

# Loftgæði í skólum og leikskólum.

*Mælingar á koltvísýringi, loftraka og lofthita í grunnskólum og leikskólum á Kjósarsvæði.*

Árni Davíðsson

**Loftgæði í skólum og leikskólum.**

Mælingar á koltvísýringi, loftraka og lofthita  
í grunnskólum og leikskólum á Kjósarsvæði.

Heilbrigðiseftirlit Kjósarsvæðis©  
Október 2002

Þverholti 2  
270 Mosfellsbær  
Sími 525-6795  
Vefur: [www.eftirlit.is](http://www.eftirlit.is)  
Árni Davíðsson  
Netfang: [ad@mos.is](mailto:ad@mos.is)

## Efnisyfirlit

<b>Efnisyfirlit</b> .....	<b>III</b>
<b>Úrdráttur</b> .....	<b>1</b>
<b>1. Inngangur</b> .....	<b>1</b>
1.1 Hugmyndir manna um loftgæði.....	1
1.2 Loftgæði og heilsa.....	1
1.3 Reglur um loftgæði.....	2
1.4 Mældir loftgæðapættir .....	3
1.5 Markmið.....	4
<b>2. Aðferðir</b> .....	<b>4</b>
2.1 Mælingar á koltvísyringi.....	4
2.2 Mæliaðferð.....	4
<b>3. Niðurstöður</b> .....	<b>5</b>
3.1 Skólar .....	5
3.2 Leikskólar .....	6
3.3 Samanburður á skólum og leikskólum .....	6
<b>4. Umræða</b> .....	<b>8</b>
4.1 Niðurstöður á Kjósarsvæði .....	8
4.2 Athuganir á Eyjafjarðarsvæðinu.....	9
4.3 Slök loftgæði og úrbætur.....	9
<b>Heimildir</b> .....	<b>11</b>
<b>Viðauki 1. Línurit, mælingar í skólum</b> .....	<b>12</b>
<b>Viðauki 2. Línurit, mælingar í leikskólum</b> .....	<b>20</b>
<b>Viðauki 3. Upplýsingar skráðar um mælingar í grunnskólum.</b> .....	<b>24</b>
<b>Viðauki 4. Upplýsingar skráðar um mælingar í leikskólum</b> .....	<b>26</b>



## Úrdráttur

Í þessari skýrslu eru birtar niðurstöður mælinga á loftgæðum sem gerðar voru í skólum og leikskólum á svæði Heilbrigðiseftirlits Kjósarsvæðis í Mosfellsbæ og á Seltjarnarnesi. Loftgæðin voru metin sem styrkur koltvísýrings, hitastig, og rakastig. Koltvísýringur er hættulaus lofttegund í umræddum styrk en er notuð til að meta loftskipti í byggingum. Sankvæmt heilbrigðisreglugerð skal við að meðaltalsstyrkur koltvísýrings sé ekki yfir 800 ppm og að hámarksstyrkur fari ekki yfir 1000 ppm í skólum og leikskólum. Niðurstöður athugana í Eyjafirði hafa sýnt að styrkur koltvísýrings í skólastofum fer oft yfir þessi mörk. Niðurstöður athugana sem greint er frá í þessari skýrslu staðfesta þá niðurstöðu. Svipaður styrkur koltvísýrings var í skólastofum og í Eyjafirði en styrkurinn í leikskólastofum var marktækt minni en í skólunum en þó yfir settum viðmiðunarmörkum. Hitastig og rakastig var ekki óeðlilegt. Breytileiki í styrk koltvísýrings var mikill milli mælinga og ekki síður innan hvernar mælingar þar sem styrkur lofttegundarinnar tók oft miklum breytingum á meðan á mælitíma stóð. Hár styrkur koltvísýrings í skóla- og leikskólastofum sýna að loftskipti eru of lítil í viðkomandi stofum til að fullnægja viðmiðunargildum reglugerðarinnar. Vélræn loftræsting var sjaldnast til staðar og það var undir hælinn lagt hvort gluggar voru opnir til loftræsingar í tímum meðan á mælingu stóð. Fjallað er um leiðir til úrbóta og einnig almennt um áhrif loftgæða á líðan fólks.

## 1. Inngangur

Heilbrigðiseftirlitið er eftirlitsaðili með loftgæðum innandyra í skólum og leikskólum að því leyti sem þau hafa áhrif á nemendur. Mælingar í Eyjafirði hafa sýnt að styrkur koltvísýrings fer oft yfir sett mörk í skólastofum (Jónína Valsdóttir 1995 og 1997). Þegar sett voru ákvæði í heilbrigðisreglugerð árið 1997 um meðaltalsstyrk og hámarksstyrk koltvísýrings þótti ástæða til að kanna þennan þátt loftgæða þegar færi gafst í ljósi niðurstaðna frá Eyjafirði.

### 1.1 Hugmyndir manna um loftgæði

Skoðanir manna á uppruna mengunar í andrúmslofti innanhús og áhrif þess á fólk hafa tekið stakkaskiptum síðustu tvær aldir (Ole Fanger o.fl. 1997). Hugmyndir manna um loftræstingu innanhús allt frá því um miðjan 4 áratug 20. aldar hafa snúist um að tryggja vellíðan fólks sem þar dvelst frekar en að koma í veg fyrir bein eitursáhrif eða smit eins og hugmyndir manna snerust um á 19. öld og í upphafi 20. aldar. Hugtakið loftgæði er lýsandi fyrir þessa áherslu. Á síðustu áratugum hafa sjónir manna einnig beinst að áhrifum innilofts á heilsufar s.s. vegna óbeinna reykinga og astma og öndunarfærasjúkdóma. Einnig hafa sjónir manna beinst að smitleiðum enda hafa komið upp tilvik svo kallaðrar hermannaheiki þar sem bakterían sem henni veldur hafði náð að fjölga sér í rakastýringu loftræstikerfa. Jafnframt hafa menn gert sér grein fyrir að mengunaruppsprettur innanhús eru ekki bara tengdar fólki og athöfnum þess heldur einnig byggingarefnum og efnunum í innréttingum og húsgögnum enda hefur fjöldi nýrra byggingarefna komið til sögunnar á síðustu áratugum.

