



MELASKÓLI RAKAÁSTAND OG INNIVIST

06.02.2023

SKÝRSLA – UPPLÝSINGABLAÐ

SKJALALYKILL

102202-SKY-001-V01

TITILL SKÝRSLU

Melaskóli rakaástand og innivist

SKÝRSLUNÚMÉR / SÍÐUFJÖLDI

34

VERKHEITI

Melaskóli

VERKEFNISSTJÓRI / FULLTRÚI VERKKAUPA

Rúnar Ingi Guðjónsson

VERKKAUPI

Reykjavíkurborg

VERKEFNISSTJÓRI EFLA

Sylgja Dögg Sigurjónsdóttir

HÖFUNDUR

Böðvar Bjarnason, Bjarki Freyr Guðmundsson, Klara Sif Sverrisdóttir, Sylgja Dögg Sigurjónsdóttir

LYKILORÐ

Rakaástand, innivist, sýnataka, rakaskimun, niðurstöður, úrbætur

ÚTDRÁTTUR

Melaskóli samanstendur af 3 samtengdum byggingum. Elsti hluti skólans er byggður 1945 en sá yngri 1998. Samfast eldra kennsluhúsinu er íþróttahús sem sennilega er byggt á sama tíma og kringlan sem hýsir fatahengi og kaffistofu kennara.

Við skoðun kom í ljós að ýmis rakatengd vandamál eru til staðar í byggingunum sem kannski þarf ekki að koma á óvart þegar um tæplega 80 ára gamalt hús er að ræða. Hluti skólahúsnæðisins er friðaður og þurfa viðhaldstillögur að taka tillit til þess.

Tekin voru 50 sýni úr byggingarefnum og reyndust 34 mygluð. Þar að auki fundust ummerki í 2 til viðbótar en 14 voru án mygluvaxtar.

Tekin voru 3 DNA sýni. Örverur sem einkenna rakaskemmdir voru til staðar í þeim öllum þó magnið hafi ekki verið mikið í tveimur af þremur.

Hér eru lagðar til 3 hugsanlegar leiðir til viðgerða leið A, B og C;

Melaskóli er friðað hús og því er ólíklegt að leið A sé fær þó að það sé klárlega besta leiðin út frá byggingaæðlisfræðilegum forsendum. (Sjá Samantekt)

STAÐA SKÝRSLU

- Drög
 Drög til yfirlstrar
 Lokið

DREIFING

- Opin
 Dreifing með leyfi verkkaupa
 Trúnaðarmál

ÚTGÁFUSAGA

NR.	HÖFUNDUR	DAGS.	RÝNT	DAGS.	SAMÞYKKT	DAGS.
01	Böðvar Bjarnason	06.02.2023	Sylgja Dögg Sigurjónsdóttir	10.02.2023	Sylgja Dögg Sigurjónsdóttir	13.02.2023

SAMANTEKT

Markmið skoðunar var að meta umfang rakavandamála og mögulega greina aðra þætti sem haft geta áhrif á loftgæði og innivist. Þessi úttekt er því ekki upptalning á þeim atriðum sem teljast í lagi við skoðun heldur eru eingöngu settar fram athugasemdir við það sem betur má fara og lagðar fram tillögur til úrbóta í framhaldi. Í eldra húsnæði má alltaf reikna með að finna svæði með nýjum eða eldri rakaskemmdum og að tilefni sé til einhverra úrbóta

Rakaástand eldri byggingar Melaskóla er í takti við aldur og viðhaldssögu. Eldri byggingar voru teknar í notkun fyrir tæpum 80 árum og ysta veðurhlíf hefur ekki verið endurnýjuð nýlega heldur eingöngu farið í staðbundnar viðgerðir og eru gluggar sennilega að mestu upprunalegir. Innandyra eru ummerki um að útveggur, gluggar eða þéttingar meðfram gluggum hafi lekið í gegnum tíðina þar sem rakaummerki og örveruvöxtur er víða undir gólfefnum og þá sérstaklega á áveðurshliðum .

Til að einfalda hlutina í tilfalli Melaskóla er rétt að tala almennt um 3 leiðir: A, B og C

Leið A

Fara í allsherjar endurnýjun á bæði ytra og innra byrði hússins, það er að einangra húsið að utan og koma fyrir vatnsvarnar lagi í formi gufuopins dúk sem þéttur er við glugga. Hreinsa múr og öll einangrunarefni innan af veggjum sótthreinsa burðarveggi og múra. Til að hægt sé að fara þessa leið sem er langbesta leiðin út frá byggingaeðlisfræði sjónarmiði og varðveislu hússins, þarf að aflétta friðunar ákvæði sem er á ytri hjúp hússins.

- ✓ Kostir
 - Varanleg leið sem ætti að endast í 30-50 ár
 - Tryggir heilbrigða innivist
 - Sparar rekstrarkostnað
 - Minnkar líkur á örveru vexti
 - Eyðir kuldabrum
- ✓ Ókostur
 - Breytir útliti hússins
 - Minniháttar viðhald á klæðningu (fer eftir vali á klæðningu)
 - Þarf að aflétta friðunar ákvæði að hluta.

Leið B

Hreinsa múr og öll einangrunarefni innan af veggjum sótthreinsa burðarveggi, þetta sýnilegar sprungur með inndælingu ganga frá gluggagötum þannig að tryggt sé að ekki geti lekið milli glugga og steinsteypu. Endurnýja steiningu hússins og glugga.

Endurbyggja svo innra byrði á sama máta og upprunalegur frágangur var eða með sama einangrunargildi til að tryggja að burðarvirki haldist heitt og þannig fyrirbyggja frostskemdir í steypu.

- ✓ Kostir
 - Breytir ekki útliti hússins
- ✓ Ókostur
 - Stuttur endingartími 5-8 ár, endurteknar viðhaldsaðgerðir
 - Dýr framkvæmd miðað við endingu
 - Rekstrarkostnaður verður áfram mikil
 - Áhætta á endurteknum örveruvexti í náninni framtíð talsverður
 - Eyðir ekki kulda brúm
 - Áhættusamar þéttingar við glugga og illa farna steypu
 - Viðvarandi sprungumyndanir

Leið C

Halda áfram staðbundnum aðgerðum skipta einungis um þá glugga sem leka og reyna inndælingar. Fara í stað bundnar að gerðir innan dyra meðfram útveggjum, fjarlægja dúka og ílögna ca. m frá veggjum velja önnur gólf efni en dúka næst útveggjum.

- ✓ Kostir
 - Breytir ekki útliti hússins
 - Ódýrt (til skamms tíma)
- ✓ Ókostur
 - Stuttur endinga tími 1-5ár
 - Rekstrarkostnaður verður áfram mikil
 - Áhætta á endurteknum örveruvexti í náninni framtíð mjög mikil
 - Eyðir ekki kulda brúm
 - Áhættu samar þéttingar milli glugga og illa farna steypu
 - Viðvarandi sprungumyndanir og viðgerðir

Samkvæmt Alþjóðaheilbrigðismálastofnuninni (WHO, 2009) er raki í húsnæði eða byggingarefnum áhættuþáttur fyrir heilsu og því í raun ekki aðalmálið að komast að því hvort örveruvöxtur hafi náð að vaxa upp í byggingarefnum. Aðalmálið er að halda byggingum þurrum og endurnýja byggingarefni sem hefur rakaskemmst.

Þangað til fullnaðar úrbætur geta farið fram er hægt að sníða mótvægisáðgerðir til þess að takmarka röskun eða truflun á skólastarfi.

Helstu tillögur til úrbóta :

1. Byggingartæknileg atriði
 - Tryggja vind- og vatnsheldan veðurhjúp.
 - Skipta um glugga
2. Fjarlægja og endurnýja allt rakaskemmt efni
 - Endurnýja gólfefni
 - Fjarlægja múr og einangrun af rakaskemmdum útveggjum
3. Aðgerðir til uppfærslu og fyrirbyggjandi aðgerðir
 - Setja upp loftræsikerfi fyrir allan skólann
4. Aðrar framkvæmdir og úrbætur við uppbyggingu
 - Brunamál
 - Aðgengismál
 - Lýsing
 - Hljóðvist
 - Efnisval
 - Aðstaða og rýmisnotkun

Miðað við reynslu EFLU og þær rannsóknir sem til eru, má búast við að örfáir einstaklingar muni áfram finna til einkenna þrátt fyrir úrbætur. Reynsla okkar er þó sú að verði gengið langt í úrbótum þannig að eldri byggingarefni verði alveg fjarlægð auk þess sem hugað verði að efnisvali og innivist við enduruppbyggingu þá aukast líkurnar til muna á að allir geti snúið til baka án einkenna. Fyrirhyggja er þá mikilvæg þannig að húsnæði verði vakt að með tilliti til raka og leka og brugðist fljótt við ef einhvers staðar lekur eða tjón kemur fram. Við rekstur, hreinlæti og þrif þarf einnig að huga að efnisnotkun og hreinsun þannig að loftgæði verði tryggð. Síðast en ekki síst þarf rekstur loftræsikerfa að vera í góðri umsjón þar sem er skipt reglulega um síur, fylgst með þrýstingsmun og loftskipti tryggð miðað við notkun. Eftir endurbætur er mögulegt að fylgjast með helstu þáttum loftgæða með því að setja upp sírita sem nema CO₂, hitastig, loftraka, útgufun efna og styrk agna.

EFNISYFIRLIT

SAMANTEKT	4
1 SKOÐUN	8
1.1 Umfang skoðunar	8
1.2 Aðferðir	8
2 LÝSING Á HÚSNÆÐI	9
2.1 Eldri bygging Byggð 1945	9
2.1.1 Kjallari	9
2.1.2 Fyrsta hæð	10
2.1.3 Önnur hæð	11
2.1.4 Þriðja hæð	11
2.1.5 Kringla	11
2.1.6 Íþróttasalur	12
2.2 Nýbygging byggð 1998	12
2.2.1 Kjallari	12
2.2.2 Fyrsta hæð	12
2.2.3 Önnur hæð	12
3 SKOÐUN OG NIÐURSTÖÐUR	13
3.0 Sjónskoðun og kortlagning á raka	13
3.1 Sýnataka	17
3.2 Yfirlit yfir niðurstöður byggingar efnissýna	17
4 UMRÆÐUR OG ÚRBÆTUR	23
4.1 Útveggir	25
4.2 Þak	25
4.3 Gólf.	25
4.4 Lagnir og WC	25
4.5 Loftræsing	25
4.6 Þrif og efnisval	26
4.7 Annað	26
5 RANNSÓKNIR SEM EFLA STYÐST VIÐ	27
6 VIÐAUKI - RANNSÓKNARAÐFERÐIR	29

1 SKOÐUN

1.1 UMFANG SKOÐUNAR

Í desember 2022 var óskað eftir því að EFLA gerði úttekt á eldri byggingum Melaskóla með tilliti til rakaástands og innivistar. Í lok desember 2022 og byrjun janúar 2023 fór skoðunin fram af Böðvari Bjarnasyni, Klöru Sif Sverrisdóttur og Bjarka Frey Guðmundssyni hjá EFLU.

