

Kafli I Hrörnun safnskots

1 Innri þættir sem valda hrörnun safnskots

1.1 Hrörnun og niðurbrot safngripa/skjala

1.1.2 Efnafraðileg hrörnun

1.1.3 Eðlisfraðileg hrörnun

1.2 Eðlislægir veikleikar

1.3 Skammlíf efni

1.4 Eðli byggingar hluta

1.5 Saga/notkunarsaga

2. Aðalþættir sem valda hrörnun safnskots

2.1 Hiti og raki

2.1.2 Hitastig

2.1.2.1 Áhrif hitastigs á safnkost

2.1.2.2 Hitastig:viðmið

2.1.2 Hlutfallslegur raki

2.1.2.1 Dæmi

2.1.2.2 Hækkun rakastigs

2.1.2.3 Áhrif hlutfallslegs raka (HR) á lífræn efni

2.1.2 4 Skemmdir á efnum vegna raka

2.1.2 4.1 Of hátt rakastig

2.1.2 4.2 Of lágt rakastig

2.1.2 4.3 Sveiflur

2.1.2 5 Rakastig, viðmið

2.1.2.6 Mælingar og eftirlit

2.1.2 7 Síritamælar

2.2. Ljós

2.2.1 Hvað er ljós?

2.2.1.1 Útfjólublátt ljós

2.2.1.2 Innrautt ljós

2.2.1.3 Sýnilegt ljós

2.2.2 Ljósgjafar gerviljósa

2.2.3 Styrkur og tími

2.2.4 Fræðimenn

2.2.5 Sýningarsalir

2.2.6 Algengir staðlar fyrir ljósstyrk eftir efnum

2.2.7 Mælingar og eftirlit

- 2.2.8 Stjórn á ljósmagni
 - 2.2.8.1 Aðgerðir til að takmarka ljós
 - 2.2.8.2 Úrbætur
- 2.3. Loft og loftmengun
 - 2.3.1 Hvað er loftmengun?
 - 2.3.1.1 Mengunaragnir úr föstu efni
 - 2.3.1.2 Gaskennd mengun
 - 2.3.1.2.1 Gaskennd mengun sem kemur utan frá
 - 2.3.1.2.2 Gaskennd loftmengun innandyra
 - 2.3.2 Skemmdir á safnkosti vegna loftmengunar
 - 2.3.3 Aðferðir og próf til mælinga á loftmengun
 - 2.3.4 Eftirlit með loftmengun
 - 2.3.5 Stjórnun á loftmengun
 - 2.3.6 Efni sem gefa frá sér skaðlega mengun
 - 2.3.7 Efni sem talin eru skaðlaus
 - 2.3.8 Dæmi um skaðleg áhrif umhverfis á efni

Kafli I Hrörnun safnkosts

1 Innri þættir sem valda hrörnun safnskosts

1.1 Hrörnun og niðurbrot safngripa/skjala

Hrörnun er hvers kyns eðlis- eða efnafræðileg breyting á ásigkomulagi hlutar. Ekki verður hjá hrörnun komist. Hún er hið náttúrulega ferli sem kemur hlutum í eðlis- og efnafræðilegt jafnvægi við nánasta umhverfi sitt. Skipta má tegundum hrörnunar í tvo meginflokka: eðlisfræðilega og efnafræðilega hrörnun. Oft gerist hvort tveggja samtímis.

1.1.2 Efnafræðileg hrörnun

Efnafræðileg hrörnun er hvers kyns breyting hlutar sem felur í sér breytta efnasamsetningu hans. Hún tekur til breytinga á stigi frumeinda og sameinda. Efnabreyting verður yfirleitt vegna hvörfunar við annað efni (mengun, vatn, úrgang örvera og meindýra, eða við geislun ljóss og varma). Dæmi um efnabreytingar eru m.a. þegar:

- ýmis lífræn efni hvítna
- blettir koma á pappírsskjöl af súrum aðliggjandi efnum
- pappír úr pappírskvoðu dökkar og verður stökkur
- litarefni skemmast af loftmengun eða hvarfast við önnur litarefni
- litir og litarefni upplitast
- resín dökkna
- textíltrefjar verða stökkar
- plastefni mynda [krosstengi](#)
- viður fúnar af sveppagróðri
- málmar oxast (ryðga)
- málmur og steinn tærist vegna loftmengunar
- efni brennur eða sviðnar í eldi

1.1.3 Eðlisfræðileg hrörnun

Eðlisfræðileg hrörnun er breyting á ápreifanlegri byggingu hlutar. Þetta á við um hvers kyns breytinga sem fela ekki í sér breytta efnasamsetningu hlutarins. Eðlisfræðileg hrörnun stafar gjarnan af sveiflukenndu eða röngu hita- og rakastigi eða einhvers konar kraftrænu átaki.

Dæmi um eðlisfræðilega hrörnun eru m.a. þegar:

- lífræn efni verpast við hátt rakastig
- lífræn efni verpast eða sprungur myndast í þau við lágt rakastig
- lífræn efni hverfa þegar skordýr eða liffur þeirra éta þau

- viður springur eða hann svignar og gefur sig við rakasveiflur
- textílar og pappír verða blettótt af myglu
- plastefni, vax og resín bráðna eða deigna við hátt hitastig
- hlutir brotna, springa eða kvernast úr þeim við högg
- hlutir kremjast og molna eða aflagast vegna þess að hart efni þrýstir á sveigjanlegt efni
- hlutir sverfast við núning harðara efnis við mýkra efni
- bygging hluta gefur sig (t.d. málmþreyta, að pappír rifnar og rifur koma í textíla)

Eðlis- og efnafræðileg hrörnun eru tengdar. Til dæmis geta efnabreytingar sem textílar verða fyrir vegna ljóshrifa einnig veikt efnið þannig að fram komi áþreifanlegar skemmdir eins og að það rifni eða slitni í sundur.

1.2 Eðlislægir veikleikar

Auk hrörnunar vegna utanaðkomandi orsakavalda hrörna vissar tegundir gripa vegna eigin eðlis. Þennan gang hrörnunar má nefna ***eðlislægan brest*** (e. *inherent vice*). Oft orsakast slíkir brestir annað hvort vegna ósamrýmanlegra efna, efna af lélegu upplagi eða óstöðugum efniviði. Í náttúrunni hafa efni oft til að bera eiginleika sem verja þau náttúrlegri hrörnun. Í byggingu þeirra og samsetningu getur verið verndandi lagskipting, efni sem halda aftur af skordýrum og myglu og vernd gegn efnavirkni ljóss. Framleiðsluferli gripa getur fjarlægt þessa náttúrulegu vörn.

Aukaefnum kann að vera beitt til að ná fram eftirsóttum áhrifum án tillits til langtímaendingar t.d. íblöndun málmoxíða við silkiframleiðslu frá 19. öld til að fá fram þyngra og glansmeira silki.

Með slíkum vinnsluaðferðum verða til efni sem eru í eðli sínu óstöðugri en hið upprunanlega. Blanda innbyrðis ósamrýmanlegra efna víxlverka á skaðlegan hátt.

Eðlislæga bresti má flokka í þrennt:

1.3 Skammlíf efni

Skammlíf efni eru gjarnan afrakstur ferlis þar sem við framleiðslu er ekki tekið tillit til langtímastöðugleika vörunnar. Margir gripir sem nú eru á söfnum voru upphaflega gerðir til að þjóna tímabundnum þörfum. Meðal dæma um forgengileg efni með eðlislæga bresti eru:

- pappír úr viðarkvoðu
- filmur úr sellulósanítrati og -ester
- mörg 20. aldar [plastefni](#)
- segulbönd o.þ.h., þar með talin rafræn gögn

1.4 Eðli byggingar hluta

Eðlislægir brestir geta einnig tengst byggingu hluta. Slök hönnun, óvönduð smíð eða lélegt efnisval getur valdið því að byggingin gefi sig. Meðal dæma um slíkar skemmdir eru:

- þornunarsprungur í málningu sem ekki er borin rétt á (sjá mynd 1)
- brotnar eða glataðar festingar
- gísín samskeyti
- samtímalistaverk úr hverfullum efnum



Ljms. 1: Nærmynd af altaristöflu eftir Arngrím Gíslason í Urðakirkju

1.5 Saga/notkunarsaga

Eðlislægir brestir geta orðið vegna notkunnar eða varðveisluskilyrða griparsins áður en hann kom á safnið. Skemmdir og hrörnun orsakast þá af upphaflegum tilgangi hlutarins, af því hvernig farið var með hann eða í hvaða umhverfi hann var. Dæmi um eðlislæga bresti sem saga hlutarins veldur eru:

- breytingar í takt við notkun (viðbót eða afnám hluta, t.d. yfirmálning)
- uppsöfnuð lög af ólíkri málningu, t.d. olíu- og latexmálningu
- mettun viðarskálar sem var notuð undir olíu eða salt (sjá mynd 2)
- Umhverfi sem gripur varðveittist í
- [útfelling leysanlegra salta](#) úr keramik í fornleifum meðan þær voru neðanjarðar



Ljms. 2: Saltkrúka geymd í of lágu rakastigi

Erfitt getur verið að greina hrörnun sem orsakast af eðlislægum brestum vegna þess að oft skortir upplýsingar um efnisval og -vinnslu, framleiðslu og fyrri notkun hlutar.

