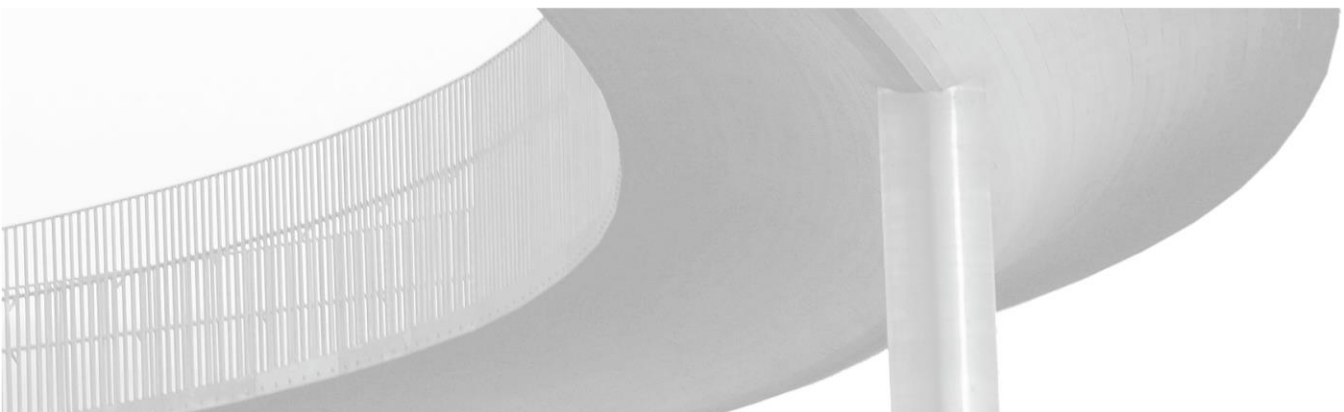


## LÁGAFELLSSKÓLI - LÆKJARHLÍÐ 1

Innivist og loftgæði

22.09.2020





## SKÝRSLA – UPPLÝSINGABLAÐ

### SKJALALYKILL

1831-102-SKA-001-V02

### SKÝRSLUNÚMÉR / SÍÐUFJÖLDI

01 / 37

### VERKEFNISSTJÓRI – FULLTRÚI VERKKAUPA

Jóhanna Björg Hansen

### VERKEFNISSTJÓRI – EFLA

Sylgja Dögg Sigurjónsdóttir

### LYKILORÐ

Skoðun, rakamæling, sýnataka

### STAÐA SKÝRSLU

- Í vinnslu
- Drög til yfirlstrar
- Lokið

### DREIFING

- Opin
- Dreifing með leyfi verkkaupa
- Trúnaðarmál

### TITILL SKÝRSLU

Innivist og loftgæði

### VERKHEITI

Lækjarhlíð 1 – Lágafellsskóli

### VERKKAUPI

Mosfellsbær

### HÖFUNDUR

Pórunn Sigurðardóttir

### ÚTDRÁTTUR

Markmið skoðunar á húsnæði Lágafellsskóla, Lækjarhlíð 1 í Mosfellsbæ, var að kanna innivist og athuga hvort rakavandamál séu til staðar. Úttekt leiddi í ljós rakaskemmdir sem geta haft áhrif á innivist.

Samhliða úttekt fór fram loftgæðamæling í nokkrum rýmum, þar sem hlutfall koltvísýrings í innlofti var mælt ásamt hita- og rakastigi.

Niðurstöður mælinga gefa vísbendingar um að auka megj loftskipti í hluta mældra rýma.

Tillögur eru um að stöðva rakaupptök, fjarlægja rakaskemmd byggingarefni, þetta byggingarhluta og loftræsa betur rými ásamt því að skoða loftræsikerfið í heild. Einnig er lagt til að endurskoða þrif en léleg þrif geta haft áhrif á innivist.

## ÚTGÁFUSAGA

---

<u>NR.</u>	<u>HÖFUNDUR</u>	<u>DAGS.</u>	<u>RÝNT</u>	<u>DAGS.</u>	<u>SAMÞYKKT</u>	<u>DAGS.</u>
01	Pórunn Sigurðardóttur	14.08.20	Benjamín Ingi Böðvarsson	17.08.20	Sylgja Dögg Sigurjónsdóttir	17.08.20
02	Pórunn Sigurðardóttir	22.09.20	Benjamín Ingi Böðvarsson	22.09.20	Sylgja Dögg Sigurjónsdóttir	22.09.20

## EFNISYFIRLIT

1	INNGANGUR	7
1.1	Umfang skoðunar	7
1.2	Aðferðir	7
2	SKOÐUN OG NIÐURSTÖÐUR	8
2.1	Sjónskoðun og kortlagning á raka	8
2.2	Sýnataka	18
2.3	Skráningarforritið Ajour	20
2.4	Loftgæðamælingar	20
3	UMRÆÐUR OG ÚRBÆTUR	25
3.1	Rakamælingar í stofum og öðrum íveruýmum	25
3.2	Raki í kjallara	26
3.3	Þak og þakgluggar	26
3.4	Kuldabryr	26
3.5	Loftræsing	26
3.6	Þrif	27
3.7	Samantekt	27
4	RANNSÓKNIR SEM EFLA STYÐST VIÐ	29
5	VIÐAUKI – RANNSÓKNARAÐFERÐIR	31
5.1	Sjónræn skoðun og rakaskimun	31
5.1.1	Rakamæling	32
5.1.2	Rakamælingar á hlutfallsraka	33
5.1.3	Samanburður á hlutfallsrakamæli og snertimæli	34
5.2	Upplýsingaöflun frá notendum	34
5.3	Sýnataka úr byggingarefnum	35
5.4	DNA/qPCR sýni	35
5.5	Loftgæðamælingar	36

## Myndaskrá

<b>MYND 1:</b> Grunnmynd 3. hæðar, stofur 323-357 ásamt fjölnota rými – rakaummerki og sýnatökustaðir merktir inn á teikningu. _____	9
<b>MYND 2:</b> Grunnmynd 3. hæðar, stofur 320-322 ásamt skrifstofum kennara og stjórnenda – rakaummerki og sýnatökustaðir merktir inn á teikningu. _____	10
<b>MYND 3:</b> Grunnmynd 3. hæðar, stofa 306, kennarastofa og vinnurými kennara – rakaummerki og sýnatökustaðir merktir inn á teikningu. _____	11
<b>MYND 4:</b> Grunnmynd 3. hæðar, stofur 301-305 ásamt fjölnota rými – rakaummerki og sýnatökustaðir merktir inn á teikningu. _____	12
<b>MYND 5:</b> Grunnmynd 1. og 2. hæðar, stofur 152-157 ásamt gangi og ýmsum rýmum á 2. hæð – rakaummerki og sýnatökustaðir merktir inn á teikningu. _____	13
<b>MYND 6:</b> Grunnmynd 1.og 2. hæðar, stofur 110-116 ásamt gangi og ýmsum rýmum á 2. hæð – rakaummerki og sýnatökustaðir merktir inn á teikningu. _____	14
<b>MYND 7:</b> Grunnmynd 1.og 2. hæðar, stofur 106-108 og bókasafn ásamt gangi og ýmsum rýmum á 2. hæð – rakaummerki og sýnatökustaðir merktir inn á teikningu. _____	15
<b>MYND 8:</b> Grunnmynd 1.og 2. hæðar, stofur 101-105 ásamt gangi og ýmsum rýmum á 2. hæð – rakaummerki og sýnatökustaðir merktir inn á teikningu. _____	16
<b>MYND 9:</b> Grunnmynd kjallara – rakaummerki og sýnatökustaðir merktir inn á teikningu. _____	17
<b>MYND 10:</b> Sýni 1 – stofa 357, 3.hæð, gólf, dúkur og ílögn. _____	19
<b>MYND 11:</b> Sýni 2 – stofa 157, 1.hæð, gólf, dúkur og ílögn. _____	19
<b>MYND 12:</b> Sýni 3 – stofa í frístundarrými, 1.hæð, gólf, dúkur og ílögn. _____	19
<b>MYND 13:</b> Sýni 4 – smíðastofa, 1.hæð, gólf, parket og ílögn. _____	19
<b>MYND 14:</b> Sýni 5 – heimilisfræðistofa, 1.hæð, gólf, dúkur og ílögn. _____	19
<b>MYND 15:</b> Alrými, 3.hæð - mælingar á koltvísýringi yfir tímabilið 27.apríl til 6.júní 2020. _____	21
<b>MYND 16:</b> Alrými, 3.hæð - mælingar á hita og raka yfir tímabilið 27.apríl til 6.júní. _____	21
<b>MYND 17:</b> Matsalur 2.hæð - mælingar á koltvísýringi yfir tímabilið 6. maí til 2020 til 5. júní 2020. _____	22
<b>MYND 18:</b> Matsalur 2.hæð - mælingar á hita og raka yfir tímabilið 6. maí til 5. júní 2020. _____	22
<b>MYND 19:</b> Setrið 3.hæð - mælingar á koltvísýringi yfir tímabilið 27. apríl til 1. júní 2020. _____	23
<b>MYND 20:</b> Setrið 3.hæð - mælingar á hita og raka yfir tímabilið 27. apríl til 1. júní 2020. _____	23
<b>MYND 21:</b> Stofa 301, 3. hæð - mælingar á koltvísýringi yfir tímabilið 27. apríl til 30. maí 2020. _____	24
<b>MYND 22:</b> Stofa 301, 3. hæð - mælingar á hita og raka yfir tímabilið 27. apríl til 30. maí 2020. _____	24

## Töfluskrá

<b>TAFLA 1:</b> Niðurstöður greininga á efnissýnum sem tekin voru við skoðun 11.02.2020 _____	18
---	----

## 1 INNGANGUR

### 1.1 Umfang skoðunar

Mosfellsbær hefur óskað eftir að allar skólabyggingar verði skimaðar með tilliti til rakaskemmda og hugsanlegs örveruvaxtar. Tilgangurinn er að afla upplýsinga um ástand bygginga vegna rakaskemmda og í hvaða tilfellum þörf er á úrbótum eða aðgerðum. Einnig er óskað eftir loftgæðamælingum og í framhaldi hyggst Mosfellsbær fylgja þessum skimunum eftir og vakta loftgæði í skólabyggingum og íþróttamannvirkjum bæjarins.

Markmið skimunar EFLU er að gefa húseiganda og notendum upplýsingar um ástand húsnæðis með tilliti til leka og rakaskemmda. Ef niðurstöður skimunar gefa tilefni til, er farið í að taka sýni af rakasvæðum eða önnur sýni sem eru gagnleg til þess að greina orsök til þess að geta lagt til úrbætur.

Markmiðið er að fá upplýsingar um ástand skólabygginga til þess að geta tekið ákvörðun um næstu skref í viðhaldi, forgangsraðað verkefnum og farið í fyrirbyggjandi viðhaldaðgerðir þar sem það á við.

Úttekt á Lágafellsskóla fór fram í apríl og maí 2020 og sá Þórunn Sigurðardóttir að mestu leyti um framkvæmd hennar en Benjamín Ingi Böðvarsson og Sylgja Dögg Sigurjónsdóttir komu einnig að henni. Svavar Örn Guðmundsson líffræðingur hjá EFLU greindi efnissýni á rannsóknarstofu EFLU.

### 1.2 Aðferðir

*Til þess að meta loftgæði í húsnæði þarf að skoða hlutina heildstætt og huga að mörgum þáttum svo sem húsaerð, ástandi og gæði byggingarinnar auk hegðun notenda. Einnig er stuðst við rakamælingar, mati á rakaflæði í byggingarhlutum og mati á loftlekum og loftskiptum. Þegar fjallað er um rakaskemmdir er verið að vísa til þess ástands sem verður til vegna viðvarandi raka, þeirra örvera sem þrífast við raka, útgufun frá rökum byggingarefnum og önnur smádýr. Örverur sem eru einkennandi fyrir rakaskemmdir geta vaxið upp innandyra undir gólfefnum, innan í veggjum og í byggingarefnum eins og klæðningu ef til kemur vatn eða nægilegur raki (yfir 70% RH). Rakamælingar í byggingarefnum gefa því oft sterkar vísbendingar varðandi umfang vandamála sem tengjast raka.*

Til þess að meta ástand með tilliti til rakavandamála og innivistar var í þessu tilviki notast við eftirfarandi þætti. Fyrir nánari skýringu á þessum aðferðum má sjá kafla 5 sem fjallar um rannsóknaraðferðir.

