



VALHÚSASKÓLI

RAKAÁSTAND OG INNIVIST

5.7.2023

SKÝRSLA – UPPLÝSINGABLAÐ

SKJALALYKILL

102973-SKY-001-V01

SKÝRSLUNÚMÉR / SÍÐUFJÖLDI

01 / 353

VERKEFNISSTJÓRI – FULLTRÚI VERKKAUPA

Brynjar Þór Jónsson

VERKEFNISSTJÓRI – EFLA

Sylgja Dögg Sigurjónsdóttir

LYKILORÐ

Rakaástand, innivist, sýnataka, rakaskimun, niðurstöður, úrbætur

STADA SKÝRSLU

- Í vinnslu
 Drög til yfirlstrar
 Lokið

DREIFING

- Opin
 Dreifing með leyfi verkkaupa
 Trúnaðarmál

TITILL SKÝRSLU

Valhúsaskóli rakaástand og innivist

VERKHEITI

Valhúsaskóli

VERKKAUPI

Seltjarnarnesbær

HÖFUNDUR

Árna Benediktsdóttir (ÁB), Böðvar Bjarnason (BB),
Klara Sif Sverrisdóttir (KS)

ÚTDRÁTTUR

Óskað var eftir rakaskimun í Valhúsaskóla. Úttektin felst í því að greina hvort rakavandamál séu til staðar og finna orsök þeirra. Tillögur að úrbótum miða að því að tryggja góða innivist, endingu og uppfylla nútímakröfur sem gerðar eru til slíkra bygginga.

Við skoðun Valhúsaskóla kom í ljós að umfangsmikil rakavandamál eru til staðar í byggingunni. Tekin voru 30 sýni úr byggingarefnum og af þeim greindist mygla í 25 þeirra. Tekin voru 11 DNA sýni, 3 þeirra reyndust vera með mikið magn af óæskilegum örverum sem tengjast rakaskemmdum og í fjórum til viðbótar var magn óæskilegra örvera yfir æskilegum mörkum.

Til að tryggja góð loftgæði og bæta innivist í húsnæðinu er mikilvægt að stöðva strax rakaupptök og fjarlægja allt rakaskemmt byggingarefni og bæta loftskipti í húsnæðinu.

ÚTGÁFUSAGA

<u>NR.</u>	<u>HÖFUNDUR</u>	<u>DAGS.</u>	<u>RÝNT</u>	<u>DAGS.</u>	<u>SAMPYKKT</u>	<u>DAGS.</u>
01	Klara Sif Sverrisdóttir, Árna Benediktsdóttir og Böðvar Bjarnason	14.06.23	Böðvar Bjarnason	19.06.23	Sylgja Dögg Sigurjónsdóttir	20.06.23

SAMANTEKT

Óskað var eftir úttekt EFLU verkfræðistofu af Seltjarnarnesbæ til að skoða Valhúsaskóla með tilliti til rakaástands og innivistar.

Eldri hluti skólans var byggður árið 1973 og er á tveimur hæðum auk kjallara, viðbygging var byggð við skólann um 2015.

Markmið Megin markmið úttektarinnar var að skoða húsnæðið í heild sinni með tilliti til rakaástands, innivistar og kanna hvort rakavandamál séu til staðar. Meta örsök þeirra og umfang. Eingöngu voru skoðuð þau svæði sem koma fram í þessu skjali, önnur svæði var ekki lagt mat á.

Aðferðir Húsnæðið var skoðað sjónrænt að innan, gróflega að utan og athugasemdir kortlagðar. Einnig var farið yfir rýmin með snertirakamælum til að kanna möguleika á raka í byggingarefnum og raki þannig kortlagður um rýmin og merkt inn á teikningar. Eftir að búið var að kortleggja rakaástand byggingarinnar voru tekin sýni á völdum stöðum.

Niðurstaða Við rakamælingar, sjónræna skoðun og opnun byggingarhluta kom í ljós að umfangsmikil rakavandamál eru til staðar í húsinu. Orsakir rakavandamála eru nokkrar en helst er um að ræða leka frá gluggum, útveggjum og síðan rakapéttingu vegna rakaflæðis og áhættusamrar uppbyggingar á útveggjum. Vandamál tengd loftgæðum og innivist felast í því að rakaskemmd byggingarefni eru útbreidd, loftlekar frá kjallara eru mögulegir og loftskiptum er ábótavant. Alls voru tekin 30 sýni úr byggingarefnum sem greind voru á rannsóknarstofu EFLU og 11 DNA sýni sem voru send til Husetest í Danmörku til greiningar. Af 30 byggingarefnis sýnum greindist mygla í 25 byggingarsýnum. Í DNA sýnunum greindist aukið magn af óæskilegum örverum í 3 sýnum og í 4 til viðbótar greindust óæskilegar örverur þó í minna mæli væri.

Úrbætur og umfjöllun Til að tryggja góð loftgæði og bættu innivist í húsnæðinu er mikilvægt að stöðva strax rakaupptök og fjarlægja allt rakaskemmt byggingarefni. Mikilvægt er að fylgja ströngum verkferlum varðandi hreinsun á raka- og myglusvæðum. Til að stöðva rakaupptök og koma húsnæðinu í gott ástand þarf að fara í eftirfarandi framkvæmdir í ákveðinni forgangs röðun:

- Fjarlægja allt rakaskemmt efni
- Fjarlægja ætti alla léttu uppbyggingu innan af útveggjum og byggja upp utan frá með einangrun, vatnsvarnarlagi og klæðningu
- Lækka jarðvegshæð næst húsi
- Skoða þarf ástand glugga betur, þetta eða endurnýja
- Mynda þarf drenlagnir og aðrar fráveitulagnir og endurnýja þær sem eru ónýtir
- Bæta þarf loftræsinguna í húsinu
- Í lagnakjallara þarf að steypa í botn þar sem opinn jarðvegur er og endurnýja lagnir. Tryggja þarf undirþrýsting í kjallara með vélrænu útsogi og öndun á móti beint út undir ferskt loft.
- Tryggja þarf að ekki séu loftlekar frá þakrýmum og lagnakjallara í önnur íverurými.