Verkbeiðni fólst m.a. í eftirfarandi liðum:

1. Viðtöl við stjórnendur skólans
2. Rakamælingar –gólf veggja og þaks
3. Sýnatökur ef þykir þörf á eftir rakamælingar
4. Mæling á virkni loftræsikerfis (s.s. hlutfall á milli útsogs og innblástur osfr.)

1.2 AÐFERÐIR

Rakaástand og innivist í byggingum byggir á mörgum þáttum svo sem húsagerð, ástandi og gæði byggingarinnar og notkun. Við úttekt er stuðst við rakamælingar, byggingareðlisfræði, könnun á mögulegum loftlekum og rakauppsöfnun. Innandyra geta mygla og bakteríur vaxið í byggingarefnum; undir gólfefnum, innréttingum, innan í veggjum, þakrými og klæðningu, ef til kemur vatn eða nægilegur raki (yfir 70% RH). Rakaskimun á hækkuðum raka í byggingarefnum gefur því oft sterkar vísbendingar varðandi umfang vandamáls sem tengjast raka og er jafnan fyrsta skrefið í úttektum á rakaástandi.

Utandyra voru húsin sjónskoðuð.

Til þess að meta ástand með tilliti til rakavandamála og innivistar var í tilviki Melaskóla notast við eftirfarandi þætti:

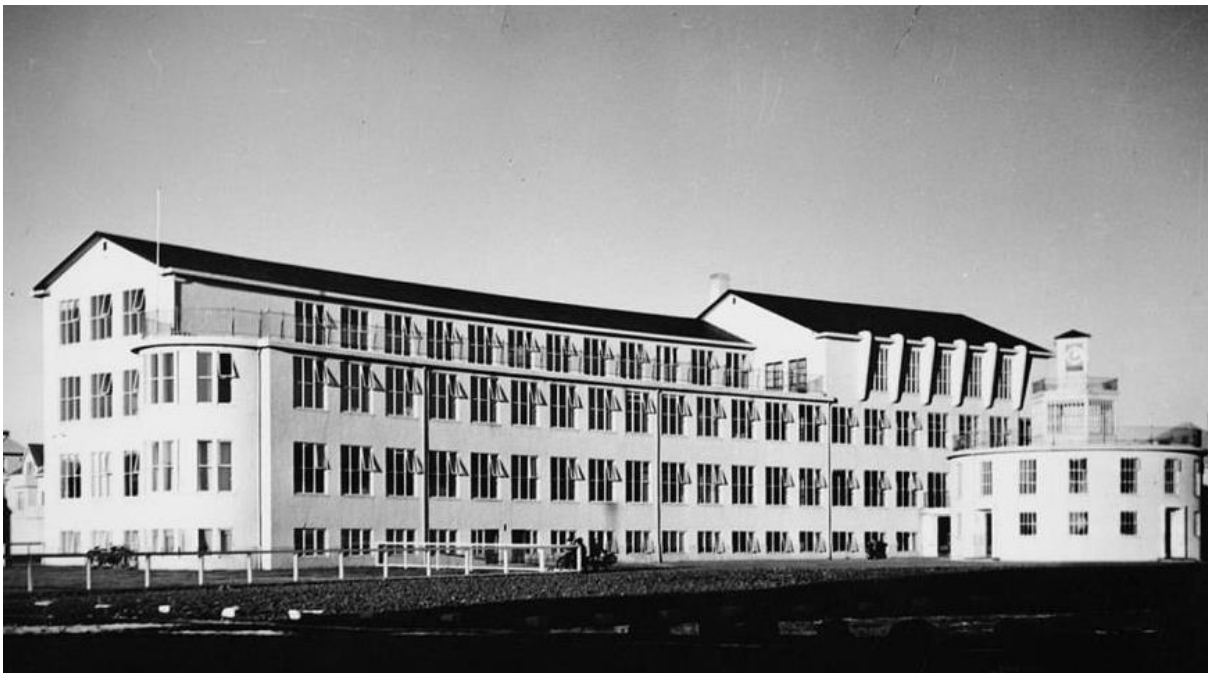
- Sjónskoðun
- Kortlagningu raka með rakaskimun
- Sýnatöku úr byggingarefnum
- DNA sýnatöku
- Upplýsingaöflun frá notendum
- Upplýsingaöflun frá rekstraraðilum

Fyrir nánari skýringu á ofangreindum aðferðum má sjá viðauka um rannsóknaraðferðir.

2 LÝSING Á HÚSNÆÐI

Melaskóli samanstendur af 2 samtengdum byggingum. Framkvæmdir á eldri byggingu hófust 1945 (skra.is) og hófst skólastarf 1946. Aðal hluti eldri byggingar er á þremur hæðum auk kjallara, einnig er kringla á tveimur hæðum og íþróttasalur hluti af eldri byggingu. Framkvæmdir á nýbyggingu hófust 1998 (skra.is) og hófst kennsla haustið 1999. Nýbygging er á tveimur hæðum auk kjallara og tengigangs í eldri byggingu.

(Ártöl tekin af teikningum og á skra.is).



Mynd 1. Eldri bygging Melaskóla 1945-1950 (SARPUR ÞJÓÐMINJSAFNIÐ)

2.1 ELDRI BYGGING BYGGÐ 1945

Tekin voru 50 sýni úrbyggingarefnum og reyndust 34 mygluð. Þar að auki fundust ummerki í 2 til viðbótar en 14 voru hrein eða án myglu.

Tekin voru 3 DNA sýni og greindust tegundir örvera sem tengjast rakaskemmdum í þeim öllum þó magnið hafi ekki verið mikið í tveimur af þremur.

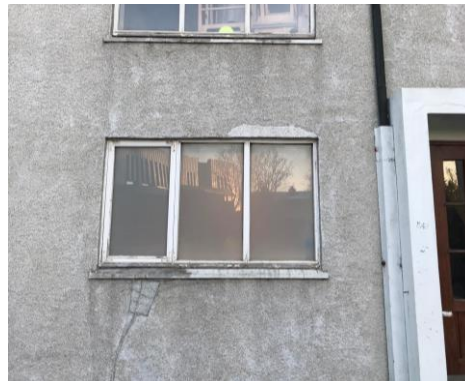
2.1.1 Kjallari

Talsverðar skipulagsbreytingar hafa verið í kjallara eldri byggingar frá upprunalegum teikningum. Matsalur í dag teygir sig frá þar sem áður var inngangur og klósettrými og alla leið í eldhús sem tilheyrði

íbúð sem var í suðvesturhluta hússins. Ummerki um raka er í gólfdukk þar sem klósett voru staðsett áður fyrr og út frá hurðum í gömlum inngangi. Aðstaða starfsmanna, tæknirými og klósett við tæknirými var áður fyrr svefnherbergi íbúðar. Fyrir framan tæknirými er lítil geymsla þar sem eftir er að klára viðgerðir í kringum lagnir undir gluggum. Á nýrri teikningum virðist hafa verið áætlanir um að setja lyftu en hefur ekki enn verið gert. Á eldri teikningum virðist vera að frá stigarými og að heimilisfræðistofu hafi verið geymslurými en í dag er tengigangur í nýbyggingu og eldhús skólans. Talsvert rakaálag er í eldhúsi og eru ummerki um það í gólfi, veggjum og gluggum eldhúss. Við hlið eldhúss er heimilisfræðistofa, við útvegg er los á dúk og einnig barst ábending um silfurskottur, þá sérstaklega kennara megin í stofunni. Miðað við gömlu teikningarnar hefur verið farið í breytingar á gangi að smíðastofu. Veggur hefur verið settur upp og tilheyrir rest af gangi smíðastofu. Geymslurými var áður fyrr hluti af matreiðslustofu og opnað hefur verið á milli lagnarýmis og smíðastofu. Eftir á að ganga frá viðgerð í vegg í lagnarými við útgang.



Mynd 2 Ófrágenginn veggur í geymslu í kjallara.



Mynd 3 Talsvert er um misvel lukkaðar viðgerðir á steingu hússins.

2.1.2 Fyrsta hæð

Á fyrstu hæð eru kennslustofur, salerni og inngangur skólans. Upprunalegt gólfefni er í flestum rýmum á fyrstu hæð og má sjá mynstur endurtaka sig í nær öllum stofum, gólfdukkur búinn að missa festu í steyptri plötu, gluggar eru komnir á tíma og innréttingar í kringum vaska líta illa út, einnig má minnst á að gólfdukkur er illa farinn í sal við anddyri, orðin götöttur. Ummerki eru um raka í dúk á gangi undir fataslám. Eins og kemur fram hér áður er upprunalegt gólfefni og má rekja til álags að völdum blautra útifata. Litla salernið suðvestan megin er á upprunalegum teikningum og samkvæmt nýrri teikningum eru áætlanir um að setja lyftu þar í staðinn, en hefur ekki enn verið gert. Þar sem stærra salernið er var áður tannlæknisstofa. Mikill óþefur var á salernum, þar sem hjúkrunarstofan er var áður biðstofan, stofa 8 var áður fyrr læknistofa og áhaldastofa, þar sem vaskur er var hurðar op í biðstofu. Samkvæmt eldri teikningum var stofa 9 búningsskelfi fyrir ljósastofu sem er í dag stofa 10, á milli stofanna var salerni og eru líklega lagnir sem búið er að loka fyrir í vegg.



Mynd 3 Dúkur í sal við anddyri holóttur og illa farinn



Mynd 4 Veggur á salerni fyrstu hæðar illa farin

2.1.3 Önnur hæð

Á annarri hæð má sjá sama mynstur og á fyrstu hæð, upprunalegt gólfefni er á gólfum og er los í dúk við útvegg, þá sér í lagi sunnan megin. Gluggar eru komnir á tíma og innréttingar í kringum vaska eru illa farnar. Skrifstofur voru samkvæmt eldri teikningum ein stór sérkennslustofa. Samkvæmt nýrri teikningum er fyrirhugað að breyta salerni í lyftu, stofu 6 í salerni og aðstöðu húsvarðar en hefur ennþá ekki verið gert.