- Sjónskoðun
- Upplýsingaöflun frá rekstraraðilum
- Kortlagningu raka með rakamælum
- Sýnatöku úr byggingarefnum
- Loftgæðamælingar


## 2 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.

### 2.1 Sjónskoðun og kortlagning á raka

Niðurstöður eftir sjónræna skoðun innanhúss og rakamælingar eru settar fram með því að merkja inn á teikningar rakasvæði þar sem yfirborðsrakamælir, sýndi hækkuð gildi og þau atriði sem þóttu athugaverð. Niðurstöður eru settar fram á grunnmyndum hvernar hæðar hér að neðan.

Merkingar á teikningar eru eftirfarandi:

 **Blátt litað** = Svæði ekki skoðað.

 **Grænt litað** = Hækkaður raki í gólfi og/eða sýnileg rakaummerki.

 **Rautt litað** = Hækkaður raki í veggjum og/eða sýnileg rakaummerki.

 **Fjólublátt litað** = Rakaummerki í lofti.

Við skoðun og rannsókn á húsnæðinu fóru fram mismunandi sýnatökur og eru þær tilgreindar inn á grunnmyndum hvernar hæðar. Í kafla 2.3 er sýnatökum gerð nánari skil. Eftirfarandi tákn sýnir staðsetningu og útskýrir niðurstöður efnissýna:



*Enginn örveruvöxtur fannst við skoðun sýnis.*

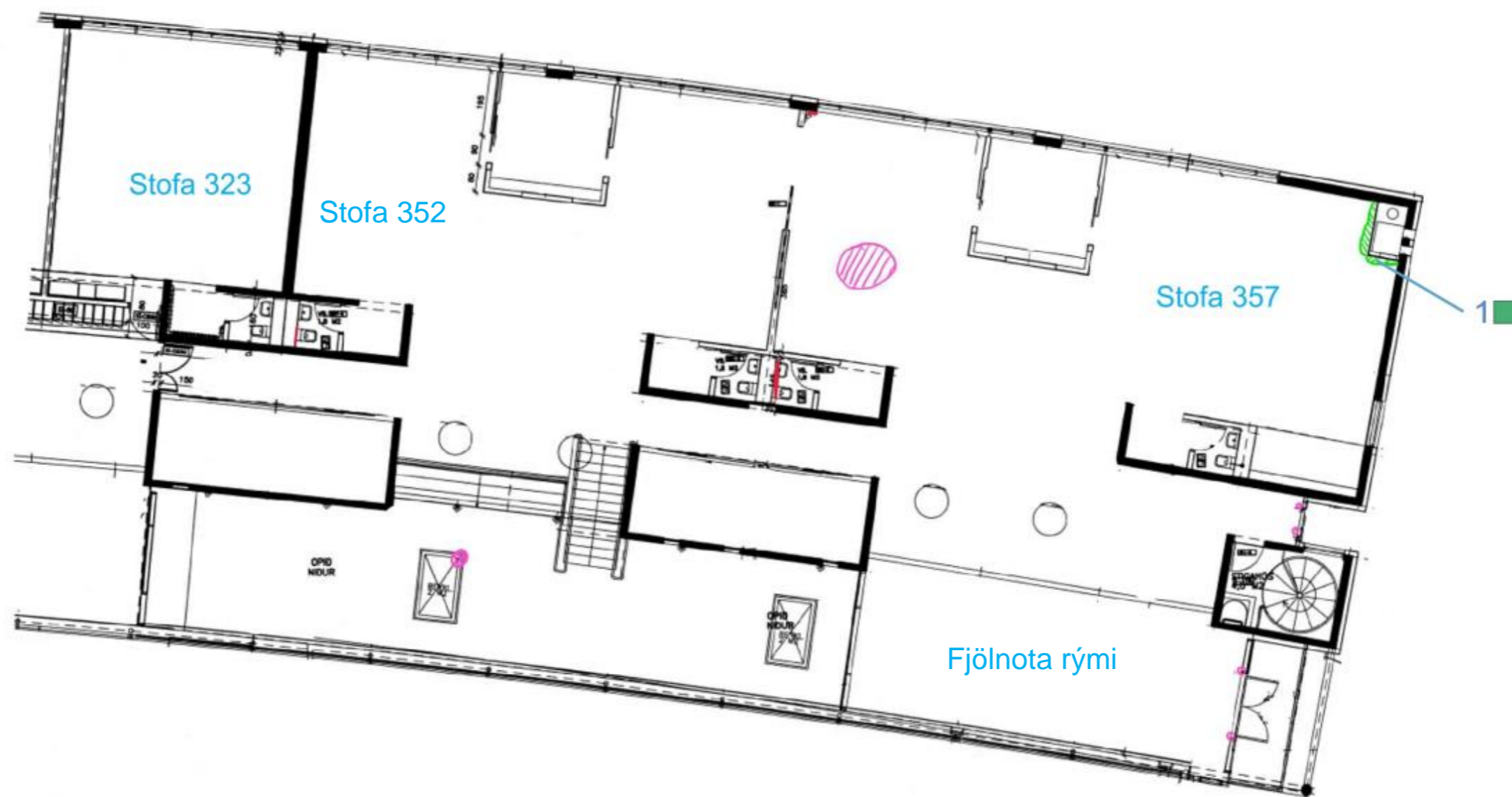


*Ummerki um örveruvöxt fundust í sýni eins og gró, mítlaskítur ofl.*

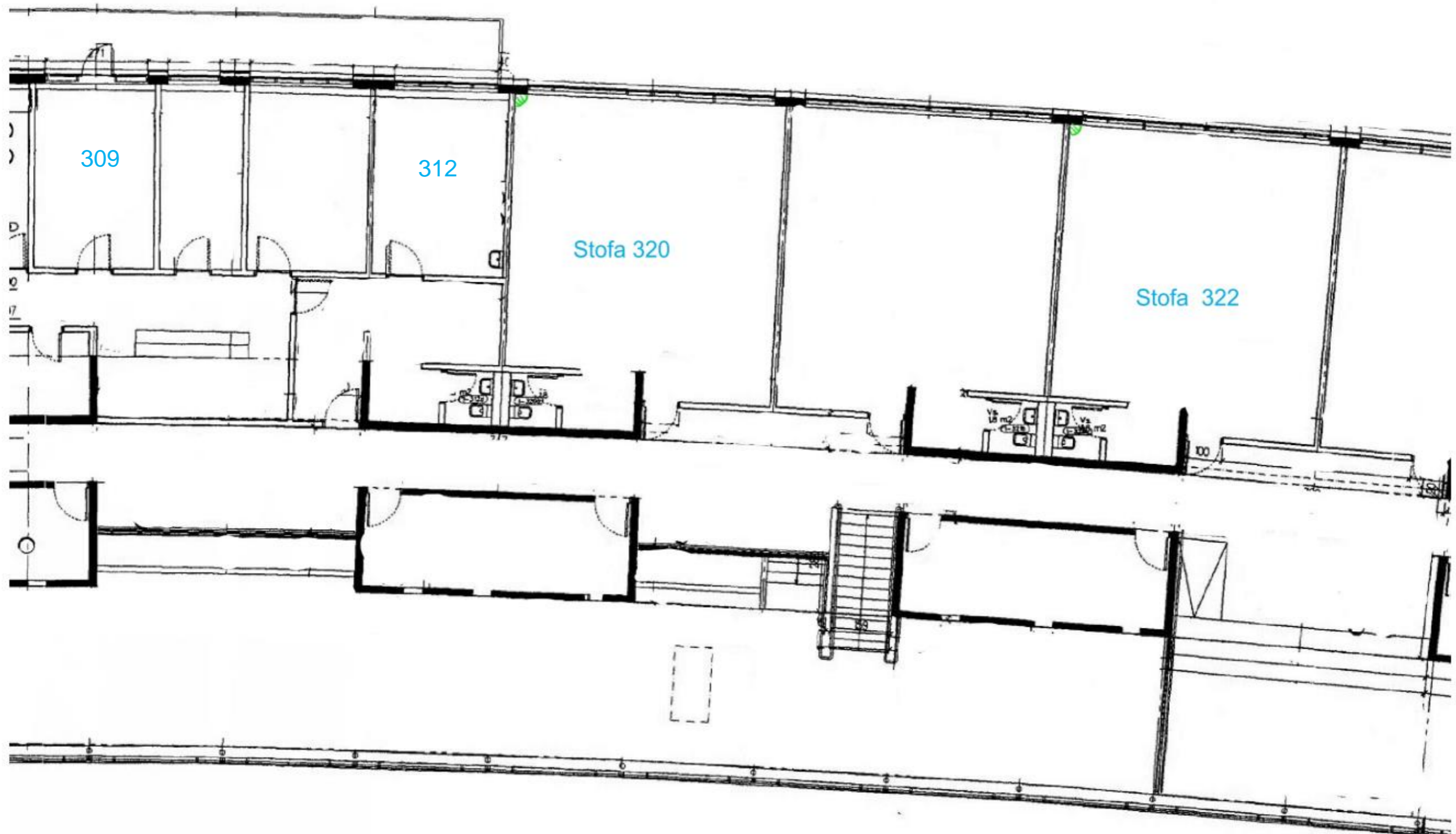


*Örveruvöxtur fannst í vexti í sýni.*

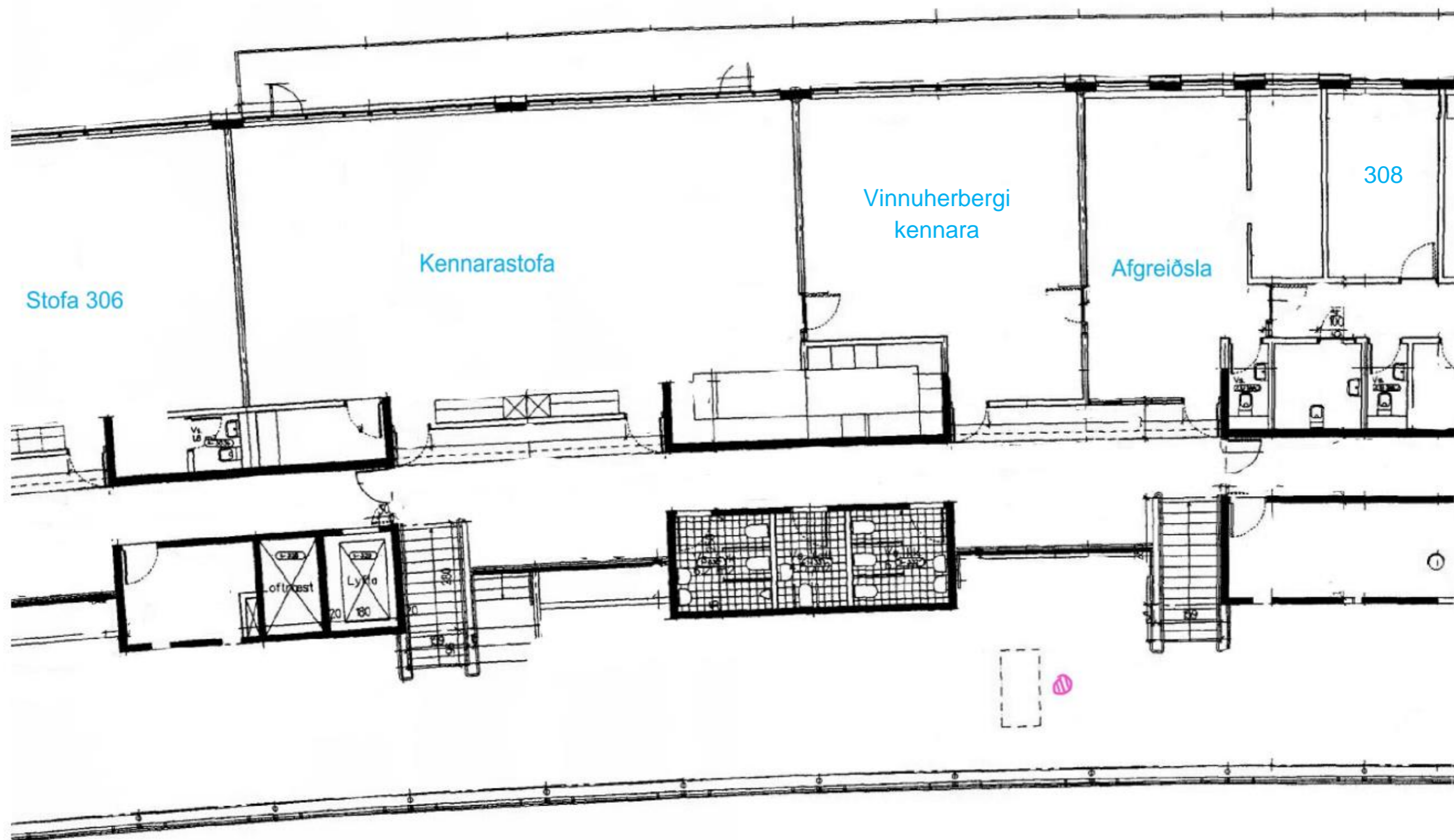




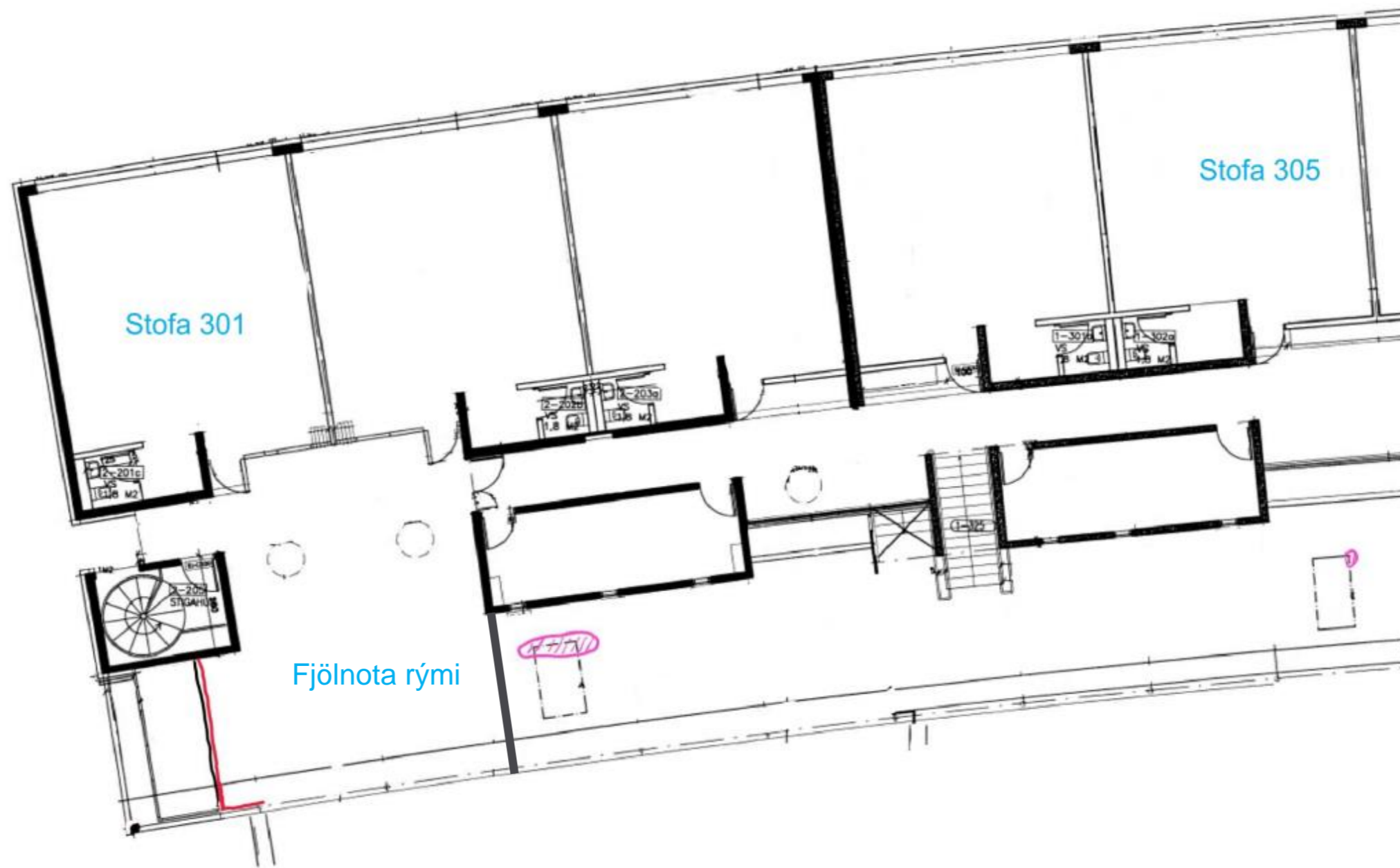
MYND 1: Grunnmynd 3. hæðar, stofur 323-357 ásamt fjölnota rými – rakaummerki og sýnatökustaðir merktir inn á teikningu.



**MYND 2:** Grunnmynd 3. hæðar, stofur 320-322 ásamt skrifstofum kennara og stjórnenda – rakaummerki og sýnatökustaðir merktir inn á teikningu.



MYND 3: Grunnmynd 3. hæðar, stofa 306, kennarastofa og vinnurými kennara – rakaummerki og sýnatökustaðir merktir inn á teikningu.



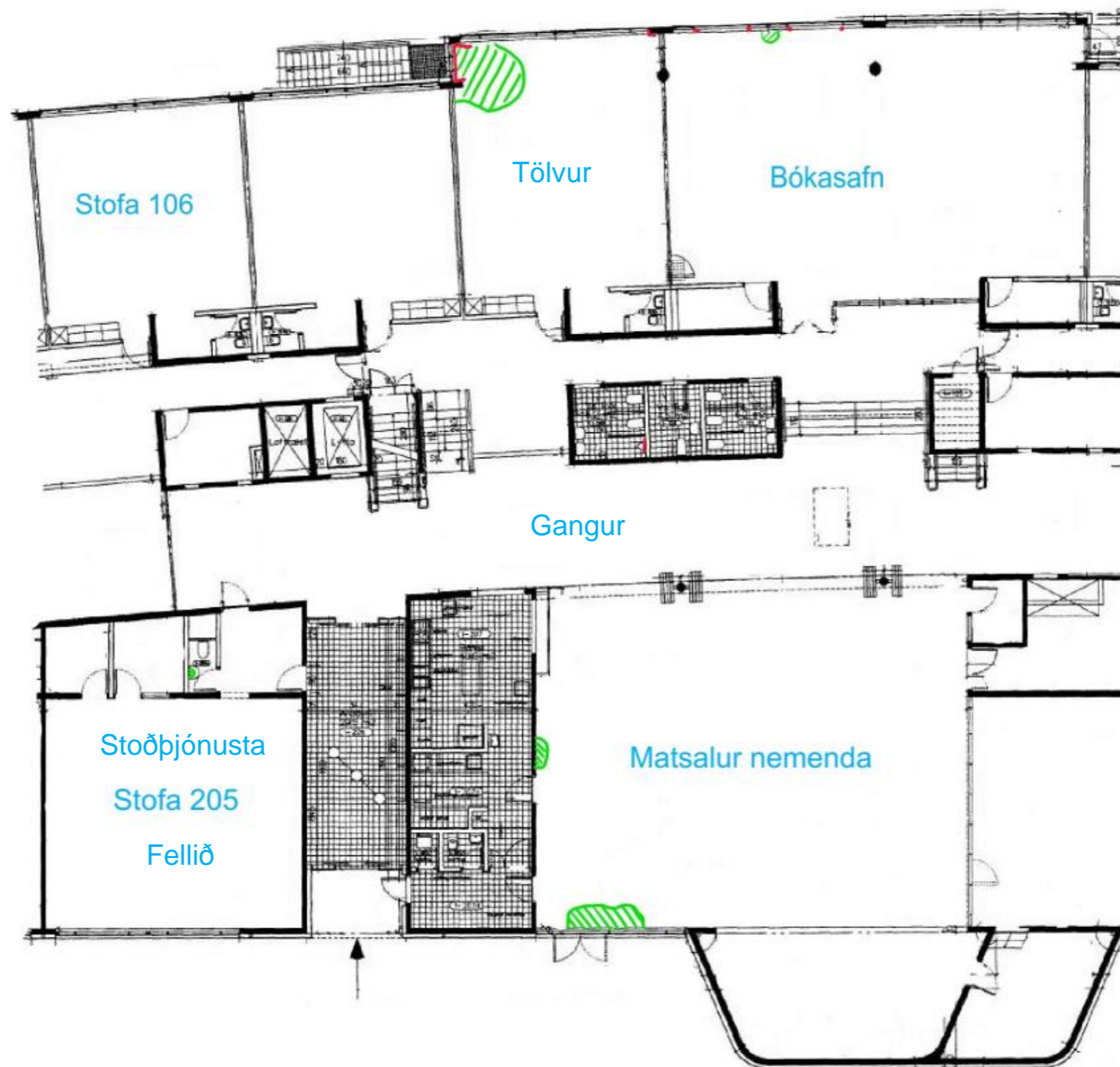
**MYND 4:** Grunnmynd 3. hæðar, stofur 301-305 ásamt fjölnota rými – rakaummerki og sýnatökustaðir merktir inn á teikningu.



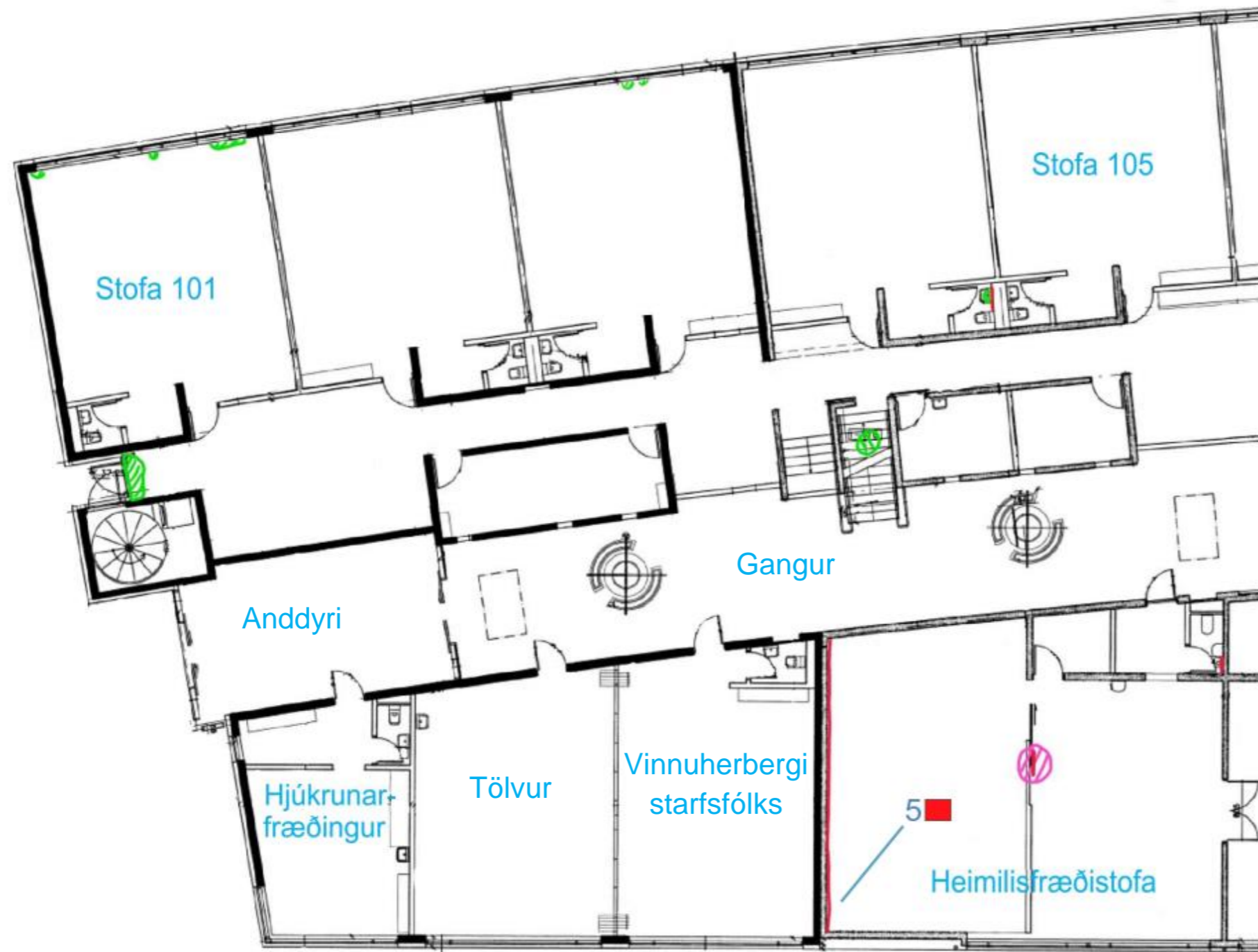
MYND 5: Grunnmynd 1. og 2. hæðar, stofur 152-157 ásamt gangi og ýmsum rýmum á 2. hæð – rakaummerki og sýnatökustaðir merktir inn á teikningu.



**MYND 6:** Grunnmynd 1.og 2. hæðar, stofur 110-116 ásamt gangi og ýmsum rýmum á 2. hæð – rakaummerki og sýnatökustaðir merktir inn á teikningu.