Þjálfðið skarpskyggjina með því að skoða svipaða hluti og þróa með ykkur þekkingu á tæknisviði hlutarins. Með tímanum eykst kunnátta og færni við greiningu eðlislægra bresta.

2. Aðalþættir sem valda hrörnun safnskots

Beri maður skynbragð á grundvallaratriði efnafræði og eðlisfræði hitastigs, rakastigs, ljóss og mengunar verður auðveldara að gera sér grein fyrir áhrifum þessara þátta á safnkostinn/skjölin.

Í þessum kafla er stiklað á stóru um þessa hrörunarvalda og útskýrt hvernig ber að fylgjast með þeim. Lesandinn getur þá áttað sig á góðum eða slæmum aðstæðum á safninu og hvort ráðstafanir sem miða að bættu umhverfi séu að ná tilætluðum árangri. Að lokum eru í kaflanum settar fram viðmiðunarreglur um að velja safnkosti sem best umhverfi. Vegna mikils fjölbreytileika gripa innan safnskots og vegna ólíkra umhverfisaðstæðna einstakra safna er þó ekki hægt að setja fram algildar reglur.

Áður fyrr var mælt með einföldum stöðlum á borð við 50% rakastig og 18°C. Rannsóknir og reynsla hafa síðar sýnt að ólík efni krefjast mismunandi umhverfisaðstæðna. Til að taka vel grundaðar ákvarðanir um rétta meðferð er nauðsynlegt að bera skynbragð á þarfir safnskotsins.

Æskilegt er að þróa svokallað örumhverfi¹ (e. *microclimate*) til geymslu sérstaklega viðkvæmra gripa. Örumhverfi er smærra svæði (kassi, skápur eða afmarkað herbergi) þar sem hita- og/eða rakastigi er stýrt á annan veg en í almennum geymslum safnsins. Meðal algengs örumhverfis er:

- frystigeymsla fyrir sellulósanítratfilmur
- þurrt umhverfi fyrir málma úr fornleifauppgreftri
- rakajafnaðir sýningarkassar fyrir viðkvæm lífræn efni
- hitastýrðar geymslur fyrir handritasöfn

Samspil fjögurra þátta hefur ráðandi áhrif:

-**Hitastig** getur verið of hátt (veldur t.d. niðurbroti og upplitun lífrænna efna), of lágt (veldur t.d. þurrki og sprungumyndun í málningu, lími og fleiri efnum), sveiflast (veldur t.d. sprungum í stökkum efnum).

-**Rakastig** getur verið of hátt (hætta á myglu og tæringu málma), of lágt (hætta á að lífræn efni ofþorni), sveiflast (hætta á stöðugum stærðabreytingum sem valda álagi og geta leitt til varanlegra skemmda).

-**Ljós** veldur niðurbroti efna og litabreytingum, t.d. upplitun, dökkun og gulnun.

¹ Sjá kafla III

-**Loftmengun**, gaskennd og í föstu formi, stuðlar að tæringu málma, litabreytingum og yfirborðseyðingu ýmissa efna.

2.1 Hita- og rakastig

Til að gera söfn aðgengileg verða þau að deila rými með fólki og fólk er viðkvæmara fyrir hitastigi og breytingum á því en flestir gripir. Margar gerðir safngripa eru hins vegar mjög viðkvæmar fyrir rakastigi og sveiflum/breytingum á því. Hitastig er stjórnunarþáttur rakastigs og því er nauðsynlegt að finna milliveg sem felur í sér þægilegt hitastig fyrir fólk og ásættanlegt rakastig fyrir gripi. Hópur af fólki getur líka orsakað sveiflur á hita- og rakastigi eingöngu með nærveru sinni.

Raki vísar til vatnsgufu í andrúmslofti. Rétt hugtak til að tala um raka í loftinu er hlutfallslegur raki² - HR (e. *relative humidity*). Það vísar til hlutfalls í prósentum af vatnsgufu í ákveðnu loftmagni miðað við hámark vatnsgufu sem gæti verið til staðar við sama hitastig.

Fólk er ekki mjög viðkvæmt fyrir sveiflum á rakastigi en mörg efni eru það. Það hefur verið áætlað að gripir séu um 100 sinnum viðkvæmari fyrir HR en fólk. Fólki líður yfirleitt vel í hlutfallslegum raka milli 30-70%. Hámarks varðveisla gripa kallar hins vegar á mismunandi hlutfallslegan raka.

Málmar geymast t.d. best undir 30 % HR en rakastig hærra en 60% getur orsakað efnafræðilegar skemmdir á ljósmyndum og steinn er mjög viðkvæmur fyrir sveiflum.

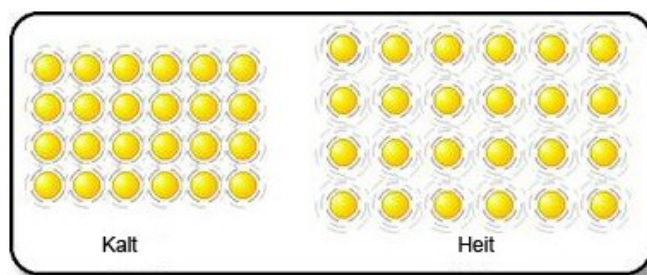
Margir munir eru líka samsettir úr ýmsum efnum sem kalla á mismunandi varðveislumhverfi. Ólík efni ætti helst að geyma við mismunandi rakastig en vegna margbreytileika gripa er stundum nauðsynlegt að finna viðmið til að ná sem mestum stöðugleika. Einn kostur þess að margir fylgja svipuðum viðmiðum er samræmi þegar gripir eru fluttir milli staða, til dæmis úr geymslu í sýningarsal.

Mörg efni ná ákveðnu jafnvægi í því umhverfi sem þau eru geymd í, því þarf að fara gætilega í að flytja þau eða gera breytingar jafnvel í átt til betri aðstæðna.

2.1.2 Hitastig

Hitastig er mæling á hreyfingu sameinda í efni. Þegar hitastigið hækkar hreyfast sameindirnar hraðar, dreifa sér og efnið þennst út. Þegar hitastigið lækkar hægir á sameindunum, þær þjappa sér saman og efnið dregst saman. Hitastig og sveiflur á hitastigi geta haft bein áhrif á varðveislu gripa.

² Sjá grein 2.1.2



Ljms. 3: dæmi áhrifs hita á fastefni.

2.1.2.1 Áhrif hitastigs á safnkost

Við hærra hitastig eykst efnafræðileg starfsemi. Viðmiðunarreglan er sú að við hækkun hitastigs um 10 gráður á Celsíus tvöfaldast hraði flestrar efnafræðilegrar starfsemi. Hátt hitastig stuðlar, t.d. að auknum skemmdum á [sellulósa- nítatsfilmum](#). Ef ekki er tekið eftir skemmdunum geta þær leitt til sjálfsíkveikju. Líffræðileg starfsemi eykst við hærra hitastig. Skordýr éta meira og fjölga sér hraðar. Mygla vex hraðar innan marka ákveðins hitastigs. Við hátt hitastig geta efni mýkst. Vax getur bráðnað og safnað ryki á mjúkt yfirborð, lím getur hætt að virka, plast, lakk og segulbönd geta orðið klístruð. Dæmi: vínýl hljómplata getur eyðilagst á 30 mínútum í 50°C.



Ljms. 4: Skemmd nítat kvikmyndafilma



Ljms. 5: Skemmd vínýl hljómplata

2.1.2.2 Hitastig:viðmið

Í sýningarsölum, lestrasölum og rannsóknarsvæðum, þar sem vellíðan fólks er í fyrirrúmi er oft reynt að halda hitastiginu við 18-20 gráður. Hitastig ætti ekki að fara yfir 24 gráður. Æskilegt er að halda hitastiginu eins stöðugu og hægt er. Á geymslusvæðum þar sem ekki þarf að taka tillit til fólks er hægt að hafa hitastigið mun lægra til að ná fram hámarks varðveislu gripa en mörg efni varðveitast best í miklum kulda eða frosti t.d.