EFNISYFIRLIT

SAMANTEKT	5
1 INNGANGUR	7
1.1 Almennt um skoðun	7
1.2 Umfang, forsendur eða fyrirvarar	7
2 LÝSING Á HÚSNÆÐI	8
2.1 Kjallari	8
2.2 1. hæð	8
2.3 2. hæð	8
3 AÐFERÐIR	9
4 SKOÐUN & NIÐURSTÖÐUR	10
4.1 Sjónskoðun og rakaskimun	10
4.1.1 Kjallari	10
4.1.2 1. Hæð	11
4.1.3 2. Hæð	12
4.2 Kortlagning á rakaástandi	13
4.3 Yfirlitsmynd af rakasvæðum	14
4.4 Sýnataka	16
4.5 Niðurstöður sýnataka	17
4.6 Yfirlit yfir DNA sýni	20
5 UMFJÖLLUN OG ÚRBÆTUR	21
5.1 Kjallari	21
5.2 Fyrsta hæð	21
5.3 Önnur hæð	22
5.4 Þakvirki	22
5.5 Loftræsing	22
5.6 Næstu skref í rannsókn:	22
5.7 Næstu skref í aðgerðum:	23
5.8 Helstu tillögur til úrbóta:	23
6 RANNSÓKNIR SEM EFLA STYÐST M.A. VIÐ	25
7 AÐFERÐIR	27

1 INNGANGUR

Samkvæmt Alþjóðaheilbrigðismálastofnuninni (WHO, 2009) er raki í húsnæði eða byggingarefnum áhættuþáttur fyrir heilsu notenda og því eru rakamælingar og vísbendingar sem þær gefa almennt fyrsta skrefið þegar hollustuhættir í byggingum eru skoðaðir. Til þess að meta innivist og loftgæði í húsnæði þarf að skoða hlutina í samhengi og huga að mörgum þáttum svo sem húsagerð, ástandi og gæði byggingar auk hegðun notenda út frá byggingareðlisfræðilegum sjónarmiðum. Styðjast þarf við ólíkar rannsóknaraðferðir eftir aðstæðum hverju sinni. Mikilvægt er að saga notenda og upplýsingar um fyrri leka og vatnstjón liggi fyrir.

1.1 Almennt um skoðun

Dagana 8-12 maí 2023 fór fram skoðun á Valhúsaskóla í þeim tilgangi að kortleggja rakaástand hússins. Rakamælt var og sjónskoðað meðfram öllum útveggjum og inni í votrymum, einnig var botnplata rakaskimuð og þakvirki skoðað eftir því sem kostur var. Niðurstöður skimunarinnar voru skráðar inn á teikningar og í framhaldi ákveðið hvar skildi taka sýni. Þessi rannsókn á rakaástandi og innivist var gerð að beiðni Brynjars Þórs Jónssonar sviðstjóra Skipulags og umhverfissviðs Seltjarnarnesbæjar. Markmið með úttekt var að meta rakaástandið í skólanum og koma með tillögur að úrbótum sem byggja á þessum niðurstöðum.

1.2 Umfang, forsendur eða fyrirvarar

Þessi skýrsla tiltekur aðeins það sem hér er fjallað um og endurspeglar ástandið við skoðun. Ekki er opnað inn í byggingarhluta eða skoðað nánar nema það sé tekið fram.

Búið er að rakaskima öll íverusvæði bæði gólf og veggi, loft og þök hafa fyrst og fremst verið sjónskoðuð. Tekin voru 30 sýni flest úr gólfum en einnig úr veggjum. Einungis hafa verið tekin tvö sýni úr lofti. Tekin voru 11 DNA ryksýni.

2 LÝSING Á HÚSNÆÐI

Valhúsaskóli er byggður í tveimur áföngum og hýsir elstu fjóra árganga í grunnskóla. Fyrsti áfanginn var byggður árið 1973, kjallari og tvær hæðir. Annar áfanginn var byggður 2002 og er á einni hæð. Byggt var við bygginguna í kringum 2015, byggingarnar eru tengdar saman með tengigöngum. Aðalbyggingin er á tveim hæðum ásamt kjallara sem er undir hluta hússins og viðbyggingin er á einni hæð. Eldri hluti skólans er um 50 ára staðsteypt bygging. Núverandi klæðningar innveggja eru gifs-og spónaplötur.

Skoðað var helstu staðina á fyrstu og annarri hæð, ásamt kjallara en ekki var skoðað tvö rými í kjallara þar sem ekki var aðgengi að þeim.

Virk loftræsing er einungis í hluta húsnæðisins. Í viðbyggingu er hefðbundið timburþak en í aðalbyggingu er steyp þakplata með uppstóluðu timbri.

2.1 Kjallari

Veggir í kjallara eru ýmist steyptir eða léttir, gólfefni er að mestu dúkur en flísar eða epoxy eru á votrymum. Í kjallaranum er smíðastofa og rými tengd henni, tæknirými, geymslur og lyfta. Í lagnarými eru gólf máluð en í einu rýminu er ekki steyp plata og einungis opinn jarðvegur.

2.2 1. hæð

Útveggir eldri hluta eru flestir klæddir að innan með spónarplötum en gifs er þar sem búið er að laga vegg. Innveggir eru að mestu léttir veggir með spónarplötum eða steyptir burðarveggir. Loft eru niðurtekin með trégrind og klædd með hljóðísogsplötum. Gólf dúkur er í öllum kennslustofum og á göngum en í votrymum eru flísar eða epoxy. Á fyrstu hæð skólans eru kennslustofur, opið miðrými, salerni, ræstingar, inngangur skólans, heimilisfræðistofa, myndmennt, matsalur ásamt eldhúsi, útigarður og lyfta.

Útveggir viðbyggingar er gerðir úr steypum samlokueiningum.

2.3 2. hæð

Útveggir eru klæddir að innan með spónarplötum. Innveggir eru að mestu léttir veggir klæddir með spónarplötum. Loft eru niðurtekin með trégrind og klædd með hljóðísogsplötum. Önnur hæð samanstendur af bókasafni, kennslustofum, sérkennslustofum, salerni, skrifstofurýmum, afgreiðslu, kennarastofu og lyftu. Frá salerni á 2. hæð er hægt að komast upp í þakturn.

3 AÐFERÐIR

Rakaástand og innivist í byggingum byggir á mörgum þáttum svo sem húsagerð, ástandi og gæði byggingar og notkun. Við úttekt er stuðst við rakaskimun, 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.

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

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

Fyrir nánari skýringu á ofangreindum aðferðum má sjá í 7. kafla um rannsóknaraðferðir.

4 SKOÐUN & NIÐURSTÖÐUR

Í þessum kafla er greint frá atriðum sem komu fram við skoðun, rakamælingar og niðurstöðum rannsókna eftir rannsóknaraðferðum. Í kaflanum *Umfjöllun og úrbætur* hér að aftan eru niðurstöður túlkaðar og settar í samhengi. Skólinn var skoðaður sjónrænt og með snertirakamælum.