### 1.2 Loftgæði og heilsa

Flokka má vanlíðan eða sjúkdóma sem tengjast byggingum í þrennt (Hólmfríður Gunnarsdóttir o.fl. 1990). Í fyrsta lagi veikindi eða vanlíðan sem tengjast húsum en orsakirnar eru þekktar, s.s. ofnæmissjúkdómar, smitsjúkdómar og vanlíðan vegna sérstakrar þekkrar mengunar eins og af völdum efna. Í öðru lagi vanlíðan vegna dvalar í byggingum þar sem orsakir eru óljósar eða óþekktar, oft kallað „húsasótt“ (sick building syndrome). Er þá einkum um það að ræða að fólk kvartar yfir ertingu í augum,

nefi, hálsi, öndunarfærum, húðþægindum, óskilgreindu ofnæmi, þreytu, höfuðverk, ógleði eða svima meðan dvalist er í byggingunni. Vanlíðanin eykst oft þegar á starfsdaginn líður en hverfur eða rénar eftir að fólk yfirgefur bygginguna og er ekki til staðar í fríum. Orsakir húsasóttar eru óþekktar en viðtekin skoðun er að um fleiri en einn umhverfisþátt sé að ræða og þannig geti orsakirnar jafnvel verið að hluta til mismunandi milli bygginga. Sálrænar ástæður eins og streita eru ekki taldar vera undirrót óþægindanna en geta hugsanlega verið með virkandi t.d. hefur það sýnt sig að fylgni er á milli slímhimnuertingar og félagslegra þátta eins og t.d. kynferðis og starfs. Í þriðja lagi geta veikindi átt uppruna sinn í mengun sem fólk verður fyrir innanhús án þess að það geri sér grein fyrir því. Þar er um að ræða sjúkdóma með langan aðdraganda s.s. eins og krabbamein vegna óbeinna reykinga eða vegna mengunar frá efnum sem valda stökkbreytingum í erfðafni.

Skipta má þeim þáttum sem oft eru tengdir líðan fólks í byggingum í fjóra flokka (Hólmfríður Gunnarsdóttir o.fl. 1990) og eru þrír umhverfisþættir og einn félagslegur eða sálrænn þáttur. Í 1. töflu eru þessir þættir nefndir auk tveggja atriða sem höfundur bætir við en ekki er um tæmandi lista að ræða.

*1. tafla Þættir sem gjarnan tengjast líðan fólks innanhús.<sup>1</sup>*

Eðlisfræðilegir	Efnafræðilegir	Líffræðilegir	Sálrænir
<b>Hiti</b>	<b>Reykingar</b>	<b>Áttfætlumaurar</b>	<b>Streita</b>
<b>Raki</b>	<b>Formaldehýð</b>	<b>Myglusveppir</b>	<b>Félagsleg staða</b>
<b>Loftræsting</b>	<b>Rokgjörn lífræn efni</b>	<b>Gæludýr<sup>2</sup></b>	<b>Ímyndunarveiki</b>
<b>Loftjónir</b>	<b>Örverueitir</b>	<b>Aðrar liðfætlur<sup>2</sup></b>	
<b>Stöðurafmagn</b>	<b>Aðrar lofttegundir</b>		
<b>Agnir og þræðir</b>	<b>Lykt</b>		

1) Hólmfríður Gunnarsdóttir o.fl. 1990, 2) Höfundur.

### 1.3 Reglur um loftgæði

Í XI. kafla heilbrigðisreglugerðar sem fjallar um skóla, kennslustaði og barnaheimili, er ákvæði í grein 91.1.4 um loftræstingu á þessum stöðum. Upphaflega var þessi grein svohljóðandi: „Loftræsting skal vera í góðu lagi.“ en með breytingu árið 1997 (nr. 179/1997) hljóðar hún svo: „Loftræsting skal vera góð og skal miða við að meðalstyrkur CO<sub>2</sub> sé ekki yfir 800 ppm og hámarksgildi fari ekki yfir 1000 ppm“. Í grein 186.4 í byggingarreglugerð er ákvæði með sömu mörk sett fyrir öll vinnu- og dvalarrými fyrir fólk. Meðan á vinnslu skýrslurnar stóð var heilbrigðisreglugerð felld úr gildi og ný reglugerð um hollustuhætti sett en ákvæði um styrk CO<sub>2</sub> halda sér enn í byggingarreglugerð og í leiðbeiningum Umhverfisstofnunar um skóla og leikskóla. Samskonar ákvæði hafa verið sett í nágrannalöndum okkar þó það virðist frekar vera á formi leiðbeininga yfirvalda til eftirlitsaðila frekar en í reglugerð. Í Noregi er í svokölluðum „Veiledende retningslinjer“ fyrir ýmsa þætti innilofts í skólum og leikskólum lagður til 1000 ppm hámarksstyrkur koltvísýrings. Í Svíþjóð er inniloft talið óheilmæmt eða óþægilegt (sanitär olägenhet) ef styrkur CO<sub>2</sub> fer yfir 1000 ppm og gilda þau mörk um skóla og fleiri staði.

Í heilbrigðisreglugerð eru ekki sett mörk fyrir hitastig og rakastig en almenn ákvæði um íbúðarhúsnæði eiga einnig við í skólum og leikskólum og eru þau á þá leið að herbergi skulu vera vel rakavarinn og hæfilega hlý. Í 2. töflu er gerður samanburður á gæðamörkum fyrir inniloft.

## 2. tafla Samanburður á kröfum til loftgæða.

	Styrkur koltvísýrings (ppm)		Rakastig (%)	Lofthiti (°C)	Loftskipti
	Meðaltal	Hámark	á bilinu	á bilinu	l/s á mann
Heilbrigðisreglugerð <sup>1)</sup>	<b>800</b>	<b>1000</b>	<b>hæfilegt</b>	<b>hæfilegur</b>	<b>e. t.</b>
Vinnueftirlitið <sup>2)</sup>					
Noregur <sup>3)</sup>	<b>e. t.</b>	<b>1000</b>	<b>e. t.</b>	<b>19-22</b>	<b>7-10</b>
Sviþjóð <sup>4)</sup>	<b>e. t.</b>	<b>1000</b>	<b>20-70</b>	<b>18-28</b>	<b>4-7</b>
Tillaga að mörkum <sup>5)</sup>	<b>1000</b>	<b>1600</b>	<b>20-60</b>	<b>18-22</b>	<b>4-7</b>

1) nr. 149/1990. 2) . 3) Statens helsetilsyn IK 2489. 4) Socialstyrelsen SOSFS 1999:25. 5) Höfundur

### 1.4 Mældir loftgæðapættir

Koltvísýringur berst í rýmið við öndun frá þeim sem eru í rýminu. Lofttegundin er hættalaus en vegna þess að hún berst í lokað rými við öndun sýnir hún hvort loftskipti séu nægjanlega ör til að fjarlægja hana. Styrkur koltvísýrings eins og hann mælist í stofu ræðst af upphafstyrk koltvísýrings, rúmtaki stofu, fjölda í stofunni, aldri (þyngd) einstaklinga, athafnasemi þeirra, loftskiptum og tímanum sem fólk dvelst í rýminu. Koltvísýringur getur einnig borist í rýmið frá bruna t.d. kerta eða úr eldstæði. Afleiðing takmarkaðra loftskipta eru óljósar. Almennt má færa rök fyrir að ef loftskipti eru takmörkuð, eru oftast meiri líkur til þess að ýmsir þættir í loftinu (1. tafla) geti haft neikvæð áhrif á líðan fólks innandyra. Þegar komið er í stofur með mjög takmörkuð loftskipti og háum styrk CO<sub>2</sub> er það oft augljóst af „þungu lofti“ og lykt eins og svitalykt. Með nægjanlegum loftskiptum er komið í veg fyrir uppsöfnun óæskilegra efna í loftinu s.s. efnasambanda frá húsgögnum og innréttingum, lykt frá fólki og ofnæmisvaka sem geta verið á sveimi. „Þungt loft“ er talið geta haft áhrif á námsárangur s.s. með því að menn verða syfjaðri í þungu og mollulegu lofti eða með því að ýta undir einbeitingarskort og höfuðverk.