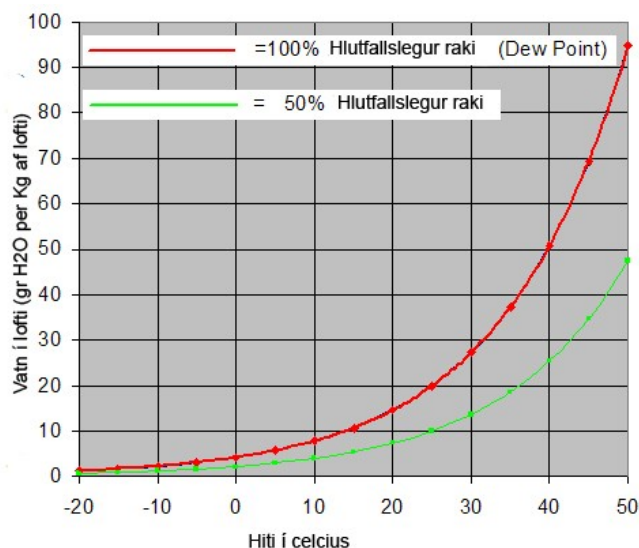
sumar gerðir ljósmynda og filma.³ Ef safnefni er í notkun t.d. á skjalasöfnum verður að taka tillit til hitastigs í lestrarsal, ekki er æskilegt að mismunur sé meiri en 6 gráður milli geymslu og salar.

-Forðist snöggar breytingar á hitastigi. Það eru oft örar breytingar sem orsaka meiri skemmdir en ákveðið hitastig. Sveiflur á hitastigi geta valdið því að efni þenjast út og skreppa saman, ótt og títt, sem getur verið slítandi fyrir gripinn.

Til dæmis er mikilvægt að pakka gripum vandlega þegar þeir eru fluttir á milli húsa jafnvel fyrir stuttar vegalendir. Skemmdir verða ekki alltaf sýnilegar samstundis þannig að það getur verið mjög erfitt að meta ástand grips eftir snöggar breytingar á hitastigi. Ef gripir eru geymdir utan dyra getur endurtekin frysting og þíðing orsakað skemmdir. Dæmi: Legsteinar, höggmyndir, samgöngutæki, vélar.

2.1.2 Hlutfallslegur raki

Hlutfallslegur raki vísar í samband á milli magns lofts og þess magns af vatnsgufu sem það inniheldur við ákveðið hitastig. Hlutfallslegur raki er mikilvægur vegna þess að vatn leikur hlutverk í ýmsum gerðum skemmda. Það geta verið margar ástæður fyrir of miklum raka í geymslum t.d. ár og stöðuvötn í nágrenninu, regn, blaut jörð, ónýt niðurföll og lek rör.



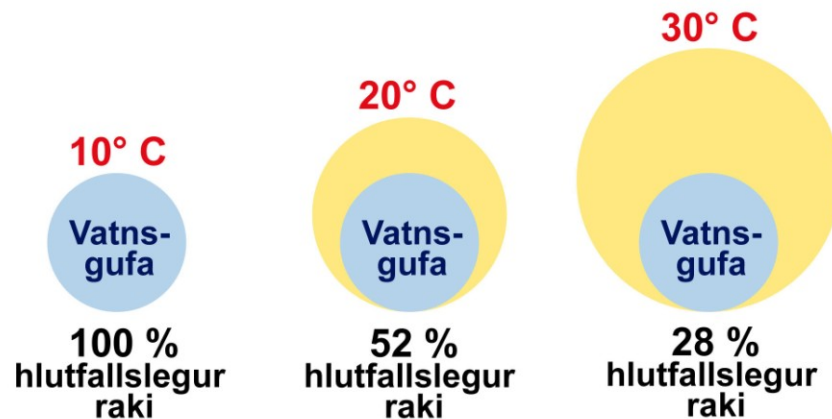
Ljms. 4: Hlutfall vatns í lofti miðað við mismunandi hitastig

Öll lífræn efni og sum ólífræn efni draga í sig og gefa frá sér vatn eftir hlutfallslegum raka loftsins í kring. Málmur ryðgar hraðar við hærri rakastig. Skordýr eru atorkusamari í hærri hlutfallslegum raka.

³ Sjá kalfa um varðveislu ljósmynda, væntanlegur 2012
Handbók um varðveislu safnkosts – 1. Útgáfa – Janúar 2012

Hitastig hefur bein áhrif á hlutfallslegan raka. Þar sem andrúmsloft er lokað inni á ákveðnu svæði, þar sem magn raka er stöðugt, veldur hækkun á hitastigi lækkun á HR og lækkun á hitastigi orsakar aukningu á HR. (skil ekki alveg)

Hlutfallslegur raki (HR) vísar til þess hversu mettað loftið er af vatnsgufu, 50% HR þýðir að loftið sem mælt er inniheldur 50% af því sem það gæti innihaldið við ákveðið hitastig. Það er mikilvægt að skilja að hitastig loftins ákveður hversu mikinn raka það getur innihaldið í loftþéttu lokuðu rými. Heitt loft getur innihaldið meiri vatnsgufu. Það er vegna þess að hækkun á hitastigi veldur því að sameindirnar hreyfast hraðar og dreifa úr sér, og búa þar með til meira pláss fyrir vatnssameindir. Þannig getur 25 gráðu heitt loft í loftþéttu lokuðu rými að hámarki innihaldið um 24 grömm/rúmmetra (g/m^3) en kaldara loft við 10 gráður getur aðeins innihaldið um 9 g/m^3 .



Ljms. 5: Hlutfallslegur raki (HR)

Breytingar á hitastigi hafa hratt áhrif á hlutfallslegan raka. Á sumum vinnustöðum tíðkast að lækka hita í lok dags þegar fólk fer heim, en ef þetta er gert í geymslubyggingum verða daglegar sveiflur á hlutfallslegum raka.

2.1.2.1 Dæmi

Þar sem hitastig er 20 gráður á daginn þegar fólk er við vinnu getur rúmmetri lofts á lokuðu svæði við 20 gráður innihaldið í mesta lagi 17 g af vatni ef það eru 8,5 g vatns í loftinu er hlutfallslegur raki 50%. Ef skrífað er niður í ofnum þegar fólkið fer heim og hitastigið lækkar um 5 gráður í 15 gráður getur rúmmetrinn ekki innihaldið nema 13 g af vatni sem þýðir að 8,5 g eru nú 65%. Með því að lækka hitastigið um 5 gráður á hverju kvöldi og hækka það aftur um 5 gráður að morgni verður til 15% dagleg sveifla á hlutfallslegum raka.

Tímabil	Hitastig	Vatnsmagn	H.R. %
Kl. 08.00 - 16.00	20 °C	8,5 gr	50%
Kl. 16.00 - 08.00	15 °C	8,5 gr	65%

Andrúmsloft sem er fullmettað af raka, það er 100% HR, þarf að gefa frá sér vatn ef hitastigið lækkar. Til að viðhalda stöðugu HR þegar hitastig hækkar þarf að bæta við raka í loftið og sömuleiðis þarf að minnka raka til að halda stöðugt HR þegar hitastigið lækkar.

2.1.2.2 Hækkun rakastigs

Á Íslandi er rakastigið oftast of lágt á veturna. Til að hækka rakastigið (HR) er hægt að lækka hitann. Varist að hækka hitann í lokuðu rými þar sem er frekar rakt því heitt loft og hátt rakastig eru kjöraðstæður fyrir myndun myglu.

2.1.2.3 Áhrif hlutfallslegs raka (HR) á lífræn efni

Lífræn efni draga í sig og gefa frá sér raka til loftsins. HR í loftinu stjórnar hversu mikið vatn lífræn efni innihalda á hverjum tíma. Þegar HR eykst drekka þau í sig meira vatn, þegar hann minnkar gefa þau frá sér raka til að ná jafnvægi við umhverfið. Með tímanum geta þessi viðbrögð orsakað skemmdir.

2.1.2 4 Skemmdir á efnum vegna raka

2.1.2 4.1 Of hátt rakastig

Þegar raki er mikill geta efnafræðileg viðbrögð aukist eins og þegar hitastigið hækkar. Margar efnafræðilegar breytingar þarfnast vatns, ef mikið vatn er í boði geta þær gerst hraðar. Dæmi um þetta eru tæring málma og upplitun litarefna. Viður getur þanist út. Lím og kvoða geta orðið mjúk eða klístruð. Málverk strekkt á striga geta orðið of slök. Mygla er líklegri ef HR fer yfir 65%. Skordýrum getur fjölgað og þau valdið meiri skaða.

2.1.2 4.2 Of lágt rakastig

Ef HR er mjög lágt getur viður skroppið saman og sprungur myndast. Hætta er á að [emúlsjón ljósmynda](#) springi og flagni. Pappír getur orðið stökkur og brotnað.

2.1.2 4.3 Sveiflur

Breytingar á HR geta haft áhrif á vatnsinnihald gripa sem getur stuðlað að stærðarbreytingum. Þeir stækka og minnka stöðugt í samræmi við rakabreytingar í umhverfinu þangað til tíðni eða stærð breytinganna er of mikil og skemmdir verða. Staðsetning og gerð skemmda geta verið þess eðlis að ekki er tekið eftir þeim í langan tíma, t.d. sprungur í málningarlögum. Skemmdir geta líka gerst snögglega og verið

áberandi, t.d. sprungur í við. Efni og gripir sem eru í sérstakri áhættu vegna rakasveiflna eru lakkaðir munir og þeir sem eru samsettir úr mörgum efnum, t.d. ljósmyndir, segulbönd, spónlögð húsgögn og málverk.