4.1 Sjónskoðun og rakaskimun

Farið var meðfram öllum útveggjum og inn í votrými og svæðin sjónskoðuð og rakaskimuð einnig voru gólf á fyllingu skimuð.

Nýlega hefur verið málað yfir lagfæringar vegna rakaskemmda en slík svæði geta dulist skoðunar mönnum þar sem erfitt getur verið að koma auga á þau en oft er ekki gengið nægjanlega langt í slíkum bráðarbirgða viðgerðum.

4.1.1 Kjallari

Geymsla 10M2 var ekki skoðuð. Geymsla 22M2 og safngeymsla 8M2 voru skoðaðar að hluta til. Ummerki um raka er í gólfdukk og við glugga í smíðastofu og á miðju gólfi. Hækkaður raki mældist í gólfi við flesta vegg í kjallaranum. Í skriðkjallara er opið skólprör í slæmu ásigkomulagi.

Tekin voru fimm byggingarefnis sýni, þar af þrjú í gólfi og tvö í vegg. Ásamt því var tekið eitt DNA sýni.



Mynd 1. Skólprör í slæmu ásigkomulagi



Mynd 2. Ummerki um raka undir gólfdukk

4.1.2 1. Hæð

Ummerki um raka er í gólfduík þá sérstaklega við útveggi og ummerki í og við glugga. Hækkaður raki mældist í gólfi í flestum kennslustofum og votrymum. Mikil fúkka lykt var í stofu 111. Lekaummerki eru í lofti við tengigang í viðbyggingu.

Tekin voru nítján byggingarefnis sýni, þar af voru þrettán sýni úr gólfi, fimm sýni úr vegg/gluggum og eitt úr lofti, ásamt því voru tekin fimm DNA sýni. Opnað var inn í tvo veggi í stofu 111 og einn vegg í heimilisfræðistofu.



Mynd 3. Rakaummerki undir gólfduík



Mynd 4. Leki úr lofti



Mynd 5. Hækkaður raki í steiptum útvegg í stofu 111



Mynd 6. Rakaummerki í glugga

4.1.3 2. Hæð

Sýnilegar rakaskemmdir eru í gólfduík á nokkrum stöðum, þá sérstaklega í skrifstofum þar sem útgengt er inn á svalir en þar mældist líka hækkaður raki. Sýnilegar rakaskemmdir eru í útveggjum/klæðningu og gluggakistum.

Tekin voru sex byggingarefnis sýni, þar af var eitt sýni úr gólfi, fjögur sýni úr vegg/glugga og eitt sýni úr lofti. Ásamt því voru tekin fimm DNA sýni á hæðinni en eitt af þeim var tekið efst í turni.



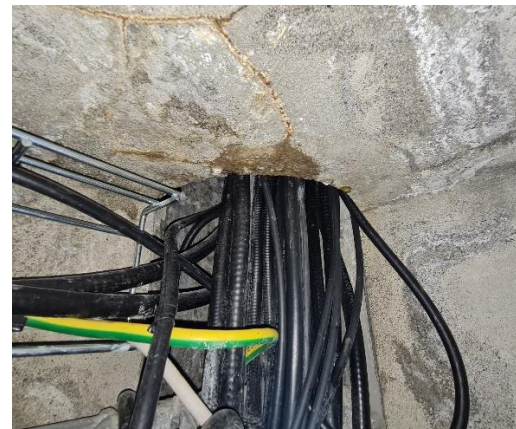
Mynd 7. Sýnilegar rakaskemmdir í loftplötum



Mynd 8. Rakaummerki í gólfduík



Mynd 9. Horft inn í þakrými frá þakturni







Mynd 10. Virkur leki í þakrými og loftleki







4.2 Kortlagning á rakaástandi

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 athugasverð. Niðurstöður eru settar fram á grunnmyndum hvernar hæðar.

Merkingar á teikningar tákna eftirfarandi:

	Fjólublátt litað	= Hækkaður raki í lofti
	Appelsínugult	= Hækkaður raki í veggjum.
	Blátt litað	= Hækkaður raki í gólfi
	Grátt litað	= Rými ekki skoðuð.

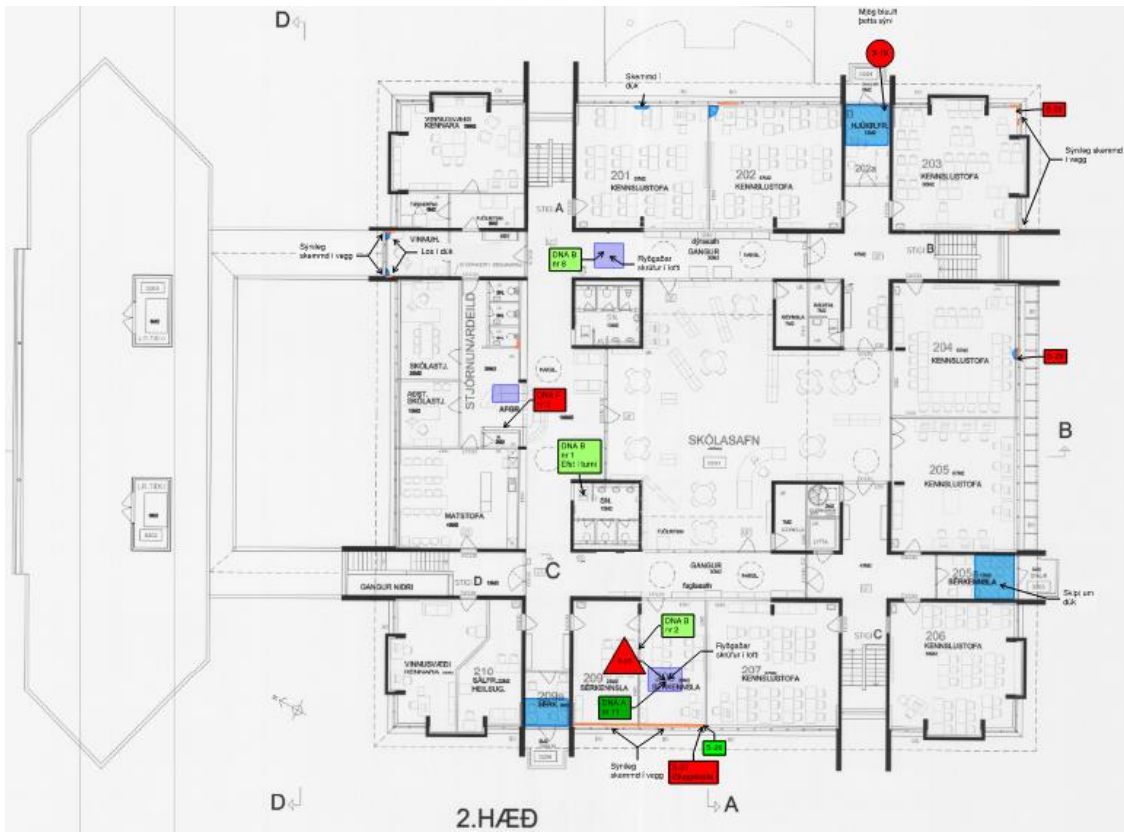
Við skoðun á húsnæðinu fóru fram mismunandi sýnatökur og eru þær tilgreindar inn á grunnmyndum hvernar hæðar. Í kafla 4.4 er sýnatökum gerð nánari skil. Eftirfarandi tákna sýna staðsetningu og útskýra niðurstöður efnissýna:

	Enginn örveruvöxtur fannst við skoðun sýnis.		Ummerki um örveruvöxt fundust í sýni eins og gró, mítlaskítur o.fl.		Örveruvöxtur fannst í vexti í sýni.
	Staðsetning sýni gólf .		Staðsetning sýni veggur .		Staðsetning sýni loft .

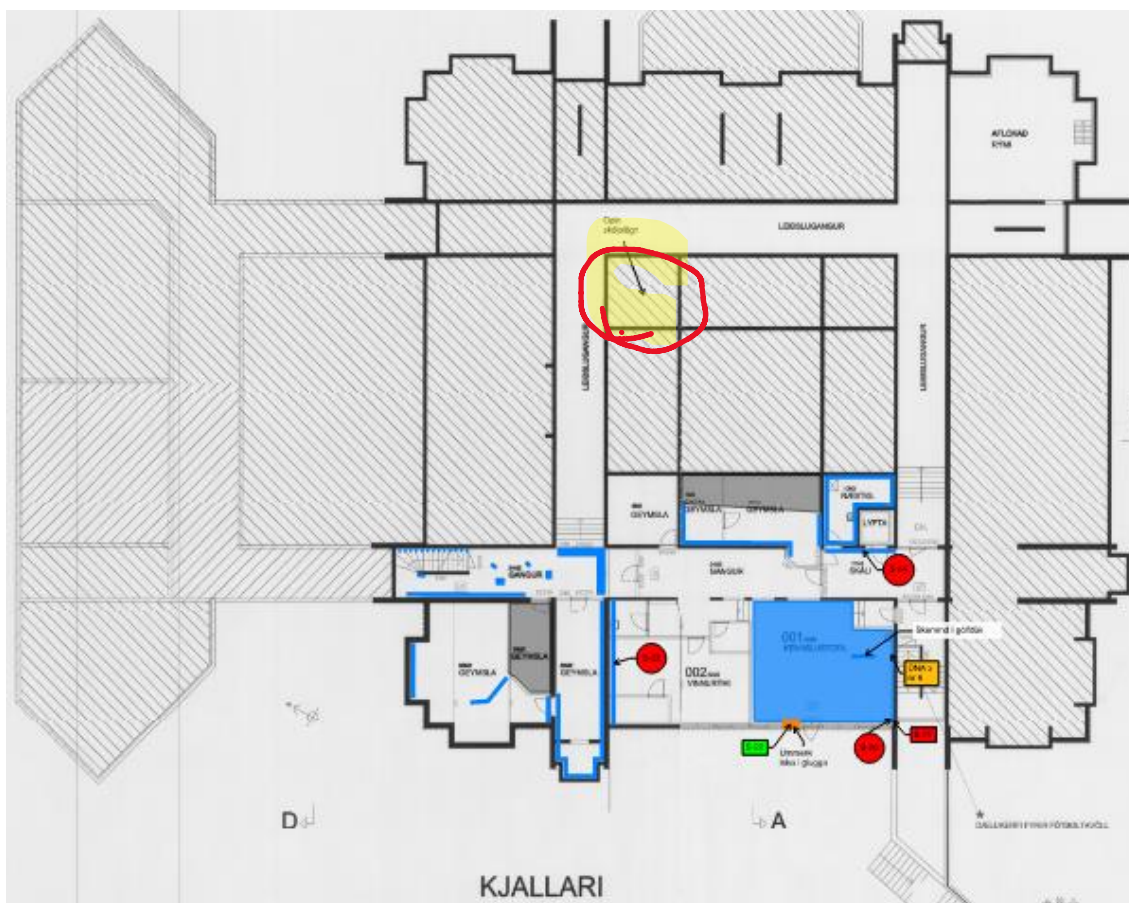
4.3 Yfirlitsmynd af rakasvæðum



Mynd 11. Grunnmynd fyrsta hæð



Mynd 12. Grunnmynd önnur hæð



Mynd 13. Grunnmynd kjallari

4.4 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 verk tíma, 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.