2.1.4 Þriðja hæð

Á þriðju hæð er sama saga og á hæðum fyrir neðan, sama mynstur er með gólfduka, glugga og vaska. Skipt hefur þó verið um dúk í stofu næst samkomusal, samkvæmt eldri teikningum var þar áður búningaklefi og sturtuaðstaða. Samkomusalur er parketlagður og er talsverður aldur á parketinu, hvort þetta er upprunalegt gólfefni liggur ekki ljóst fyrir. Þakplata yfir hluta af annarri hæð eru stórar svalir á þriðju hæð, steipt plata sem er óvarin en lítur ágætlega út. Stigi upp í þakrými er frá geymslu, þakrými er illa einangrað en sú litla einangrun sem þar er, er sag. Lítil loftræsisamstæða er á loftinu en þegar skoðun fór fram var kerfið ekki í gangi og var seinasta yfirferð nóvember 2022, þá með athugasemdum um að kerfið væri ekki í gangi en hafi verið lagað á staðnum.

2.1.5 Kringla

Kringlan tengist aðalinngangi í gegnum anddyri skólans og er á þremur hæðum. Gólfefni virðast vera þau sömu og voru upprunalega. Á neðstu hæð er fatageymsla fyrir nemendur og á annarri hæð kaffistofa kennara, vinnuherbergi, eldhús og salerni. Eins og í eldri byggingu þá er gólfdukur meðfram útveggjum byrjaður að losa sig frá og kominn er tími á glugga. Á kennarastofu er stigi upp í turn. Í turni er gólfdukur á gólfi, gluggar allan hringinn og útgönguleið á svalir. Mikil rakaummerki og raki er í turnherberginu. Leka ummerki eru bæði í veggjum og þaki. Ofan á þakinu er klukkuturn og lekur eða hefur lekið með honum.

2.1.6 Íþróttasalur

Í gegnum aðalinngang á fyrstu hæð er farið í íþróttasal. Upprunalegt gólfefni virðist vera á gólfum, íþróttasalurinn er parketlagður en búningsklefar, tækjageymsla og skrifstofa dúkalögð. Frá anddyri er hægt að komast á efri pall, sem nær frá búningsklefa að íþróttasal og af palli er hægt að komast í rými yfir lofti íþróttasalar, sem ekki var hægt að komast inn í að þessu sinni. Á efri palli er þröngt op sem hægt er að fara inn í gegnum í þakrými, yfir búningsklefum. Þakrýmið þar er illa einangrað eins og í aðalbyggingu og sú litla einangrun sem þar er, er sag.

2.2 NÝBYGGING BYGGÐ 1998

Tekin var grófleg sjónskoðun með skólastjóra í nýbyggingu, skoðað var í kjallara og valdar stofur á fyrstu og annarri hæð.

2.2.1 Kjallari

Tengigangur er úr kjallara eldri byggingar í kjallara nýbyggingar. Í kjallara er tómstundaráými, geymslur, salerni, lyfta og tæknirými. Í tæknirými sást líkt og í þakrými í eldri byggingu að villumelding í er loftræsikerfinu og var það ekki í gangi. Sýnilegar rakaskemmdir eru í tengiganginum mest við eldri bygginguna.

2.2.2 Fyrsta hæð

Á fyrstu hæð er anddyri, skólatorg, kennslustofur, kennarastofa, námsráðgjafi, aðstaða húsvarðar, lyfta og salerni. Flestar kennslustofur hafa sér salerni í stofunum en einnig er salerni fram á gangi. Á Skólatorgi fyrir framan anddyri er stigi bæði upp á aðra hæð og niður í kjallara.

2.2.3 Önnur hæð

Á annarri hæð eru kennslustofur, hjúkrunarfræðingur, lyfta og salerni. Líkt og á fyrstu hæð eru salerni í hverri stofu. Í stofu 12 er hringstigi við neyðarútgang.





3 SKOÐUN OG NIÐURSTÖÐUR

Í þessum kafla er greint frá atriðum sem komu fram við skoðun, mælingar og niðurstöðum rannsókna eftir rannsóknaraðferðum. Í kaflanum *Umræður og úrbætur* hér að aftan eru niðurstöður túlkaðar og settar í samhengi.







3.0 SJÓNSKOÐUN OG KORTLAGNING Á RAKA

Eftir sjónræna skoðun innanhúss og rakaskimun eru niðurstöður settar fram með því að merkja inn á teikningar rakasvæði, þar sem snertirakamælir, sýndi hækkuð gildi og önnur atriði sem þóttu athugaverð. Niðurstöður eru settar fram á grunnmyndum hvernar hæðar.

Merkingar á teikningar tákna eftirfarandi:

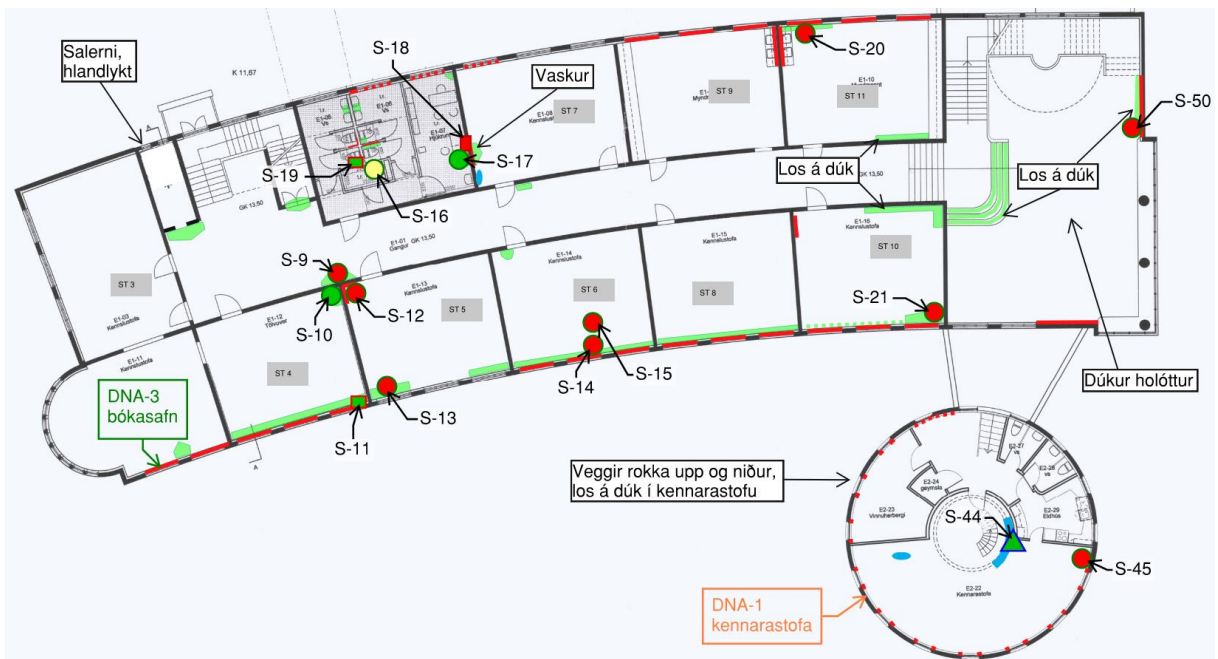
-  **Grænt litað** = Hækkaður raki í gólfi og/eða sýnileg rakaummerki.
-  **Rautt litað** = Hækkaður raki í veggjum og/eða sýnileg rakaummerki.
-  **Blátt litað** = Rakaummerki í lofti.
-  **Fjólublátt litað** = Rými ekki skoðuð.

Við skoðun á húsnæðinu fóru fram mismunandi sýnatökur og eru þær tilgreindar inn á grunnmyndum hvernar hæðar. Í kafla 3.1 er sýnatökum gerð nánari skil. Eftirfarandi tákn sýna staðsetningu og útskýra niðurstöður efnissýna:

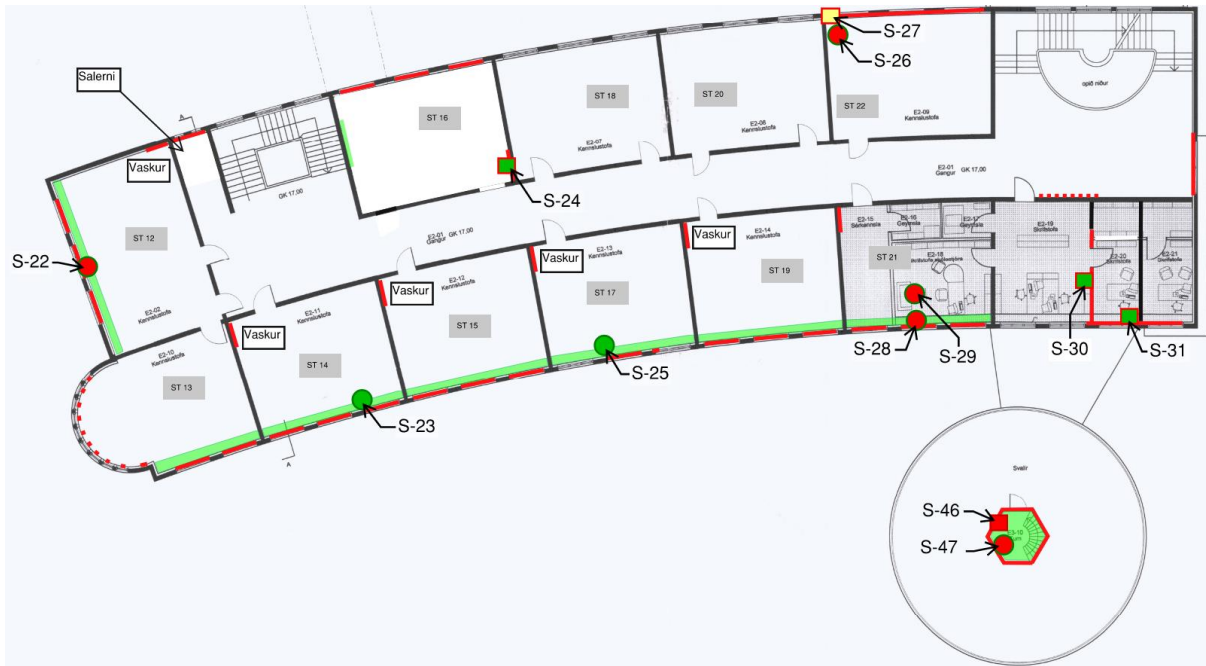
- | | | |
|---|--|--|
|  <i>Enginn örveruvöxtur fannst við skoðun sýnis.</i> |  <i>Ummerki um örveruvöxt fundust í sýni eins og gró, mítlaskítur o.fl.</i> |  <i>Örveruvöxtur fannst í vexti í sýni í gólfi.</i> |
|  <i>Staðsetning sýni gólf.</i> |  <i>Staðsetning sýni veggur.</i> |  <i>Staðsetning sýni loft.</i> |