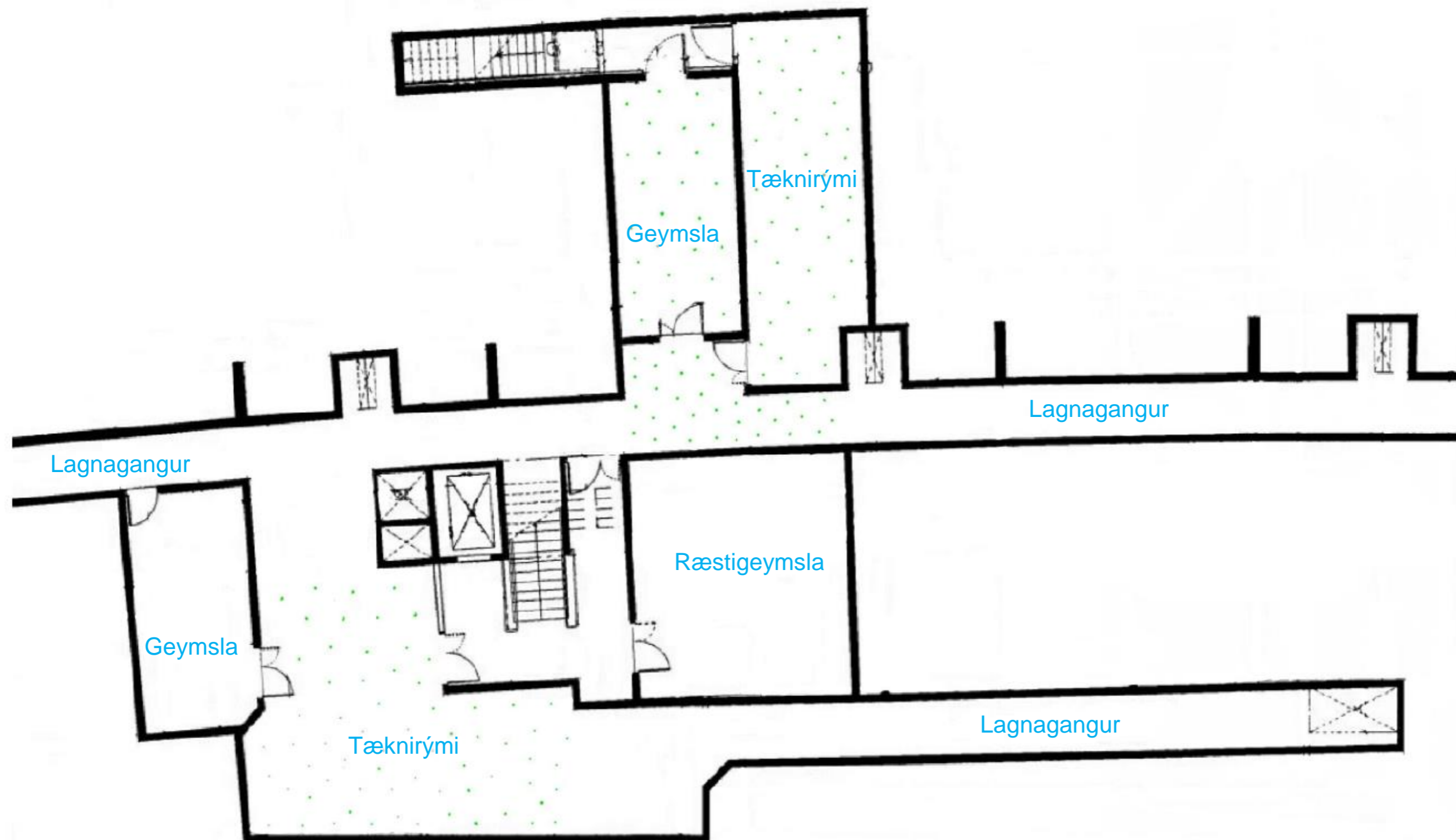


MYND 7: Grunnmynd 1.og 2. hæðar, stofur 106-108 og bókasafn ásamt gangi og ýmsum rýmum á 2. hæð – rakaummerki og sýnatökustaðir merktir inn á teikningu.



MYND 8: Grunnmynd 1.og 2. hæðar, stofur 101-105 ásamt gangi og ýmsum rýmum á 2. hæð – rakaumferki og sýnatökustaðir merktir inn á teikningu.





MYND 9: Grunnmynd kjallara – rakaummerki og sýnatökustaðir merktir inn á teikningu.

## 2.2 Sýnataka

Markmið með sýnatöku var að meta hvort örveruvöxtur fyrirfinnst á kortlögðum rakasvæðum um húsið. Öll sýni voru tekin á stöðum þar sem raki mældist hækkaður eða þar sem sýnileg ummerki eru eftir raka. Byggingarsýni voru greind á rannsóknarstofu EFLU og sá Svavar Örn Guðmundsson líffræðingur um greiningu. Sýnin eru skoðuð í víðsjá, síðan í smásjá og metið hvort í þeim finnst örverur s.s. myglusveppur í vexti, sveppþræðir, gró eða vísbendingar um geislabakteríur. Rakaskemmd byggingarefni einkennast af myglusveppum, bakteríum, útgufun frá rökum byggingarefnum og öðrum smádyrum.

Í heildina voru tekin fimm sýni úr byggingarefnum, á víða og dreif um bygginguna og greindist örveruvöxtur í þremur af sýnunum, sjá töflu 1 hér fyrir neðan. Sýnatökustaðir eru tilgreindir á grunnmyndum í kafla 2.1, þar sem sýnin eru merkt með hlaupandi númeri og litamerking tilgreinir samantekna niðurstöðu í samræmi við eftirfarandi.

Litamerking sýna á teikningu er eftirfarandi:



Enginn örveruvöxtur fannst við skoðun sýnis.













Ummerki um örveruvöxt fundust í sýni eins og gró, mítlaskítur ofl.



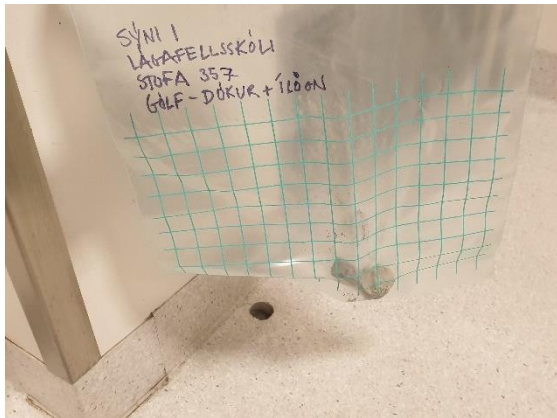
Örverur fundust í vexti í sýni.

Þessi flokkun er hvorki magnbundin né með viðmið af heilsufarsáhrifum eða aðgerðum og byggir eingöngu á lýsingu sveppafræðings á því sem er að finna í sýnum sem eru skoðuð. Þá er einkum flokkað eftir því hversu þéttur vöxtur er til staðar í byggingarefni.

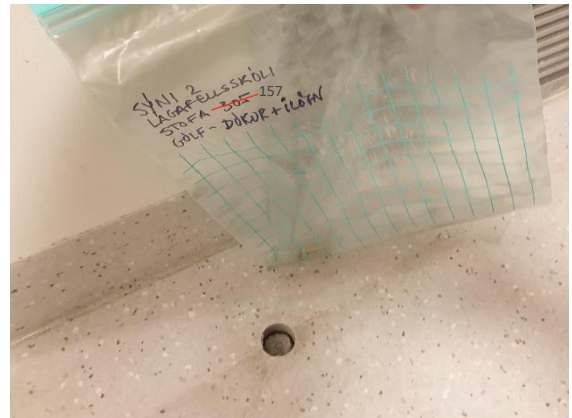
**TAFLA 1:** Niðurstöður greininga á efnissýnum sem tekin voru við skoðun 11.02.2020

Sýni	Staðsetning	Lýsing		Niðurstaða
1	Stofa 357	Dúkur + ílögn.	 	Ekki ummerki um myglu undir dúk. Kjarni 20 mm langur, pH gildi hátt í kjarna. Ekki ummerki um myglu í kjarna.
2	Stofa 157	Dúkur + ílögn.	 	Ekki ummerki um myglu undir dúk. Kjarni 11 mm langur, ekki ummerki um myglu í kjarna.
3	Frístundarrými, 1. hæð	Dúkur + ílögn.	 	Mikið myglað undir dúk af tegundinni <i>Scopulariopsis spp</i> gró og gróberar. Kjarni 9 mm langur, mygla í holrýmum kjarna að minnsta kosti 5 mm inn.
4	Smíðastofa	Timbur (parket) + ílögn.	 	Ekki ummerki um myglu á timbri. Kjarni 22 mm langur, mygla í holrýmum kjarna að minnsta kosti 12 mm inn.
5	Heimilisfræðistofa	Dúkur + ílögn.	 	Dúkur myglaður á neðra borði, tegund sem líkist <i>Aspergillus spp</i> gró og gróberar í þó nokkru magni. Kjarni 21 mm langur, pH gildi hátt í kjarna og ekki ummerki um myglu í kjarnanum.

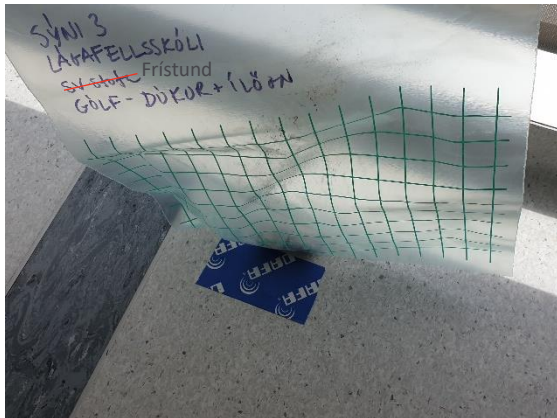
Myndir frá sýnatöku:



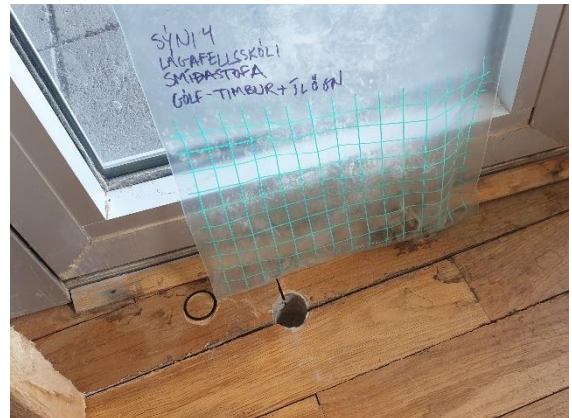
**MYND 10:** Sýni 1 – stofa 357, 3.hæð, gólf, dúkur og ílögn.



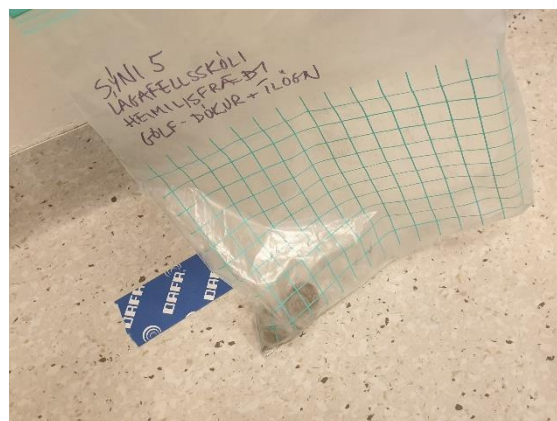
**MYND 11:** Sýni 2 – stofa 157, 1.hæð, gólf, dúkur og ílögn.



**MYND 12:** Sýni 3 – stofa í frístundarrými, 1.hæð, gólf, dúkur og ílögn.



**MYND 13:** Sýni 4 – smíðastofa, 1.hæð, gólf, parket og ílögn.



**MYND 14:** Sýni 5 – heimilisfræðistofa, 1.hæð, gólf, dúkur og ílögn.

## 2.3 Skráningarforritið Ajour

Auk þess að skrá niðurstöður eftir sjónræna skoðun innanhúss á teikningar (mynd 1-9 hér að framan) voru þær skráðar í skráningarforritið Ajour þar sem sjá má myndir af stöðunum en einnig koma þar fram ýmis önnur atriði sem ekki koma fram á framangreindum myndum. Skráningar úr Ajour má sjá í sérstæðum viðauka skýrslunnar.

## 2.4 Loftgæðamælingar

Fjórum mælum var komið fyrir í byggingunni, þremur á 3. hæð og einum á 2. hæð. Síritar mældu koltvísýring ( $\text{CO}_2$ ), hitastig og hlutfallsraka á 10 mínútna fresti og söfnuðu mæligildum í fimm vikur nema einn sem safnaði mæligildum í fjórar vikur. Mælingarnar gefa hugmyndir um sveiflur og breytingar í þeim rýmum sem þeir eru staðsettir en öll þessi atriði geta haft áhrif á líðan þeirra sem í rýmumunum dvelja.