4.5 Niðurstöður sýnataka

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

SÝNI	STAÐSETNING	LÝSING	EFNI	RAKI	GREINING	NIÐURSTAÐA	LITAKÓÐI
1	Stofa 111, 1.hæð	Veggur	Steypa; Krossviður; Gips		S	Kjarni 22mm langur. Mygla í holrýmum kjarna að minnsta kosti 1mm inn í kjarnann. Ekki ummerki um myglu í gipsi né krossvið.	
2	Stofa 111, 1.hæð	Gólf	Dúkur; Ílögn		S	Kjarni 28mm langur. Myglað í holrýmum kjarna að minnsta kosti 8mm inn í kjarnann. Þung lykt af dúk sem bendir til rakaálags en ekki ummerki um myglu undir dúk.	
3	Stofa 111, 1.hæð	Veggur	Steypa; Spónaplata		S	Kjarni 16mm langur. Myglað í holrýmum kjarna að minnsta kosti 3mm inn í kjarnann. Ekki ummerki um myglu í spónaplötu, þung lykt af plötunni.	
4	Gangur í viðbyggingu	Gólf	Dúkur; Ílögn		S	Kjarni 32mm langur. Myglað í holrýmum kjarna í gegnum ílögn, að minnsta kosti 10mm inn í kjarnann. Myglað undir dúk af Aspergillus spp gró og gróberar. Einnig smádyraleifar undir dúk.	
5	Stofa 110, 1.hæð	Gólf	Dúkur; Ílögn		S	Kjarni 27mm langur. Ekki ummerki um myglu í sýninu.	
6	Stofa 109, 1.hæð, undir tæknigólfi	Gólf	Ílögn; Málning		S	Kjarni 30mm langur. Ekki ummerki um myglu í sýninu.	
7	Stofa 107, undir kennaratöflu, 1.hæð	Gólf	Dúkur; Ílögn		S	Kjarni 30mm langur. Ekki ummerki um myglu í kjarna. Myglað undir dúk af Aspergillus spp gró og gróberar og litlir þræðir sem líkjast geislabakteríum.	
8	Stofa 107, undir kennaratöflu, 1.hæð	Veggur	Steypa; Dúkur		S	Kjarni 18mm langur. Ekki ummerki um myglu í kjarna. Þung lykt af dúk sem bendir til rakaskemmda en ekki ummerki um myglu.	
9	Stofa 107, við útvegg, 1.hæð	Gólf	Dúkur; Ílögn		S	Kjarni 26mm langur. Myglað í holrýmum kjarna að minnsta kosti 7mm inn í kjarnann. Myglað undir dúk af Penecilillium spp gró og gróberar.	
10	Stofa 112, 1.hæð	Gólf	Dúkur; Ílögn		S	Kjarni 26mm langur. Mygla í holrýmum kjarna að minnsta kosti 10mm inn í kjarnann.	

						Ekki ummerki um myglu undir dúk.	
11	Miðrymi á 1.hæð við salerni	Gólf	Dúkur; Ílögn		S	Kjarni 28mm langur. Myglað í holrýmum kjarna að minnsta kosti 7mm inn í kjarnann. Myglað undir dúk af Aspergillus spp gróberar og Acremonium spp gró og gróberar.	
12	Snyrting, 1.hæð	Gólf	Dúkur; Ílögn		S	Kjarni 25mm langur. Myglað í holrýmum kjarna að minnsta kosti 2mm inn í kjarnann. Uppborðuð ótilgreind mygla undir dúk, gró og svepphlutar.	
13	Miðrymi á 1.hæð við ræstingar	Gólf	Dúkur; Ílögn		S	Kjarni 18mm langur. Myglað í holrýmum kjarna í gegnum kjarnann. Myglað undir dúk af Aspergillus spp gró og gróberar.	
14	Matsalur , eldhúsinu, 1.hæð	Gólf	Dúkur; Ílögn		S	Kjarni 19mm langur. Myglað í holrýmum kjarna að minnsta kosti 2mm inn í kjarnann. Mikið myglað undir dúk af Aspergillus spp gró og gróberar og óþekktri tegund.	
15	Stofa 101, 1.hæð	Gólf	Dúkur; Ílögn		S	Kjarni 20mm langur. Myglað í holrýmum kjarna að minnsta kosti 13mm inn í kjarnann. Svartur vöxtur undir dúk, uppborðaðir svepphlutar af Tritirachium spp.	
16	Heimilisfræðistofa, 102, 1.hæð	Gólf	Dúkur; Ílögn		S	Kjarni 12mm langur. Myglað í holrýmum kjarna að minnsta kosti 2mm inn í kjarnann. Ekki ummerki um myglu undir dúk.	
17	Heimilisfræðistofa, 102, 1.hæð	Veggur	Steypa; Málning; Spónaplata		S	Kjarni 23mm langur. Ekki ummerki um myglu í sýninu.	
18	Stofa 103, 1.hæð	Gluggakista	Krossviður		S	Myglað á neðra borði sólbekks af Cladosporium spp gró og gróberar og gró sem líkjast Aspergillus spp.	
19	Hjúkrunarfræðingur, 202a, 2.hæð	Gólf	Dúkur; Ílögn		S	Kjarni 13mm langur. Myglað í holrýmum kjarna að minnsta kosti 5mm inn í kjarnann. Myglað undir dúk af Acremonium spp gró og gróberar.	
20	Smíðastofa, kjallari	Gólf	Dúkur; Ílögn		S	Kjarni 27mm langur. Myglað í holrýmumkjarna að minnsta kosti 1mm inn í kjarnann. Myglað undir dúk af Tritirachium spp gró og gróberar.	

21	Smíðastofa, kjallari	Veggur	Málning; Timbur		S	Mygla í krossvið af tegund sem líkist Cladosporium spp gró og svepphlutar. Litlir sveppþræðir og gró sem líkjast Acremonium spp.	
22	Smíðastofa, kjallari	Veggur	Málning; Timbur		S	Ekki ummerki um myglu í sýninu.	
23	Smíðastofa, vélasetur, kjallari	Gólf	Dúkur; Ílögn		S	Kjarni 20mm langur. Mygla í holrýmum kjarna 10mm inn í kjarnann. Myglað undir dúk af Aspergillus spp gró og gróberar.	
24	Gangur fyrir framan lyftu, kjallari	Gólf	Dúkur; Ílögn		S	Kjarni 38mm langur. Myglað í holrýmum kjarna að minnsta kosti 25mm inn í kjarnann. Myglað undir dúk, litlir þræðir sem líkjast geislakræmum.	
25	Stofa 208, 2.hæð	Loft	Timbur		S	Myglað á yfirborði af Cladosporium spp gró og gróberar. Mygla nær <1mm inn í timbrið.	
26	Stofa 208, 2.hæð	Veggur	Timbur		S	Ekki ummerki um myglu í sýninu.	
27	Stofa 208, 2.hæð	Gluggaki sta	Timbur		S	Myglað í spón af Cladosporium spp gró og gróberar.	
28	Stofa 203, 2.hæð	Veggur	Málning; Timbur		S	Myglað á bakhlið spónaplötu af tegund sem líkist Rhizopus spp gró og gróberar.	
29	Stofa 204, 2.hæð	Veggur	Málning; Timbur		S	Mikið myglað á bakhlið af Chaetomium spp gró og gróberar í miklu magni og myglan nær í gegnum spónaplötuna.	
30	Stofa 101, 1.hæð	Loft	Timbur		S	Myglað á yfirborði af Cladosporium spp gró og gróberar og tegund sem líkist Trichoderma spp gró og svepphlutar. Mygla nær að minnsta kosti 3mm inn í timbrið.	