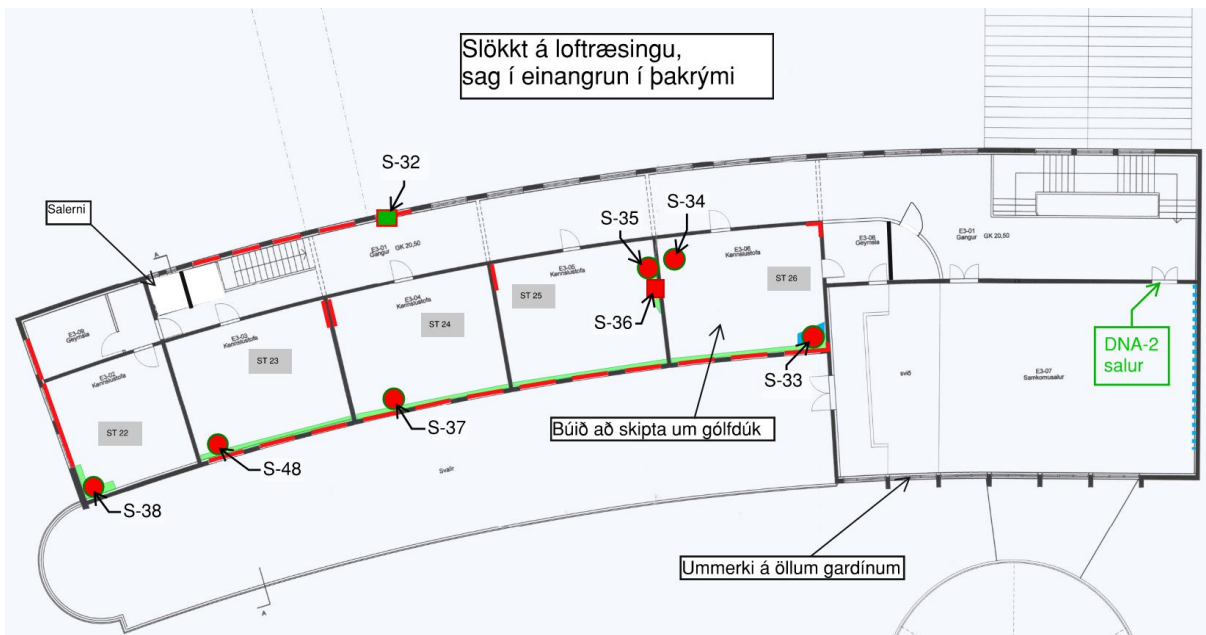
Mynd 4. Grunnmynd kjallari eldra hús og fyrsta hæð í Kringlu.



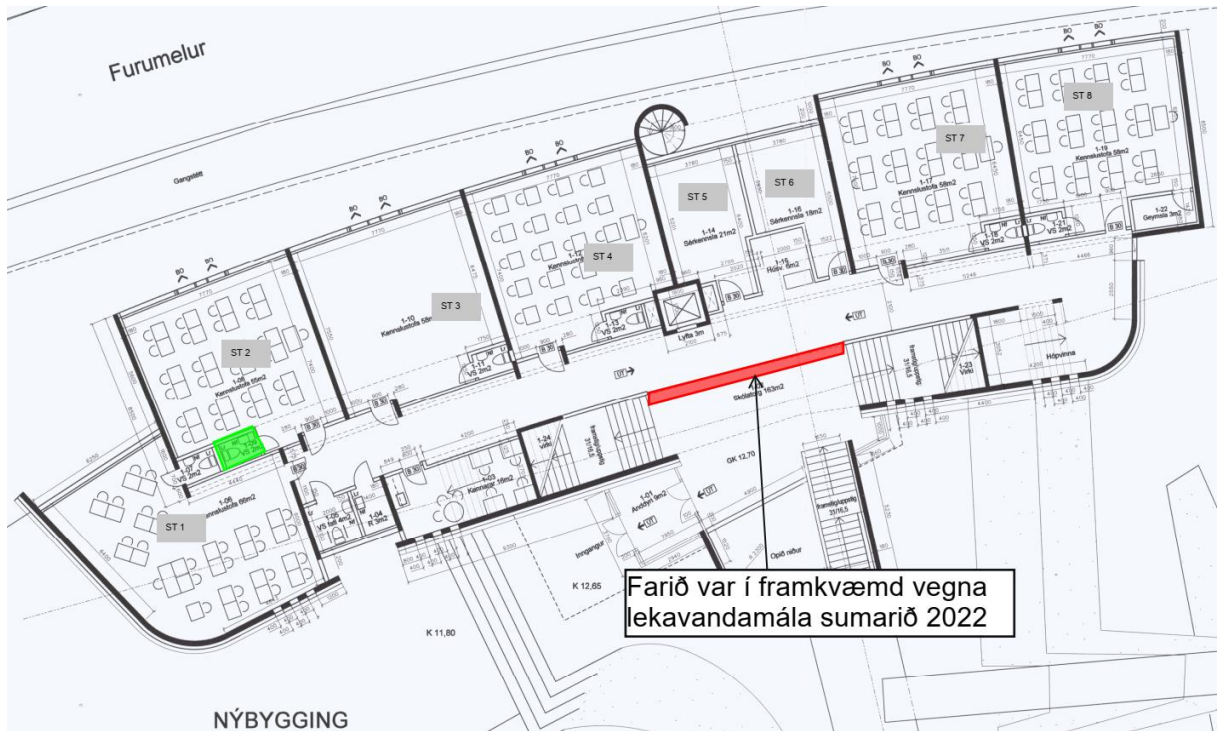
Mynd 5. Grunnmynd fyrsta hæð eldra hús og önnur hæð í Kringlu.



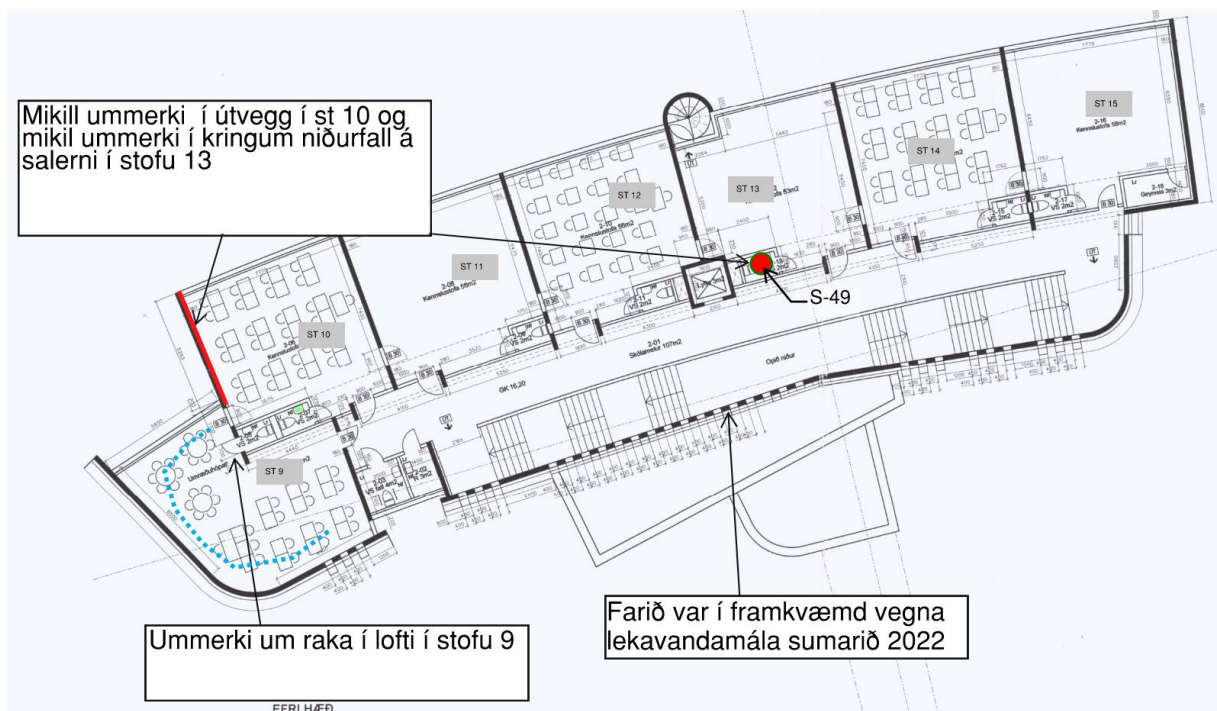
Mynd 5. Grunnmynd önnur hæð eldra hús og þriðja hæð í Kringlu.



Mynd 6. Grunnmynd þriðja hæð eldra hús.



Mynd 7. Grunnmynd fyrsta hæð nýrra hús



Mynd 8. Grunnmynd önnur hæð nýrra hús

3.1 SÝNATAKA

Eftir skoðun og rakaskimun á húsnæði er ákveðið hvar og hvernig skuli taka sýni. Sýnataka í sambærilegum úttektum er í raun ekki lokið fyrr en úrbætur hafa farið fram. Það gæti þurft að taka fleiri sýni á hverjum stað, fyrir eða á verktíma, til þess að meta betur umfang eða hvaða aðgerða er þörf á. Sýnatökurnar, sem þessi ályktun byggist á, eru úr byggingarefnum víðsvegar um húsnæðið. Niðurstöðurnar eru litakóðaðar og merktar inn á yfirlitsteikningar. Ef mygla greindist í sýni er rautt tákn sett inn á yfirlitsteikningu en ef sýnið er hreint er grænt tákn sett inn.

Sýnatakan er ekki magnbundin og endurspeglar ekki endilega umfang rakaskemmda og myglu í byggingunum. Sýni eru tekin til þess að svara þeim spurningum sem skoðunarmaður setur fram hverju sinni. Ef mygla greinist ekki í sýni úr ákveðnu rými þarf það ekki endilega að tákna að þar með sé engin rakaskemmd til staðar, og síðan öfugt, þ.e. ef mygla greinist í sýni þarf það ekki að tákna að allt rýmið sé rakaskemmt. Þegar sýni úr byggingarefnum eru rannsökuð er kannað hvort mygla hafi náð að vaxa inn í efnið og hvort þar megi finna sveppþræði eða gróbera. Í einhverjum tilfellum er greint til tegunda. Niðurstöður sýnatöku eru notaðar til þess að draga ályktanir og leggja fram tillögur til úrbóta. Við úrbætur húsnæðisins er gagnlegt að halda áfram sýnatökum til þess að staðfesta árangur viðgerða eða meta umfang viðgerðarsvæðis.