Kolsýringur (CO) er eitruð lofttegund sem myndast við ófullkomin bruna. Mælir á að geta mælt kolsýringu en ekkert mældist í þessum mælingum og er því ekki frekar fjallað um það. Í byggingum á Íslandi berst CO í byggingar einkum frá reykingum og frá bílaumferð við umferðargötur.

Loftraki, sem er hlutfallslegt rakastig lofts m.v. hitastig, berst m.a. í rýmið sem loftraki úr öndunarfærum en einnig frá plöntum eða öðrum rakauppsprettum s.s. baðherbergjum eða eldhúsum. Ráðandi um rakastigið er samt hitastig loftsins því þegar kalt útiloft með hátt rakastig hitnar innandyra, fellur rakastigið mikið, ef engar rakauppsprettur eru fyrir hendi. Mjög þurr loft er óæskilegt m.a. vegna stöðurafmagns og talið er að ryk haldist lengur í loftinu. Sömuleiðis er mjög rakt loft talið óæskilegt vegna þess að hættan á rakamettun á köldum flötum eykst og þar með líkur á sveppavexti. Einnig auðveldar hátt rakastig tímgun rykmaura.

Hitastig hefur mikið að segja fyrir líðan í rýminu ef of kalt eða heitt er. Hitastig er líka ráðandi hvað varðar rakastig þannig að þar sem er heitt eru meiri líkur á lágur rakastigi.

Þessir loftgæðapættir eru að sjálfsögðu ekki tæmandi fyrir þá þætti sem hægt er að mæla. Lofthraði sem mælikvarði á trekk er oft notaður. Oft eru líka notuð hugtökin PMV (Predicted Mean Vote) og PPD (Predicted Percentage of Dissatisfied) (Jónína Valsdóttir 1995). Þau eru fengin úr alþjóðlegum staðli IST EN ISO 7730:1995. Í þessari athugun var ekki hægt að nota þessi hugtök vegna þess að allir parametrarnir sem notaðir eru til að reikna þau út voru ekki mældir.

## 1.5 Markmið

Markmiðið með þessu verkefni var að athuga stöðu loftgæða mála í skólum og leikskólum á Kjósarsvæði með hliðsjón af ákvæðum heilbrigðisreglugerðar og vekja athygli fræðslufyrivalda á því sem betur mætti fara í þeim efnum. Auk þess var ætlunin að afla upplýsinga um ástandið til að nýta við gerð leiðbeininga um hollustuhætti fyrir skólustarfsemi, sem Hollustuvernd ríkisins og Heilbrigðiseftirlit sveitarfélaganna standa að. Jafnframt má ætla að niðurstöðurnar geti nýst yfirvöldum í stefnumótun og setningu laga og reglna um hollustuhætti fyrir stofnanir.

## 2. Aðferðir

### 2.1 Mælingar á koltvísýringi

Loftgæðin voru metin með því að mæla styrk koltvísýrings ( $\text{CO}_2$ ), hitastig, og rakastig. Notaður var mælir af gerðinni Q-trak (TSI Inc.) í eigu Heilbrigðiseftirlits Reykjavíkur sem skráir niðurstöður í minni og er lesið úr honum með tengingu við tölvu. Mælirinn getur mælt þessa þrjá þætti auk kolsýrings. Mælirinn var ekki kvarðaður en styrkur  $\text{CO}_2$  utandyra mældist með honum á bilinu 450-500 ppm. Styrkur  $\text{CO}_2$  í andrúmslofti jarðar fer hækkandi vegna bruna jarðefnaeldsneytis en var um 370 ppm að meðaltali árið 2000-2001 á Stórhöfða í Vestmannaeyjum (Veðurstofan 2001). Engar mælingar munu liggja fyrir á styrk  $\text{CO}_2$  utanhús á höfuðborgarsvæðinu en gera má ráð fyrir að styrkurinn sé nánast sá sami og e.t.v. örlítið hærri en á Stórhöfða vegna loftmengunar frá bílaumferð. Áætla má að mælirinn hafi að jafnaði sýnt u.þ.b. 80-130 ppm meiri styrk  $\text{CO}_2$  en raunverulega var til staðar. Taka þarf tillit til þess þegar niðurstöðurnar eru skoðaðar og bornar saman við viðmiðunarmörk en samanburður milli mælistaða ætti eftir sem áður að vera í lagi. Mælir var kvarðaður á Iðntæknistofnun haustið 2001 og voru 5 mælingar í skólum gerðar eftir það til samanburðar við fyrri mælingar í nóvember 2001 og febrúar 2002.

### 2.2 Mæliaðferð

Mæli og nema var komið fyrir í 1-2 m hæð frá gólfi þar sem hentugast var í hverri stofu á borðum eða í hillum eins fjarri nemendum og hægt var. Mælir var skilinn eftir og hans vitjað síðar. Öndun nemenda eða kennara átti ekki að geta haft bein áhrif á mæli. Í nokkrum tilvikum var greinilegt að andað hafði verið í nemann og rauk þá styrkur koltvísýrings og rakastig upp. Engin áhrif voru á hitastig. Í úrvinnslu var leiðrétt fyrir þessu með því að nota ekki þessi mæligildi og reikna nýtt meðaltal koltvísýrings og rakastigs.

Í skólum var mælt í kennslustofum einkum bóknámsstofunum en einnig í einni myndmenntastofu og einni tölvustofu. Miðað var við það að láta mælingu ná yfir a.m.k. eina kennslustund. Í nokkrum tilvikum náðist það ekki og hófust mælingar þar þegar kennslustund var hafinn og í öðrum voru tveir tímar saman. Í 3. viðauka er upplýsingar sem skráðar voru um mælingar í grunnskólum.

Í leikskólum var miðað við að mæling stæði að jafnaði lengur en tvo tíma og var í flestum tilvikum mælt í allt að þrjá tíma. Mælistaður var oftast í stærstu leikstofu á hverri deild. Ýmist var mælt fyrir hádegi, í hádeginu eða eftir hádegið. og náði mæling að jafnaði yfir bæði útivistartíma og inniveru barna. Í 4. viðauka er upplýsingar sem skráðar voru um mælingar í leikskólum.