4.6 Yfirlit yfir DNA sýni

DNA sýni eru ryksýni sem eru tekin ofan af hurðarkörmum eða yfirborðsflötum þar sem ekki er þrifið að jafnaði eða reglulega. Ryki er þá safnað í strokpinna eftir leiðbeiningum frá Husetest og síðan eru þau send til raðgreiningar hjá rannsóknarstofu Husetest í Danmörku. Niðurstöðurnar fylgja með í viðauka frá Husetest en hér er yfirlit yfir helstu niðurstöður.

TAFLA 2 Niðurstöður frá rannsóknarstofu Husetest.

NR.	DAGSETNING	RAÐNR.	STAÐSETNING	LÝSING	NIÐURSTAÐA
1	08.05.23	088	Efst í turni	Loftræsikerfi	B
2	08.05.23	089	Stofa 208, 2.hæð	Tússtafla	B
3	08.05.23	090	Ritari, 2.hæð	Tússtafla	F
4	08.05.23	091	Stofa 111. 1.hæð	Spegill	A
5	08.05.23	092	Matsalur, 1.hæð	Skápur	A
6	08.05.23	093	Smiðastofa, kjallari	Rammi	D
7	10.05.23	094	Stofa 111, 1.hæð	Rist	D
8	10.05.23	095	Gangur, 2.hæð	Loftplötur	B
9	16.05.23	102	Stofa 109, 1.hæð	Undir tæknigólf	A
10	16.05.23	103	Stofa 101, 1.hæð	Loft	A
11	16.05.23	104	Stofa 208, 2.hæð	Upp í lofti	A

5 UMFJÖLLUN OG ÚRBÆTUR

Þegar að niðurstöður rakaskimunar og sýnatöku, sem hefur verið fjallað um hér ofar, eru skoðaðar er ljóst að víðtækar rakaskemmdir eru til staðar í Valhúsaskóla og fara þarf í gagngerar endurbætur á eldra húsnæði skólans (sjá myndir 11, 12 og 13).

Í þeim byggingum þar sem rakaskemmdir hafa verið lengi til staðar hafa agnir og lofttegundir úr byggingarefnum eða frá lífverum ferðast um loftborið eða farið um með rykögnum á milli rýma. Þessar agnir, lykt og efni liggja á eða loða við alla fleti og geta greipst í gljúp byggingarefni eins og textíl, pappír og opið timbur. Við endurbætur þarf að huga að þessum þáttum og lágmarka frekari dreifingu agna frá rakaskemmdum til þess að tryggja loftgæði eftir aðgerðir.

Almennt virðist vera mikið um loftleka milli hæða/rýma, upp í þakrými og niður í kjallara. Rétt er að benda á að þetta sé hugsanleg hættu vegna bruna.

5.1 Kjallari

Kjallari er undir hluta hússins. Skoða þarf ástand drenlagna við húsið þar sem rakaálag virðist vera verulegt á botnplötu. Mikil rakafrávik koma fram í gólfplötu smíðastofu. Sú plata liggur neðar enn önnur gólf í skólanum og er jarðvegur framan við smíðastofuna ca. 0,5m hærra enn gólfið. Greindist mygla bæði í gólfi og veggjum stofunnar. Aðrir hlutar kjallarans eru að mestu leyti lagnakjallarar og ekki íverurými. Hækkað rakastig mælist víða meðfram burðarveggjum sem bendir til að rakaástand jarðvegs undir húsinu sé hátt og steypdir burðarveggir séu að draga til sín raka. Í einu rými í skriðkjallaranum er opinn jarðvegur sem er mjög óheppilegt, nauðsynlegt er að steypa plötu þar eins og er í öllum öðrum hlutum kjallarans. Einnig er þar gegnumtærð skólplögn sem nauðsynlegt er að endurnýja. Tryggja þarf að ekki séu loftlekar frá lagnakjallara inn í skólastofur og önnur rými skólans.

5.2 Fyrsta hæð

Hækkaður raki á fyrstu hæð er að mestu bundinn við útveggi, framan við hurðir og í votrýmum með nokkrum undantekningum eins og í stofum 112 og 108 sem snúa að útigarði en þar er rakinn hærri í allri plötunni.

Í nýbyggingunni er hækkaður raki meðfram öllum útveggjum sem sennilega tengist steypuskilum undir forsteyptum einingum en það er þekktur veikleiki að ekki tekst að víbra steypuna undir veggina svo þar myndast oft steypuhreiður. Yfirborð lóðar er víða ef ekki alls staðar jafn hátt eða hærra en platan sem er sennilega skýring á hækkuðu rakastigi næst útveggjum í nýbyggingu. Greina þarf nánar orsök rakans og finna lausnir á þessu rakaálagi.

Í eldri byggingu þarf að skoða gluggabéttingar og hugsanlega endurnýja einhverja glugga samhliða því að fjarlægja léttu uppbyggingu innan af veggjum og tryggja vatnsþéttleika og einangrun utan frá ef einhver kostur er. Léttu uppbygging innan á útveggjum er áhættusöm vegna hættu á rakabéttingu og síðan ef það lekur inn í slíka uppbyggingu eykst áhætta vegna rakaskemmda og myglu. Víða er

hækkaður raki nærri votrymum og skoða þarf ástand lagna. Þrýstiprófa þarf allar vatnslagnir og mynda fráveitulagnir.

5.3 Önnur hæð

Skoða þarf frágang útveggja og glugga eins og á fyrstu hæð. Endurnýja þarf gólfefni framan við svalir og tryggja að rakaálag á þessi svæði verði takmarkað.

5.4 Þakvirki

Skoða þarf betur ástand þakvirkis og tryggja að ekki séu loftlekar úr þakrymum inn í skólastofur. Þörf er tiltektar í þakrymi og nauðsynlegt að koma fyrir hlerum inn í það frá rýmum í turnum eins og sýnt er á teikningum hönnuða, meðal annars til að fyrirbyggja loftleka (sjá myndir 9 og 10 hér að ofan).

5.5 Loftræsing

Einungis er virk loftræsing í hluta húsnæðisins og þarf að bæta úr því en samkvæmt gr 10.2.6 í byggingareglugerð er skylda að vera með vélræna loftræingu í skólahúsnæði. Við hönnun hússins hefur verið gert ráð fyrir loftræingu og eru stokkar lagðir um það, nauðsynlegt að gera ráðstafanir með þrif þegar þeir verða teknir í notkun.

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 heildargólfflatar 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 gólfflatar.

Húsnæðis- og 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.

