyvyyteen			x	x
Mittaus on olosuhdeherkkä; lattialämmitys saattaa heikentää mittaustarkkuutta	x		x	x
Mittauksen voi helposti tehdä huonetilan lattiasta, seinästä ja katosta	x		(x)	(x)
Mittapiste saattaa vaurioitua mittausten aikana mekaanisesti	x		(x)	(x)
Ulkopuoliset tekijät, kuten sähkökatko, operaattorin muutokset tms. voivat aiheuttaa virheitä			(x)	(x)
Mittaaminen muusta kuin lattiasta yläkautta saattaa heikentää mitatustarkkuutta merkittävästi		x		

x = sopii kyseiseen mittausperiaatteeseen ja (x) = sopii joissakin tapauksissa.

(RT 103333, 2021).

5.2 Borrhålsmätning (fältmätning)

Vid borrhålsmätning mäts den relativa fuktigheten (RH) och temperaturen (T) för det utjämnade luftutrymmet i hålet som borrar i betongen. När man vill ha mätresultatet från ett specifikt djup måste borrhålet vara stängt på sidorna vilket kan uppnås genom att placera ett rör i det borrarade hålet. På detta sätt balanseras samma fuktighet som råder i strukturen på det djupet i mät hålet. Den övre ändan av mät hålet måste också vara tätt

stängd. Gränsen mellan röret och betongens övre yta tätas med vattenångtätt spackel för att hållas tätt. (RT 103333, 2021).

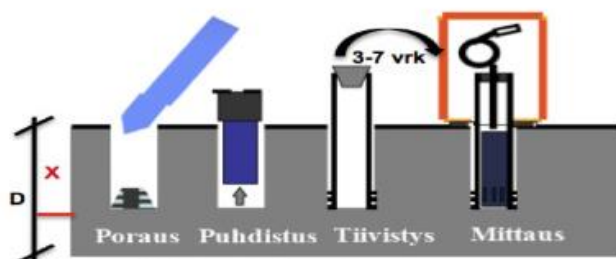
Borrhålsmätningar är väldigt känsliga för temperaturförändringar, vilket bör beaktas vid planeringen, mätningen och vid analyseringen av mätresultaten. Temperaturen i mätområdet får inte ändras avsevärt under mätningen. Rekommenderad temperatur för borrhålsmätning vid utvärdering är +18°C till +25°C, alltså vid samma temperatur som strukturen är i normal användning. Om god mät noggrannhet krävs av mätningarna, men temperaturen avviker från den antagna drifttemperaturen med mer än 5°C, bör fuktmätningen göras med provbitsmetoden. (RT 103333, 2021).

5.2.1 Borrandet av hål

Mät djupet för borrhålet bör vara minst 10mm med en diameter på minst 10mm. Oftast borras hålet till 16mm eller beroende på den storlek som krävs av installationsröret från mätanordningstillverkaren. Om hålets diameter är mindre än 10mm blir botten på borrhålets ytarea för liten i relation till rörets luftrum. Då man borrar hålet med till exempel en slagbormaskin bör hålet vara med en millimeters noggrannhet från det djup som valts att mäta RH på. Efter att borrarningen är utförd bör hålet rengöras från damm med en dammsugare som är utrustad med ett sugmunstycke som är passligt för borrhålet. Då borrhålet har rengjorts från damm så tätas hålet uppifrån med ett vattenångtätt spackel.

Det rekommenderas att mätområdet i betongen balanseras med den omgivande luften i minst tre dygn efter borrarningen, se figur 6. (RT 103333, 2021).

Om fuktmätningarna utförts mindre än tre dygn efter borrarningen skall det specificeras i mät rapporten och påverkan på mätosäkerheten och mätresultatets användbarhet skall bedömas. Om fuktmätningen utförs för tidigt kan resultatet bli betydligt högre än den verkliga fukthalten i betongen. (RT 103333, 2021).



Figur 6. Visualisering av borrhålsmetoden. (Kosteudenhallinta, 2020).

5.2.2 Avläsning av fukthalt

Mätvärdena avläses när mät huvudet har installerats i borrhålet och balanserats under en tillräckligt lång tid. Där till måste mät huvudet ha uppnått fuktbalans med sin omgivning. Balanseringstiden är minst en timme, beroende på mät huvudet. (Holmström et al, 2016, s.55).