2.1.2 4 Rakastig, viðmið

Viðmið fyrir HR er vandmeðfarið mál. Auðveldara er að stjórna rakastigi í geymslum en í sýningarsölum (sjá kafla II um geymslur). Í sýningarsölum er algengt að viðmið fyrir hlutfallslegan raka sé í kringum 50% og stefnt að því að sveiflur séu ekki meiri en $\pm 5\%$ frá ákveðnum punkti á mánuði. Þetta hlutfall hentar vel gripum úr lífrænum efnum. Viðkvæmir gripir úr málmum munu hinsvegar skemmast hratt undir þessum skilyrðum. Nauðsynlegt er að búa til sérlausn fyrir þá, t.d. geyma eða sýna þá í loftþéttum skápum þar sem rakastigið verður lækkað með hjálp [kísilgels](#).

Þar sem HR er ekki í samræmi við varðveisluskilyrði gripa er mikilvægt að hafa reglulegt eftirlit með ástandi þeirra, skoða þá og skrá breytingar.

Ef hlutfallslegur raki fer yfir 65% er hætt á myglu og tæringu og undir 40% er of þurrt fyrir mörg efni, en taka þarf tillit til þess umhverfis sem safnkostur kemur úr.

Hérlendis er upphitun ódýr og oft mjög heitt innandyrá á veturna og því yfirleitt meiri hætt á því að það sé of þurrt í safngeymslum en of rakt.

2.1.2.5 Mælingar og eftirlit

Hita- og rakamælingar eru nauðsynlegar til að fylgjast með umhverfi gripa bæði í geymslum og sýningarsölum. Mælingar gefa vísbendingar um hvort geymslan er viðunandi og hvað á að bæta. Til eru margar leiðir og tæki til að mæla. Staðsetning mælitækja er mjög mikilvæg. Nauðsynlegt er að hugsa vel fyrirfram hvaða upplýsingum er leitað að.

2.1.2 6 Síritamælar

Síritamælar eru nú algengir í safngeymslum, þeir geta skráð samfelld hita- og rakastig yfir ákveðið tímabil. Upplýsingar koma strax á blaði (sjá mynd 8) eða er hlaðið niður í tölvu (sjá mynd 12) og hægt að vinna með þær á margvíslegan hátt. Tegundir eru margar og framfarir örvar. Nú er einnig byrjað að nota litla nema án skjás sem staðsettir eru í geymslunum og hægt er að nálgast upplýsingar í tölvu án þess að sækja eða fjarlægja nemana.

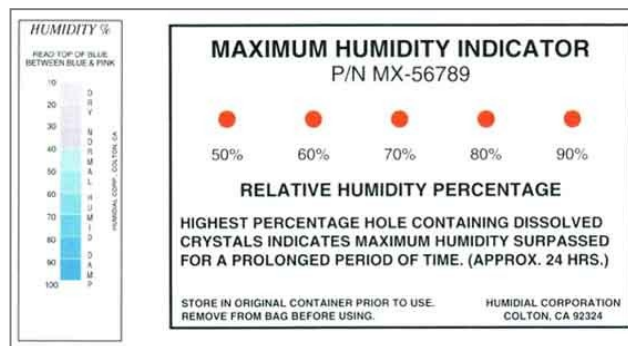


Ljms. 6: Síritamælir með línuriti. Auðvelt er að fylgjast með breytingunum. Hámark einn mánuður í senn.

Ljms. 7: Data logger þarf tölvu til að lesa úr. Getur mælt 2 ár samfelld. Auðvelt að geyma gögn og senda á milli.

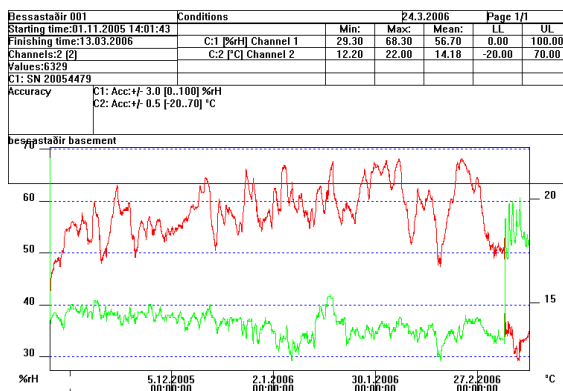


Athugið að öll rakamælitæki þarf að kvarða af og til. Handvirk tæki er hægt að kvarða sjálfur. Tölvutækin (datalogger) þarf að senda til framleiðandans.



Ljms. 8: Einfaldur rakamælir. Ef hann er notaður þarf að lesa af honum og skrá upplýsingar daglega

Ljms. 9: Ódýr rakavísir úr pappír sem er mjög gagnlegur í sýningarskápum eða kössum í geymslum



Ljms. 10: Línurit úr sjálfvirkum síritamæli (datalogger)

Eftirfarandi atriði er gott að hafa í huga þegar kaupa á ný mælitæki:

- Hversu mörg svæði eða skápar þarfnast eftirlits?
- Þarf mælirinn að vera hreyfanlegur eða verður hann alltaf á sama stað?
- Er til staðar tölvubúnaður og þekking til að nota mælitækin?
- Hvaða gerð af forriti þarf til að vinna úr upplýsingunum? - Hversu mikinn tíma hefur starfsfólk til að sinna eftirliti?
- Er þörf fyrir mæla sem láta vita af breytingum svo hægt sé að bregðast við þeim strax?
- Hversu mikið má búnaðurinn kosta?

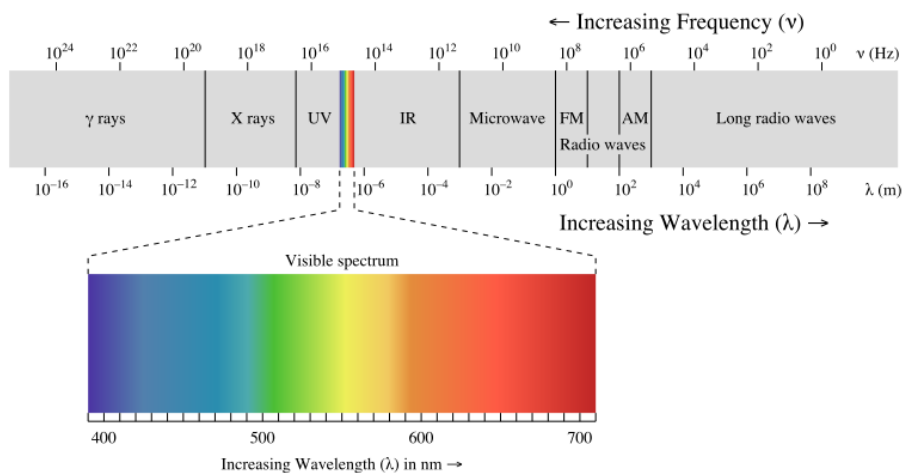
2.2. Ljós

Ljós er annar umhverfisþáttur sem getur orsakað skemmdir á safnkosti, t.d. ýmsum litabreytingum s.s. því að gripir upplitast, dökkna eða gulna. Hiti frá ljósi getur valdið ofþornun og stökknun ýmissa efna. Gripir sem eru sérstaklega viðkvæmir fyrir ljósskemmdum eru t.d. bókakápur, blek, fjaðrir, feldir, leður, skinn, pappír, ljósmyndir, textílar, vatnslitamyndir og viðarhúsgögn.

Lykiltæxti um ljós og safngripi : Stefan Michalski: *Light, Ultraviolet and Infrared* á heimsíðu CCI: <http://www.cci-icc.gc.ca/crc/articles/mcpm/chap08-eng.aspx>

2.2.1 Hvað er ljós?

Ljós er tegund orku sem örvar sjónskynjun. Þessi orka hefur bæði rafmagnaða og segul eiginleika, svo hún er þekkt sem [rafsegulgeislun](#). Til að sjá fyrir sér þessa orku má ímynda sér stein sem hent er í tjörn. Orkan sem kemur frá steininum veldur því að vatnið flýtur í bylgjum. Ljós hagar sér eins. Við getum mælt bylgjulengd (lengdin frá toppi hverjar bylgju til þeirrar næstu) til að mæla orku ljóssins. Mælieiningin er nanometri (nm) = 1 þúsund milljónasti úr metra.



Ljms. 11: Litróf rafsegulorku

Litróf rafsegulorku skiptist niður í hluta eftir bylgjulengd. Útfjólublátt ljós (UV) hefur mjög stutta bylgjulengd (300-400 nm) og mikla orku. Útfjólublátt ljós er ekki sýnilegt mannsauganu. Sýnilegi hluti litrófsins hefur lengri bylgjulengd (400-760 nm). Innrautt ljós (IR) byrjar í kringum 760 nm, það er ekki heldur sýnilegt mannsauganu en fólk skynjar IR sem hita.