5.6 Næstu skref í rannsókn:

1. Myndun lagna og þrýstiprófun með áherslu í kringum votrymi
2. Myndun drenlagna í kringum húsnæði og kanna ástand og virkni drengs
3. Fara kerfisbundið yfir ástand á gluggum og meta hvort þurfi að skipta um eða lagfæra
4. Endurskoða uppbyggingu á útveggjum og finna lausnir og tryggja efnisval sem þolir rakaflæði miðað við aðstæður

5.7 Næstu skref í aðgerðum:

1. Koma í veg fyrir loftleka frá kjallara, loft – og brunapétta allar lagnaleiðir og staðfesta með reykprófun.
2. Forgangsráða aðgerðum og úrbótum miðað við notkun og þarfir skólasamfélags og útbúa framkvæmdaáætlun.
 - a. Útbúa aðgerðir og ákveða mótvægisáðgerðir áður en skólahald hefst.
 - b. Útbúa aðgerðaráætlun til þess að koma í veg fyrir frekari rakauppsöfnun, skoða lausnir varðandi útveggi og glugga.
 - c. Skipuleggja rif og förgun á rakaskemmdum byggingarefnum, gólfdukkum, klæðningu á útveggjum og öðru rakaskemmdu efni.
 - d. Fá verktaka til verksins sem hafa reynslu og þekkingu á rakaskemmdum
 - e. Fylgja verkferlum við niðurrif og uppbyggingu
 - i. Lokafrágangur getur ekki hafist fyrr en rakajafnvægi byggingarefna hefur verið náð og lekar hafa verið stöðvaðir.
 - ii. Bráðabirgðalokanir eða frágangur á völdum svæðum þangað til rakaástand hefur komist í jafnvægi (gufuopin efni eða aðrar aðgerðir).
3. Framkvæma allsherjarþrif á húsnæði á meðan aðgerðum stendur og í lokin.

5.8 Helstu tillögur til úrbóta:

Til að tryggja góð loftgæði og bættu innivist í húsnæðinu er mikilvægt að stöðva strax rakaupptök og fjarlægja allt rakaskemmt byggingarefni. Mikilvægt er að fylgja ströngum verkferlum varðandi hreinsun á raka- og myglusvæðum. Til að stöðva rakaupptök og koma húsnæðinu í gott ástand þarf að fara í eftirfarandi framkvæmdir í ákveðinni forgangsröðun:

- Fjarlægja allt rakaskemmt efni
- Fjarlægja ætti alla léttu uppbyggingu innan af útveggjum og byggja upp utan frá með einangrun, vatnsvarnarlagi og klæðningu
- Lækka jarðvegshæð næst húsi
- Skoða þarf ástand glugga betur, þétta eða endurnýja
- Mynda þarf drenlagnir og aðrar fráveitulagnir og endurnýja eftir þörfum
- Tryggja þarf nauðsynlega loftræsinguna í húsinu
- Í lagnakjallara þarf að steypa botnplötu þar sem opinn jarðvegur er og endurnýja lagnir. Tryggja þarf undirþrýsting í kjallara með vélrænu útsogi og öndun á móti beint út undir ferskt loft.
- Tryggja þarf að ekki séu loftlekar frá þakrýmum og lagnakjallara í önnur íverurými.
- Taka til í þakrými og fara yfir einangrun þaks.

Til þess að tryggja góð loftgæði og innivist þarf að sníða endurbætur þannig að hugað sé að öllum þáttum innivistar og nýta þannig tækifæri til þess að uppfæra aðstöðu í skólanum. Þá er mælt með að uppfæra hljóðvist, brunavarnir, aðgengismál, rýmisnotkun, lýsingu og efnisval.

Við úrbætur og aðgerðir skal huga að efnisvali þannig að þau þoli aðstæður miðað við notkun og álag og tryggja að útgufun frá þeim spilli ekki loftgæðum og heilnæmi. Einnig er mælt með að skima fyrir Asbesti áður en niðurrif hefst.

6 RANNSÓKNIR SEM EFLA STYÐST M.A. VIÐ

Canada health. Environmental and workplace health (2007).

Residential Indoor Air Quality Guidelines: Moulds.

Sótt á vef mars 2023:

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, (2018)

Mould guidelines for the Canadian construction industry

Sótt á vef mars 2023:

<https://www.cca-acc.com/wp-content/uploads/2019/02/Mould-guidelines2018.pdf>

<https://www.eaccanada.ca/wp-content/uploads/2021/06/EACC-Indoor-Air-Quality-Guideline-for-Non-Industrial-Workplaces.pdf>

Charles, K., Magee, R.J., Won, D., Lusztyk, 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>

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

Sótt á vef mars 2023:

<https://doi.org/10.1111/j.1600-0668.2005.00345.x>

Mendell, M. J., Mirer, A. G., Cheung, K., Tong, M., & Douwes, J., (2011)

Respiratory and allergic health effects of dampness, mold, and dampness-related agents: a review of the epidemiologic evidence. *Environmental health perspectives*, 119(6), 748–756.

Sótt á vef mars 2023:

<https://doi.org/10.1289/ehp.1002410>

Morse R., AIA, Acker D, (2009)

Indoor Air Quality and Mold Prevention of the Building Envelope Morse Zehnter Associates, last updated 02.22.2017

Sótt á vef mars 2023:

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>

Efni af vefnum sótt mars 2023:

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>

IICRC S520, 2003.

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

Umhverfisstofnun, 2015. Leiðbeiningar fyrir almenning: Innloft, raki og mygla í híbýlum.

http://www.ust.is/library/Skrar/utgefid-efni/Annad/Innloft,%20raki%20og%20mygla_2015%20KH.pdf

WHO

Interventions and actions against mold

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

World Health Organization, 2009

WHO guidelines for indoor air quality: dampness and mould.

<http://www.euro.who.int/document/E92645.pdf>

7 AÐFERÐIR

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 (micribiological 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

SJÓNÆN 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 loftræsingur bygginga er háttað og hvort að mögulegt sé að tryggja loftskipti. Skoðunaraðili þarf einnig að kynna sér byggingarefni, efnisval, hönnun og uppbyggingu byggingarhluta. Rakaflæði og loftflæði á milli rýma og byggingarhluta 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. Rakaskimun er fyrsta skoðun eða fyrsta skref í rannsókn á ástandi bygginga með tilliti til rakaskemmda og rakavandamála.



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

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

Við sjónræna skoðun og rakaskimun er notuð teikning af húsnæði og settar fram athugasemdir og frávik 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.

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/RAKASKIMUN

Rakamæling eða rakaskimun 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 hækkun á útslagi mælis gefa því fyrstu vísbendingar og nýtast 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.