Varje temperaturskillnad på 1°C, mellan sensorn i mät huvudet och materialytan man vill mäta relativa fuktigheten i ger ett fel på cirka 5 % RH. (Nilsson et al, 2005).

I figur 7 avläses RH i ett betonggolvs med borrhålsmetoden.



Figur 7. Avläsning av fukthalt. (RT 103333, 2021).

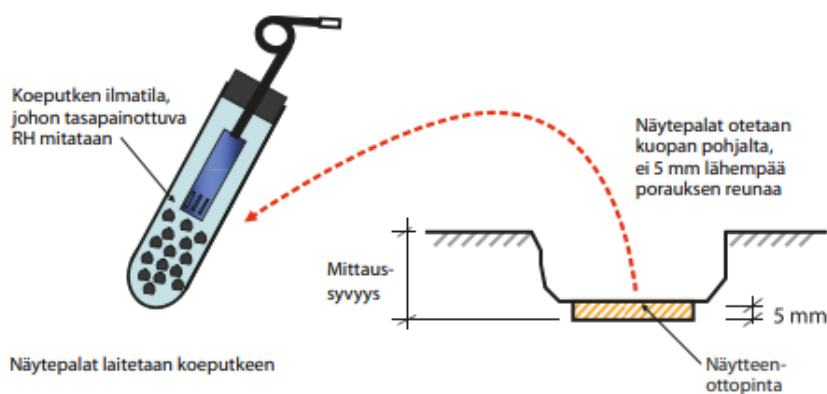
En referensmätning görs där det är antaget att betongen är torr och frisk. Ett tillräckligt antal fuktmätningar bör utföras i de områden som antas vara blötare. Borrhålsmätningar behövs vanligtvis i områden där det är oklart var eventuell fukt överförs till strukturen och hur mycket fukt som finns i hela strukturen. En granskning av konstruktionens fuktprofil utgör också utgångspunkten för reparationsplanering då man bedömer konstruktionens behov av torkning. (Holmström et al, 2016, s.55).

5.3 Provbitysmätning (uttaget prov)

Provbitysmetoden anses vara den noggrannaste och snabbaste metoden för fuktmätning i betong eftersom temperaturen i strukturen och i den omgivande luften inte nämnvärt påverkar mätresultatet. Provbitysmetoden är inte heller enhetsberoende eftersom

mätningarna kan utföras med samma mätanordning som vid borrhålmätningar. (RT 10333, 2021).

Temperaturen i konstruktionen bör vara mellan +20°C och +80 °C för att fuktmätningen ska kunna utföras. I denna metod används en pikmaskin för att avlägsna betongsmulor från det valda mätdjupet i den undersökta strukturen i fråga. Då pikmaskin används bör det säkerställas att eventuella vattenrör eller el-ledningar i betongen inte skadas. Provbitarna läggs genast i en rengjord testtub. I testtuben installeras det genast en relativ fuktighetsmätare och öppningen i glastuben där sladden till mät huvudet går in i tuben tätas noggrant med vattenångtät elastisk massa, se figur 8. (Holmström et al, 2016, s.54).



Figur 8. Visualisering av provbitsmetoden. (RT 103333, 2021).

Den bästa möjliga mät noggrannheten uppnås när minst två parallella prov tas från varje mätdjup. Testtuberna bör balanseras i en konstant temperatur som oftast är +20°C i 5 till 12 timmar före testresultaten kan avläsas. (Holmström et al, 2016, s.54).

Provbitsmetoden används främst vid utvärdering av betongunderlagets tillräckliga torrhet innan installation av golvbeläggning. Orsaken varför denna metod inte används i objekt där det skett en vattenskada är att denna metod söndrar strukturen och är rätt så mödosam jämfört med borrhålm metoden. Med borrhålm metoden kan dessutom temperaturen i strukturen mätas, vilket betyder att den termotekniska funktionaliteten hos strukturen också kan utvärderas. (Holmström et al, 2016, s.54).

