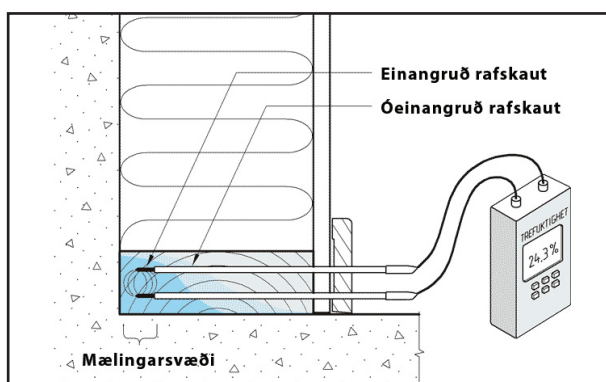


## Rakamælingar í byggingum

### 1. Efni blaðsins

Þetta blað fjallar um mælingar á raka í byggingum. Blaðið lýsir heppilegum mælitækjum og aðferðum til að kortleggja eða mæla raka í mismunandi efnum og byggingarhlutum. Einnig er því lýst hvernig taka skal tillit til breytilegs umhverfishita og stillingar (kaliberingar) mælíbúnaðar. Enn fremur fjallar blaðið um hvernig túlka skal raka í efnum og krítískt rakainnihald.

Blaðið gefur ekki upp ítarlegar kröfur um rakainnihald enda eru þær breytilegar eftir aðstæðum og fleiri atriðum.



**Mynd 1.** Dæmi um mælingu timburraka með sérlega löngum einangruðum mælipinum í gegnum boruð göt í vegglaeggju kjallaraveggjar

### 2. Skilgreiningar

Rakainnihald efnis er rakainnihald efnisins í þunga- eða rúmmálshlutfalli af algerlega þurru efni.

Hlutfallslegur loftraki (HR) er það rakamagn, við ákveðið hitastig, sem loft inniheldur í hundraðshlutum af því rakamagni sem það getur mest innihaldið við sama hita.

### 3. Tilvísanir

**RB – blöð:** Rb Eq4.024 Útþornun steyptra gólfa. Júní 2007.  
Rb Hi.002 Viðarjafnvægisraki. Desember 1999.  
Rb Hi.003 Raki í timbri: Mælingaraðferðir. Júlí 2004.

**Sérrit: Sérrit nr. 95,** Frágangur rakavarnarlaga, Agnar Snædahl og Jón Sigurjónsson, Reykjavík 2007.  
Byggforsk, Håndbok 50, Fukt í bygninger, Stig Gevng og Jan Vincent Thue, Oslo 2002.

### 4. Almenn atriði

#### 4.1 Rakamælingar

Rakamælingar í byggingum eru sérstaklega áhugaverðar;

- við eftirlit á byggingarefnum og byggingarhlutum á byggingartíma.
- við rannsóknir á raka- og vatnstjónum og mat á innivistarskilyrðum.

Gerður er greinarmunur á mælitækjum sem aðeins mæla hlutfallslegan rakamun og rakamælum sem sýna mun nákvæmari gildi á rakamagninu. Oft er heppilegt að beita báðum mæliaðferðum og mælitækjum saman. Með rakaskynjurum (fuktindikator) er oft hægt að afmarka rök svæði þar sem rakinn er á yfirborði eða rétt undir því, án þess að skemma yfirborðið. Þar sem er raki er unnt að rannsaka betur með rakamælum eða HR-loftrakamælum eftir aðstæðum og efni. Til að meta rakaástand undir yfirborði efnisins er stundum nauðsynlegt að bora holur eða opna byggingarhlutann eða jafnvel vinna frá bakhlið efnislagsins úr næsta herbergi.

#### 4.2 Þekkingarkröfur

Rakamælingar og túlkun niðurstaðna krefst þekkingar og reynslu af raka í efnum og byggingarhlutum og þarf oft að meta niðurstöður með tilliti til aldurs byggingar, uppbyggingar og annarra aðstæðna.

#### 4.3 Krítískt rakaástand

Þegar byggingarraki er þurrkaður úr byggingarefnum eða eftir vatnstjón eða rakaskemmdir þarf að hafa viss viðmiðunarmörk til að fara eftir áður en hægt er að halda áfram með lagfæringar eða uppbyggingu. Hátt innilofsrakastig getur valdið rakapéttingu á yfirborði, eða rakaútfellingu inni í byggingarhlutum við loftleka. Krítískt rakaástand er best að gefa upp með HR, en fyrir timbur eða trjávörur er unnt að nota rakainnihald í hundraðshlutum af þurrþyngd vegna þess að beint samband er milli loftraka (HR) og efnisraka timburs (jafnvægisrakalína). Rakainnihald er einfaldast að mæla.