Þegar sýni eru skoðuð úr steypu er pH gildi steypunnar eða kjarnans kannað og/eða hvort steypan reynist vera basísk. Ef steypa er basísk er sjaldan hægt að finna merki um örveruvöxt í henni. Þegar steypa súrnar skapar hún umhverfi þar sem rakasæknar örverur vaxa. Steypa súrnar með tímanum og því sem steypa er eldri verður hún að jafnaði súrari, en það fer þó eftir ytri aðstæðum og umhverfi.

3.2 YFIRLIT YFIR NIÐURSTÖÐUR BYGGINGAR EFNISÝNA

Tekin voru 50 sýni úr byggingarefnum og reyndust 34 mygluð þar að auki fundust ummerki í 2 til viðbótar en 14 voru hrein.

Tekin voru 3 DNA sýni. Örverur og sveppir sem tengjast rakaskemmdum greindust í þeim öllum þó magnið hafi ekki verið mikið í tveim af þrem.

Kafistofa kennara	D
Salur	B
Bókasafn	A

TAFLA 1 Sýnataka og verkbeiðni: S = skoða vel | L = lausleg greining | G = geyma

SÝNI	STAÐSETNING	LÝSING	EFNI	RAKI	GREIN.	NIÐURSTAÐA	LITAKÓÐI
1	Forstofa í gömlu íbúð, kjallair	Gólf	Dúkur; Ílög		S	Kjarni 26mm langur. Myglað í holrýmum kjarna að minnsta kosti 10mm inn í kjarnann. Ekki ummerki um myglu undir dúk.	
2	Matsalur, kjallari	Gólf við útvegg	Dúkur; Ílög		S	Kjarni 9mm langur. Ekki ummerki um myglu í kjarna. Myglað undir dúk af <i>Aspergillus</i> spp gró og gróberar.	
3	Heimilisfræðistofa, kjallari	gólf ofaná kassa við útvegg	Dúkur; Timbur	Þurrt svæði	S	Myglað undir dúk af <i>Chaetomium</i> spp gró og gróberar og <i>Monodictyus</i> spp gró. Timbur myglað á yfirborði og í "sári" af <i>Chaetomium</i> spp gró og gróberar og <i>Monodictyus</i> spp gró.	
4	Heimilisfræðistofa, kjallari	Gólf, hliðina á kassa við útvegg	Dúkur; Timbur	Þurrt svæði	S	Myglað undir dúk af <i>Chaetomium</i> spp gró og gróberar. Myglað í timbri á bæði framhlið og bakhlið kjarna af <i>Chaetomium</i> spp gró og gróberar, <i>Monodictyus</i> spp gró og tegund sem líkist <i>Tritirachium</i> spp.	
5	Framan eldhús, kjallari	Gólf	Dúkur; Annað; Ílög		S	Kjarni 29mm langur. Mygla í holrýmum kjarna að minnsta kosti 18mm inn í kjarnann. Myglað undir dúk af geislabakteríum, <i>Cladosporium</i> spp gró og gróberar, <i>Acremonium</i> spp gró og gróberar og <i>Chaetomium</i> spp gró og gróberar.	
6	Eldhús, kjallari	Gólf	Ílög; Epoxý		S	Kjarni ca.25mm langur. Myglað í holrýmum kjarna að minnsta kosti 10mm inn í kjarnann.	
7	Gangur milli eldra og nýja, kjallari	Gólf	Dúkur; Ílög		S	Kjarni 23mm langur. Mygla í holrýmum kjarna að minnsta kosti 5mm inn í kjarnann. Myglað undir dúk af <i>Ulocladium</i> spp gró og gróberar.	
8	Gangur milli eldra og nýja, kjallari	Veggur	Dúkur; Ílög		S	Kjarni 25mm langur. Myglað í holrýmum kjarna að minnsta kosti 14mm inn í kjarnann. Myglað undir dúk af tegund sem líkist <i>Penicillium</i> spp gró og <i>Aspergillus</i> spp gró og svepphlutar.	

9	Gangur, 1. hæð	Gólf	Ílögn; Korkur	Þurrt svæði	S	Kjarni 27mm langur. Myglað í holrýmum kjarna að minnsta kosti 17mm inn í kjarnann. Myglað í korki í gegnum korkinn.	
10	Stofa 4, 1. hæð	Gólf við gang	Dúkur; Ílögn	Þurrt svæði	S	Kjarni 26mm langur. Kjarni virðist hafa verið undir rakaálagi en ekki er ummerki um myglu í sýninu.	
11	Stofa 4, 1. hæð	Veggur við útvegg undir glugga	Timbur	Þurrt svæði	S	Ekki ummerki um myglu í sýninu.	
12	Stofa 5, 1. hæð	Gólf, ný dúkur fyrir framan vask	Dúkur; Timbur; Ílögn	Þurrt svæði	S	Kjarni 21mm langur. Mygla í holrýmum kjarna að minnsta kosti 1mm inn í kjarnann. Ekki ummerki um myglu undir dúk. Timbur myglað af Cladosporium spp gró og gróberar.	
13	Stofa 5, 1. hæð	Gólf við útvegg	Dúkur; Ílögn	Þurrt svæði	S	Kjarni 23mm langur. Myglað í holrýmum kjarna að minnsta kosti 4mm inn í kjarnann. Sveppbræðir og gró undir dúk, ekki greint til tegundar.	
14	Stofa 6, 1. hæð	Gólf við vegg	Dúkur; Ílögn	Þurrt svæði	S	Kjarni 13mm langur. Myglað í holrýmum kjarna að minnsta kosti 4mm inn í kjarnann. Uppbornuð gömul mygla undir dúk, ógreinanleg.	
15	Stofa 6, 1. hæð	gólf ca 150mm frá vegg	Dúkur; Ílögn	Þurrt svæði	S	Kjarni 20mm langur. Myglað í holrýmum kjarna að minnsta kosti 3mm inn í kjarnann. Myglað undir dúk af tegund sem líkist Scopulariosis spp gró og gróberar.	
16	Ræstingargeymsla, 1. hæð	Gólf	Dúkur; Ílögn	Þurrt svæði	S	Kjarni 29mm langur. Ekki ummerki um myglu í kjarnanum. Svepphlutar undir dúk sem líkjast Cheatomium spp.	
17	Hjúkrunarfræðingur, 1. hæð	Gólf	Dúkur; Ílögn		S	Kjarni 30mm langur. Ekki ummerki um myglu í sýninu.	
18	Hjúkrunarfræðingur, 1. hæð	Veggur	Málning ; Ílögn		S	Kjarni 22mm langur. Mygla í holrýmum kjarna að minnsta kosti 14mm inn í kjarnann.	
19	Klósett við hjúkrunarfræðing, 1. hæð	Veggur	Málning ; Gips	Þurrt svæði	S	Ekki ummerki um myglu í sýninu.	
20	Stofa 9, 1. hæð	Gólf	Dúkur; Ílögn	Þurrt svæði	S	Kjarni 22mm langur. Mygla í holrýmum kjarna að minnsta kosti 2mm inn í kjarnann. Myglað undir dúk af tegund sem líkist Penicillium spp gró. Einnig smádýraskýtur undir dúk.	
21	Stofa 8, 1. hæð	Gólf	Dúkur; Ílögn	Þurrt svæði	S	Kjarni 11mm langur. Myglað í holrýmum kjarna að minnsta kosti 2mm inn í kjarnann. Dúkur svartur á neðra borði en ekki ummerki um myglu.	

22	Stofa 12, 2. hæð	Gólf við útvegg	Dúkur; Ílögn		S	Kjarni 23mm langur. Myglað í holrýmum kjarna að minnsta kosti 3mm inn í kjarnann. Myglað undir dúk af Acremonium spp gró og gróberar.	
23	Stofa 14, 2. hæð	Gólf við útvegg	Dúkur; Ílögn	Þurrt svæði	S	Kjarni 21mm langur. Ekki ummerki um myglu í sýninu.	
24	Stofa 16, 2. hæð	Veggur í vaskaskáp	Vindpappi; Timbur		S	Ekki ummerki um myglu í sýninu.	
25	Stofa 17, 2. hæð	Gólf við útvegg	Dúkur; Ílögn	Þurrt svæði	S	Kjarni 18mm langur. Ekki ummerki um myglu í sýninu.	
26	Stofa 22, 2. hæð	Gólf við útvegg	Dúkur; Ílögn	Þurrt svæði	S	Kjarni 20mm langur. Myglað í holrýmum kjarna að minnsta kosti 4mm inn í kjarnann. Myglað undir dúk af óþekktri tegund, uppboruð mygla.	
27	Stofa 22, 2. hæð	Veggur	Dúkur; Timbur	Þurrt svæði	S	Ekki ummerki um myglu í sýninu. Smádyraskýtur undir dúk.	
28	Stofa 21, 2. hæð	Gólf við útvegg	Dúkur; Ílögn		S	Kjarni 23mm langur. Myglað í holrýmum kjarna að minnsta kosti 9mm inn í kjarnann. Myglað undir dúk af tegund sem líkist Aspergillus spp svepphlutar uppboruð.	
29	Stofa 21, 2. hæð	Gólf 150mm frá útvegg	Dúkur; Ílögn		S	Kjarni 23mm langur. Myglað í holrýmum kjarna að minnsya kosti 13mm inn í kjarnann. Myglað undir dúk af Tritirachium spp gró og gróberar.	
30	Skrifstofa skólastjóra, 2. hæð	Veggur	Málning; Timbur; Ílögn		S	Kjarni 10mm langur. Ekki ummerki um myglu í sýninu.	
31	Prenttherbergi, 2. hæð	Gluggi í prenttherbergi	Timbur		S	Ekki ummerki um myglu í sýninu.	
32	Gangur, 3. hæð	Gluggi á gangi	Timbur		S	Ekki ummerki um myglu í sýninu.	
33	Stofa 26, 3. hæð	Gólf við svalahurð	Dúkur; Ílögn		S	Kjarni 30mm langur. Myglað í holrýmum kjarna að minnsta kosti 28mm inn í kjarnann. Mikið myglað undir dúk af Aspergillus spp gró og gróberar.	
34	Stofa 26, 3. hæð	Gólf undir vaski	Dúkur; Ílögn		S	Kjarni 23mm langur. Myglað í holrýmum kjarna að minnsta kosti 4mm inn í kjarnann. Myglað undir dúk af Microascus soo gró og svepphlutar.	
35	Stofa 25, 3. hæð	Gólf hinum megin við	Dúkur; Ílögn	Þurrt svæði	S	Kjarni 14mm langur. Myglað í holrýmum kjarna að minnsta kosti 6mm inn í kjarnann.	