6 Fuktmätningvärden

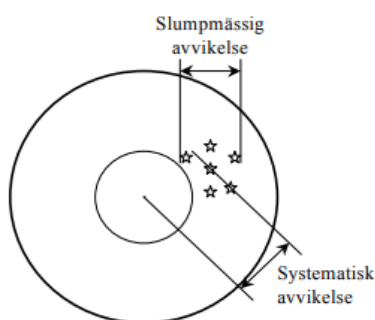
I detta kapitel beskrivs olika feltyper i mätningar som anses som grova fel, systematiska fel och slumpmässiga fel. Detta kapitel beskriver också analysen av mätvärdena. Detta kapitel behandlar också skadeutredningen som görs då man fått all nödvändig information av vattenskadan. Därtill berättar kapitlet vilka nödvändiga punkter som ska ingå i den slutliga fuktmätningsrapporten.

6.1 Olika feltyper

Vanligtvis samverkar en mängd olika typer av fel som tillsammans inverkar på mätresultatet. Dessa felkällor kan delas in i tre kategorier, grova fel, systematiska fel och slumpmässiga fel.

”Med fel menas en avvikelse från ett ”sant” värde. Det sanna värdet är ett idealt begrepp och naturligtvis okänt för oss (annars hade vi inte behövt mäta). Vet vi storleken på ett fel kan vi korrigera för detta. Denna korrektion är dock i allmänhet behäftad med en osäkerhet som vi måste beakta.” (Nilsson et al, 2005).

Systematiska fel och slumpmässiga fel kan beskrivas i form av en måltavla, se figur 9. De slumpmässiga felen representerar spridningen på måltavlan medan de systematiska felen är skillnaden mellan måltavlans mittpunkt och träffarnas mittpunkt. Grova fel kan i detta sammanhang beskrivas som att skytten glömt att fälla upp siktet eller att skytten skjutit på fel måltavla.



Figur 9. Systematiska och slumpmässiga fel illustrerade på en måltavla. (Nilsson et al, 2005).

Grova fel är ett allvarligt fel som i många fall leder till att fuktmätningen blir ogiltig. Dessa fel beror oftast på ett mänskligt fel eller ett instrumentfel. Exempel på grova fel är bland annat:

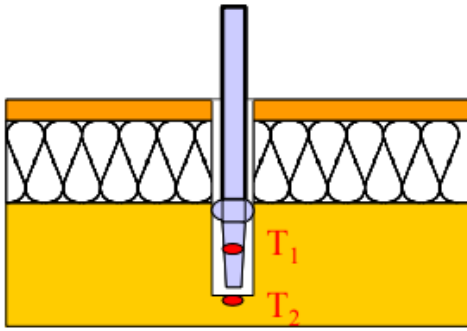
- Omkastning av siffror i tal vid registrering av data.
- Decimalkomma på fel plats.
- Fel kalibreringskurva använd vid omvandling av mätutslaget till RH.
- Fel mätområde avläst.
- Kondens på givare och betongprover.

Storleken på ett grovt fel kan inte beräknas, uppskattas eller korrigeras vilket betyder att mätningar där det förekommit ett grovt fel inte skall användas. (Nilsson et al, 2005).

Systemiska fel är fel som återkommer på samma sätt vid varje mätning som utförs med en metod. Felen kan vara konstanta, ändras monotont med tiden eller vara periodiska.

Flera olika systematiska fel kan förekomma samtidigt i en fuktmätning, exempel på dessa är:

- Temperaturvariationer, se exempel i figur 10
- Dygnsvariationer
- Tryckförhållanden
- Störande fuktkällor
- Belastade mätningar (då mätningen i sig påverkar det uppmätta resultatet, till exempel fuktmätning på uttagna betongprover.)
- Nätspänningsvariationer
- Luftläckage till/från omgivningen



Figur 10. Givaren leder ner värme genom isoleringsskiktet. (Nilsson et al, 2005).

Systemiska fel är möjliga att bestämma storleken på. En korrektionsfaktor bör alltid användas för att kompensera felet som påverkar resultatet.

Slumpmässiga fel i mätningar som upprepas ger oförutsägbara variationer trots att metoden, platsen och förutsättningarna är samma. Slumpmässiga fel kan orsakas av till exempel:

- Temperaturvariationer
- Ojämnt uttagna provbitar

Det är omöjligt att veta exakt hur stora felen är i varje mätning vilket betyder att det inte går att kompensera för dem. Däremot kan storleken av de slumpmässiga felen uppskattas med en viss sannolikhet. Uppskattningen som görs tillsammans med osäkerheten i korrektionen av de systematiska felen utgör i huvudsak mätningens mätosäkerhet. (Nilsson et al).