- Við hlutfallsraka (HR) yfir um 80% og hita yfir 0°C yfir tímabil, getur vöxtur myglu og fúasveppa hafist. Fyrir furu svarar 80% HR til um 16% efnisraka. Venjulega er talið að vöxtur fúasveppa í timbri þurfi yfir 20% efnisraka.
- Við of hátt HR getur steypa valdið raka og skemmdum í rakaviðkvæmum efnum sem eru í snertingu við steypuna eins og til dæmis lími undir gólfduík. Oft er miðað við 80 – 85% HR sem efri mörk fyrir steypuraka ef leggja skal þétt gólfefni eða önnur rakaviðkvæm gólfefni á gólfíð.
- Miklar sveiflur í HR geta valdið skaðlegum rakahreyfingum sem valda sprungum, þenslum eða sigi.

## 5. Mælingaraðferðir

### 5.1 Almenn atriði

Tafla 1 gefur yfirlit yfir heppilegar mælingaaðferðir og mælitæki til mats og mælinga á efnisraka og mælingar á HR. Skipta má aðferðum og mælitækjum í þrjá flokka:

- Mælitæki sem gefa vísbendingar um mismunandi rakainnihald.
- Timburrakamæla eða vigtunaraðferðina (oftast í hundraðshlutum þurrþyngdar).
- HR- rakamælar, sem mæla HR-rakann.

Sum mælitæki er unnt að nota til að mæla efnisraka, HR og gefa mismunarakka á yfirborði.

### 5.2 Val aðferðar og mælibúnaðar

Efnið eða byggingarhlutinn sem þarf að rannsaka og tilgangurinn með rannsókninni ræður vali aðferðar og mælitækis, sjá yfirlit í töflu 1.

Aðferð/mælingartæki	Efni	Tilgangur	Takmarkanir
Snerti rakaskynjari, mismunarakki / yfirlitsskoðun, sjá mynd 2.	Öll gljúp efni.	Yfirlitsskoðun, mat á mismunarakka á efnis-yfirborði. Skaðar ekki yfirborðið sem skoðað er.	Gefur bara yfirlit um mismunandi raka í efninu. Hefur litla mælidýpt (oftast 10-30mm). Mælitækin mis næm eftir efnum og mælibúnaði.
Timburrakamælir, tæki með: <ul style="list-style-type: none"> <li>- óeinangruðum pinnum</li> <li>- einangruðum pinnum sem unnt er að reka langt inn í timbrið</li> </ul>	Timbur og trjákennd efni.  Önnur gljúp efni (en tré og trjákennd).	Mæling rakainnihalds í tré og trjákenndum efnun.  Afinnir svæði með hækkuðu rakainnihaldi.	Pinnarnir þurfa að ná inn í mælingarsvæðið. Þarf kvörðun eftir efni.  Gefur aðeins ábendingar um mismun í rakainnihaldi á sama hátt og yfirborsrakamælitæki (raka-indikator)
Þurrkun og vigtun	Öll gljúp efni.	Mæling rakainnihalds efnis með mikilli nákvæmni.	Taka verður prufur og krefst tíma við úrvinnslu (þurrkun og vigtun).
HR-mælitæki, sjá myndir 2, 3 og 4.	Steypa, jöfnunarlög, múrhúð.  Loft, sjá mynd 5.  Loft í hohlýmum í byggingarhlutum og einangrunarefnum.	Mæling HR til að meta hvort eða hvenær má leggja þétt lag yfir.  Mæling á HR og hita til að meta hugsanlega óeðlilega rakamyndun eða slæma loftun.  Mæling á HR og hita í tengslum við tjónagreiningu.	Kallar á að gera holur í efnið eða taka prufur af því. Mælingar í efninu eru tímafrekar (dagar).  Mælibúnaðinn þarf að kvarða tiltölulega oft og krefst stöðugra skilyrða á hita- og rakamismunar við mælingar.