		vask sem er í stofu 26				Myglað undir dúk af tegund sem líkist Acremonium spp gró og svepphlutar.	
36	Stofa 25, 3.hæð	Veggur hinum meðgin við vask í stofu 26	Dúkur; Timbur	Þurrt svæði	S	Timburkjarni myglaður á báðum endum af Petriella spp gró og gróberar og Monodictys spp gró. Myglað undir dúk af Monodictys spp gró.	
37	Stofa 24, 3. hæð	Gólf	Dúkur; Ílögn	Þurrt svæði	S	Kjarni 22mm langur. Mygla í holrýmum kjarna að minnsta kosti 14mm inn í kjarnann. Myglað undir dúk af tegund sem líkist Acremonium spp.	
38	Stofa , 3. hæð	Gólf	Dúkur; Ílögn		S	Kjarni 23mm langur. Mygla í holrýmum kjarna í gegnum kjarnann. Myglað undir dúk af Acremonium spp gró og gróberar.	
39	Búningsherbergi við íþróttasal	Gólf	Dúkur; Ílögn		S	Kjarni 26mm langur. Mygla í holrýmum kjarna að minnsta kosti 19mm inn í kjarnann. Ekki ummerki um myglu undir dúk.	
40	Inngangur, kringlan	gólf við útidyrhurð	Ílögn		S	Kjarni 19mm langur. Ekki ummerki um myglu í sýninu.	
41	Fatageymsla, kringlan	útveggur við aðalinngang	Málning ; Ílögn		S	Kjarni 15mm langur. Ekki ummerki um myglu í sýninu.	
42	fatageymsla, kringla	útveggur	Málning ; Ílögn; Timbur		S	Kjarni 11mm langur. Ekki ummerki um myglu í sýninu.	
43	Fatageymsla, kringlan	útveggur	Málmur; Timbur; Ílögn		S	Kjarni 14mm langur. Myglað í holrýmum kjarna að minnsta kosti 1mm inn að aftan. Óþekktir þræðir á bakhlið timburkjarna sem líkjast myglu, ekki gró til staðar.	
44	Kennarastofa, kringlan	Loft við hringstiga	Ílögn		S	Kjarni 11mm langur. Ekki ummerki um myglu í sýninu.	
45	Kennarastofa, Kringlan	Gólf við útvegg	Dúkur; Ílögn	Þurrt svæði	S	Kjarni 29mm langur. Mygla í holrýmum kjarna að minnsta kosti 23mm inn í kjarnann. Ekki ummerki um myglu undir dúk.	
46	Turn, kringlan	útveggur	Ílögn; Málning		S	Kjarni 25mm langur. Myglað í holrýmum kjarna í gegnum kjarnann.	
47	Turn, kringlan	Gólf	Dúkur; Ílögn		S	Kjarni 23mm langur. Mygla í holrýmum kjarna að minnsta kosti 2mm inn í kjarnann. Myglað undir dúk af Tritirachium spp gró og gróberar og Aspegillus spp svepphlutar.	
48	Stofa 23, 3. hæð	Gólf við svalahurð	Dúkur; Ílögn		S	Kjarni 24mm langur. Myglað í holrýmum kjarna í gegnum kjarnann. Myglað undir dúk	

						af Chaetomium spp gró og gróberar.	
49	Stofa 13, nýbygging	Gólf við niðurfall á klósetti	Dúkur; Ílögn		S	Kjarni 30mm langur. Myglað í holrýmum kjarna að minnsta kosti 12mm inn í kjarnann. Ekki ummerki um myglu undir dúk.	
50	Salur við andyri	Gólf við útvegg	Dúkur; Ílögn		S	Kjarni 26mm langur. Mygla í holrýmum kjarna að minnsta kosti 9mm inn í kjarnann. Ekki ummerki um myglu undir dúk.	

4 UMRÆÐUR OG ÚRBÆTUR

Ráðgjafar EFLU telja mikilvægt að nýta tækifærið við úrbætur, og huga að öðrum þáttum eins og aðgengismálum, brunavörnum, lýsingu, hljóðvist, rýmisnotkun og öðrum praktískum atriðum sem snúa að notendum hússins og skólastarfi.

Hægt er að nálgast á mismunandi hátt við mat á því hvaða leið farin er fer eftir ástandi og tilgangi húsnæðis. Og hvernig það er byggt í upphafi.

Þegar við ræðum um ytra byrði hússins þarf að hafa í huga hvað er ásættanlegur árangur er ásættanlegt að viðhaldsaðgerðir séu endurteknar á 5-8 árum eða gerum við kröfu um að viðhaldið endist í 30-50 ár.

Þegar um innivist er að ræða þarf að hafa í huga hverjir eru notendur, eru þeir margir, eru þeir einkar næmir á rakaskemmdir, nota þeir allt húsið eða bara hluta af því, eru vandamálin staðbundin. Er hægt að ráðast í skaðaminnkandi framkvæmdir.

Og að sjálfsgöðu skiptir hér kostnaðurinn máli og það rót og rask sem starfsemin í húsinu verður fyrir á framkvæmdatíma.

Til að einfalda hlutina í tilfelli Melaskóla er rétt að tala almennt um 3 leiðir: A, B og C

Leið A

Fara í allsherjar endurnýjun á bæði ytra og innra byrði hússins, það er að einangra húsið að utan og koma fyrir vatnsvarnar lagi í formi gufuopins dúk sem þéttur er við glugga. Hreinsa múr og öll einangrunarefni innan af veggjum sótthreinsa burðarveggi og múra. Til að hægt sé að fara þessa leið sem er langbesta leiðin út frá byggingaeðlisfræði sjónarmiði og varðveislu hússins, þarf að aflétta friðunar ákvæði sem er á ytri hjúp hússins.

- ✓ Kostir
 - Varanleg leið sem ætti að endast í 30-50 ár
 - Tryggir heilbrigða innivist
 - Sparar rekstrarkostnað
 - Minnkar líkur á örveru vexti
 - Eyðir kuldabrum
- ✓ Ókostur
 - Breytir útliti hússins
 - Minniháttar viðhald á klæðningu (fer eftir vali á klæðningu)
 - Þarf að aflétta friðunar ákvæði að hluta.

Leið B

Hreinsa múr og öll einangrunarefni innan af veggjum sótthreinsa burðarveggi, þetta sýnilegar sprungur með inndælingu ganga frá gluggagötum þannig að tryggt sé að ekki geti lekið milli glugga og steinsteypu. Endurnýja steiningu hússins og glugga.



Endurbyggja svo innra byrði á sama máta og upprunalegur frágangur var eða með sama einangrunargildi til að tryggja að burðarvirki haldist heitt og þannig fyrirbyggja frostsKemmdir í steypu.

- ✓ Kostir
 - Breytir ekki útliti hússins
- ✓ Ókostur
 - Stuttur endingartími 5-8 ár, endurteknar viðhaldsaðgerðir
 - Dýr framkvæmd miðað við endingu
 - Rekstrarkostnaður verður áfram mikil
 - Áhætta á endurteknum örveruvexti í náninni framtíð talsverður
 - Eyðir ekki kulda brúm
 - Áhættusamar þéttingar við glugga og illa farna steypu
 - Viðvarandi sprungumyndanir

Leið C

Halda áfram staðbundnum aðgerðum skipta einungis um þá glugga sem leka og reyna inndælingar. Fara í stað bundnar að gerðir innan dyra meðfram útveggjum, fjarlægja dúka og ílögn ca. m frá veggjum velja önnur gólf efni en dúka næst útveggjum.

- ✓ Kostir
 - Breytir ekki útliti hússins
 - Ódýrt (til skamms tíma)
- ✓ Ókostur
 - Stuttur endinga tími 1-5ár
 - Rekstrarkostnaður verður áfram mikil
 - Áhætta á endurteknum örveruvexti í náni framtíð mjög mikil
 - Eyðir ekki kulda brúm
 - Áhættu samar þéttingar milli glugga og illa farna steypu
 - Viðvarandi sprungumyndanir og viðgerðir

4.1 ÚTVEGGIR

Ytra byrði hússins lítur illa út og eina þekkta leiðin til að tryggja vatnspéttleika hússins er að hindra að vatn komist að burðarvirki hússins. Ljóst er viðvarandi leki hefur verið til staðar og bera dúkar þess merki næst útveggjum og niðurstöður sýna staðfesta það því örveruvöxtur er mjög útbreiddur í skólanum. Skólinn er einangraður að innan miðað við kröfur þess tíma sem hann var byggður á. Einangrunin er að öllum líkindum vikur eða þunnar korkplötur. Þessi litla einangrun hefur að öllum líkindum hlíft steypunni fyrir frostsKemmdum en reynslan segir okkur að steypan í þessu gömlu húsum sé með lélegu frostkerfi. Því er mjög vara samt að auka við einangrun innan frá og verja ekki ytra byrði fyrir vatns og frostáraun.

4.2 ÞAK

Þakvirki er að mestu ef ekki öllu leyti upprunalegt. Ummerki um leka og raka er víða að finna. Yfir stærstum hluta gömlu húsanna er þakvirkið aðgengilegt þar sem það er stólað ofan á steypar plötur allt eru þetta köld rými og einangrun ofan á plötunum yfir skólastofum er spónn, eldhætta í þessum þökum er því mikil. Endurnýja ætti alla klæðningar í þaki einangra og klæða með gufuopnum dúk.

4.3 GÓLF.

Þegar tekist hefur að hindra rakainnstreymi inn í gólfplötturnar ætti að endurnýja alla dúka í skólanum.

Ef ekki tekst að tryggja að raki komist inn í plöturnar ætti að velja gólfefni sem þola betur raka.

4.4 LAGNIR OG WC

Fara þarf í algjöra endurnýjun á öllum salernum í skólanum.

4.5 LOFTRÆSING

Loftræsikerfi er ekki til staðar í elstu hlutum skólans og þarf að bæta úr því til að uppfylla nútímakröfur um loftgæði í skólahúsnæði. Sjá gr. 10.2.6 Byggingarreglugerðar.