Loftræsting var allstaður um opnanleg fög utan í Mýrarhúsaskóla er vélræn loftræsting í nýja hluta skólans. Ekki voru gerðar neinar sérstakar ráðstafanir til að auka loftræstingu af hálfu heilbrigðiseftirlits þegar mæling fór fram. Í skólunum vissu kennarar í stofum að mæling fór fram og einhverjir leikskólakennarar á hverri deild vissu að verið var að mæla.



### 3. Niðurstöður

#### 3.1 Skólar

Niðurstöður mælinga í grunnskólum eru dregnar saman í 3. töflu og dreifing í styrk koltvísýrings er sýndur á 1. mynd. Í 1. viðauka eru línurit með niðurstöðum einstakra mælinga úr skólum sem sýna breytingar sem verða á styrk koltvísýrings, hitastigi og rakastigi yfir mælitímann. Athuga þarf að kvarði á Y-ás er breytilegur í þessum línuritum.

3. tafla Styrkur koltvísýrings, hitastig og rakastig í mælingum í grunnskólum.

Skóli og stofa	Styrkur koltvísýrings (ppm)			Hitastig (°C)	Rakastig (%)
	Meðaltal	Hámark	Lágmark	Meðaltal	Meðaltal
Mýrarhús nr. 103	<b>1071</b>	<b>1271</b>	<b>1005</b>	<b>20,2</b>	<b>23,9</b>
Mýrarhús nr. 209	<b>1572</b>	<b>1976</b>	<b>1005</b>	<b>21,7</b>	<b>35,0</b>
Mýrarhús myndmennt	<b>1185</b>	<b>1291</b>	<b>1133</b>	<b>22,2</b>	<b>38,2</b>
Valhús nr. 11	<b>1686</b>	<b>2648</b>	<b>527</b>	<b>22,2</b>	<b>30,9</b>
Valhús nr. 26	<b>2095</b>	<b>2843</b>	<b>1047</b>	<b>21,3</b>	<b>38,1</b>
Valhús nr. 23	<b>1418</b>	<b>2229</b>	<b>597</b>	<b>20,9</b>	<b>34,5</b>
Valhús nr. 24, tölvu	<b>1521</b>	<b>1746</b>	<b>1298</b>	<b>23,7</b>	<b>32,7</b>
Varmár nr. 13	<b>2059</b>	<b>2310</b>	<b>1469</b>	<b>22,3</b>	<b>44,6</b>
Varmár nr. 20	<b>2267</b>	<b>2381</b>	<b>2162</b>	<b>22,5</b>	<b>46,3</b>
Gagnfræða nr. 1	<b>2740</b>	<b>3204</b>	<b>2148</b>	<b>22,4</b>	<b>42,8</b>
Gagnfræða nr. 8	<b>1589</b>	<b>1925</b>	<b>1181</b>	<b>22,0</b>	<b>39,3</b>
Lágafells nr. 323*	<b>648</b>	<b>693</b>	<b>580</b>	<b>20,1</b>	<b>22,3</b>
Lágafells nr. 101*	<b>552</b>	<b>810</b>	<b>417</b>	<b>21,6</b>	<b>19,7</b>
Valhús nr. 26*	<b>1659</b>	<b>2407</b>	<b>896</b>	<b>20,8</b>	<b>25,7</b>
Gagnfræða nr. 2*	<b>4053</b>	<b>4413</b>	<b>3715</b>	<b>19,2</b>	<b>42,7</b>
Lágafells nr. 323*	<b>1148</b>	<b>1466</b>	<b>816</b>	<b>20,9</b>	<b>19,6</b>
Meðaltal	1704	2101	1250	21,5	34

\* Mæling gerð eftir kvörðun mælis.

Styrkur koltvísýrings í skólastofunum var mjög breytilegur (3. tafla og 1. mynd). Lægsti meðaltalsstyrkurinn var 552 ppm en sá hæsti 4053 ppm. Hámarksstyrkur var mestur 4413 ppm en minnstur 693 ppm. Lágmarksstyrkur var mestur 3715 ppm en minnstur 417 ppm. Breytileiki í meðaltali hitastigs í skólastofunum var minni. Lægsti meðaltalshiti var 19,2°C en sá hæsti 23,7°C. Lægsta meðaltalsrakastig var 19,6% rakamettun lofts við viðkomandi hitastig en það hæsta 46,3% rakamettun.

Eins og sjá má á 1. mynd og á línuritunum í 1. viðauka segja meðaltöl ekki alla söguna. Miklar breytingar urðu á styrk koltvísýrings yfir mælitímann í flestum stofum. Það var nokkuð breytilegt eftir aðstæðum, áður en mæling fór fram og á meðan henni stóð, hvort styrkur jókst, sveiflaðist eða lækkaði. Talsverðar breytingar komu einnig fram í hitastigi og rakastigi og eins og sjá má var oft sterk fylgni milli rakastigs og styrks koltvísýrings. Ekki verður fjallað nánar um einstakar mælingar hér en lesendur geta borið línuritinn saman við upplýsingar í 3. og 4. viðauka til að glöggva sig á þeim þáttum sem höfðu áhrif á niðurstöðurnar í hverri mælingu um sig.

### 3.2 Leikskólar

Niðurstöður úr stofum í leikskólum eru dregnar saman í 4. töflu og dreifing í styrk koltvísýrings er sýndur á 1. mynd. Í 2. viðauka eru línurit með niðurstöðum einstakra mælinga úr leikskólum. Styrkur koltvísýrings í leikskólastofum var breytilegur (4. tafla og 1. mynd). Lægsti meðaltalsstyrkurinn var 911 ppm en sá hæsti 1556 ppm og var því breytileikinn þar nokkru minni en í skólunum. Hámarksstyrkur var mestur 3212 ppm en minnstur 1554 ppm. Lágmarksstyrkur var mestur 1190 ppm en minnstur 620 ppm. Breytileiki í meðaltali hitastigs í leikskólastofunum var minni. Lægsti meðaltalshiti var 19,6°C en sá hæsti 22,5°C. Lægsta meðaltalsrakastig var 27,1% rakamettun lofta við viðkomandi hitastig en það hæsta 37,6% rakamettun.