Tafla 1. Mælingaraðferðir og mælingartæki til rakamælinga



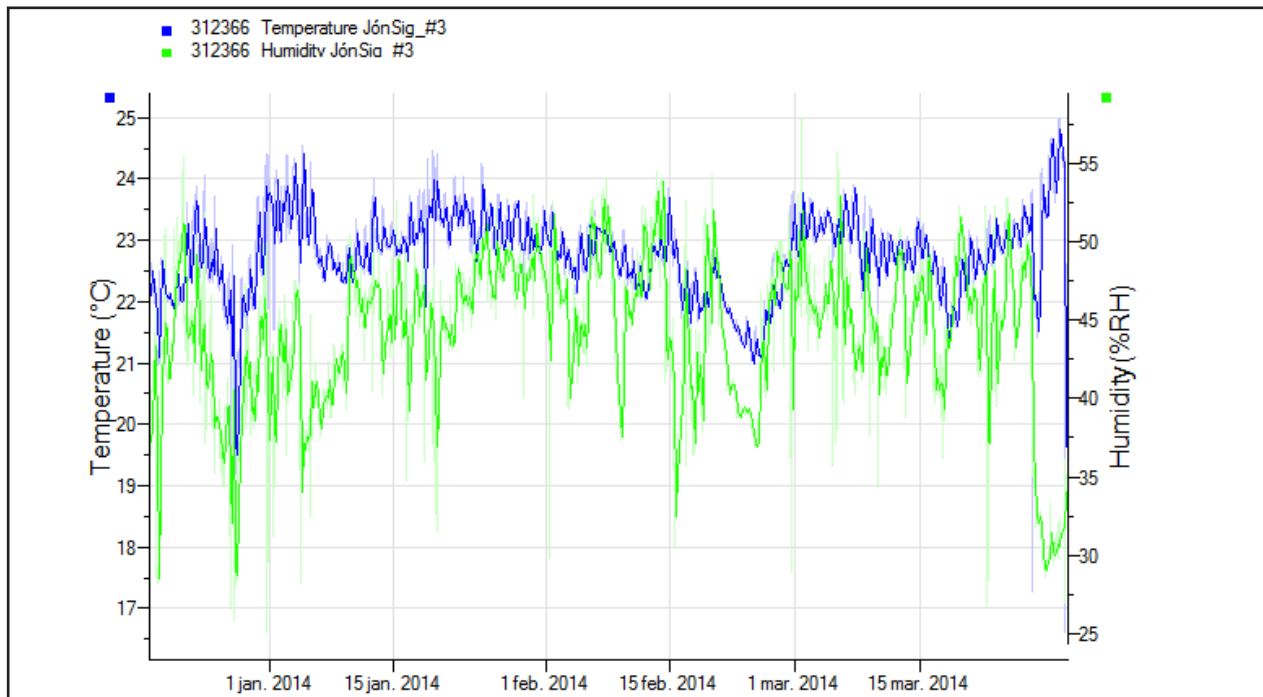
Mynd 2. Dæmigerður snerti-rakaskynjari fyrir yfirborðsmat



Mynd 3. HR-mælibúnaður fyrir raka í steypu



Mynd 4. Mælisynjari til mælinga á loft-hita og loftraka (aflestur í töflu)



Mynd 5. Línurit yfir lofthita og loftraka innlofts, mælt með sírita

## 6. Snerti - rakamælar (fuktindikator)

### 6.1 Fræði og eiginleikar

Mælitækin sem notuð eru við yfirlitsskoðun raka (fuktindikator) nýta sér mismunandi rakaeiginleika vatns (dielektrisitettskonstanten) og flestra efna sem ekki eru málmar. Aðferðin er skaðlaus fyrir efnið, það er að segja ekki þarf að gera holu eða skaða efnisyfirborðið eða byggingarhlutann sem verið er að skoða. Sumir framleiðendur staðhæfa að rakamælar af þessari gerð geti mælt rakainnihald efna í eða rétt undir yfirborði einsleitra efna sem tækin hafa verið kvörðuð fyrir. Þetta á t.d. við um trjáíðnaðinn, þar sem fylgst er stöðugt með rakainnihaldi framleiðslunnar. Vegna þess hvað mælióvissan er mikil er þó ekki ráðlegt að nota mælitækin á þennan hátt við rannsóknir á raka í byggingum, ekki síst þegar um er að ræða gljúp þung efni eins og steypu.

Auk vanalegra léttra og ódýrra handtækja eru til dýrari mælitæki sem mæla raka í meiri dýpt. Ekki verður rætt frekar um slíkan mælibúnað í þessu tækniblaði.

### 6.2 Notkunarsvið

Snerti rakamælir („fuktindikator“) getur gefið yfirlit yfir mismunaraka í eða nálægt yfirborði efnis eða byggingarhluta án þess að hafa áhrif á yfirborðið.

### 6.3 Framkvæmdalýsing

Mælitækinu er haldið við yfirborðið og mæligildi lesin stöðugt þegar mælitækið er hreyft. Rannsókn skal ávallt byrja út frá viðmiðunarpunkti sem er álitinn þurr, til dæmis hátt uppi á vegg í votrymi sem lengst frá vatnsálaginu á vegginn.

### 6.4 Mat niðurstaðna

Snerti rakamælir („fuktindikator“) gefur stærsta útslag á

raka sem liggur við yfirborð efnislagsins. Mælidýptin er takmörkuð, og auðvelt er að missa af raka sem liggur djúpt í byggingarhlutanum. Salt í múrhúð og leiðandi bending úr stáli geta gefið útslag á mælibúnaðinn. Mæligildi á hugsanlega röku yfirborði verður að setja í samhengi við viðmiðunarmæligildi á „þurru“ yfirborði.