Öll loftræsikerfi ættu að vera nettengd annað hvort í gegnum hússtjórnarkerfi eða beint í tölvu hjá húsverði þannig að hægt sé að fylgjast með virkni þeirra án þess að þurfa að fara inn í tæknirými sem eru staðsett víðsvegar um bygginguna.

„10.2.6. gr.

Loftræsing í skólum og sambærilegum byggingum. Íveruherbergi í skólum, frístundaheimilum og sambærilegum byggingum skal loftræsa með loftræsibúnaði sem er bæði með innblástur og útsog og þar sem varmaorka útsogs er endurnýtt. Búnaðurinn skal tryggja gott og heilnæmt innloft. Innblásið ferskloft og útsog skal vera minnst 5 l/s fyrir hvert barn og minnst 7 l/s fyrir einstaklinga 6 ára og eldri. Að lágmarki skal þó innblásið magn fersklofts vera 0,35 l/s á m² heildargólfplatar á meðan byggingin eða einstök rými eru í notkun. Þegar bygging er ekki í notkun skal magn fersklofts vera minnst 0,2 l/s á

m² gólfplatar. Mannvirkjastofnun skal gefa út leiðbeiningar um framkvæmd þessarar greinar. Í leiðbeiningunum skal m.a. skilgreina lágmarksgildi sem höfð skulu til viðmiðunar við hönnun loftræsingar í einstökum rýmum bygginga skv. þessari grein.“

4.6 ÞRIF OG EFNISVAL

Aukin þrif:

Til að lágmarka ryk og önnur óhreinindi er lagt til að almenn regluleg þrif verði bætt. Einnig er ráðlagt að framkvæmd verði ítarleg þrif hátt og lágt á starfsrymum víðsvegar um húsið samhliða framkvæmdum. Nota skal ryksugu með HEPA síu og almennt er mælt með að forðast sterk hreinsiefni með ilmefnum.

Efnisval:

Við úrbætur og framkvæmdir skal einnig bent á að efnisval getur skipt máli varðandi rakapól og útgufun efna. Hvort tveggja er mikilvægt til þess að tryggja bætta innivist.

4.7 ANNAÐ

Nota ætti tækifærið til að skoða og uppfæra til nútímakrafna. Önnur tæknileg atriði sem varða öryggismál, aðgengi og innivist.

Sérstaklega þarf að huga að brunamálum í þökum.

5 RANNSÓKNIR SEM EFLA STYÐST VIÐ

- Canada health. Environmental and workplace health (2007).
Residential Indoor Air Quality Guidelines: Moulds.
Sótt á vef maí 2021:
http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/air/mould-moisissure_e.html
http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/alt_formats/hecs-sesc/pdf/pubs/air/mould-moisissures_e.pdf
- Canadian Construction Association, (2004)
Mould guidelines for the Canadian construction industry
Sótt á vef maí 2021:
<http://www.cca-acc.com/wp-content/uploads/2016/10/PreviewCCA82.pdf>
http://www.eacoontario.com/pdf/2010/eaco_mould-abatement-guidelines_book.pdf
- Charles, K., Magee, R.J., Won, D., Luszyk, E. (2005)
Indoor Air Quality Guidelines and standards
National Research Council Canada
Sótt á vef maí 2021:
<https://nrc-publications.canada.ca/eng/view/fulltext/?id=c597c638-536c-4ed9-b99c-20eb102a3bc0>
- Fischer, G. (2004)
Schimmelpilze in Innenräumen – Nachweis, Bewertung, Qualitätsmanagement
Landesgesundheitsamt Baden-Württemberg im Regierungspräsidium Stuttgart April 2011
- Hirvonen MR, Huttunen K, Roponen M., (2005)
Bacterial strains from moldy buildings are highly potent inducers of inflammatory and cytotoxic effects. National Public Health Institute, Department of Environmental Health, 1: Indoor Air. 2005;15 Suppl 9:65-70
- Mendell o.fl., (2011)
Respiratory and allergic health effects of dampness, mold, and dampness-related agents: a review of the epidemiologic evidence
Sótt á vef maí 2021:
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/pmc3114807/>
- Morse R., AIA, Acker D, (2009)
Indoor Air Quality and Mold Prevention of the Building Envelope Morse Zehnter Associates, last updated 12.01.2009
Sótt á vef maí 2021:
http://www.wbdg.org/resources/env_iaq.php
- Tuuminen T., Lohi J. (2018)
Immunological and toxicological effects of bad indoor air to cause Dampness and Mold Hypersensitivity Syndrome[J]. AIMS Allergy and Immunology, 2018, 2(4): 190-204. doi:10.3934/Allergy.2018.4.190
Sótt á vef maí 2021:
<https://doi.org/10.3934/Allergy.2018.4.190>
- Umhverfisstofnun, 2015.
Leiðbeiningar fyrir almenning: Innloft, raki og mygla í híbýlum.
Sótt á vef maí 2021:
http://www.ust.is/library/Skrar/utgefid-efni/Annad/Innloft,%20raki%20og%20mygla_2015%20KH.pdf
- World Health Organization, 2009
WHO guidelines for indoor air quality: dampness and mould.
Sótt á vef júní 2019:
<http://www.euro.who.int/document/E92645.pdf>

Efni af vefnum sótt maí 2021:

EPA

IAQ Design Tools for Schools (DTfS)

<http://www.epa.gov/iaq/schooldesign/>

EPA

Mold and Moisture - Mold Remediation in Schools and Commercial Buildings

<https://www.epa.gov/mold/mold-remediation-schools-and-commercial-buildings-guide>

EPA

Fact sheet: Mold in Schools

<https://www.epa.gov/sites/production/files/2014-08/documents/moldfactsheet.pdf>

Health Canada

Environmental and Workplace Health

<http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/index-eng.php>

WHO

Interventions and actions against mold

http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0013/121423/Allcasestudies.pdf

IICRC S520, 2003.

Standard and Reference Guide for Professional Mold Remediation, 2003 og 2013.

6 VIÐAUKI - RANNSÓKNARAÐFERÐIR

Hér er farið yfir rakaskemmdir í byggingum og aðferðir við mat á rakaástandi og innivist. Farið er gróflega yfir sýnatökur og aðferðir.

Rakaskemmdir

Rakavandamál eða viðvarandi raki í byggingum valda því að niðurbrot verður á byggingarefnum og grotnun og örverur koma sér fyrir á rakasvæðinu. Rakaskemmdir hafa því neikvæð áhrif á loftgæði innandyra og getur valdið notendum og íbúum húsnæðisins vandamálum í tengslum við heilsu og vellíðan. Rakaskemmdir og mygla í byggingum er áhrifaþáttur heilsu (WHO, 2009).

Örverusamsetning og fjölbreytileiki er frábrugðinn í rakaskemmdum byggingum. Aðstæður, efniseiginleikar og hitastig skipta mestu máli um tegundir örvera, þróun og vaxtarhraða. Í rakaskemmdum er ekki eingöngu að finna lifandi og dauðar örverur, frumur, hluta þeirra og afleiðuefni heldur einnig rokgjörn lífræn efni bæði frá örverum og einnig byggingarefnum sem gufa út í auknum mæli eða brotna niður þegar þau verða rök. Það er ekki að fullu ljóst hver verkun einstakra þátta er, áhrif eða jafnvel hvert samspil þeirra eða hlutverk í þróun og tilurð einkenna og kvilla sem koma fram hjá notendum bygginga. Áhrif þessarar breyttu örveruflóru, uppsöfnun efna og efnaútgufunar er þáttur í að viðvera í slíku húsnæði telst heilsuspillandi (WHO, 2009).

Eftirfarandi þættir finnast meðal annars í rakaskemmdu húsnæði sem geta haft áhrif á heilsu*:

Tafla. Þeir áhrifaþættir sem finnast í rakaskemmdu húsnæði.

OFNÆMISVAKAR	LÍFFRÆÐILEGIR	ÚTGUFUN/EITUREFNI
<ul style="list-style-type: none"> Rykmaura ofnæmisvakar Sveppaofnæmisvakar, venjulega glykopeptíð sem finnast í gróum, sveppaþráðum og svepphlutum. Þessir ofnæmisvakar hafa sterkustu tengsl við myndun og aukningu á astma 	<ul style="list-style-type: none"> Myglusveppir Geislabakteríur Bakteríur Beta-glucans úr frumuveggjum, fituleysanleg, bólgumyndandi efni úr frumuveggjum flestra sveppa og einhverra plantna Örveru efnaafleiður, endotoxin, ergosterols, og penicillin G Myglusveppaeiturefni (e. mycotoxin)sem geta valdið eitrunaráhrifum við lágan styrk MVOC (microbiological volatile organic compounds) eða lífræn rokgjörn efni sem myglusveppir mynda við ákveðnar aðstæður 	<ul style="list-style-type: none"> PAH hringlaga kolefnissambönd (PAH) Þalöt Formaldehýð Rokgjörn lífræn efni (VOC - volatile organic compounds) t.d. alkóhól, aldehyð, ketónar, terpenar, lyktarefni, amíð og brennisteinsefni Hálf rokgjörn lífræn efni (SVOC - semi volatile organic compounds). Efni sem losna frá byggingarefnum þegar þau verða rök og geta verið rokgjörn eða í föstu formi og loðað við yfirborð og rykagnir

(Miller DJ, 2014, Pizzorno, 2016)

*Þessi upptalning er ekki tæmandi

Sjónræn skoðun

Sjónræn skoðun fer þannig fram að teknar eru ljósmyndir af húsnæði, skoðað er eftir yfirborðsflötum með vasaljósi og ummerki um raka eru merkt inn á teikningar og aðrar athugasemdir skráðar.

Einnig er kannað hvernig loftræsinga bygginga er háttað og hvort að mögulegt sé að tryggja loftskipti. Skoðunaraðili þarf einnig að kynna sér byggingarefni, efnisval, hönnun og uppbyggingu byggingarluta. Rakafæði og loftfæði á milli rýma og byggingarluta geta einnig haft áhrif á hvort það eru rakavandamál í byggingum eða hvort loftgæði eru skert. Til þess að draga ályktun á því hvort rakaskemmdir, eða áhætta sé til staðar, í húsnæðinu þarf úttektaraðili að skoða alla þessa þætti samhliða og draga saman niðurstöður.

Efnisval í rýmum, innréttingar, húsmunir og efnisval við ræstingar eru enn einn þáttur sem getur spilt loftgæðum og þarf að hafa í huga við skoðun.