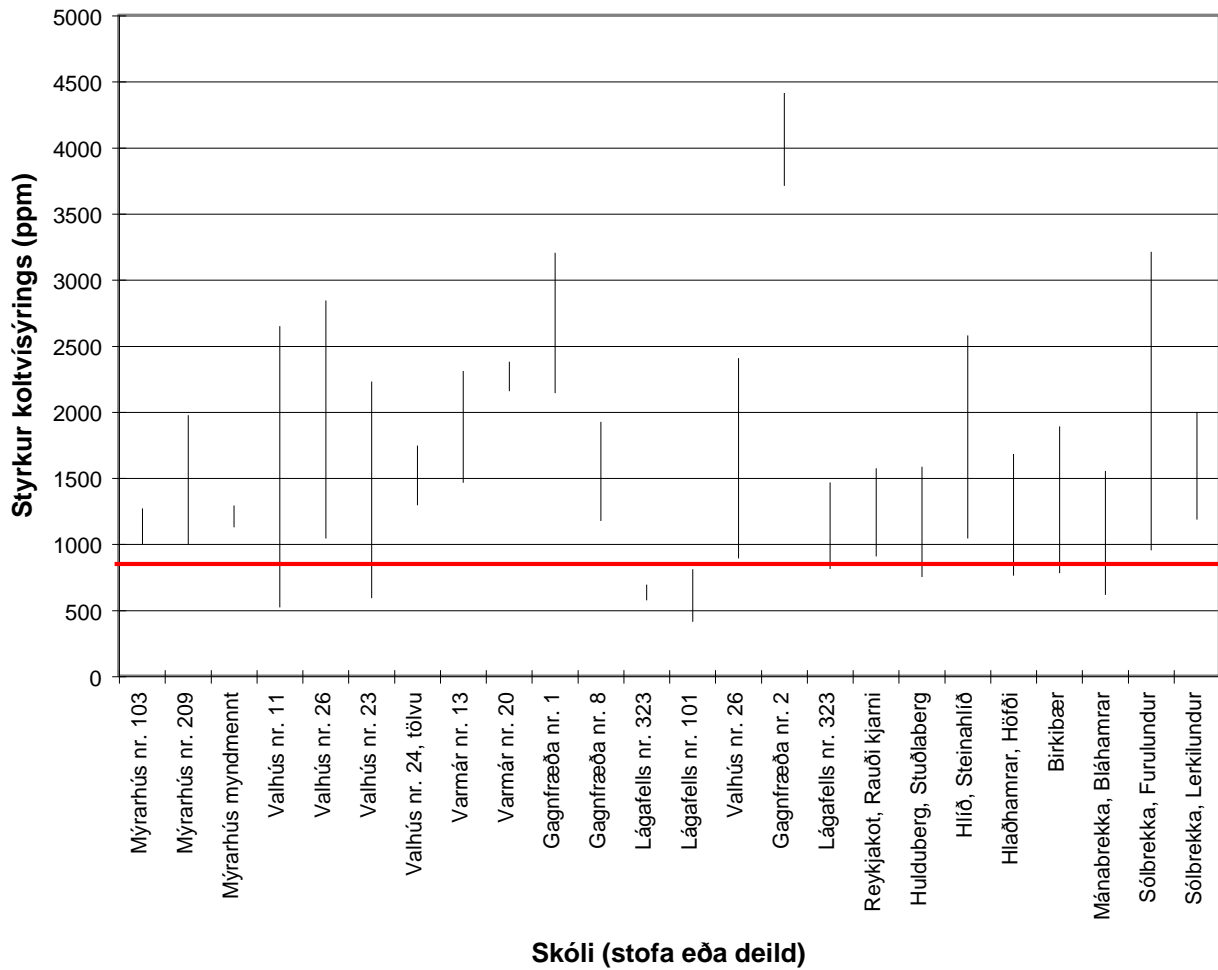
4. tafla Styrkur koltvísýrings, hitastig og rakastig í mælingum í leikskólum.

Leikskóli og deild	Styrkur koltvísýrings (ppm)			Hitastig (°C)	Rakastig (%)
	Meðaltal	Hámark	Lágmark	Meðaltal	Meðaltal
Reykjakot, Rauði kjarni	1229	1572	911	22,5	27,2
Hulduberg, Stuðlaberg	1169	1585	757	20,4	37,6
Hlíð, Steinhlíð	1415	2579	1046	21,9	30,6
Hlaðhamrar, Höfði	1162	1681	766	19,7	34,3
Birkibær	1188	1891	786	21,2	37,1
Mánabrekka, Bláhamrar	911	1554	620	19,6	27,1
Sólbrekka, Furulundur	1403	3212	958	21,2	29,0
Sólbrekka, Lerkilundur	1556	1999	1190	20,0	35,4
Meðaltal	1254	2009	879	20,8	32

Miklar sveiflur urðu á styrk koltvísýrings yfir mælitímann í flestum leikskólastofum (1. mynd og 2. viðauki). Mælitíminn spannaði oftast bæði útvistartíma og inniveru barna og náði því styrkurinn að sveiflast eftir aðstæðum, hvort börn voru úti eða inni og því hvort verið var að lofta út. Talsverðar breytingar komu einnig fram í hitastigi og rakastigi og var oft fylgni milli breytinga í rakastigi og styrk CO<sub>2</sub>.

### 3.3 Samanburður á skólum og leikskólum

Meðaltalsstyrkur CO<sub>2</sub> í stofunum í grunnskólunum var ekki marktækt meiri en meðaltalsstyrkur CO<sub>2</sub> í stofum í leikskólum (5. tafla) ef allir skólar voru teknir með og allar mælingar. Í skólunum var hann 1704 ppm en 1254 ppm í leikskólunum. Ef Lágafellsskóli var undanskilin var marktækur munur á meðaltalsstyrk í skólum og leikskólum (6. tafla). Meðaltalsstyrkur í skólum var þá 1917 ppm en 1254 ppm í leikskólum. Sömuleiðis var marktækur munur á skólum og leikskólum í mælingum árið 2000.



1. mynd. Samanburður á styrk koltvísýrings í skólum og leikskólum. Meðaltals, hámarks- og lágmarksstyrkur koltvísýrings. (Lóðrétt lína spannar frá lágmarksstyrk til hámarksstyrk en stutt lárétt lína sýnir meðaltal. Rauð lína sýnir leyfilegan meðaltalsstyrk  $CO_2$  skv. byggingarreglugerð).

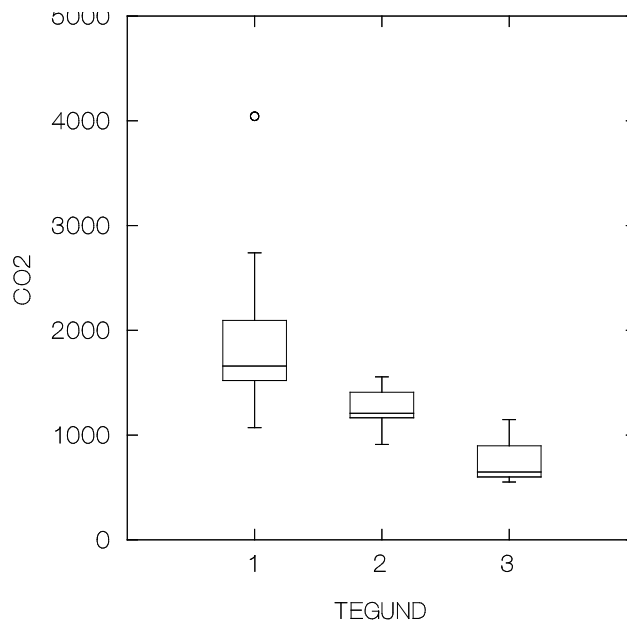
5. tafla Fervikagreining á muni á meðaltölum á styrk  $CO_2$  í öllum skólum og í leikskólum.