Í flísalögðum votrymum í venjulegri notkun er venjulega hægt að finna raka, til dæmis í sturtuhornum, án þess að nein hætta sé á ferðum. Jafnframt getur yfirborðsraki dulið raka sem er dýpra í byggingarhlutanum. Venjuleg handtæki geta ekki greint mun á röku og þurru gipsi bak við flísaklæðningu þegar raki er í flísum, fúgum og lími. Til að greina raka undir þéttlagi er því nauðsynlegt að gera mælingar í þeirri dýpt. Verði vart við raka á stöðum sem ættu að vera þurrir getur það bent til dreifingar raka frá svæði bak við þéttlag á blautsvæði.

## 7. Timburrakamælar

### 7.1 Fræði og eiginleikar

Rafmótstaða í tré og öðrum gljúpum byggingarefnum breytist meðal annars með rakainnihaldi. Aukinn raki veldur aukinni leiðni. Mótstaðan ræðst einnig nokkuð af hita, saltmagni (gagnvarnarsöltum) líminnihaldi til dæmis í krossvið og staðsetningu rafskautanna. Mótstaðan er mæld milli rafskautanna sem stungið er inn í efnið og rakainnihaldið fæst strax.

Mælibúnaðinn þarf að stilla fyrir þá trjátegund eða efni sem mæla skal og stundum þarf að leiðrétta aflesturinn fyrir frávik í hita frá 20°C. Mörg mælitæki eru aðeins gerð fyrir furu og greni og sýna oft röng gildi fyrir aðrar trjátegundir eða efni. Í gagnvörðu timbri og trjáplötum eins og krossviði, spónaplötum og OSB-plötum getur aflestur

verið mörgum hundraðshlutum of hár og skekkjan eykst með vaxandi rakainnihaldi.

## 7.2 Mælisvið og nákvæmni

Mælisvið fyrir greni og furu er venjulega frá 7 til u.þ.b 27 þungahundraðshlutar (þungaprósent) raka. Með rétttri leiðréttingu fyrir hita og trétegund eða efni er mælinákvæmni á bilinu  $\pm 0,5-2$  þungaprósent. Ónákvæmni eyst með auknum raka og rafrakamæla ætti ekki að nota fyrir trefjamettunarmörkum (um 30% af þurrþunga).

## 7.3 Notkunarsvið

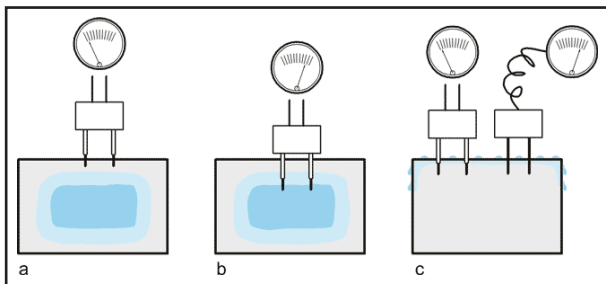
Rafmótstöðumælingar eru hentugar til að mæla raka í timbri og trjákenndum efnum eins og spónaplötum, krossviðarplötum eða trétrefjaplötum. Fyrir önnur efni, eins og gips og steypu, ásamt efnum sem mælitækið er ekki kvarðað fyrir er aðeins hægt að nota tækið sem rakaskynjara fyrir mismikinn raka.

## 7.4 Framkvæmdalýsing

### 7.4.1 Rafskaut og mælingardýpt

Mælibúnaður er bæði til með einangruðum rafskautum og óeinangruðum. Til mælinga í ákveðinni dýpt verður að nota rafskaut sem eru einangruð fram að pinnaenda. Við mælingu á timbri sem getur verið rakt eða efni sem hefur verið í vatni lengi er nauðsynlegt að mæla raka nokkuð djúpt í efninu, sjá mynd 6. Við þurrkun getur yfirborðið verið þurr lengi þótt bakhlíð efnisins sé ekki komin undir krítískt rakastig.

Til að mæla raka djúpt inni í efni þarf að bora holur fyrir rafskautin eða berja einangraða rafskautspinna inn í efnið. Gæta verður þess að rafskautspinnarnir séu með heilli einangrun fram að oddinum. Við notkun á óeinangruðum rafskautum ræðst aflesturinn af rakasta staðnum sem óeinangraði hluti pinnanna snertir efnið. Auk þess mun mælingin sýna yfirborðsraka efnisins ef hann er fyrir hendi, þótt efnið sé að öðru leyti þurr.



**Mynd 6.** Mikilvægi staðsetningar rafskauta við rakamælingu í timbri. Myndir a og b sýna timbur sem er eingöngu rakt í miðju, en c er yfirborðsrakt.

- a) Einangruð rafskaut með oddana við yfirborð, sýnir lágan rakaaflestur.  
 b) Einangruð rafskautin ná rakasvæðinu, sýnir háan rakaaflestur.  
 c) Einangruð rafskaut til vinstri, sýnir lágan aflestur, óeinangruð rafskaut til hægri, sýnir háan rakaaflestur í sömu dýpt.