6.2 Analys av mätvärden

I figur 11 redovisas mätvärden i förhållande till materialdensiteten vid användning av Gann fuktmätare. Betongens densitet är runt 2400 kg/m³ vilket betyder att raden längst ner skall användas.

Bulk density kg / m ³	Corresponding Relative Air Humidity					
	30 — 50 — 70 — 80 — 90 — 95 — 100					
	Display in Digits					
	very dry	normal dry	semi dry	moist	very moist	wet
up to 600	10 - 20	20 - 40	40 - 60	60 - 90	90 - 110	more than 100
600 -1200	20 - 30	30 - 50	50 - 70	70 - 100	100 - 120	more than 120
1200 -1800	20 - 40	40 - 60	60 - 80	80 - 100	110 -130	more than 130
above 1800	30 - 50	50 - 70	70 - 90	90 - 120	120 - 140	more than 140

Figur 11. Mätvärden i förhållande till materialdensitet för Gann Hydromette RTU 600 (Gann hydromette RTU 600, u.å).

När alla nödvändiga uppgifter samlats in om skadans art, byggnadsdelens utformning, mät- och provresultat och andra relevanta förhållanden ska materialet analyseras för att kunna dra så säkra slutsatser som möjligt om orsakerna till skadan. Skadeutredningen skall svara på följande saker:

- Har skadan lett till mikrobiologisk nedbrytning, kemisk emission eller annat.
- Utbredningen av skadan.
- Orsaken till skadan.

Med hjälp av skadeutredningen skall åtgärdsförslag kunna föreslås och åtgärd kunna väljas. (Arfvidsson et al, 2017, s.446).

Åtgärden som väljs för att reparera skadan skall teoretiskt kunna lösa problemet, detta skall visas antingen genom hänvisning till erfarenheter från liknande fall med liknande skador eller genom en teoretisk beskrivning.

Arbetet som utförs med den valda åtgärden bör kvalitetssäkras så att det avsedda resultatet åstadskoms. Viktiga punkter i kvalitetssäkringen skall förekomma i rapporten som fuktmätningföretaget framställer.

Följande delar ska i tillämpliga delar ingå i rapporten:

- Uppgifter om byggnaden och redovisning av bakgrundsmaterial.
- Beskrivningar av skadorna.
- Redovisningar av mätningar och iakttagelser på plats, använda mätmetoder samt tidpunkt för mätningar, redovisning av mätinstrumentens kalibrering etc.
- Resultat från beräkningar och analys av resultaten.
- Slutsatser av utredningen, sannolik skadeorsak.
- Förslag till åtgärd.
- Förslag till uppföljning av åtgärden vid behov.
- Underskrift av ansvarige utredare samt av eventuell granskare av utredningen. (Arfvidsson et al, 2017, s.447).

7 Slutsats

Detta examensarbete har undersökt och samlat ihop information från flera olika tillförlitliga källor om rivningsskedet och fuktmätningsskedet som en del av hela fuktskadereparationsprocessen.

I Finland har det de senaste tio åren hänt mellan 30 000 och 40 000 läckageskador per år som har orsakat väldigt stora utgifter i form av ersättningar för försäkringsbolagen i Finland. Varje år rör sig summorna omkring 150 miljoner euro. Jag anser att det är viktigt för var och en att veta de vanligaste orsakerna för vattenskadornas uppkomst för att på det viset minimera antalet vattenskador i Finland. De vanligaste orsakerna som till exempel kopplingsläckage till disk- och tvättmaskiner och rörkopplingar under diskbänken är lätta att undvika om de kontrolleras regelbundet och skulle antagligen minska antalet läckageskador märkbart.

Standarden för husbyggande i Finland har ökat mycket de senaste årtiondena vilket förhoppningsvis leder till ett mindre antal läckageskador i framtiden. Dock på grund av Finlands gamla byggnadsbestånd anser jag att ansvaret för att förhindra lättundvikta läckageskador till viss del ligger på husägarna själva.

Detta examensarbete behandlar endast en del av processen då det kommer till reparationen av vattenskador. Trots det har jag lärt mig mycket genom att läsa in mig på ämnet och genom att skriva detta examensarbete. Innan jag började undersöka så hade jag inte så mycket kunskap om ämnet vilket gjorde arbetet mera betydande för mig och jag kommer säkert att ha behov av kunskapen jag fått nu i framtiden. Förhoppningsvis kan detta arbete komma till nytta för andra insatta i ämnet.