Í byggingarreglugerð kemur fram að tryggja skuli að  $\text{CO}_2$  magn í innlofti verði ekki meira að jafnaði en 0,08%  $\text{CO}_2$  (800 ppm) og fari ekki til skamms tíma yfir 0,1%  $\text{CO}_2$  (1.000 ppm).

Í reglugerð, Stjtið. B nr. 581/1995 um upphitun vinnustaða, kemur fram að hæfilegt hitastig sé 18 – 22°C fyrir kyrrsetustörf og 16 – 18°C fyrir störf sem krefjast hreyfingar.

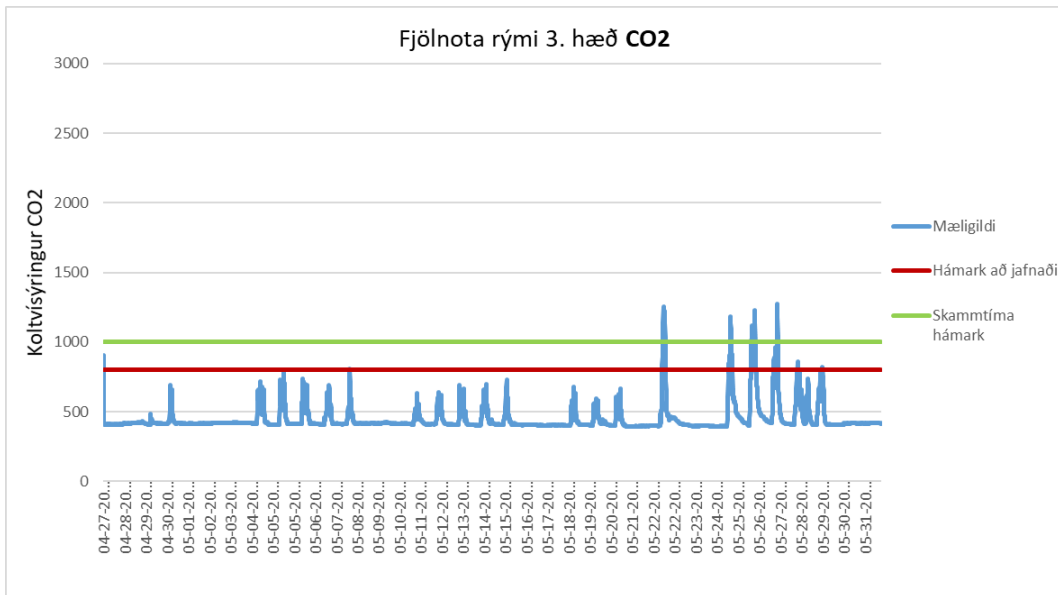
Algengur loftraki innilofts á Íslandi er 25 – 40% að vetrarlagi og 45 – 55% að sumarlagi. Búast má við að fólk finni fyrir óþægindum þegar hlutfallsraki mælist undir 15% HR en óþægindi sem tengjast rakastigi eru talin vera minni en t.d. óþægindi sem tengjast uppsöfnun á koltvísýringi eða hitastigi.

### Fjölnota rými, 3. hæð, á móti stofum 155 og 157

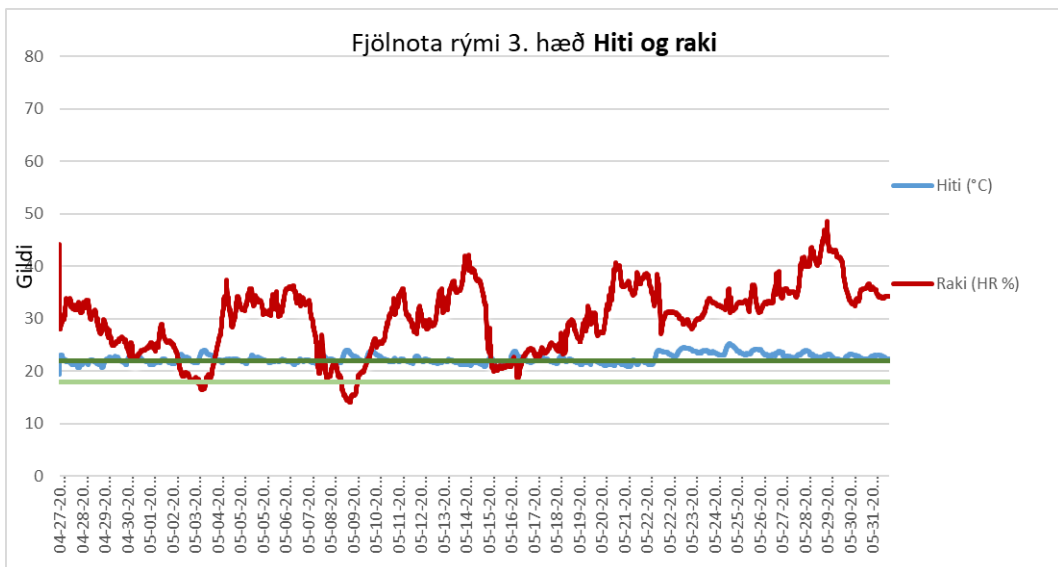
Niðurstöður mælinga í fjölnota rými á 3. hæð sýna að hlutfall koltvísýrings fer almennt ekki upp fyrir kröfur byggingareglugerðar, þ.e. hámark (800 ppm) og skammtíma hámark (1000 ppm). Þó má sjá að það kemur fyrir daglega eina vikuna og því má vænta að það geti gerst við ákveðnar notkunaraðstæður rýmisins.

Meðalhitastig yfir allt tímabilið mældist um 22°C og gefa mælingar því til kynna að hitastig falli innan hæfilegra marka, þó í hærri endanum. Gjarnan mætti skoða að draga úr kyndingu.

Hlutfallsrakinn mældist á bilinu 20 – 53% HR og meðalrakastig yfir allt tímabilið mældist um 33% HR sem er innan algengra marka hér á landi og almennt ætti slíkt rakastig ekki að valda óþægindum hjá fólki.



MYND 15: Fjölnota rými, 3.hæð - mælingar á koltvísýringi yfir tímabilið 27.apríl til 6.júní 2020.



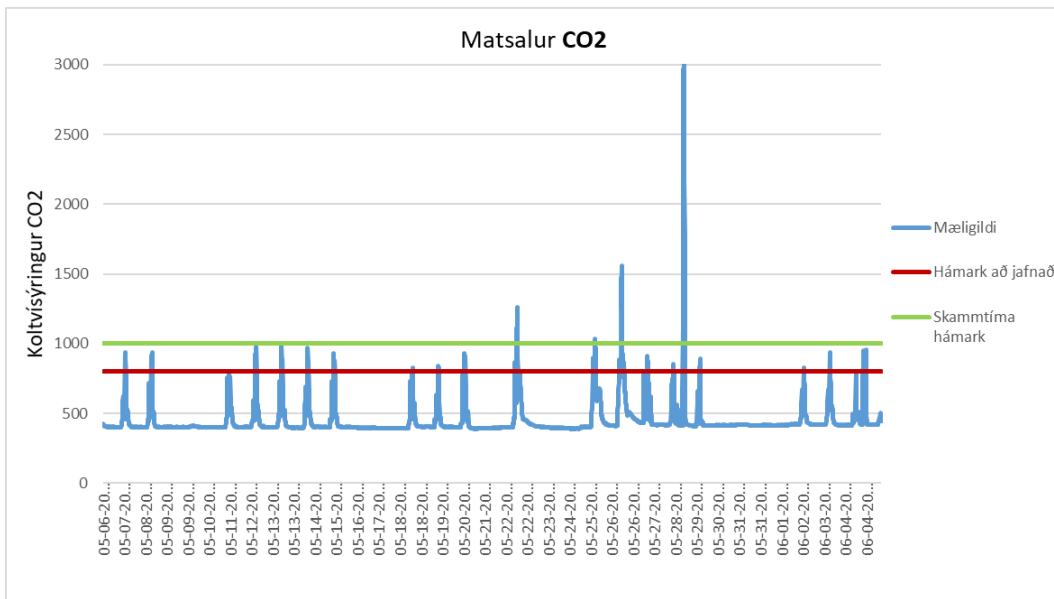
MYND 16: Fjölnota rými, 3.hæð - mælingar á hita og raka yfir tímabilið 27.apríl til 6.júní.

## Matsalur nemenda, 2. hæð

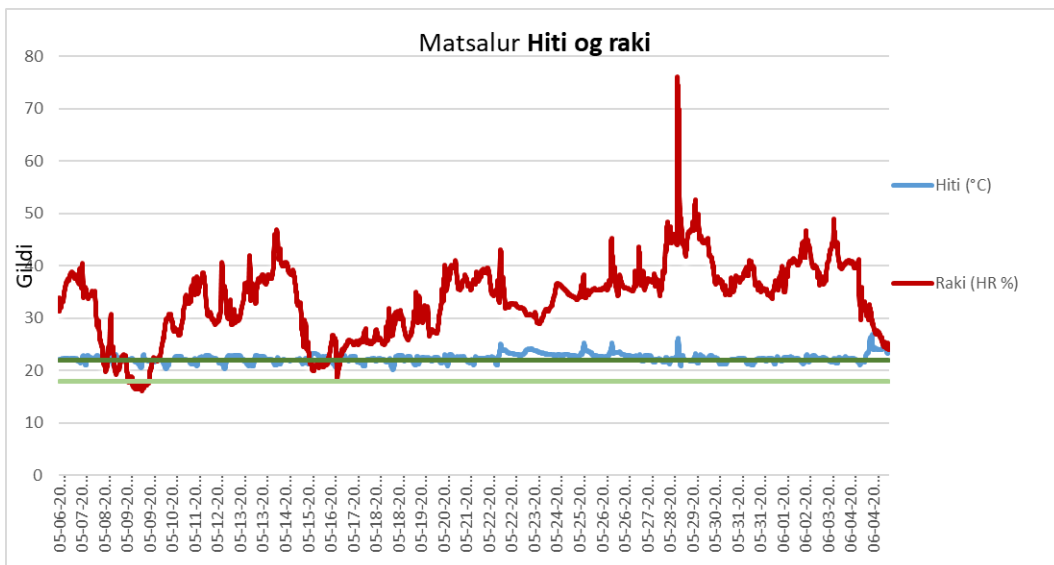
Niðurstöður mælinga í matsal nemenda á 2. hæð sýna að hlutfall koltvísýrings fer alla jafna upp fyrir kröfur byggingareglugerðar, þ.e. hámark að jafnaði (800 ppm) og suma daga einnig yfir kröfur um skammtíma hámark (1000 ppm).

Meðalhitastig yfir allt tímabilið mældist um 22°C og gefa mælingar því til kynna að hitastig falli innan hæfilegra viðmiða, þó í hærri endanum og gæti það verið afleiðing af of fátíðum loftskiptum, sbr. niðurstöður koltvísýringsmælinga hér að framan.

Hlutfallsrakinn mældist á bilinu 16 – 76% HR og meðalrakastig yfir allt tímabilið mældist um 33% HR sem er innan algengra marka hér á landi, almennt ætti slíkt rakastig ekki að valda óþægindum hjá fólki.



**MYND 17:** Matsalur 2.hæð - mælingar á koltvísýringi yfir tímabilið 6. maí til 2020 til 5. júní 2020.



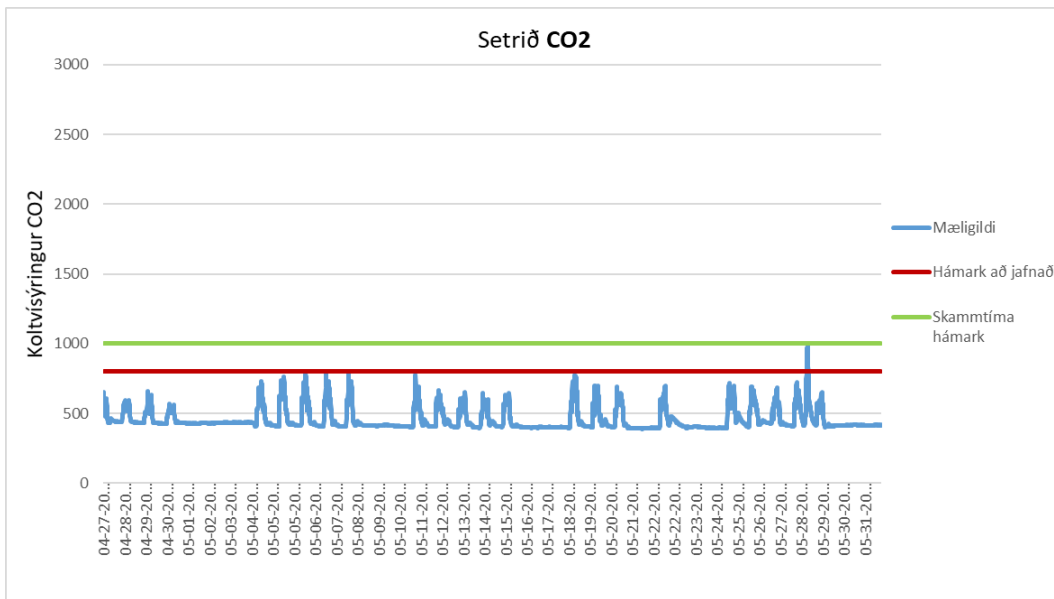
**MYND 18:** Matsalur 2.hæð - mælingar á hita og raka yfir tímabilið 6. maí til 5. júní 2020.