Breytileiki vegna:	Fervikasumma	Frítölur	Meðalfervik	F	P
Tegundar skóla	<b>1.079.100</b>	<b>1</b>	<b>1.079.100</b>	<b>2,151</b>	<b>0,157</b>
Skekkju	<b>11.034.300</b>	<b>22</b>	<b>501.560</b>		

6. tafla Fervikagreining á muni á meðaltölum á styrk  $CO_2$  í skólum, að undanskildum Lágafellsskóla, og í leikskólum.

Breytileiki vegna:	Fervikasumma	Frítölur	Meðalfervik	F	P
Tegundar skóla	<b>2.173.063</b>	<b>1</b>	<b>2.173.063</b>	<b>5,365</b>	<b>0,032</b>
Skekkju	<b>7.695.706</b>	<b>19</b>	<b>405.037</b>		

Samanburður á styrk koltvísýrings í Lágafellsskóla, leikskólunum og hinum skólunum er sýndur á 2. mynd, sbr. einnig 1. mynd. Styrkurinn var mestur í skólunum, minni í leikskólunum en minnstur í Lágafellsskóla. Ekki er með góðu móti hægt að skera úr um hvort munurinn á meðaltalsstyrk koltvísýrings á þessum stöðum er marktækur því of fáar mælinga liggja til grundvallar.



2. mynd. Samanburður á meðaltalsstyrk (ppm) koltvísýrings í Lágafellsskóla (Tegund 3,  $n=3$ ), leikskólunum (Tegund 2,  $n=8$ ) og hinum skólunum (Tegund 1,  $n=13$ ). Strik í miðjum kassa er miðgildi, kassi nær utan um 50% gilda og utan við kassa er 25% gilda sitt hvoru megin.

## 4. Umræða

### 4.1 Niðurstöður á Kjósarsvæði

Niðurstöðurnar sýna greinilega að loftgæðin í mörgum af þeim stofum sem voru mældar í þessari athugun voru ekki í samræmi við kröfur í heilbrigðisreglugerð hvað varðar meðaltalsstyrk (800 ppm) CO<sub>2</sub>. Miðað við að mælir hafi að jafnaði sýnt um 200 ppm meiri styrk CO<sub>2</sub> í mælingum árið 2000 en raunverulega var til staðar en verið rétt kvarðaður árið 2001-2002, sbr. kafla um aðferðir að framan, má ætla að 14 skólastofur af 16 hafi verið yfir mörkunum fyrir meðaltalsstyrk. Meðaltalsstyrkur CO<sub>2</sub> var að jafnaði lægri í leikskólunum en þar má með sömu forsendu ætla að 7 af 8 stofum hafi verið yfir mörkunum fyrir meðaltalsstyrk. Sömuleiðis voru 16 af 18 kennslustofum í skólunum yfir hámarksstyrk CO<sub>2</sub> (1000 ppm) og allar stofurnar á leikskólunum.

Hitastigið sem mælist í þessari könnun var í nær öllum tilvikum milli 19-22°C en í nokkrum stofum hækkaði hitinn upp í u.þ.b. 24°C. Þessar hitamælingar gefa sennilega nokkuð raunsanna mynd af meðal hita í stofunum. Ljóst er að þær gefa ekki rétta mynd af áhrifum hitastigs á alla nemendur í stofunni því þeir sem sátu við opna glugga hafa væntanlega í flestum tilvikum setið í kaldari lofti. Í mörgum tilvikum voru gluggar lokaðir vegna þess að nemendur við glugga kvörtuðu yfir kulda.

Rakastigið sem mældist í þessari könnun var sambærilegt við það sem má búast við í húsum á Íslandi að vetrarlagi þegar kalt útiloft með litið rakamagn er hitað um 10-20°C og engin rakastýring viðhöfð. Breytingar á rakastigi í innloftinu á mælitímanum verða

fyrst og fremst vegna þess að raki bætist í loftið úr andardrætti og vegna breytinga sem verða á hitastigi í stofunni. Talið er ólíklegt að rakastig á bilinu 20-46% eins og mældist í þessari athugun valdi mönnum óþægindum. Ef rakastig fer undir 20 % er talið auðveldara verði fyrir ryk að ýrast upp. Ef rakastigið fer yfir 60 % auðveldar það viðgang rykmaura og er talið óæskilegt.

Í heilbrigðisreglugerð er ekki tekið fram hvernig standa skuli að mælingum á loftgæðum. Ætla má að aðferðirnar sem hér voru notaðar gefi nokkurn veginn rétta mynd af ástandinu í stofunum á þeim tíma sem mæling fór fram hvað varðar CO<sub>2</sub> og rakastig. Hitastig innan stofanna er sennilega breytilegra og einstaklingar finna meira fyrir því. Til dæmis finnst nemendum við glugga oft kalt þótt þeir sem innar sitja kvarti ekki. Eins og fram kom í niðurstöðum eru þeir þættir sem mældir voru alls ekki fastir heldur síbreytilegir með tilliti til kringumstæðna. Æskilegt er að settar verði tæknilegar leiðbeiningar eða vísað í staðla um hvernig mælingar á loftgæðum skuli fara fram í mismunandi rými til að taka af öll tvímæli um hvað er átt við í heilbrigðisreglugerð og byggingareglugerð.

## 4.2 Athuganir á Eyjafjarðarsvæðinu

Jónína Valsdóttir athugaði gæði innilofts í þremur skólum í Eyjafirði í febrúar 1995 (Jónína Valsdóttir 1995). Jafnframt birtir hún niðurstöður mælinga í sex skólum í Eyjafirði í ráðstefnuriti lagnafélagsins (1997) og eru það að hluta til mælingar frá 1995. Meðaltalsstyrkur CO<sub>2</sub> í 18 mælingum úr 6 skólum í Eyjafirði var 1370 ppm og var ekki marktækur munur á því og meðaltalsstyrk CO<sub>2</sub> í skólunum á Kjósarsvæði (T-próf, P= 0,17). Meðalhámarksstyrkur úr 17 mælingum úr þessum skólum var 1570 ppm. Jónína mældi einnig lofthita, lofthraða, loftraka og geislavarma og áætlaði meðalgeislavarma og gaf sér gildi fyrir áreynslu og klæðamagn (1997). Útfrá þessum gildum gat hún reiknað gildin fyrir PMV (Predicted mean vote) og PPD (Predicted percentage of dissatisfied) en þau eru fengin úr alþjóðlegum staðli ISO 7730. PMV spáir fyrir um hvernig stór hópur fólks mundi meta gæði loftsins við þessar kringumstæður. Útfrá PMV er PPD reiknað en það er það hlutfall fólks sem líklegt er að væri óánægt með loftið við þessar kringumstæður. Hlutfall óánægðra skv. PPD í 16 mælingum hjá Jónínu var oftast á bilinu 5-8% en fór hæst í 29% í einni stofu. Þar var um að ræða að of kalt var í stofunni. Ekki var neitt samband milli styrks CO<sub>2</sub> og PPD hjá Jónínu. Jónína mældi einnig styrk kólsýrlings. Hann var að meðaltali á bilinu 0,44-6,89 ppm. Hámarksstyrkur CO var á bilinu 0,52-8,08 ppm. Hæstur var hann í skóla við stóra umferðargötu og stafar mengunin þar af bílaumferð utandyra en reykingar eru bannaðar í skólum. Styrkur CO í innanhúsi lofti ætti ekki að fara yfir 3,5 ppm skv. sænskum reglum um loftgæði sem hún vísar til. Jónína greinir ekki frá hvernig loftræstingu var háttáð í skólunum en tók fram að álmur skólana væru misgamlar og af þeim sökum væri styrkur CO<sub>2</sub> oft breytilegur innan sama skóla (1995, 1997).