Orkan í ljósinu verkar með sameindum í efnum safngripa og veldur breytingum sem geta orsakað skemmdir. Fólk þarfnast aðeins sýnilega hluta litrófsins til að sjá og því má minnka þá ljósorku sem fellur á safnkost með því að útiloka UV og IR geislun frá ljósgjöfum.

2.2.1.1 Útfjólublátt ljós

Útfjólublátt ljós er ósýnilegt mannsauganu og eykur ekki sýnileika gripa en um leið er það orkumesta ljósið og skaðlegast gripum. UV bylgjur mælast í míkrovatt per lúmen $\mu\text{W}/\text{lm}$.⁴ UV ljós ætti því að útiloka alveg, þetta má gera með hlerum, tjöldum eða síum fyrir glugga til að loka á UV ljós í dagsljósi og með því að velja lýsingu án útfjólublárrar geislunar.



Ljms. 12: Stofuborð í Davíðshúsi, Akureyri. Á miðju borði var dúkur sem varði yfirborðið að hluta frá sólinni.

2.2.1.2 Innrautt ljós

Ef ljós sem inniheldur IR skín of sterkt á grip getur hitastigið hækkað á yfirborði gripsins og vatnsinnihald lækkað í gljúpum efnum. Hiti getur safnast upp frá:

- sólarljósi
- gerviljósi (t.d. glóperum og flúrperum)
- ljósi á lokuðu svæði (t.d. í skápum)

IR mælist ekki beint en hitinn sem IR veldur er mælt í celcius.

Hannið lýsinguna í rýminu og í skápum þannig að ekki byggist upp hiti vegna IR. Val á tegund ljósaperu er lykilatriði, einnig notkun filma. Kjöraðstæður fyrir safngripi eru gluggalaus rými.

⁴ Abbreviation of microwatts per lumen. The museum unit of UV radiation. It is the ratio of UV intensity (in SI radiometric units $\mu\text{W}/\text{m}^2$) to light intensity (in SI photometric units, $\text{lux}=\text{lumen}/\text{m}^2$), hence the result $\mu\text{W}/\text{lm}$.

2.2.1.3 Sýnilegt ljós

Styrkur sýnilegs ljóss er yfirleitt mældur í mælieiningunni lux, það magn ljóss sem kemur frá uppsprettu og nær til og fellur á einn fermetra. Mælingar á ljósi á söfnum miðast við þá ljósorku sem fellur á gripina, ekki því hversu mikil ljósorka kemur frá uppsprettunni. Þegar ljós er mælt skal því halda mælinum við yfirborð gripsins til að mæla ljósið sem fellur á gripinn.

Hægt er að verja sýningargripi frá skemmdum með því að hafa lítið ljós. Mannsaugað getur aðlagð sig að ýmis konar ljósi svo lítið ljós ætti ekki að skapa vandamál. Hins vegar þarf augað tíma til að aðlagast þegar komið er úr björtu ljósi yfir í dimmara. Þetta er sérstaklega áberandi þegar komið er úr dagsljósi. Minnkaðu ljósið því smám saman í sýningarrýminu svo augað fái tíma til að venjast. Aldrei skal geyma eða sýna ljósviðkvæma gripi nálægt gluggum eða útidyrum.

2.2.2 Ljósgjafar gerviljós

Glóðarljósapera gefur heitt ljós. Inni í venjulegri ljósaperu er grannur vír úr málminum volframi. Volfram (þungasteinn) getur hitnað upp í rúmlega 2000°C án þess að bráðna. Notkun glóðarljósapera er að hverfa.

Flúrljósapera⁵ er „kalt“ ljós sem krefst mikið minni orku en glóðarljós. Það skapar ekki varma heldur eru rafeindirnar látnar dynja á gassameindum sem eru undir litlum þrýstingi í glerpípu.

Neonljósapera hitnar ekki og er helst notuð í ljósaskiltum.

Halogenljósapera⁶ er glóandi ljós sem getur verið mjög heitt. Til eru halogen ljósleiðarakerfi þar sem ljós hitnar ekki.

LED lýsing⁷ er notuð í auknum mæli, t.d. á sýningum, því hún gefur frá sér næstum engan hita. **LED** er skammstöfun á „Light Emitting Diode“ eða díóða sem gefur frá sér ljós - einnig kölluð ljósadíóða. LED er raftæknilegur hálfleiðari sem þarf mjög litla orku til að gefa frá sér ljós. Munurinn á LED/ljósadíóðu og ljósaperu er að sú síðarnefnda er með þráð á milli stöpla, en í ljósadíóðu eru engir þræðir. Ljósadíóða gefur frá sér ljós þegar straumur fer í gegn um hálfleiðaraefnið.⁸

2.2.3 Styrkur og tími



Þegar áhrif ljóss á safnkost eru skoðuð er nauðsynlegt að hafa í huga samverkandi þætti tíma og styrks. Lítið ljós í langan tíma veldur sama skaða

⁵ Af <http://is.wikipedia.org/wiki/Fl%C3%BArlj%C3%B3s>

⁶ Af http://en.wikipedia.org/wiki/Halogen_lamp

⁷ Af http://en.wikipedia.org/wiki/Light-emitting_diode#Advantages

⁸ Af <http://www.systemled.com/is/faq.htm>

og mikið ljós í stuttan tíma. Margar stofnanir setja nú viðmið í lux klukkustundum á ári, t.d. 30.000 lux klukkustundir fyrir viðkvæm efni og 60.000 lux klukkustundir fyrir blönduð söfn. Í þessu samhengi er áhugavert að íhuga að ein klukkustund af sólskini getur mælst sem 50.000 lux klukkustundir.

Hraði skemmda er í beinu hlutfalli við styrk, margfaldað með tíma, 200 W pera veldur helmingi meiri skemmdum en 100 W pera á sama tíma.

Möguleikar til að minnka skaða vegna ljóss eru tveir:

- 1- minnka ljósið
- 2- minnka þann tíma sem ljósið fellur á gripinn

Dæmi:

Litaður textíll sem sýndur er í hálf t. ári upplitast helmingi minna en hann gerir ef hann er sýndur við sömu aðstæður í eitt ár.

Jafnvel lítið af ljósi veldur skemmdum. Skemmdir vegna ljóss safnast upp. Þær eru óafturkræfar. Hins vegar er hægt að stöðva áframhaldandi skemmdir með því að setja gripi í dimma geymslu. Kassar, möppur, skúffur, skápar eru fyrstu varnir gegn ljósskemmdum.

2.2.4 Fræðimenn

Margföldunarhrif ljóss bjóða upp á ákveðinn sveiganleika þegar kemur að hámarki ljósmagns. Ef fræðimaður óskar t.d. eftir að skoða smáatriði í vefnaði en þarf ekki að vinna nema í einn dag með gripinn sem annars er geymdur í myrkri er hægt að leyfa sterkara ljós en 50 lux, allt að 1350 lux ef nauðsyn krefur.

2.2.5 Sýningarsalir

Söfn sem ekki eru opin nema hluta úr ári geta leyft sér sterkara ljós þegar safnið er opið ef það er talið æskilegt. Þá er mjög mikilvægt að verja safngripi alveg fyrir ljósi þegar safnið er ekki opið almenningi. Ef unnið er í húsinu og ljós kveikt á lokunartíma er nauðsynlegt að breiða yfir safnkost.



Staðlar um ljósstyrk og tíma efna í ljósi eru málamiðlun milli þess að gera safnkost sýnilegan og varðveislu. Öll lýsing veldur viðkvæmum gripum skaða. Það er ekkert lágmark þar sem skemmdir eiga sér ekki stað.

2.2.6 Algengir staðlar fyrir ljósstyrk eftir efnum

<u>Hámark 50 lux</u>	<u>Hámark 200 lux</u>	<u>Hámark 300 lux</u>
Lituð lífræn efni	Ólituð lífræn efni	Málmar
Pappír	Olíumálverk, Tempera	Steinn
Vatnslitamyndir	Húsgögn úr við, einkum með innlögðu viðarskreyti (e. marquetry , it.intarsia) Húsgögn úr blönduðum lífrænum efnum	Leir
Teikningar	Lakk	Gler
Grafíkverk, prentverk	Bein	Flestir jarðfræðilegir gripir (e. Geological collection)
Veggfóður	Fílabein	
Ljósmyndir	Horn	
Handrit	Plast (einkum <i>Bakelite</i> , <i>Ebonite</i> og polythene)	
Leður		
Textílar, búningar		
Líffræðileg sýni		
Feldir		
Fjaðrir		
Sumar tegundar steina, t.d. argentine, celestite, chalcocite, fluorite, lepidolite, pyrostilpnite		

2.2.7 Mælingar og eftirlit

Til að vera viss um að ljósstyrkur sé réttur og að útfjólubláar síur virki rétt ætti að mæla ljósstyrk alla vega einu sinni á ári. Mikilvægt er að mæla ljós á sýningarstað og gera ráðstafarnir í hvert skipti sem gripir fara á sýningu einkum í útlán til annara stofnanna.