### Setrið, 3. hæð

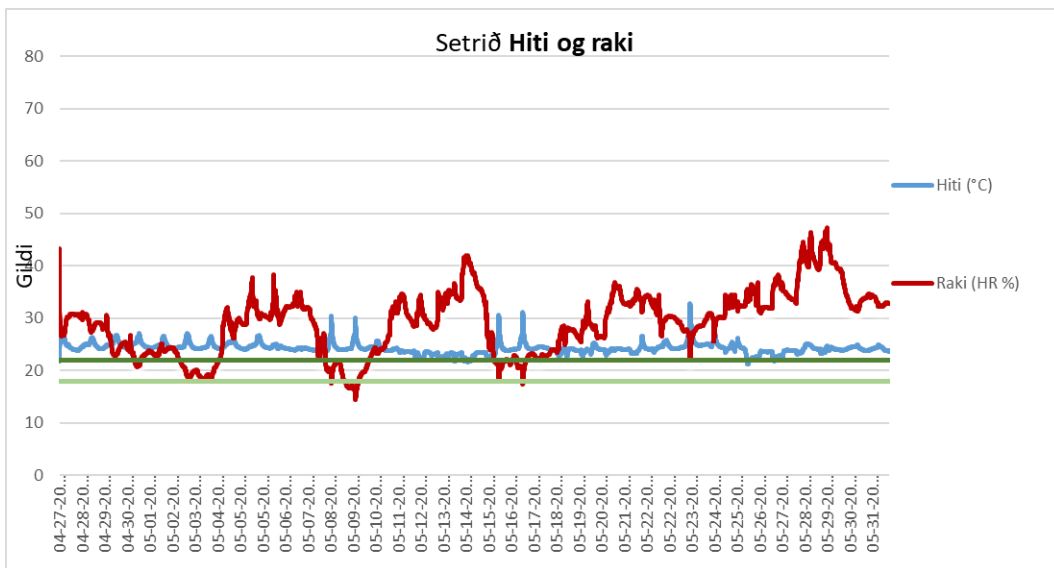
Niðurstöður mælinga í Setrinu (vinnuherbergi kennara) á 3. hæð sýna að hlutfall koltvísýrings fer almennt ekki upp fyrir kröfur byggingareglugerðar, þ.e. hámark að jafnaði (800 ppm) og skammtíma hámark (1000 ppm).

Meðalhitastig yfir allt tímabilið mældist um 24°C og gefa mælingar því til kynna að hitastig fari yfir hæfileg viðmið. Gjarnan mætti skoða að draga úr kyndingu.

Hlutfallsrakinn mældist á bilinu 15 – 47% HR og meðalrakastig yfir allt tímabilið mældist um 29% HR. Sem er innan algengra marka hér á landi og almennt ætti slíkt rakastig ekki að valda óþægindum hjá fólki.



MYND 19: Setrið 3.hæð - mælingar á koltvísýringi yfir tímabilið 27. apríl til 1. júní 2020.



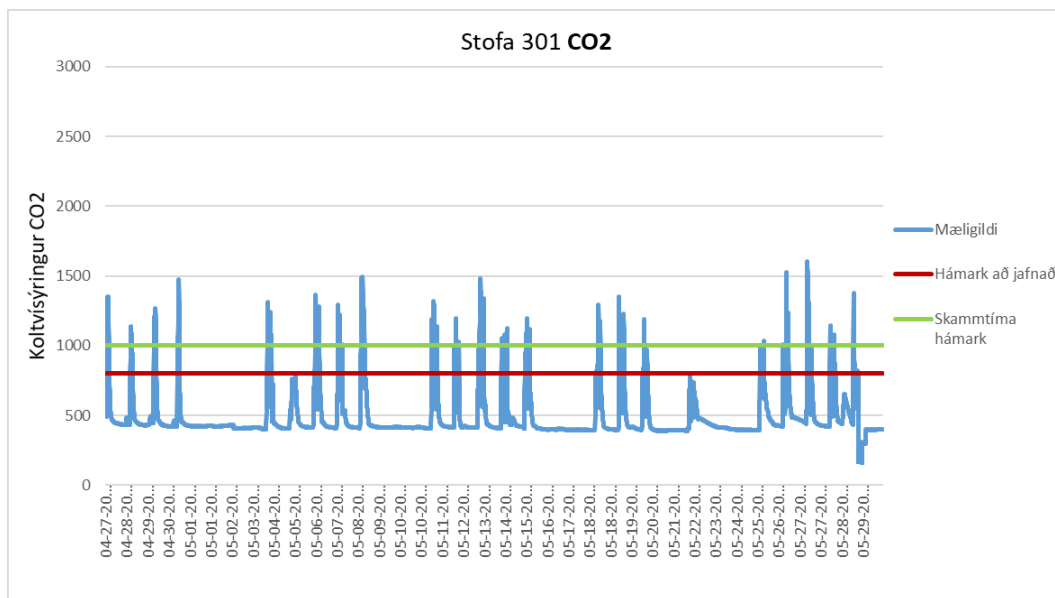
MYND 20: Setrið 3.hæð - mælingar á hita og raka yfir tímabilið 27. apríl til 1. júní 2020.

### Stofa 301, 3. hæð

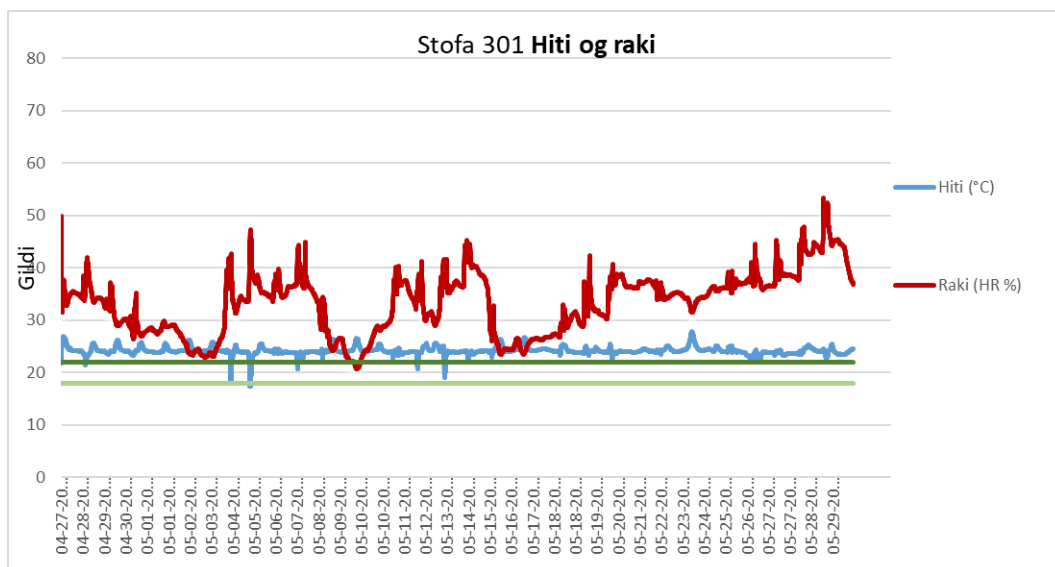
Niðurstöður mælinga í stofu 301 sýna að hlutfall koltvísýrings fer að jafnaði upp fyrir kröfur byggingareglugerðar, þ.e. hámark að jafnaði (800 ppm) og einnig kröfur reglugerðar um skammtíma hámark (1000 ppm).

Meðalhitastig yfir allt tímabilið mældist um 24°C og gefa mælingar því til kynna að hitastig fari yfir hæfileg viðmið og gæti það verið afleiðing af of fátíðum loftskiptum, sbr. niðurstöður koltvísýringsmælinga hér að framan.

Hlutfallsrakinn mældist á bilinu 21 – 53% HR og meðalrakastig yfir allt tímabilið mældist um 33% HR sem er innan algengra marka hér á landi, almennt ætti slíkt rakastig ekki að valda óþægindum hjá fólki.



**MYND 21:** Stofa 301, 3. hæð - mælingar á koltvísýringi yfir tímabilið 27. apríl til 30. maí 2020.



**MYND 22:** Stofa 301, 3. hæð - mælingar á hita og raka yfir tímabilið 27. apríl til 30. maí 2020.



### 3 UMRÆÐUR OG ÚRBÆTUR

Í þessari úttekt var farið ítarlega yfir starfsrými sjónrænt og með rakamæli. Sjónræn skoðun og rakamæling leiddi í ljós að rakavandamál eru til staðar á nokkrum stöðum í byggingunni auk þess sem sýnataka úr byggingarefnum staðfesti að örveruvöxtur er kominn í byggingarefni á sumum stöðum. Taka skal fram að ekki voru tekin sýni á öllum svæðum þar sem rakaskemmdir og rakavandamál eru til staðar. Hins vegar má almennt draga þá ályktun að þar sem byggingarefni hafa blotnað eru talsverðar líkur á örverum og er hægt að ganga úr skugga um það á hverjum stað með sýnatöku. Alltaf er ráðlagt að fjarlægja rakaskemmd byggingarefni enda er mygla aðeins eitt einkenni rakaskemmda og því er ekki talin þörf á því að taka sýni á hverjum stað þar sem ummerki um rakaskemmdir er að finna.

Notast skal við verklýsingar í minnisblaði EFLU nr. 1831-081-MIN-006-01 við lagfæringar innanhúss vegna rakaskemmdra byggingarefna.

#### 3.1 Rakamælingar í stofum og öðrum íveruýmum

Eins og sjá má á rakamyndunum í kaflanum hér að framan mældist sums staðar hækkaður raki í gólfi og tengist það að miklu leyti ýmist gólfsíðum gluggum eða útidyrhurðum en það er þekkt vandamál hérlandis. Á nokkrum salernum mældist hækkaður raki í gólfi við niðurföll en einnig mátti á nokkrum stöðum sjá ummerki um rakaálag á veggjum.

Hækkaður raki mældist einnig í gólfi á 1. og 3. hæð við lagnaskáp í stofum 157 og 357 eins og sjá má á rakamyndum í kaflanum hér að framan en ekki greindist örveruvöxtur í þeim sýnum sem tekin voru á þessum stöðum. Mikilvægt er að koma í veg fyrir rakaupptök.

Þar sem hækkaður raki mælist í gólfi er lagt til að framkvæma viðgerðir í samræmi við leiðbeiningar í kafla 2.2.1 í minnisblaði 1831-081-MIN-006-V01. Ýmist er þörf á að slípa yfirborð ílagnar eða endurnýja ílögn og miðað við niðurstöður efnissýna má miða við að slípa a.m.k. 5 mm niður í ílögn í nýrri hluta byggingarinnar (í samræmi við leiðbeiningar 2.2.2 í fyrrgreindu minnisblaði) en endurnýja ílögn við staðfestan raka í eldri hluta byggingarinnar (í samræmi við leiðbeiningar 2.2.3). Í þeim tilfellum þar sem raki mælist hækkaður í kringum salerni er lagt til að lagnir verði myndaðar og gengið úr skugga um orsök rakans áður en innviðgerðir hefjast. Þar sem hækkaður raki mælist í steiptum veggjum eða ummerki eru um rakaskemmdir er lagt til að framkvæma viðgerðir í samræmi við leiðbeiningar í kafla 2.3.1 í áður nefndu minnisblaði og að slípað verði a.m.k. 5 mm af yfirborði.