## 4.3 Slök loftgæði og úrbætur

Hæri meðaltalstyrkur CO<sub>2</sub> í skólastofum heldur en í leikskólastofum stafar að öllum líkindum ekki af betri loftskiptum í sjálfu sér heldur fyrst og fremst af því að á leikskólum er rýmra um hvert barn. Jafnframt eru þau yngri, starfið frjálsslegra og dreifist oft um nokkrar stofur. Hæsti styrkurinn á leikskólum mælist einkum þegar öll börnin eru inni í mat eða kaffi. Í skólunum er heill bekkur samankomin í einni kennslustund, oftast er lokað fram á gang og gluggar eru ekki alltaf opnir. Í sumum tilvikum voru kennslustundir tvöfaldar að lengd og einnig voru stundum sérstaklega stórir, blandaðir bekkir í tímum einkum hjá elstu bekkjunum. Útfrá loftræstingu væri æskilegra að hafa þannig kennslustundir í stærri stofum með einhverri loftræstingu.

Freistandi er að ætla að loftræsting sé að jafnaði betri og jafnari í stofum með vélrænni loftræstingu en um of fáar og ólíkar stofur er að ræða í þessari athugun til að draga ótvíræðar ályktanir í þá veru. Mýrarhúsaskóli myndmenntastofa, Valhúsaskóli tölvustofa nr. 24 og Varmárskóli stofa 13 voru stofur með vélræna loftræstingu auk stofanna í Lágafellsskóla. Þessar stofur koma ekki verst út úr mælingu og greinilegt er

að styrkur CO<sub>2</sub> er jafnari í myndmenntastofunni og stofu 24 og stofum í Lágafellsskóla heldur en í flestum öðrum stofum. Greinilegt er þó að vélræn loftræsting er bara einn af þeim þáttum sem hafa áhrif á útkomuna. Til dæmis er myndmenntastofan rúmgóð og nemendur fáir og í Lágafellsskóla er en sem komið er einungis yngri nemendur, allt að miðstigi. Þeir þættir sem leiða til þess að styrkur CO<sub>2</sub> er lægri eru t.d. fáir nemendur í bekk, opnir gluggar, vélræn loftræsting, rúmgóðar stofur, yngri nemendur og lár upphafstyrkur CO<sub>2</sub>.

Lágafellsskóli skar sig úr með lægstan meðaltalsstyrk og minnstan hámarksstyrk CO<sub>2</sub>. Loftræsting Lágafellsskóla var hönnuð með það fyrir auga að loftgæðin mundu standast kröfur í heilbrigðisreglugerð. Vélrænt útsog á göngum í miðju skólans drífur loftræstinguna. Nýtt loft kemur inn um ristar ofan við glugga í kennslustofum og er dregið um ristar út úr kennslustofum og fram á gang þar sem það fer inn í útsogið. Hægt er að stýra virkni loftræstingarinnar í hverri stofu með því að opna og loka ristum. Nokkur hávaði getur komið frá ristunum einkum ef vindur stendur upp á gluggana. Hugsanlega heyrir líka meira frá ristunum ef fáar ristar eru opnar í skólanum og útsog helst það sama.

Niðurstöður loftgæðamælinga voru sendar hverjum skóla ásamt bréfi. Þar sem styrkur CO<sub>2</sub> mældist yfir tilskyldum mörkum var skólanum bent á úrbætur, aðgerðir og vinnubrögð sem gætu bætt loftræstinguna. Ekki var gripið til þvingunarúrreða sem heimild er fyrir í VI. kafla laga um hollustuhætti og mengunarvarnir til að knýja á um úrbætur. Rekstraraðilar skóla og leikskóla voru almennt ekki meðvitaðir um það að ástand loftræstingarmála var í sumum tilvikum ekki nógu gott. Líta verður svo á að fyrsta skrefið sé að vekja athygli á ástandinu og gefa færi á að grípa til ráðstafana til úrbóta. Bent var á einföld ráð svo sem að lofta vel út á milli kennslustunda, hafa opið fram í kennslustund og auðvitað að hafa opna glugga meðan á kennslu stæði.