-Beðið um úttektarskýrslu (e. [Facility report](#)) í hvert skipti sem gripur er lánaður út.

Ef skipt er um tjöld, síur, ljós eða perustæði, mælið þá aftur til að vera viss um að breytingar séu innan ásættanlegra marka. Styrk dagsljóss þarf að mæla á mismunandi tímum dags og árstíðum.

Mannsaugað er ekki áreiðanlegt mælitæki, það aðlagast auðveldlega breytingum á ljósstyrk og sér hvorki útfjólublátt né innrautt ljós. Til að mæla ljósstyrk þarf sérstök tæki. Notið sýnilegan ljósmæli til að mæla sýnilegt ljós og UV mæli til að mæla útfjólublátt ljós. Notið hitamæli til að mæla uppsöfnun hita frá IR ljósi.



Ljms. 13: Dæmi um ljósamæli

Nauðsynlegt er að eiga raka- og hitamæla í hverri safngeymslu til að gera mælingar til lengri tíma og til eftirlits er. Ljósamæla er hugsanlega hægt að samnýta t.d. með öðrum söfnum á sama svæði. Ef keyptur er nýr mælir til að mæla sýnilegt ljós veljið þá mæli sem sýnir stöðluðu eininguna lux. Mælirinn þarf einnig að vera nógu næmur til að mæla allt niður í 25 til 50 lux með nokkurri nákvæmni (10% eða meiri).

2.2.7.1 Notkun ljósamælis

Beinið nemanum að uppsprettu ljóssins til að mæla ljósið sem fellur á gripinn. Verið viss um að enginn skuggi af höndum eða líkama skyggi á. Verið viss um að neminn liggi eins og yfirborð gripsins og snúi að ljósinu. Ef gripurinn er stærri en 300 x 300 mm mælið þá á nokkrum stöðum. Lesið vandlega leiðbeiningar framleiðanda um notkun og viðhald áður en mælibúnaður er tekinn í notkun.

2.2.8 Stjórn á ljósmagni

Allt ljós veldur skaða og skaðinn safnast upp. Þess vegna þarf að stjórna öllu ljósi á stöðum þar sem gripir eru geymdir. Það eru ýmsar aðferðir sem hægt er að nota til að minnka ljósið.

Mælið fyrir og eftir breytingar til að sjá hvort þær hafa í raun og veru virkað. Munið að augun eru ekki góð til að mæla ljósstyrk, notið mælitæki.

2.2.8.1 Aðgerðir til að takmarka ljós

Sýnilegu ljósi þarf að halda í eða undir meðmæltu marki. Þessu má ná fram með því að nota einhverja aðferðina hér að neðan:

-Byrgðu glugga með gluggatjöldum, rúllutjöldum eða hlerum. Lokaðu tjöldunum eða hlerunum eins mikið og hægt er svo birta komist ekki inn. Ef gluggar þurfa að vera sýnilegir gestanna vegna setjið [UV filmu](#) og hafið fyrirkomulag þannig að gluggarnir séu eingöngu sýnilegir hluta úr degi.

-Notið ógegnsæjar rykyfirbreiðslur (t.d. bómull eða [Tyvek®](#)) til að breiða yfir gripi viðkvæma fyrir ljósi þar með talið gólfefni. Rykyfirbreiðslur ætti að nota alltaf þegar gestir eru ekki viðstaddir í lengri tíma. Þær eru notadrjúgar í geymslum og á sýningum sem ekki eru opnar allt árið.

-Hægt er að nota litaða síu sem hleypir í gegnum sig ljósi, t.d. filmu eða glerung á glugga eða gerviljós. Ekki nota glampanði t.d. gyllta filmu sem dregur athygli að gluggunum.

-Notið ekki, eða síið, flúrljós sem gefa frá sér mikla útfjólubláa geislun.

-Útfjólublátt ljós á að útiloka alveg. Allar aðferðir til að minnka sýnilegt ljós minnka líka UV.

Til að loka á það sem eftir er má nota t.d.:

- UV síu á filmu fyrir glugga eða gler á innrömmuðum gripum
- UV síað plexigler í stað venjulegs glers
- UV síu hulstur utan um flúrperur

Upplýsingar frá söluaðilum geta verið mistreystandi. Til að velja rétta filmu er best að biðja um sýni, gera prufu á staðnum og mæla UV magnið þar sem filma verður notuð.

Plastefnið sem UV sían er borin á eyðileggst oft fyrr en síuefnið. Skipta þarf þegar filman fer að verða gul eða springa. Mælið UV ljós alla vega á fimm ára fresti til að vera viss um að filman virki ennþá.

-Innrauðri geislun (IR), sem er hiti sem stafar af náttúrulegu eða gerviljósi, ætti líka að vera stjórnað til að koma í veg fyrir snöggar breytingar á hlutfallslegum raka. Að byrgja glugga, sía og loftræsing vel (t.d. viftur eða loftræstikerfi) hjálpar til við að koma í veg fyrir uppsöfnun hita.

Ljóskastarar notaðir við ljósmyndun og kvikmyndun, ljósrítunarvélar og skannar geta orsakað mikla hitauppsöfnun. Leyfið helst ekki ljósmyndun með ljóskösturum á geymslusvæði. Ef ljósmyndun er leyfð biðjið um síur sem draga í sig hita og verið viss um góða loftræingu. Slökkva skal á ljósum þegar ekki verið að mynda og nota gervigripi við æfingar með ljósum.

Aðgerðir til að takmarka ljós: samantekt

	Besti kostur	Næsti kostur	Síðasti kostur
Dagsljós	Útrýma	Nota síur + gluggatjöld	Breiða yfir þegar safnið er lokað
Of sterkt /eða heitt gerviljós	Minnka ljós	-Nota síur -Skipta um tegund pera -Hvíla gripi/skjal frá ljósinu með að skipta honum út	Slökkva ljós eins og hægt er (sjálfvirk kerfi með ljósnema)

2.2.8.2 Úrbætur

Skoðið upplýsingarnar sem safnað hefur verið að notið til að lágmarka eyðileggingu af völdum ljóss.

Eftirlit með ljósi: Atriði sem gott er að hafa í huga:

Gripir/skjöl á sýningu	
Er lýsing ásættanleg fyrir gripina?	
Hversu lengi hafa gripirnir verið þar?	
Sjást merki um skemmdir?	
Mundu að ekki er hægt að greina allar skemmdir eingöngu með sýnilegri skoðun.	
Hversu oft er safnkostur notaður?	
Hvar og hvernig er hann notaður?	
Hver er styrkur og lengd lýsingar sem hann hlýtur venjulega?	
Á hvaða svæðum er ljósstyrkur of hár?	
Gera þarf breytingar á þessum svæðum og meta hvort þær breytingar virka. t.d. ef UV sía er sett á gluggarúðu mældu UV geislun fyrir og eftir.	
Hefur útfjólublá geislun verið fjarlægð?	
Hefur sían áhrif á styrk sýnilegs ljóss?	
Mun minnkun ljósstyrks í sögulegri byggingu hjálpa til við að skapa rétt andrúmsloft og um leið stuðla að varðveislu safngripa?	
Er hægt að minnka lýsingu í rannsóknarrýmum til að bæta varðveislu en viðhalda samt ásættanlegri lýsingu?	
Hversu oft eru skjöl ljósrituð?	
Er hægt að útbúa fjölritunarafrít til að ekki þurfi alltaf að nota frumritið?	

Þessar upplýsingar og niðurstöður úr ljósmælingum má nota til að rökstyðja óskir um breytingar á ljósi eða nauðsyn á að hvíla gripir sem eru á sýningum.

Viltu vita meira um ljós: <http://www.cci-icc.gc.ca/crc/articles/mcpm/chap08-eng.aspx>

2.3. Loft og loftmengun

Súrefni í loftinu er fyrsti kveikjari á efnafræðilega hrörnun (ryðmyndun; tæring, oxun). Flestir gripir þola það vel sem partur af eðlilegri öldrun efna. Sum efni þola það mjög illa sértaklega unnið efni t.d. málmblandi (málmblanda), plastefni og gúmmí.

2.3.1 Hvað er loftmengun?

Loftmengun kemur frá mengunarvöldum utan og innan safna. Hún inniheldur oft ýmis óhreinindi, þar á meðal kísilagnir, fitu, ösku og sót frá iðnaðarreyk, [brennisteinsdíoxíð](#)

(SO₂), [brennisteinsvetni](#) (H₂S) og [níturdíoxíð](#) (NO₂) frá iðnaðarmengun og eldsneytisbrennslu, formalín, [maura-](#) og [edikssýru](#) úr ýmsum byggingarefnum, óson frá ljósrítunarvélum og prenturum, auk fjölda annarra efna sem geta skaðað safngripi.