Í fjölnota rými á 3.hæð (á móti stofu 301) eru vísbendingar um leka en hækkaður raki mælist í útvegg til suðurs við steiptar súlur. Einnig eru ummerki á léttum útveggjum við gluggakerfi. Lagt er til að skoða bæði þak og þéttingar með gluggum til að uppræta og koma í veg fyrir leka og jafnframt skoða umfang afleiddra skaða, m.a. hvort ummerki séu um að lekið hafi undir gólfefni. Þegar búið er að koma í veg fyrir leka og umfang er þekkt er mælt með því að fjarlægja öll rakaskemmd byggingarefni og endurnýja eins og við á. Styðjast skal við kafla 2.3 við lagfæringar á veggjum, annars vegar 2.3.1 við steinsteypta vegg og hins vegar við 2.3.4 við létta vegg. Ef í ljós kemur leki frá þaki skal notast við leiðbeiningar í

kafla 2.4.2 og við rakaskemmdir í gólfefni skal framkvæma viðgerðir í samræmi við það sem fram kemur hér að framan.

Í heimilisfræðistofu eru rakaummerki meðfram öllum innveggnum til vesturs og los í gólfduk meðfram veggnum. Ekki mældist hækkaður raki í gólfi eða vegg og því má leiða að því líkum að um gamlar rakaskemmdir sé um að ræða. Efnissýni var tekið úr gólfi og greindist örveruvöxtur á neðra borði gólfduks. Mælt er með því að fjarlægja gólfduk meðfram öllum veggnum, a.m.k. 50 cm breiða lengju og fylgja verklagsreglum og leiðbeiningum í áðurnefndu minnisblaði. Styðjast skal við kafla 2.2.2 við lagfæringar í gólfi og miða við að slípa yfirborð ílagnar en notast við kafla 2.3.1 við lagfæringar á vegg.

### **3.2 Raki í kjallara**

Í kjallara eru að öllum líkindum vandamál vegna vatns frá jarðvegi og hefur verið um tíma. Boruð hafa verið göt í vegg við gólf frá norðurhluta lagnagangs og inn í geymslu/lagnarými til að reyna að hleypa vatni í gólfniðurfall í geymslu/lagnarými. Hækkaður raki mældist víða í gólfi í kjallara. Mikilvægt er að finna upptök leka og koma í veg fyrir vatnstreymi inn í kjallarann og er því lagt til að skoða frárennislagnir og dren við húsið.

Við skoðun uppgötvaðist leki með frárennislögn af 1. hæð sem liggur í lofti kjallara. Umsjónarmanni fasteigna hjá Mosfellsbæ var gert viðvart og hugðist hann skoða málið og láta lagfæra. Ganga þarf úr skugga um að búið sé að komast fyrir þetta.

### **3.3 Þak og þakgluggar**

Rakaummerki greindust við meiri hluta ferkantaðra þakglugga á gangi (sjá rakamyndir 1-9 hér að framan). Lagt er til að opnað verði upp í loftið neðan frá til að skoða ummerki og koma í veg fyrir lekaupptök. Mikilvægt er að allt rakaskemmt byggingarefni verði fjarlægt og endurnýjað og á það við um létt loft, einangrun og annað timburvirki.

Einstaka rakaummerki eru annars staðar í lofti og er lagt til að framkvæma sömu aðgerðir og lýst er hér að framan, þ.e.a.s. að opna upp í loft neðan frá, koma í veg fyrir lekaupptök og fjarlægja allt rakaskemmt byggingarefni og endurnýja.

### **3.4 Kuldabryr**

Dökkir blettir eru fyrir ofan nokkra háa glugga og hurðir á báðum göflum byggingarinnar sem líkjast ummerkjum vegna kuldabrya frá festingum glugganna/hurðanna. Lagt er til að yfirfara þéttingar glugga og hurða á þessum stöðum og bæta frágang þannig að ekki myndist kuldabry. Mikilvægt er að koma í veg fyrir að byggingarefni í kring skemmist vegna þessa.

### **3.5 Loftræsing**

Byggingin er búin vélrænni loftræsing og er loftræsisamstæða staðsett í kjallara. Í byggingunni eru útsogstúður, innblásturstúður og ristar, ýmist í loftum eða veggjum. Að auki eru ristar fyrir ofan suma

glugga sem opnast og lokast handvirkt. Skoðunarmaður hafði ekki upplýsingar um hvernig hönnun er háttað eða um virkni loftræsikerfis en víða voru ristar mjög óhreinar (bæði þær sem tengjast vélrænni loftræsingu og þær handvirku) og eins mátti víða sjá óhreinindi í kringum innblásturstúður. Útsogstúður voru sums staðar lokaðar. Lagt er til að yfirfara loftræsingu fyrir bygginguna í heild sinni með eftirfarandi atriði í huga:

- Skoða hvort virkni loftræsingar sé í samræmi við hönnun en einnig hvort hönnun uppfylli gildandi kröfur.
- Skoða hvort breyting hafi átt sér stað á notkun rýma miðað við hönnun og hvort kröfum um loftskipti sé uppfyllt á þeim stöðum. Á þetta sérstaklega við um miðrymi á 1. og 3. hæð þar sem vísbendingar eru um að loftskiptum þar sé ábótavant.
- Yfirfara þéttleika loftræsikerfis, s.s. stokka en einnig þéttleika með stokkum frá kjallara og inn í íverurými þannig að óhreint loft úr kjallara berist ekki upp.
- Hreinsa alla hluta loftræsikerfis; stokka, túður, skipta um síur og þess háttar.
- Koma á þjónustusamningi við framleiðanda en mikilvægt er að loftræsikerfi séu þjónustuð reglulega til að tryggja að þau virki í samræmi við hönnun.

Einnig er lagt til að hreinsa handvirkar ristar eða endurnýja ef ekki tekst að hreinsa á fullnægjandi hátt.

### 3.6 Þrif

Víða hefur sólbekkjum og raflagnastokkum verið komið þannig fyrir undir gluggum að ryk safnast fyrir á gluggakistu undir sólbekkjum sem ómögulegt er að þurrka af og því mikil óhreinindi sem hafa safnast þar fyrir. Þetta er vandamál þegar kemur að þrifum en þeim er augljóslega ábótavant á þessum stöðum og getur það haft áhrif á innivist í rýmum. Loftræsiristar fyrir ofan glugga eru einnig víða mjög óhreinar.

Almennt er þrifum í byggingunni mjög ábótavant og er lagt til að endurskoða verklýsingar, m.a. með tilliti til tíðni daglegra þrifa og annarra auka þrifa.

Vegna leka frá frárennslisröri í lofti kjallara við loftræsisamstæðu er nauðsynlegt að framkvæma ítarlega hreinsun á öllum flötum sem orðið hafa fyrir leka.

### 3.7 Samantekt

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 rakaskemmt. Rakaskemmd svæði eru einkum við útveggi og er mælt með að fjarlægja gólfefni, steinslípa og hreinsa í kjölfarið.

Heildarniðurstöður loftgæðamælinga leiddu í ljós að sums staðar eru ekki næg loftskipti í þeim íverurýmum sem skoðuð voru og fóru mælingar þá yfir leyfilegt magn koltvísýrings miðað við kröfur byggingarreglugerðar. Ástæða þykir til að skoða betur þau gluggalaus rými í miðju byggingarinnar bæði á 1. og á 3. hæð en almennt var starfsfólk sem hafði vinnuáðstöðu þar ósátt við loftgæðin. Er það í samræmi við þær ráðleggingar hér að framan um að skoða þurfi og yfirfara loftræsingu byggingarinnar

í heild sinni. Almennt er ráðlegt að mynda yfirþrýsting í starfsrymum með vélrænni loftræsing og mikilvægt að loftræsingin virki í samræmi við hönnun. Tryggja þarf hæfilegt hitastig á innblásturslofti og stilla hæfilegt loftmagn á hverjum stað. Gott er að miða við að vægum yfirþrýstingi sé að jafnaði haldið inni í öllum rýmum húsnæðisins til að draga síður loft inn úr byggingarhlutum.

Eftirfarandi er upplistan á helstu atriðum sem komu fram við úttektir.

- Loftræsikerfi þarfnast yfirferðar m.t.t. virkni og hreinsunar
- Loftræsing byggingar þarfnast yfirferðar m.t.t. hönnunar
- Loftræsistar fyrir ofan glugga þarfnast hreinsunar eða endurnýjunar
- Hækkaður raki mælist víða í gólfi við gólfsíða glugga og útidyrhurðir
- Bólgur og rakaummerki er að finna á veggjum við gólfsíða glugga
- Hækkaður raki mælist í einstaka gólfi við niðurföll
- Rakaummerki eru á einstaka á veggjaplötum á salernum
- Rakaummerki í loftaklæðningu, m.a. við þakglugga
- Ummerki um kuldabryr við þéttingu gluggakerfis
- Hlutfall koltvísýrings fer upp fyrir kröfur byggingareglugerðar í sumum mældum rýmum
- Þrifum í byggingunni er almennt mjög ábótavant

## 4 RANNSÓKNIR SEM EFLA STYÐST VIÐ

- Canada health. Environmental and workplace health (2007).  
Residential Indoor Air Quality Guidelines: Moulds.  
Sótt á vef júní 2019:  
[http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/air/mould-moisissure\\_e.html](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](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 júní 2019:  
<http://www.cca-acc.com/wp-content/uploads/2016/10/PreviewCCA82.pdf>  
[http://www.eacoontario.com/pdf/2010/eaco\\_mould-abatement-guidelines\\_book.pdf](http://www.eacoontario.com/pdf/2010/eaco_mould-abatement-guidelines_book.pdf)
- Charles, K., Magee, R.J., Won, D., Lusztyk, E., (2005)  
Indoor Air Quality Guidelines and standards  
National Research Council Canada  
Sótt á vef júní 2019:  
<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
- Haverinen-Shaughnessy U, et al, (2008)  
Monitoring success of remediation: Seven case studies of moisture and mold damaged buildings, Sci Total Environ (2008), in press.
- Herbarth O, Müller A, Rehwagen M, Richter M, Schlink U., (2004)  
Description of the spatiotemporal distribution of chemicals and mould spores in (indoor) air. In: Air Pollution XII Ed. CA Brebbia, WIT Press Southampton
- 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 júní 2019:  
<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 júní 2019:  
[http://www.wbdg.org/resources/env\\_iaq.php](http://www.wbdg.org/resources/env_iaq.php)
- Umhverfisstofnun, 2015.  
Leiðbeiningar fyrir almenning: Innloft, raki og mygla í híbýlum.  
Sótt á vef júní 2019:  
[http://www.ust.is/library/Skrar/utgefing-efni/Annad/Innloft,%20raki%20og%20mygla\\_2015%20KH.pdf](http://www.ust.is/library/Skrar/utgefing-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 júní 2019**

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>

The California Department of Health Services

Mold in my school: What do I do?

<http://www.ncef.org/pubs/mold.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](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.

## 5 VIÐAUKI – RANNSÓKNARAÐFERÐIR

Árangursríkast er að nota nokkrar aðferðir og skoða ástand í samhengi við aldur, sögu, notendur og notkun byggingar. Mikilvæg skref eru sjónræn skoðun, upplýsingaöflun frá notendum, rakamæling og sýnataka.

### 5.1 Sjónræn skoðun og rakaskimun

Rakaskimun er fyrsta skoðun eða fyrsta skref í rannsókn á ástandi bygginga með tilliti til rakaskemmda og rakavandamála. Sjónræn skoðun fer þannig fram að teknar eru ljósmyndir af húsnæði, skoðað er eftir flötum með vasaljósi og ummerki um raka merkt inn á teikningar sem og aðrar athugasemdir skráðar. Aðrar upplýsingar sem koma að gagni eru upplýsingar frá notendum, ástandsmat utan- og innanhúss. Ef það koma fram frávik við rakaskimun þarf að leggja til næstu skref.



**MYND A.** Dæmi um ummerki sem er sett athugasemdir við í sjónrænni skoðun.

Einnig er kannað hvernig loftræslu bygginga er háttað og hvort að mögulegt sé að tryggja loftskipti. Skoðunaraðili þarf einnig að kynna sér byggingarefni, efnisval, hönnun og uppbyggingu byggingarluta. Rakafleði og loftfleði á milli rýma og byggingarluta getur einnig haft áhrif á það hvort að það eru rakavandamál í byggingum eða loftgæði eru skert. Til þess að meta hvort hætta sé á rakaskemmdum þarf úttektaraðili að skoða alla þessa þætti samhliða, draga saman niðurstöður og álykta úr frá þeim.

Niðurstöður rakaskimunar gefa vísbendingar um það hvort þörf er á frekari rannsókn, mælingu með hlutfallsrakamælum, opnun byggingarluta eða sýnatöku.

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.

Við sjónræna skoðun og rakaskimun er notuð teikning af húsnæði og settar fram athugasemdir á teikningu með litamerkingu, bæði sjónrænt mat þar sem sjá má rakaummerki svo sem bólgur í málningu, þenslu á byggingarefnum, lekatauma, mislitun eða los og síðan rakasvæði þar sem viðmiðunarmæling sýnir frávik.