## 7.4.2 Stefna og fjarlægð milli rafskauta

Í timbri á að staðsetja rafskautin í línu eftir trefjastefnu viðarins og ekki í kvisti eða sprungur eða nálægt leiðandi málum. Venjuleg fjarlægð milli rafskautanna er 25mm, en fjarlægðin hefur ekki veruleg áhrif.

## 7.4.3 Langtímamæling

Ef óskað er eftir að gera mælingar yfir langt tímabil má útbúa rafskaut úr nöglum eða skrúfum með eða án einangrunar. Frá mælipunktunum er svo hægt að leggja leiðslur að aflestrarstað.

## 7.5 Leiðrétting fyrir hita

Rafmótstaða í timbri lækkar með hækkandi hita. Sum tæki leiðrétta sjálfkrafa fyrir þessu en aflestra annarra tækja þarf að leiðrétta fyrir hitaáhrifum, t.d. eftir töflu 2.

Hiti/aflestur °C	10	12	14	16	18	20	22	24	26
-30	14,9	17,6	20,2	22,9	25,5	28,2	30,8	33,4	36,1
-25	14,4	16,9	19,5	22,1	24,6	27,2	29,8	32,3	34,9
-20	13,8	16,3	18,8	21,3	23,8	26,3	28,8	31,3	33,8
-15	13,2	15,7	18,1	20,5	23,0	25,4	27,8	30,2	32,7
-10	12,7	15,1	17,4	19,8	22,2	24,5	26,9	29,3	31,6
-5	12,2	14,5	16,8	19,1	21,4	23,7	26,0	28,3	30,6
0	11,7	14,0	16,2	18,4	20,7	22,9	25,1	27,4	29,6
5	11,3	13,4	15,6	17,8	20,0	22,1	24,3	26,5	28,7
10	10,8	12,9	15,1	17,2	19,3	21,4	23,5	25,6	27,7
15	10,4	12,5	14,5	16,6	18,6	20,7	22,7	24,8	26,8
20	10,0	12,0	14,0	16,0	18,0	20,0	22,0	24,0	26,0
25	9,6	11,5	13,5	15,4	17,4	19,3	21,3	23,2	25,2
30	9,2	11,1	13,0	14,9	16,8	18,7	20,6	22,5	24,4

**Tafla 2.** Leiðrétt fyrir hitaáhrifum við rakamælingu í timbri. Gildin sýna aflestramiðurstöður sem fengist hefðu við 20°C. Eðlilegt er að gefa upp leiðrétt gildi. Taflan gildir fyrir greni og furu.

**Dæmi:** Við mælum raka í timbri við 5°C og lesum 22% raka. Við 20°C mundi sama rakainnihald gefa 24,3% og það gildi er gefið upp.

## 7.6 Kvörðun

Rakamælitækjum á að fylgja kvörðunarkubbur sem pinnarnir eru kvarðaðir með. Ef frávik er mikið verður að stilla tækið eftir leiðbeiningum framleiðanda þess.

## 8. Mæling rakainnihalds efnissýnis með vigtun fyrir og eftir þurrkun

### 8.1 Aðferð

Vigtun fyrir og eftir þurrkun er nákvæmasta aðferðin til að mæla rakainnihald í efnissýni. Óhagræði er að aðferðin er tímafrek og veldur oft skaða á efninu sem er til skoðunar (taka þarf sýnishorn). Nákvæmni ræðst af nákvæmni vigtunar, hvernig sýnishornið er tekið út úr byggingarhlutanum og hvað það er vel valið. Einnig verður að gæta þess að það þorni ekki fyrir fyrstu vigtun. Stór sýni eru betri en lítil að jafnaði. Gæta verður þess að sýnið verði ekki fyrir hitaáhrifum við sýnatökuna.

## 8.2 Framkvæmdalýsing

Tekið er eitt eða fleiri vel valin sýnishorn úr viðkomandi efni eða byggingarluta og sett í þéttan plastpoka til flutnings á rannsóknarstofuna. Þar eru sýnin vigtuð við móttöku, þurrkuð í blástursofni þar til þau hætta að léttast og vigtuð aftur. Rakainnihald er síðan ákveðið oftast sem hundraðshluti af þurrþyngd;

$$\text{Rakainnihald, (\%)} = \frac{\text{rök þyngd} - \text{þurr þyngd}}{\text{þurr þyngd}} * 100$$

Venjulega er efnissýnið þurrkað við 105°C, en sum efni eins og gips og frauðplast, verður að þurrka við lægri hita (t.d. 40-70°C) til að forðast að valda niðurbroti efnanna.

## 9. HR-mælitæki

### 9.1 Fræði og eiginleikar

Flest HR-mælitæki mæla HR (hlutfallsloftraka) beint, með því að mæla afköstin í hygroskopiskri fjölliðafilmu, eða mótstöðuna í hygroskopiskum leiðandi vökva (elektrolit). Bæði afköstin og mótstaðan breytist með HR í lofti.