Snertirakamælir af gerðinni Protimeter surveymaster eða sambærilegur mælir er notaður við rakamælingar, þar sem mælar 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 og frávikaskráningu; 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.

Rakamælar og tæki notuð við skoðun:

DT-9881 – Particle counter

Protimeter surveymaster - General Electric (PS)

Protimeter Aquant - General Electric

Protimeter MMS – General Electric

Tramex – digital

GANN Hydromette Compact B

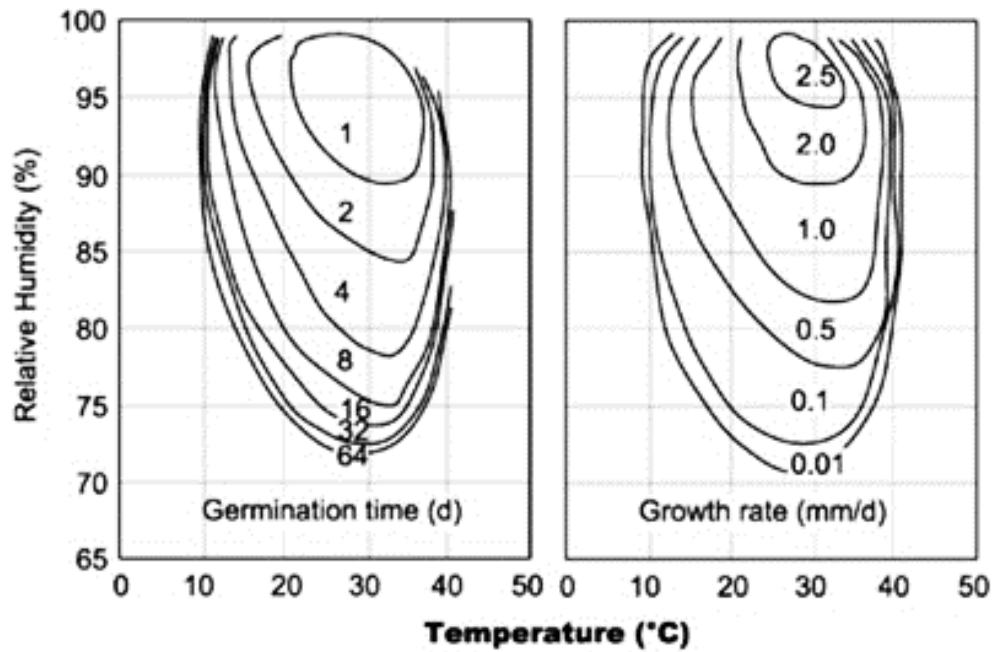
Flir – IR myndavél

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 7 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 C. 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 D. : 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 E. 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 RYKSÝNI

DNA ryksýni eru notuð til að meta hvort örverur (svepphlutar, geislabakteríur rakaskemmdu byggingarefni finnist í uppsöfnuðu ryki sem hefur sest í rýminu. Niðurstöður úr greiningu á DNA sýni geta því gefið vísbendingar um hvaða megi finna í rýminu þar sem sýnið er tekið. Þessi rannsóknaraðferð er einkamerkt sem grunur er um rakaskemmd byggingarefni í lokuðum byggingarhluta. Þessi sýni eru sjáanleg rakavandamál innanhúss.

gró) úr
ur
notuð þar
sem ekki



MYND F. DNA stropinni

Þessi sýni eru send til greiningar á rannsóknarstofu Houstest í Danmörku. Greiningaraðili hefur útbúið viðmið út frá skilgreindum gagnagrunni (sjá í viðauka Houstest). 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 Houstest um þurr og hrein hús. Það er ekki hægt að búast við því að engin ummerki um myglu eða gró finnist í innilofti eða uppsöfnuðu ryki í venjulegu viðverurými. Þessi sýni eru vísbendingar um aðstæður í rými og gefa til kynna það sem er loftborið hverju sinni. Þessi sýni eru þó takmörkuð að því leyti að þau staðsetja ekki vandamálín né heldur er vitað hversu gamalt ryk fer í pinnann. Niðurstöður þeirra gefa til kynna hvort að faldar rakaskemmdir séu nærri sýnatöku stað og hvort að ástæða sé til að kanna ástand mun nánar. Sumar tegundir með stór gró berast ekki auðveldar í loft og koma því sjaldnar í sýni og því getur þessi niðurstaða verið falskt neikvæð.

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 innandryra eru kennistærðir þegar kemur að því að meta loftgæði en ná ekki yfir loftgæði eða samsetningu loftsins í heild. Síritamælingar á CO₂ gefa vísbendingar um loftskipti í rými. Upptök CO₂ í innlofti er frá notendum bygginga og er uppsöfnun á CO₂ því í samræmi við notkun rýmis hverju sinni. Þegar uppsöfnun verður á CO₂ þá er hægt að draga þá ályktun að loftskipti eru ekki fullnægjandi og gefur því til kynna að uppsöfnun getur einnig verið til staðar á öðrum efnum og ögnum.

Síritar mæla og skrá hitastig, loftraka og styrk koltvísýrings (CO₂) í innloftinu á 10 mínútna fresti. Notast er við mæla af gerðinni XT-10 og mæla þeir magn CO₂ á bilinu 0 - 9.999 ppm með nákvæmni ±70 ppm ±3%, hitastig á bilinu -10 – 70°C með nákvæmni ±0,3°C og loks rakastig á bilinu 0,1 – 99% með nákvæmni ±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 CO₂ í innlofti 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 CO₂ magn í innlofti verði ekki meira að jafnaði en 0,08 % CO₂ (800 ppm) og fari ekki til skamms tíma yfir 0,1% CO₂ (1.000 ppm).

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 meggi ánægju fólks með inniaðstæður 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°C. 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, 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, Stjtið. B nr. 581/1995 (Reglur um húsnæði vinnustaða) 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 innlofts sé 25 – 40 % að vetrarlagi og 45 – 55% að sumarlagi á Íslandi. Búast má við að fólk finni fyrir óþægindum þegar hlutfallsraki mælist undir 15% HR. Það er flókið að stýra rakastigi og óþægindi sem að tengjast rakastigi eru talin vera minni en t.d. óþægindi sem að tengjast uppsöfnun á koltvísýringi eða hitastigi.

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 ræstingar (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 sólhlífur 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 (skjáir, 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 útiumhverfi rýmis mögulega mengunarvaldur (t.d. svifryk eða útblástur frá umferð)