Upplýsingar frá notendum og saga byggingar

Mikilvægt skref er að afla upplýsinga er varða bygginguna, fyrri framkvæmdir, viðhaldssögu auk sögu um leka og vatnstjón. Einnig er gagnlegt að afla upplýsinga, þegar fólk telur sig finna fyrir heilsufarstengdum einkennum í húsnæði, um nánari staðsetningu á því hvar það finnur fyrir einkennum, hvar ekki og hvort það sé dagamunur á líðan.

Húsagerð

Húsagerð og byggingarlag ræður miklu um hvernig úttekt fer fram. Áður en úttekt fer fram þarf að kynna sér uppbyggingu og byggingarefni til þess að geta áttað sig betur á rakaástandi og mögulegum áhættusvæðum. Taka þarf tillit til sérstakra aðstæðna, uppbyggingar eða notkun byggingarefna. Sérstaklega þarf að hafa í huga séríslenskar aðstæður og byggingartímabil til þess að skipuleggja úttekt.

Við rakaskimun er mikilvægt að þekkja mismunandi eiginleika rakamæla og hvernig þeir virka á mismunandi byggingarefni eins og t.d. einingar, timbur, múr eða steypu.

Rakamælingar

Rakamæling í byggingarefnum, s.s. gólfi og veggjum er almennt gerð með snertirakamælum (non invasive) og niðurstöður eru merktar inn á teikningar.

Rakamælingar þar sem mælar eru lagðir ofan á byggingarefni, snertimælar (non invasive): Rakamælar sem eru notaðir gefa til kynna efnisraka eru lagðir á byggingarefni og sýna gildi frá 0 og upp í 100/1000. Þeir sýna þó ekki raunverulega hlutfallsrakaprósentu.

Frávik á snertirakamælingum kemur fram þegar gildi á mæli er hærra heldur en viðmiðunarmæling eða mæligildi af áætluðu þurru svæði á sama byggingarefni sem er úr sama rými. Frávik gefa til kynna að líkur séu á því að hækkaður raki sé til staðar í byggingarefnum.

Viðmiðunarmælingar felast í því að útslag rakamælis er borið saman á svæðum þar sem mælir er lagður. Rakamælir er þá lagður á yfirborð og metið hvort að útslag breytist eða hækkar. Viðmið er þá fengið með því að leggja mæli á áætlað þurrt svæði. Slík viðmið og hækkan á útslagi mælis gefa því fyrstu vísbendingar og nýttast á þann hátt við rannsóknir og greiningu á rakavandamálum. Þegar vafi

leikur á rakamælingu þarf að hafa annan rakamæli til viðmiðunar til þess að staðfesta hvort frávik sé til staðar.

Frávik snertirakamælinga eða þar sem útslag mælist hærra eru merkt inn á teikningar þar sem svæði og umfang er gróflega sett fram með litakóða.

Rakamælar og tæki notuð við skoðun:

DT-9881 – Particle counter

Tramex – digital

Protimeter surveymaster - General Electric (PS)

GANN Hydromette Compact B

Protimeter Aquant - General Electric

Flir – IR myndavél

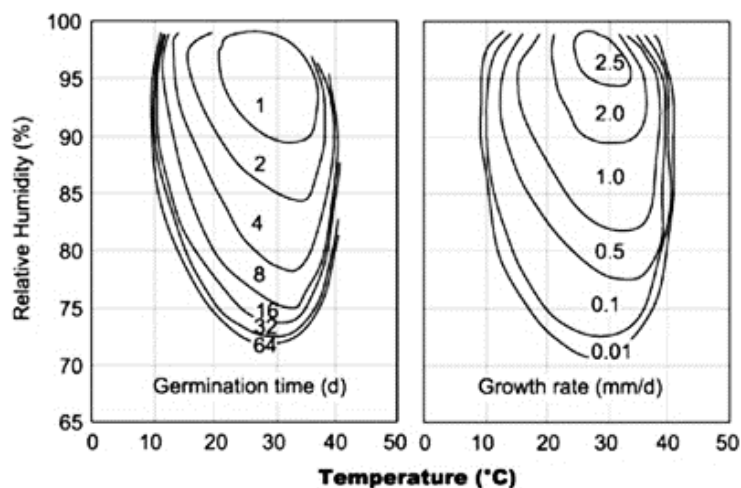
Protimeter MMS – General Electric

Flir- EXTECH M0257 rakamælir

Rakamælingar á hlutfallsraka:

Hlutfallsrakamælum (RH%) er gjarnan komið fyrir þar sem snertirakamælir sýnir hækkað gildi (raka) til þess að kanna raunverulegan hlutfallsraka. Hægt er að sjá hvort vaxtarskilyrði séu fyrir rakasæknar lífverur á þessum stöðum. Lífvænleiki þeirra til að vaxa er einkum háður hlutfallsraka í byggingarefnum (HR%) , tiltækum raka og ákveðnu hitastigi.

Á mynd 25 má sjá vaxtarhraða og hraða grómyndunar hjá ákveðinni tegund myglusveppa miðað við hlutfallsraka í byggingarefnum eða tiltækan raka hverju sinni. Eins og sjá má á myndinni eykst vaxtarhraðinn með auknum raka og grómyndun eða spírun frá grói í myglu tekur skemmri tíma við meiri raka. Hitastig spilar einnig stórt hlutverk í þessu ferli.



Mynd 7. Vaxta og grómyndunar línurit fyrir myglusveppi með tilliti til raka og hita (21°C)

(Heimild:https://www.wbdg.org/resources/env_iaq.php Morse R., AIA, Acker D, 2009)

Mælur sem EFLA notar við rakaskimun.



Mynd 8. : Dæmi um (non invasive) eða snertirakamæla

Þessir snertirakamælur hér að ofan þurfa ekki að gata byggingarefni til að meta raka í efnum.

Sýnataka úr byggingarefnum

Með hliðsjón af uppbyggingu, rakamælingum og sjónskoðun eru sýni tekin úr byggingarefnum. Þetta er gert til þess að kanna hvort að það sé hægt að álykta um að rakasæknar örverur finnist þar sem raki er hækkaður og síðan hvort að einhverjar slíkar örverur séu að finna á þurrum svæðum. Einnig er í einhverjum tilfellum sýni tekin úr veggjum og gólfi þar sem raki er mikill til þess að kanna ástand byggingarefna og hversu langt inn í byggingarhluta megi finna örverur.



Mynd 9. Sýnataka úr vegg

Sýni eru tekin beint af byggingarefnum til þess að skoða hvort mygla sé í vexti eða til staðar í byggingarefni við skoðun í smásjá. Þessi sýni eru ekki sett í ræktun og því eru ekki ræktuð upp þau gró sem ef til vill eru til staðar á yfirborði byggingarefna. Með þessari aðferð er skoðuð sú mygla sem hefur vaxið upp á yfirborði og innan í byggingarefnum með undirliggjandi sveppþráðum.

Þessi sýnataka er ekki magnbundin og niðurstöður endurspegla eingöngu magn sem er greinanlegt á þeim hluta byggingarefnis sem er skoðaður. Til þess að ákvarða eða koma með tillögur um umfang og magn eru þessar niðurstöður notaðar til þess að álykta um sambærileg svæði. Sýnatökustaðir eru merktir inn á teikningar á hverri hæð og niðurstöður koma fram í niðurstöðukafla. Sýni úr gólfi er tekið bæði af dúk og undirliggjandi lími og efnum. Úr veggjum er tekið sýni með kjarnabor til þess að átta sig á ástandi klæðningar og einangrunar eftir því sem við á.

DNA stroksýni

DNA stroksýni eru notuð til að meta hvort örverur (svepphlutar, geislabakteríur og gró) úr rakaskemmdu byggingarefni finnast í uppsöfnuðu ryki sem hefur sest í rýminu. Niðurstöður úr greiningu á DNA sýni geta því gefið vísbendingar um hvaða örverur megi finna í rýminu þar sem sýnið er tekið. Þessi rannsóknaraðferð er einkum notuð þar sem grunur er um rakaskemmd byggingarefni í lokuðum byggingarhlutum þar sem ekki eru sjáanleg rakavandamál innanhúss.



Mynd 10. DNA strokpinni

Þessi sýni eru send til greiningar á rannsóknarstofu OBH í Danmörku. Greiningaraðili hefur útbúið viðmið út frá skilgreindum gagnagrunni (sjá í viðauka OBH). Þá er metið vægi tegunda og magn þeirra í ryki og gefnir eru upp litakóðarnir; grænn, gulur eða rauður, sem fer eftir því hvernig samsetning er á ryki miðað við gagnabanka OBH um þurr og hrein hús. Það er ekki hægt að búast við því að engin ummerki um myglu eða gró finnast í innilofti eða uppsöfnuðu ryki í venjulegu viðverurými.

Loftgæði og frávik

Komi fram eftirtalin frávik í skoðun húsnæðis skal skoða það nánar:

- Loftræsing, virkni og gerð eru ekki fullnægjandi
- Loftlekar frá öðrum rýmum mögulegir (óþétt rör á milli hæða, loftristar, hurðir alltaf opnar)
- Lykt í rými (hvort lykt sé óþægileg, frábrugðin öðrum rýmum eða efna- eða rakalykt)
- Aldur byggingarefna og gleypni þeirra (gljúp byggingarefni geyma frekar afleiðuefni og útgufunarefni)
- Mannmergð og rýmisnotkun (rýmið þarf að skoða betur vegna notkunar)
- Efnisval, byggingarefni, gólfefni og innréttingar
- Hreinsiefni og notkun (skaðleg efni í hreinsiefnum sem geta spillt loftgæðum)
- Þrif og ræsting (ryk á yfirborðsflötum eða á loftristum)
- Eru teppi á gólfum, ástand, aldur og þrifafyrirkomulag
- Er efnanotkun í rými (t.d. í textíl- eða myndmennt)
- Vantar sólhlífar í glugga (við miklar hitabreytingar eykst útgufun efna frá byggingarefnum)
- Hafa framkvæmdir verið nýlega í rými (hærri útgufun VOC = volatile organic compounds)
- Eru mörg tæki í notkun í rými, útgufun eða hitastreymi (skjáiir, tölvur, prentarar eða annað)
- Ef rakatæki eru til staðar, eru þau reglulega þrifuð og umhirða góð
- Ef það eru plöntur í rými eru þau umpottuð reglulega og umhirða góð.

- Er útiúhverfi rýmis mögulega mengunarvaldur (t.d. svifryk eða útblástur frá umferð)