Sjálfur skynjarinn, sem er aðeins nokkrir millimetrar að stærð, liggur venjulega hulinn bak við síu. Mismunandi mælitæki eru ólík að stærð, viðbragðshraða og nákvæmni.

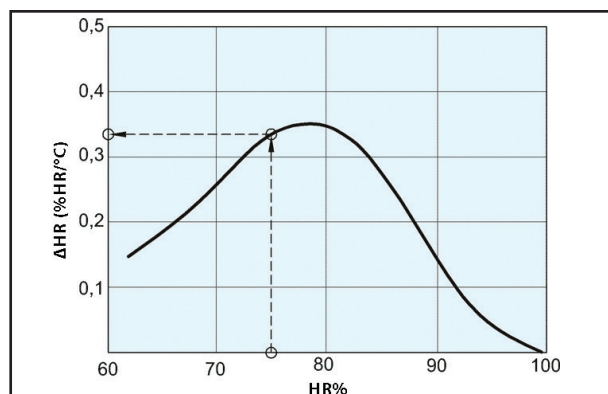
### 9.2 Nákvæmni

#### 9.2.1 Almenn atriði

Mælinákvæmni getur verið ± 2% á mælisviðinu 0-90% HR við 25°C. Þegar HR er yfir 90% er mælinákvæmni minni. Margar skynjaragerðir þola ekki raka yfir 95% HR. Nauðsynlegt er að kvarða tækin reglulega til að vera viss um að mælinákvæmni sé ásættanleg.

#### 9.2.2 Umhverfshiti

Góð mælinákvæmni krefst sama hita á mælitæki og umhverfi eða hitastigsleiðréttinga. Einnar gráðu lægri hiti steypu en skynjara getur gefið 6% of lágan aflestur af HR. Hitafall yfir byggingarluta sem mældur er veldur einnig skekkjum í mæliniðurstöðum. Ef hiti byggingarluta er mikið annar en venjulegur hiti hans þarf að leiðrétta mæliniðurstöður fyrir því, sjá mynd 7.



Mynd 7. Leiðrétt fyrir hitamismun (hiti við mælingu hærrí en notkunarhiti (20°C))

**Dæmi:** Við mælum HR í steypu við 5°C hita og aflestur er 75% HR. Af grafinu sést að þennan aflestur þarf að hækka um 0,34% HR fyrir hverja gráðu í hitamismun eða  $0,34 * 15^{\circ}\text{C} = 5,1\%$  HR. Við 20°C hita og sama rakainnihald myndum við fá aflestur  $75 + 5,1 = 80,1\%$  HR.

## 9.3 Notkunarsvið

### 9.3.1 Mæling HR í innilofti eða í holrými byggingarluta

Við mælingu HR í innilofti eða inni í holrými byggingarluta er hægt að lesa rétt gildi eftir nokkrar mínútur, sem er háð gerð mælíbúnaðarins, lofthreyfingu og hversu opin sía skynjara mælitækisins er. Sami hiti þarf að vera hjá bæði lofti og skynjurum.

### 9.3.2 Mæling HR í steypu þýðir mæling HR lofts í holrými steypunnar

Engin mælitæki eru nægilega lítil til að mæla HR í efnisholrými steypunnar. Þess vegna verður að bora holur í steypuna þar sem unnt er að koma skynjurum fyrir. Inni í borholunni verður eftir um tvo sólarhringa komið jafnvægi á efnisraka steypunnar og HR í loftrýminu. Við það að mæla HR í lokaða loftrýminu fæst þannig mæling á HR í holrýmum steypunnar.

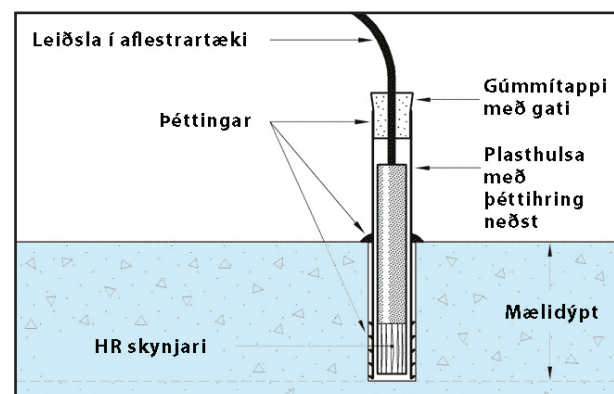
## 9.4 Framkvæmdalýsing á mælingu HR í steypu

### 9.4.1 Almenn atriði

Þessi grein fjallar um mælingu HR í steypu auk þess verður fjallað um kvörðun og hugsanlegar leiðréttingar vegna hita. Nauðsynlegt er að hafa töluverða þekkingu á efninu áður en ráðist er í mælingar. Nota verður rakaskynjara sem þola yfir 95% HR.