Loftmengun er tvenns konar:

-agnir úr föstu efni t.d. óhreinindi, ryk, sót, aska, mygla og trefjar

-gaskennd mengun t.d. brennisteinsdíoxíð, brennisteinsvetni, níturdíoxíð, formalín,

Gúmmí er sértaklega viðkæmt fyrir óson. Margir gripir frá 20. öld innihalda gúmmí t.d. stígvéli, læknabúnaður og smáhlutir í samgöngutækjum).

óson, maura- og edikssýra.

2.3.1.1 Mengunaragnir úr föstu efni

Mengunaragnir í loftinu eiga uppruna sinn bæði utan og innan dyra. Þetta eru mest megnis óhreinindi, ryk, mygla, frjókorn og húðflögur, þó ýmis önnur efni blandist saman við í smærri skömmtum. Ummál agnanna er mælt í einingunni míkrón (1/1.000.000 úr metra). Að þekkja stærð agnanna getur skipt máli þegar verið er að velja síur í loftræsikerfi.

Sumar agnir eins og kísill skemma og rispa yfirborð gripa með núningi. Frjókorn, mygla og húðflögur geta laðað að sér skordýr. Agnir eru hættulegar því þær geta dregið að sér raka og gaskennda mengun. Eyðilegging sem stafar af samverkandi þáttum agna og gaskenndrar mengunar er þrenns konar.

Mengunaragnir geta:

-verið uppspretta fyrir brennistein og [köfnunarefni](#) sem verða auðveldlega súr í snertingu við raka (sjá einnig <http://visindavefur.hi.is/svar.asp?id=374> um súr regn á Íslandi)

-stuðlað að efnabreytingu gass í sýru

-laðað að sér raka og gaskennda mengun

2.3.1.2 Gaskennd mengun

Gaskennd mengun verður til bæði fyrir utan og innan safngeymslu.

2.3.1.2.1 Gaskennd mengun sem kemur utan frá

Hún kemur inn í geymsluna eða sýningarsal í gegnum loftræstikerfi eða opna glugga. Það eru þrjár megin gerðir:

-Brennisteinsdíoxíð og brennisteinsvetni sem verða til við brennslu jarðefnaeldsneytis

og fleiri lífrænna efna. (er hægt að nefna dæmi?)

Á Íslandi hafa mánaðarsýni sýrustig ómengaðrar úrkomu (pH 5,6 við 25°C) en daglegar mælingar sýna að meðaltali væga súrnun (pH 5,4) því þær eru næmar á einstaka daga með [súrri úrkomu](#) sem annars þynnist út í mánaðarsýnum.

-Níturoxíð og níturdíoxíð, búið til af hvers kyns brennslu t.d. frá útblástursrörum bíla og sjálfseyðandi sellulósa-nítrat filmum, negatífum og gripum.

-Óson búið til af sólarljósi og mengun í efra gufuhvolfi og innandýra frá ýmis konar rafmagnstækjum t.d. ljósrítunarvélum, prenturum og sumum loftræsikerfum.

Þegar brennisteins- og köfnunarefnissambönd sameinast raka og loftmengun verður til brennisteinssýra eða saltpéturssýra. Þessi sýra getur valdið skemmdum í mörgum gerðum gripa. Óson virkar beint á gripina og veldur skemmdum.

Viltu vita meira um mengun? <http://www.vedur.is/mengun/frodleikur/>



Ljms. 14: Gúmmístígvél eftir að hafa verið í fyrsta skipti á sýningu í 6 mánuði í miðbæ Reykjavíkur. Erfitt er að segja um það hvaða umhverfispættir veldu þessar skemmdir.

2.3.1.2.2 Gaskennd loftmengun innandýra

Þetta er mengun sem kemur frá byggingarefnum, innréttingum eða loftræstikerfum. Til dæmis:

-hrá steypa sem gefur frá sér örsmáar basískar agnir

-viður sem gefur frá sér sýrur. Sum efni safnkosts eru sérstaklega viðkvæm fyrir súrri

- útgufun þar á meðal eru sellulósaefni t.d. pappír og textílar úr hör og bómull
- krossviður og spónaplötur sem gefa frá sér sýrur úr viðnum og formalín og sýrur úr lími (sjá grein 4.5.1 **Lífrænt náttúrlegt** efni í kafla II)
- Sumar gerðir málningar og lakks sem gefa frá sér lífrænar sýrur, [peroxíð](#) og lífrænan leysi
- Vefnaðarvara og gólfteppi úr ull sem gefur frá sér brennistein eða með viðbættum efnum eins og urea-formalíni
- Límtegundir sem gefa frá sér [formalín](#)
- Ýmis plastefni sem gefa frá sér skaðleg aukaefni og sýrur
- Loftræsikerfi með lélegu viðhaldi: hætta á bakteríumengun

2.3.1.2 Loftmengun frá safngripum

Safngripirnir sjálfir geta líka orsakað loftmengun innandyrá, t.d.:

- Celluloid og annað óstöðugt plastefni notað við framleiðslu á mörgum 20. aldar gripum.
- Sellulósa-nítrat og dí-acetat notað í filmur
- [Pyroxylinlímdúkur](#) notaður við bókbönd.



Ljms. 17, 15: Gripir úr sellulóíð frá árunum 1930 (þjms.1989-126-3 og þjms.1997-85)

Einnig geta gripir gefið frá sér efni sem hafa slæm áhrif á aðra gripi. Þess verður að taka tillit til þegar gripir úr ólíkum efnum eru pakkaðir saman eða settir upp saman í sýningarskáp. Dæmi:

- viður gefur frá sér sýru
- ull hefur slæm áhrif á mál, sértaklega silfur (tæring)

Val innréttinga fyrir geymslur og sýningarsali hefur mikil áhrif á gæði loftsins.

Viltu vita meira um efni sem hafa áhrif á loftmengun fyrir söfn : [Jean Tétreault: Guidelines for Selecting Materials for Exhibit, Storage and Transportation](#)
http://www.cci-icc.gc.ca/crc/cidb/document-eng.aspx?Document_ID=82

2.3.2 Skemmdir á safnkosti vegna loftmengunar

Hér eru dæmi um skemmdir eftir efnum:

Efni	Skemmdir	Aðalloftmengun	Umhverfisþættir sem hafa áhrif
Pappír	verður stökkur	brennisteinsoxíð	raki, meðhöndlun
Málmar	tæring, ryð	brennisteinsoxíð, annað súrt gas	vatn,súrefni, sölt
Steinn	yfirborðseyðing, litabreytingar	Brennisteinsoxíð, annað súrt gas, mengunaragnir,	vatn, sölt, hitastigssveiflur, kolefnisdíoxíð
Málning	Yfirborðseyðing, litabreytingar	brennisteinsoxíð brennisteinsvetni, óson, agnir,	vatn, sólskin
Textíllitarefni	Upplitun, litabreytingar	níturoxíð, óson	sólskin
Textílar	trefjar missa styrkleika, óhreinindi	Brennisteinsoxíð, níturoxíð, agnir	vatn, sólskin, meðhöndlun
Leður	missir styrkleika molnað yfirborð	brennisteinsoxíð	raki, meðhöndlun
Leir	yfirborðsskemmdir	súrt gas	raki

2.3.3 Aðferðir og próf til mælinga á loftmengun

Til að gera nákvæmar mælingar á mengun og samsetningu efna í lofti þarf að leita til sérhæfðra rannsóknarstofa. Á Íslandi er það til dæmis efnagreiningardeild [Nýsköpunarmiðstöðvar Íslands](#).

Forverðir geta framkvæmt nokkrar mælingar:

Svokölluð [Oddu próf](#) hafa verið notuð til að prófa efni sem nota á til að pakka, geyma eða sýna safnkost. Litlar málmplötur eru settar í lokað ílát ásamt efninu sem á að prófa og litlum raka. Eftir ákveðin tíma er athugað hvort plöturnar hafa ryðgað. Niðurstöður geta þó verið mjög mismunandi fyrir sömu efni. Einnig eru tilbúnar aðstæður nokkuð öðruvísi en í raunveruleikanum (sjá einnig grein [Standard Materials for Corrosiveness Testing](#)).

Til eru próf sem draga í sig mengunaragnir, þeim er komið fyrir á því svæði sem á að prófa í ákveðinn tíma og síðan send til greiningar á rannsóknarstofu. Hvert próf mælir ákveðna gerð mengunar t.d. formalín eða ediksýru.

[A-D strimlar](#) segja til um magn edikssýru með litabreytingu og eru sérstaklega útbúnir til að fylgjast með skemmdum á acetat filmum.