### 5.1.1 Rakamæling

Snertirakamælir af gerðinni Protimeter surveymaster eða sambærilegur mælir er notaður við rakamælingar, þar sem mælir eru lagðir ofan á byggingarefni en ekki stungið inn í það. Rakamæling með snertirakamælingum af þessari gerð er framkvæmd þannig að viðmiðunarmæling af þurru svæði er notuð og borin saman við mælingar af þekktum áhættusvæðum. Mælingar með snertirakamælum gefa hugmynd um hvort hækkaður raki sé til staðar í byggingarefnum með viðmiðunarmælingum á svæðum sem má ætla að séu þurr.



**MYND B.** Dæmi um viðmiðunarmælingu, merkt er inn á teikningu hækkaður raki á vegg neðst við gólf. Merkt er inn á teikningu hækkaður raki í gólfi við útvegg. Merkt inn á teikningu hækkaður raki í vegg neðan við vask.



Snertirakamælar gefa til kynna efnisraka. Þeir eru lagðir á byggingarefni og sýna gildi frá 0 og upp í 100 eða 1000 en ekki raunverulegan hlutfallsraka/efnisraka.

Viðmiðunarmælingar gefa því fyrstu vísbendingar og nýtast á þann hátt við rannsóknir og greiningu á rakavandamálum. Þegar vafi er á rakamælingu þarf að hafa annan rakamæli til viðmiðunar til þess að staðfesta um frávík.

Til þess að fá hlutfallsraka í byggingarefnum eða á ákveðnum svæðum þarf að rjúfa byggingarefni og staðsetja mæla í steypu, múr eða inn fyrir klæðningu/dúk. Hlutfallsrakamæling fer fram eftir rakaskimun ef tilefni er til.

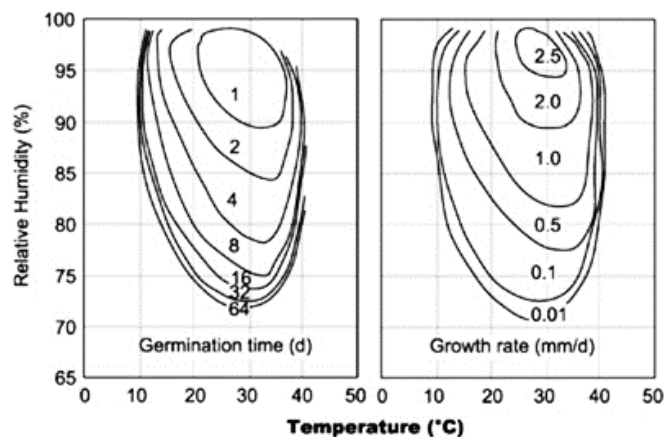
Rakamælar og tæki notuð við skoðun:

- DT-9881 – Particle counter, HCHO mælir
- Protimeter surveymaster - General Electric (PS)
- Protimeter Aquant - General Electric
- Protimeter MMS – General Electric
- Tramex – digital
- GANN Hydromette Compact B
- Fluke – IR myndavél
- Flir – IR myndavél

### 5.1.2 Rakamælingar á hlutfallsraka

Hlutfallsrakamælum (RH%) er gjarnan komið fyrir þar sem snertirakamælir sýnir hækkað gildi (raka) og þar sem sami mælir segir að það sé þurrt. Þetta er gert til að athuga hvort að samræmi sé á milli mælinga og þannig hægt að nota snertirakamæli til að fá vísbendingar um hækkaðan raka. Hægt er að sjá hvort aðstæður séu til vaxtaskilyrða fyrir rakasæknar lífverur á þessum stöðum þar sem vöxtur þeirra byggist á hlutfallsraka í byggingarefnum (HR%) sem og ákveðnu hitastigi.

Á mynd hér fyrir neðan má sjá vaxtarhraða og hraða grómyndunar hjá ákveðinni tegund myglusveppa miðað við hlutfallsraka í byggingarefnum, eða tiltækan raka hverju sinni.



**MYND C** Vaxta og grómyndunar línurit fyrir myglusveppi með tilliti til raka og hita (21°C)

(Morse R., AIA, Acker D, 2009: [https://www.wbdg.org/resources/env\\_iaq.php](https://www.wbdg.org/resources/env_iaq.php)).

Eins og sjá má á mynd C eykst vaxtarhraðinn með auknum raka og grómyndun eða spírun frá grói í myglu tekur skemmri tíma við meiri raka. Hitastig spilar einnig hlutverk inn í þetta ferli.

### 5.1.3 Samanburður á hlutfallsrakamæli og snertimæli

Á mynd E má sjá niðurboraðan hlutfallsrakamæli við hliðina á snertirakamæli (PS). Oft fæst nokkuð gott samræmi milli mæligilda (fer eftir efnun sem mæld eru) þó svo að snertirakamælar sé einungis notaðir til viðmiðunar til að finna raka í byggingarefnum.



**MYND D** Dæmi um (non-invasive) eða snertirakamæla sem notaðir eru. Þessir mælar þurfa ekki að gata byggingarefni til að meta raka í efnun.



**MYND E** Dæmi um hlutfallsrakamæli sem settur er í gólf undir dúk til að mæla raka í steypu og samanburður við non invasive eða snertirakamæli sem er lagður á gólfplöt til að mæla raka.

## 5.2 Upplýsingaöflun frá notendum

Mikilvægt skref er að afla upplýsinga er varða bygginguna, fyrri framkvæmdir, breytingar, fyrri notkun, viðhaldssögu auk sögu um leka og vatnstjón.

Einnig getur komið að gagni að afla upplýsinga þegar fólk telur sig finna til einkenna í ákveðnu húsnæði um staðsetningu á því hvar er að fundið til einkenna, hvar ekki, viðvera og hvort að það sé dagamunur.

Í sumum tilfellum getur verið gagnlegt að senda út spurningalista varðandi einkenni. Einnig er athugað hvort að viðvera sé mikil eða lítil í húsnæðinu.

### 5.3 Sýnataka úr byggingarefnum

Með hliðsjón af rakamælingum eru sýni tekin úr byggingarefnum. Í sumum tilfellum eru einnig tekin sýni á svæðum þar sem ekki mælist raki við skoðun en saga um leka eða fyrri tjón er til staðar. Að auki er hægt að taka sýni á þurrum svæðum til þess að fá samanburð.



MYND F Sýnataka úr vegg

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

sé að finna á þurrum svæðum. Tekin eru sýni úr steypu í gólfi þar sem raki er mikill til þess að kanna ástand byggingarefna og hversu langt inn í byggingarhluta má finna örverur.

Sýni eru tekin beint af byggingarefnum til þess að skoða hvaða myglusveppir eru í vexti og til staðar við skoðun. 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 endurspeglar eingöngu magn sem er greinanlegt á þeim hluta byggingarefnis sem er skoðaður. Til þess að ákvarða eða koma með tillögur um umfang og magn þá eru þessar niðurstöður notaðar til þess að álykta um sambærileg svæði. Sýnatökustaðir eru merktir inn á teikningar á hverri hæð og niðurstöður koma fram gróflega í niðurstöðukafla og ítarlega í viðauka. 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.

Niðurstöður greininga á sýnum má finna í skýrslunni.

### 5.4 DNA/qPCR sýni

DNA sýni eru stroksýni tekin af uppsöfnuðu ryki af láréttum fleti þar sem er ekki þurrkað af í venjubundnum eða daglegum þrifum. Þannig er hægt að fá vísbendingu um styrk og magn ákveðinna örvera sem hafa verið loftborin og hafa sest fyrir í rykinu eða fallið til á láréttan flöt. Niðurstöðurnar endurspeglar því nálæg rými og svæði, eða það ryk sem hefur fallið til, þar sem stroksýnið er tekið. Sýnataka staðsetur því ekki endilega vandamál nákvæmlega en gefur til kynna hvort að ástæða sé til að ætla að það sé rakavandamál í rými eða nálægu svæði. Þessi sýnataka er gjarnan notuð ef rakaskimun og sjónskoðun sýna engin frávik en grunur er um vandamál tengd rakaskemmdum.

Greining þessara sýna byggir á að erfðaefni ákveðinna lífvera er einangrað úr sýninu og greint. Niðurstöður einskorðast því ekki við gró, heldur er einnig að finna svepphluta, leifar og aðrar agnir lífvera sem mögulega geyma erfðaefni. Það má alltaf reikna með að finna svörun í öllum ryksýnum, enda eru gró myglusveppa loftborin og til staðar utandyra.

Í greiningum hjá OBH er skimað er sérstaklega fyrir ákveðnum tegundum sem eru einkennandi fyrir byggingu þar sem eru rakavandamál. Niðurstöður eru settar fram með litakóða þar sem er grófelga metið hvort að magn örvera sem einkenna rakaskemmdir sé eðlilegt eða það sé ástæða til þess að kanna rýmið eða svæðið betur. Við áhættumat eru notuð viðmið frá byggingum þar sem ekki finnast rakaskemmdir (sjá skýringar á viðmiðum og fyrirvara í skýrslu OBH).



MYND G Stroksýni af dyrakarmi sent í qPCR greiningu

## 5.5 Loftgæðamælingar

Loftgæði einkennast af þeim ögnum, efnum og lofttegundum sem finnast í lofti hverju sinni, þau geta verið slök eða góð. Upplýsingar um hita- og rakastig innandyra eru kennistærðir þegar kemur að því að meta loftgæði en ná ekki yfir loftgæði eða samsetningu loftsins í heild.

Síritar mæla og skrá hitastig, loftraka og styrk koltvísýrings ( $\text{CO}_2$ ) í inniloftinu á 10 mínútna fresti. Notast er við mæla af gerðinni XT-10 og mæla þeir magn  $\text{CO}_2$  á bilinu 0 - 9.999 ppm með nákvæmni  $\pm 70$  ppm  $\pm 3\%$ , hitastig á bilinu  $-10 - 70^\circ\text{C}$  með nákvæmni  $\pm 0,3^\circ\text{C}$  og loks rakastig á bilinu 0,1 - 99% með nákvæmni  $\pm 3\%$ . Mesti fjöldi mælipunkta er 12.700 sem gefur lengsta mögulega mælitíma tæpa þrjá mánuði miðað við mæliskráningu á 10 mínútna fresti.



Mælingar á hlutfalli  $\text{CO}_2$  í innilofti gefa annars vegar hugmyndir um sveiflur og breytingar í þeim rýmum sem mælarnir eru staðsettir og hins vegar gefa þær til kynna hvort loftskipti séu nóg. Í byggingarreglugerð kemur fram að tryggja skuli að  $\text{CO}_2$  magn í innilofti verði ekki meira að jafnaði en 0,08 %  $\text{CO}_2$  (800 ppm) og fari ekki til skamms tíma yfir 0,1%  $\text{CO}_2$  (1.000 ppm).

MYND H Dæmi um loftgæðamæli sem síritar

Engar beinar kröfur um innihitastig er að finna í byggingareglugerð en í henni er vísað til staðalsins ÍST EN ISO 7730:2005. Í þeim staðli er fjallað um það hvernig meta megi ánægju fólks með inniáðstæður og er þar einnig ráðgjöf um heppilegan skynjunarhita háð fatnaði og hreyfingu. Í Evrópu er iðulega miðað við að innihiti í vistarverum þar sem fólk dvelst að jafnaði skuli vera á bilinu  $20 - 26^\circ\text{C}$ . Í reglugerð, Stjtið. B nr. 581/1995 um upphitun vinnustaða, kemur fram að hæfilegt hitastig sé  $18^\circ - 22^\circ\text{C}$  fyrir kyrrsetustörf og  $16^\circ - 18^\circ\text{C}$  fyrir störf sem krefjast hreyfingar, nema annars sé krafist vegna framleiðslunnar. Einnig er talað um að hiti skuli vera sem jafnastur um allt starfsrýmið.

Engar kröfur er heldur að finna um loftraka innanhúss í byggingarreglugerð en í reglugerð, Stjtíð. B nr. 581/1995 kemur fram að leitast skuli við að halda hæfilegu rakastigi í vinnurými. Í staðlinum ÍST EN ISO 7730:2005 kemur fram að við eðlilegt hitastig (< 26°C) og meðalhreyfingu (< 2 met) hafi rakastig lítil áhrif á líðan fólks í viðkomandi rými og rakastig því ásættanlegt á breiðu bili. Í RB blaði Rb.(14).005, Greinargerð um hita- og rakaástand, kemur fram að algengur loftraki innilofts sé 25 – 40 % að vetrarlagi og 45 – 55% að sumarlagi. Búast má við að fólk finni fyrir óþægindum þegar hlutfallsraki mælist undir 15% HR. Það er flókið að stýra rakastigi og óþægindi sem tengjast rakastigi eru talin vera minni en t.d. óþægindi sem tengjast uppsöfnun á koltvísýringi eða hitastigi.