### 9.4.2 Mæling af HR í boruðum holum

Hægt er að mæla HR í boruðum holum í steypu með skynjurum í hulsum sem stungið er í borholuna, sjá mynd 8.



Mynd 8. Mæling HR í boraðri holu í steypu. Skynjarinn er staðsettur neðst í holunni í sérstökum plasthólk.

### 9.4.3 Kröfur um hita skynjara og umhverfis

Jafnvægi verður að vera á hita umhverfis og skynjara þegar mæling fer fram og tvo daga á undan. Rýmið og byggingarhlutinn þurfa að hafa sama hita þegar mælingin er framkvæmd.

### 9.4.4 Mæling HR á prufum teknum á byggingarstað

Í staðinn fyrir að mæla HR á vettvangi með óstöðug ytri skilyrði er unnt að taka prufu af steypunni, skipta henni í minni hluta og setja í þéttlokað lítið ílát (glerílát eða plastpoka) sem hægt er að taka með sér og mæla síðan við hitastig byggingarhlutans. Ef hiti byggingarhlutans er mjög frábrugðinn eðlilegum hita er hægt að leiðrétta fyrir því, sjá mynd 4. Loftrýmið umhverfis steypuhlutana þarf að vera eins lítið og unnt er (líka við flutninginn).

Með þessari aðferð þarf ekki að fara nema eina ferð á byggingarstaðinn með því að taka prufur í mismunandi dýpt og hægt er að skrá rakaprófil steypunnar.

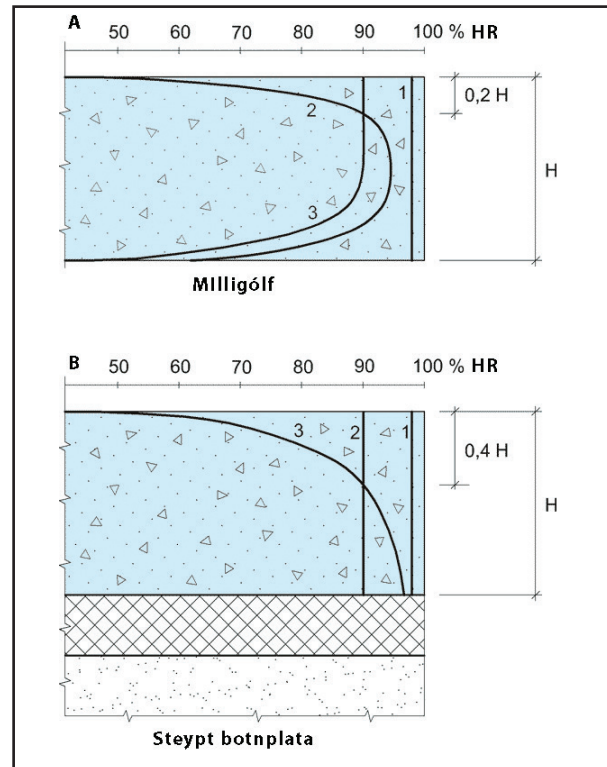
### 9.5 Staðsetning mælistaða við mælingar á steypu

Eðlilegt er að mæla HR í steypum plötum (eða veggjum) áður en lagt er þétt gólfefni ofan á plötunna eða þétt yfirborðslag er sett á vegg yfirborðið (sjá nánar t.d. norska staðalinn NS 3420). Slíkar mælingar geta verið stikkprufur, en nauðsynlegt er að gera sér sem best grein fyrir HR steypunnar. Venjulega nægir einn prófstaður fyrir hvern byggingarhluta sem steypur er og hefur fengið sömu útpornunaraðstæður með efri mörk á stærð um 500 m<sup>2</sup>. Þegar um stærri steypuáfangna er að ræða er eðlilegt að taka minnst þrjár stikkprufur. Ef auk þess er nauðsynlegt að vita rakaprófil steypunnar þarf að bora holur í mismunandi dýpt eða taka prufur misdjúpt í steypunni. Eðlilegt er að mæla betur (fleiri stikkprufur) raka í neðstu plötu en milliplötum þar sem bæði þykkt og útpornunaraðstæður eru betur þekktar. Við mælingar á gólfum með gólfhita þarf að gæta að sérstöðu þeirra m.a. staðsetja mælistaði mitt á milli hitaröra þar sem rakinn er mestur. Staðsetningu varmastrengja eða varmaröra má finna með leitartækjum eða með hitamyndun yfirborðsins (IR-myndun).