2.3.4 Eftirlit með loftmengun

Eins og með aðra skemmdarvalda, þarf að vera eftirlit með safnkosti og umhverfi til að vita hvort loftmengun er að valda skemmdum. Taka má ýmis skref til að sjá og fylgjast með mengun í safngeymslum og sýningarsölum:

- Verið viss um að réttar síur séu í loftræstikerfi byggingarinnar annars getur kerfið borið inn mikið af loftmengun utan frá.
- Fylgist með því hvort mikil óhreinindi og ryk berast inn með gestum og starfsmönnum.
- Eru til staðar byggingarefni, málning eða lím sem gefa frá sér óæskileg efni eða mikið ryk?
- Skoðið gólf, opnar hillur, ofan á skápa og borðplötur og athugið hversu mikið ryk hefur safnast síðan í síðustu hreingerningu.
- Við sjávarsíðuna þarf að fylgjast sérstaklega með gripum úr málmi, tæring og ryð geta stafað af saltmengun í loftinu.

2.3.5 Stjórnun á loftmengun

Það er ekkert lágmark fyrir ásættanlega loftmengun. Útilokið mengun eins mikið og hægt er.

-Aðskiljið skrifstofur og önnur vinnusvæði frá safngeymslum, svæði sem eru sjaldan notuð haldast hreinni.

Þar sem loftmengun er mikil og loftræsikerfi er til staðar er mögulegt að setja sérstaka mengunarsíu í kerfið. Þær sía bæði óhreininda agnir og gaskennda mengun úr loftinu áður en hún kemst inn í bygginguna.

-Notið ekki loftræsikerfi sem býr til skaðlegt óson.

Hægt er að nota hreyfanlegar loftsíur til að fjarlægja mengunaragnir úr loftinu, þær fjarlægja líka eitthvað af gaskenndri mengun.

-Haldið við og endurnýið eftir þörfum þéttingum við dyr og glugga til að halda mengun úti.

-Flokkið og geymið sér gripi sem gefa frá sér loftmengun t.d. negatífur og gripi úr sellulósa-nítrat. Margir gripir úr plasti frá fyrri hluta 20. aldar gefa frá sér loftmengun.

-Geymið alla gripi í umbúðum eða undir yfirbreiðslum.

Rykyfirbreiðslur eiga að vera úr hættalausum efnum og verja eins vel og hægt er fyrir ryki en leyfa um leið auðveldan aðgang.

-Notið t.d. þvegið ólitað bómullarlérefi eða dúk úr polyethylen t.d. [Tyvek®](#) eða polytetrafluoroethylene t.d. [Goretex®](#).

-Geymið viðkvæma gripi í þéttum, rykheldum skápum.

-Geymið skjöl í örkum og öskjum.

-Geymið, sýnið og flytjið gripi í viðeigandi umbúðum, ekki nota efni eða lím sem gefa frá sér skaðleg efni t.d. spónaplötur eða krossvið.

-Haldið gólfum, hirslum og vinnuplássi hreinu til að lágmarka rykuppsöfnun.

-Notið ryksugur með [HEPA síu](#), venjulegar ryksugur blása einfaldlega mörgum minni ögnum aftur út í loftið.

2.3.6 Efni sem gefa frá sér skaðlega mengun

Efni	Mengun
viður	lífrænar sýrur
spónaplötur, krossviður	lífrænar sýrur og formalín
prótein-lím, ull	rokgjarn brennisteinn
sumt gúmmí	rokgjarn brennisteinn
sum litarefni	brennisteinsefnasambönd
sellulósa-nítrat	níturoxíð
sellulósa-acetat	edikssýra
sum plastefni	rokgjörn aukaefni og sýrur

2.3.7 Efni sem talin eru skaðlaus

málmar	polyethylene og polypropylene
gler	akrýl (sumar akrýl emúlsjónir geta verið varasamar, t.d. málning)
bómull og hör	polyester trefjar
leir	
ólífræn litarefni (þó ekki öll litarefni úr steinefnum)	

Þess ber að gæta að viðbætt auka- og litarefni geta verið skaðleg.

2.3.8 Dæmi um skaðleg áhrif umhverfis á efni

Pappír
Hátt raka- og hitastig getur orsakað efnafræðilegar breytingar í sellulósa pappírs sem veldur stökknun, broti og upplitun, ljós hefur skaðleg áhrif á bæði pappír og mörg litarefni sem notuð eru á pappír, það getur orsakað upplitun.
Málmar
Rakastig ætti að vera lágt til að koma í veg fyrir ryð og tæringu, rakasveiflur geta verið skaðlegar, ljós er yfirleitt ekki skaðlegt málmgripum. Loftmengun getur aukið líkur á tæringu.
Ljósmyndir
Hátt eða breytilegt rakastig getur valdið óbætanlegum skemmdum, ljós er mjög skaðlegt og getur eyðilagt litmyndir ef því er ekki haldið í skefjum.
Steinn
Sveiflur í rakastigi og hita geta valdið miklum skaða, ljós er yfirleitt ekki vandamál þegar steinn er annars vegar. Loftmengun getur orsakað yfirborðseyðingu og litabreytingar.
Textílar
Geta orðið stökkir í háum hita, hiti getur líka aukið hraða efnafræðilegra breytinga í sumum textílum. Ljós getur verið mjög skaðlegt textílum og valdið stökknun og aflitun litarefna.

Ljósmyndir í kalfa I

- Ljms. 1: Nærmynd af altaristöflu eftir Arngrím Gíslason í Urðakirkju - Þjóðminjasafn Íslands - N.J.
- Ljms. 2: Saltkrukka geymd í of lágu rakastigi - N.J.
- Ljms. 3: dæmi áhrifs hita á fastefni - <http://www.mansfieldct.org/schools/mms/staff/hand/atomsheat.htm>
- Ljms. 4: Skemmd nítrat kvikmyndafilma - <http://sites.google.com/site/introductiontofilmpreservation/bubblingnitrate.jpg>
- Ljms. 5: Skemmd vínýl hljómplata- <http://www.digitalswing.net/>
- Ljms. 6: Hlutfall vatns í lofti miðað við mismunandi hitastig - http://www.conradaskland.com/blog/wp-content/uploads/2007/07/relative_humidity.png
- Ljms. 7: Hlutfallslegur raki (HR) - <http://www.tqny.org/2009/00767/relativehumidity.gif>
- Ljms. 8: Síritamælir með línuriti. http://talasonline.com/photos/environment/prh_isuzu_3125r.jpg
- Ljms. 9: Data logger þarf tölvu til að lesa úr. http://www.pharmaceutical-technology.com/contractor_images/testo/4-data-logger.jpg
- Ljms. 10: Einfaldur rakamælir. <http://www.cubancrafters.com/images/cigars/cc/large/CIGAR-HYGROMETERS-CIGAR-HUMIDOR-HYGROMETER-450.jpg>
- Ljms. 11: Ódýr rakavísir úr pappír: http://apps.webcreate.com/ecom/catalog/product_listing.cfm
- Ljms. 12: Línurit úr sjálfvirkum síritamæli (datalogger) - Þjóðminjasafn Íslands - N.J.
- Ljms. 13: Litróf rafsegulorku http://is.wikipedia.org/wiki/Mynd:EM_spectrum.svg
- Ljms. 15: Dæmi um ljósamæli - http://img2.mlstatic.com/s_MEC_v_Z_f_3840992_4979.jpg
- Ljms. 16: Gúmmistigvél- Þjóðminjasafn Íslands - N.J.
- Ljms. 17, 18: Gripir úr sellulóíð frá árunum 1930 (þjms.1989-126-3 og þjms.1997-85)- Þjóðminjasafn Íslands – Freyja H. Ómarsdóttir.

Orðalisti í kafla I Vefsíður

Brennisteinsdíoxíð	http://eldri.ust.is/Mengunarvarnir/Loftgaedi/SOx/
Brennisteinsvetni	http://www.ust.is/einstaklingar/loftgaedi/brennisteinsvetni/
Ediksýra	http://is.wikipedia.org/wiki/Edik
Emúlsjón	http://timarit.is/view_page_init.jsp?pageId=2058171
Facility report (e)	http://sceti.library.upenn.edu/dreyfus/docs/Standard_Facility_Report.pdf
Kísilgels	http://www.apsnyc.com/uploads/Demystifying%20Silica%20Gel.pdf
Krosstengi	http://en.wikipedia.org/wiki/Cross-link
köfnunarefni	http://is.wikipedia.org/wiki/K%C3%B6fnunarefni
Marquetry (e)	http://en.wikipedia.org/wiki/Marquetry
Maurasýra	http://en.wikipedia.org/wiki/Formic_acid
Mengun	http://www.vedur.is/mengun/frodleikur/
Plastefni	http://en.wikipedia.org/wiki/Plastic
Rafsegulgeislun	http://is.wikipedia.org/wiki/Rafsegulgeislun
Sellulósa-nítratsfilmur	http://sites.google.com/site/introductiontofilmpreservation/typesoffilm

Súr regn	http://visindavefur.hi.is/svar.asp?id=374
Súr úrkoma	http://www.vedur.is/mengun/mengun/brennisteinn/
Tempera (i)	http://en.wikipedia.org/wiki/Tempera
UV filmur	http://www.nps.gov/museum/publications/conservation/03-10.pdf
Útfelling leysanlegra salta	http://www.nps.gov/museum/publications/conservation/06-05.pdf