8 Källor

Arfvidsson, J., Harderup, L. & Samuelson, I. (2017) *Fukthandbok*. Stockholm: AB Svensk Byggtjänst.

Berg, S. (2011). *Byt & Fukt i byggnader*. Arboga: Lärnö AB.

Finanssiala. (2022) *Palo-, murto- ja vuotovahingot*. Hämtat 31.8.2022. <https://www.finanssiala.fi/aiheet/palo-murto-vuotovahingot/#/>

Fredin, H., Skoog, H. (2005) *Fuktmätning i betong: temperatureffekter samt korrigeringsförfarande vid RF-mätning*. Technology and Engineering. Lunds tekniska högskola. Lund: Lunds universitet. Hämtat från <https://www.lu.se/lup/publication/1690796>

Gann hydromette RTU 600. (u.å) *Operating instructions*. Hämtat 15.11.2022 https://www.gann.de/Resources/Persistent/70dc18cb0f50f6fd43e7149ffd33b4fd08d22449/RTU600_EN.pdf

Holmström, J., Kantola, J., Kauriinvaha, E., Kettunen, A., Komulainen, J., Laamanen, P., Laine, K., Makkonen, H., Niemi, S., Pitkäranta, M., Saarinen, J., Sandström, V., Tuovinen, H. & Viljanen, K. (2016). *Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus*. Turenki: Hansaprint Oy.

Koski, H. *Ohjeita korjausrakentamisen pölyntorjuntaan*. Hämtat 22.11.2022. https://www.vttresearch.com/sites/default/files/julkaisut/muut/2013/Putusa_ohje_laaja_130415.pdf

Kosteudenhallinta. (2020) *Porareikämenetelmä*. Hämtat 16.11.2022. <http://www.kosteudenhallinta.fi/index.php/fi/toimet/mittaus/103-rakenteista-tehtaevaet-mittaukset/210-porareikaemenetelmae>

Nilsson, L., Sjöberg, A. & Togerö, Å. (2005) *Fuktmätning i byggnader*. En informationskrift. Lund: Lunds Universitet. Hämtat från <https://vpp.sbuf.se/Public/Documents/ProjectDocuments/1A890B02-5464-4AAD-AF3D-1FA5BC100677/FinalReport/SBUF%2008008%20Slutrapport%20Fuktm%C3%A4tning%20i%20byggnader.pdf>

Pölyntorjunta. (u.ä) *Käytettävät laitteet ja menetelmät*. Hämtat 4.10.2022. <http://www.xn--plyntorjunta-4ib.fi/kaytettavat-laitteet-ja-menetelmat/>

Rakentaja. (2015) *Ehkäise vesivuodot ajoissa*. Hämtat 31.8.2022. <https://www.rakentaja.fi/artikkelit/12061/ehkaise-vesivuodot-ajoissa.htm>

Ratu 82-0383, 2011. *Kosteus- ja mikrobivaurioituneiden rakenteiden purku*. © Rakennustietosäätiö RTS. Hämtat 28.9.2022.

RT 103333, 2021. *Betonin suhteellisen kosteuden mitta*. © Rakennustietosäätiö RTS. Hämtat 28.9.2022.

RT 69-11183, 2015. *Rakentamisen jätehuolto*. © Rakennustietosäätiö RTS. Hämtat 9.11.2022.

Vesivuoto. (2015) *Tilastot ja vesivahinkojen aiheuttajat*. Hämtat 6.9.2022. <https://www.vesivuoto.fi/tilastot-ja-vesivahinkojen-aiheuttajat/>

Vetbact. (2020) *Kolonibildande enhet (CFU)*. Hämtat 15.10.2022. <http://www.vetbact.org/index.php?LANG=sv&displayextinfo=55>

Weijo, I., Lahdensivu, J., Turunen, T., Ahola, S., Sistonen, E., Vornanen-Windqvist, C. & Annala, P. (2019). *Kosteus- ja mikrobivaurioituneiden rakennusten korjaus*. Ympäristöministeriö. Hämtat 14.9.2022. https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/161855/YM_2019_18_21101_9.pdf?sequence=4&isAllowed=y