### 9.6 Mældýpt við mælingar í steypu

Á þornunartíma steypu t.d. milliplötu eða botnplötu er HR hærra við yfirborðið en dýpra í steypunni, sjá mynd 6a og 6b. Ef yfirborðinu er lokað með gufupéttu yfirborðslagi hækkar HR aftur við yfirborð steypunnar. Til að meta hvort ráðlegt er að leggja yfirborðslagið þarf að þekkja rakann sem verður við steypuyfirborðið eftir að yfirborðslagið hefur verið lagt. Það er unnt að meta með því að mæla HR í ákveðinni dýpt í gólfinu. Mældýptin er háð því hvort gólfíð þornar út í báðar áttir (upp og niður) eða aðeins aðra (upp), sjá töflu 3. Mældýptina skal reikna frá neðra borði hugsanlegrar ílagningar eða jöfnunarlags. Einnig er mikilvægt að fylgjast með hugsanlegum þver-

sniðsbreytingum gólfplötunnar t.d. hjá holplötum eða ef um innsteypta styrktarbita er að ræða.



**Mynd 9.** Rakadreifing, byggingarraka, HR í; a) steyptri milliplötu b) steyptri botnplötu á þurrkunartíma fyrir og eftir lagningu þétt yfirborðslags.

a) Þornun í báðar áttir (milliplata)

b) Einhliða þornun (botnplata)

Á báðum myndunum sýna gróf 1, 2 og 3 rakadreifingu á ólíkum tíma

1) Strax eftir niðurlögn steypunnar

2) Við þurrkun af byggingarraka og minni raka við yfirborð

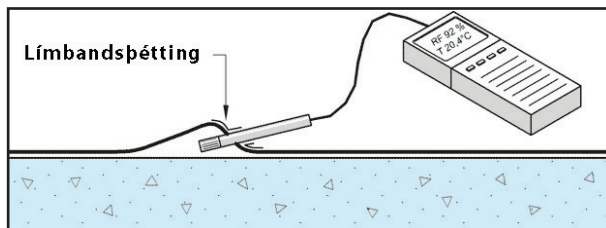
3) Eftir að yfirborðslag hefur verið lagt og rakajafnvægi er komið á í steypuþversniðinu. Eftir lagningu þétt yfirborðslags verður breyting á HR-rakaprófil þversniðsins og um 90% HR verður við yfirborðið. Þetta er sama HR og milligólfíð hafði við tvíhliða þornun í dýpt 20% af þykkt plötunnar rétt fyrir lagningu þéttilagins á yfirborðið. Gólfíð með einhliða þornun hafði HR 90% í dýptinni 40% af plötuþykktinni.

Byggingarhluti og fjöldi útpornunarhliða	Rétt mælingardýpt í % af þykkt
Milliplötur og veggir sem geta þornað til tveggja hliða (gildir einnig um holplötur mældar milli holrýma)	20
Ásteypa eða botnplata eða önnur steypa sem bara getur þornað til annarrar hliðar	40

**Tafla 3.** Rétt mældýpt við ein- og tvíhliða þornun

### 9.7 Einföld mæling HR við steypuyfirborð

Þegar meta þarf raka undir blöðrum í þéttu yfirborðslagi á steypugólfi er hægt að gera það með einföldum HR-rakamæli sem stungið er undir þéttilagði, sjá mynd 10. Önnur aðferð er að hreinsa þéttilagði burt og staðsetja HR-mæli í þéttum kassa ofan á steypa gólfinu og mæla HR í kassanum.



*Mynd 10. Mæling HR í yfirborði undir þéttum gólfduík*

### 9.8 Kvörðun HR-mæla

Venjulegasta aðferðin við að kvarða HR-mæla er að koma skynjaranum fyrir í kassa með þekktu HR. Til dæmis er 75,4% HR í lofti yfir mettaðri upplausn af venjulegu matarsalti (NaCl) við 20°C. Sé mismunur mikill t.d. stærri en  $\pm 2-3\%$  HR, þarf að stilla tækið eftir leiðbeiningum framleiðanda þess eða leiðréttu aflestrana eftir mælingar. Hægt er að fá saltlausnir til kvörðunar HR-mælitækja hjá framleiðendum. Rétt er að kvarða tækin sem næst því mælisviði sem mest er notað, t.d. mælisvið 80-95% HR. Nauðsynlegt getur verið að kvarða tækið við fleiri en eitt mælisvið.

Tíðni kvarðanna er háð notkun, en þó minnst tvisvar árlega. Ending tækjanna er einnig fremur stutt. Gæta verður stöðugt að því að skynjarar verði ekki óhreinir eða loftsía of þétt sem þá lengir tíma sem þarf fyrir mælingar.

### 10. Heimildir

Þetta blað er gert með hliðsjón af:

SINTEF/Byggforsk Kunnskapssystemer:

Byggforskningsserien, nr 474.531 Måling av fukt i bygninger. 2005.

**Höfundur:** Jón Sigurjónsson

**Prentun:** Prentsmiðjan Oddi

**Lykilorð:** Rakamælingar

**Eftirprentun óheimil.**