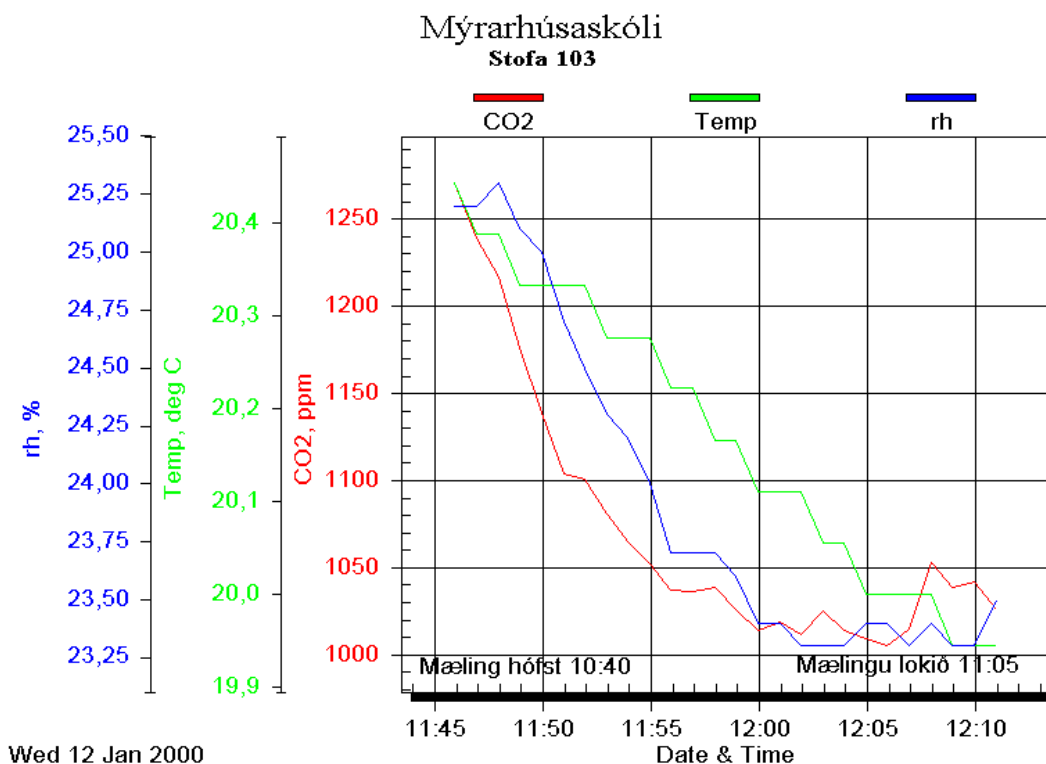
Hægt væri að bæta loftræstingu þar sem eingöngu eru opnanleg fög með því að breyta fyrirkomulagi þeirra. Í flestum tilvikum gefur það betri raun að hafa stýranleg opnanleg fög eða ristar efst í gluggum frekar en neðst eins og var í flestum skólunum. Í flestum tilvikum eru ofnar undir gluggum sem mundu ná að blanda kalda loftinu við heitt á leið þess niður með glugganum áður en það mundi valda óþægindum hjá þeim sem sitja næst glugga. Þegar viðhaldi er sinnt í skólum er ástæða fyrir skólayfirvöld að taka það til alvarlegrar skoðunar með hvaða hætti hægt er að bæta loftræstinguna innandyra. Að breyta opnanlegum fögum og huga um leið að upphitun loftsins undir gluggunum og taka upp vélrænt útsog í miðrymi er hugsanlega ódýrar leiðir til úrbóta.

Í nýjum skólum og leikskólum skal gera ráð fyrir fullnægjandi loftskiptum til að kröfum í heilbrigðis- og byggingareglugerð sé fullnægt.

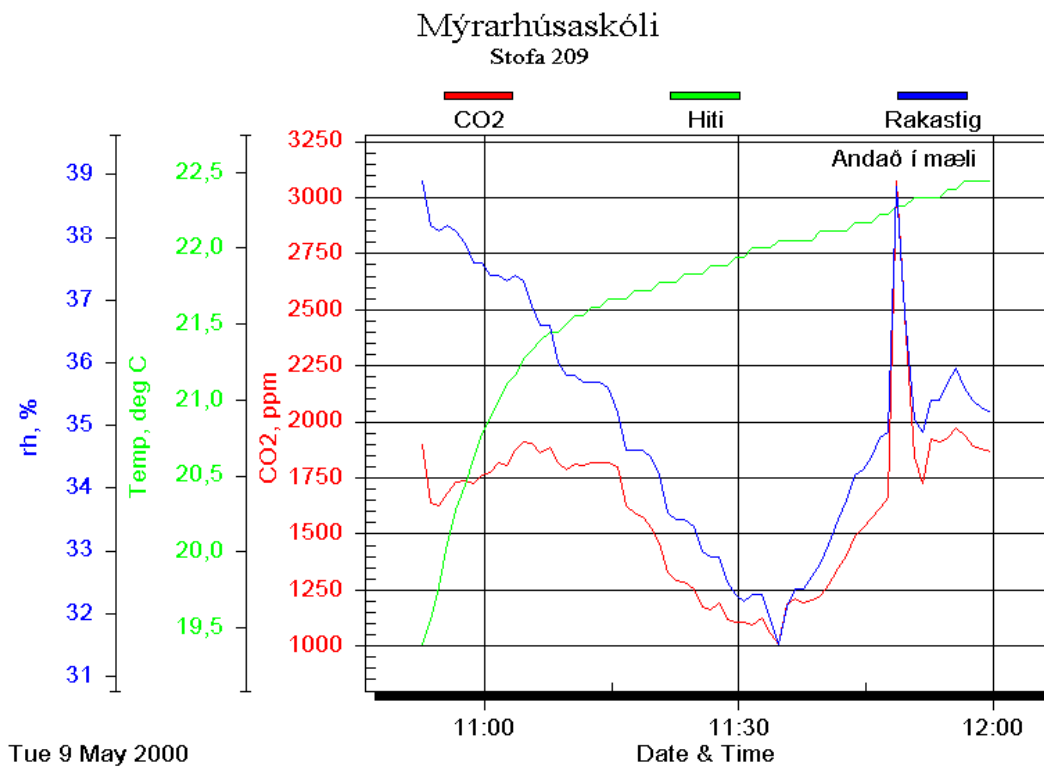
## Heimildir

- Byggingarreglugerð nr. 441/1998. Skipulagstofnun Reykjavík.
- Heilbrigðisreglugerð nr. 149/1990. Hollustuvernd ríkisins Reykjavík.
- Inneklima, en veileder for kommunehelsetjenesten. best.nr. IK 2489. Statens Helsetilsyn, Norge.
- Hólmfríður Gunnarsdóttir, Vilhjálmur Rafnsson og Víðir Kristjánsson 1990. Innloft og líðan fólks. Vinnueftirlit ríkisins, Reykjavík.
- Jónína Valsdóttir 1995. Athugun á innlofti í skólum á Akureyri og Dalvík.
- Jónína Valsdóttir 1997. Kerfisbundin athugun á innlofti í skólum á Akureyri og Dalvík. Ráðstefna „Loftræstingar í skólum“ 14. mars 1997. Lagnafréttir 20.
- Jan Sundell og Max Kjellman 1994. Luften vi andas innomhus, en sammanfattning. Folkhälsoinstitutet Stockholm 1994-16, 33 bls.
- P. Ole Fanger, L. Fang and S. Tanabe 1997. Perceived air quality and ventilation requirements at higher latitudes. In: Cold climate HVAC '97 Reykjavik Iceland. Lagnafélag Íslands, ICEVAC, Reykjavík, bls. 25-35.
- Reglugerð um hollustuhætti nr. 941/2002. Umhverfisstofnun Reykjavík.
- Susan M. Zummo og Meryl H. Karol 1996. Indoor air pollution: acute adverse health effects and host susceptibility. Environmental health, 1996:25-29.
- Socialstyrelsens allmänna råd om tillsyn enligt miljöbalken - ventilation. SOSFS 1999:25 (M). Sosialstyrelsen Stockholm.
- Veðurstofan 2001. Upplýsingar á vef veðurstofunnar. Mynd sem sýnir koltvíoxíðmagn (CO<sub>2</sub>) í andrúmslofti á Stórhöfða 1992 til 2001. Uppfærð: 5. nóvember 2001: <http://www.vedur.is/athuganir/co2/index.html>

**Viðauki 1. Línurit, mælingar í skólum**

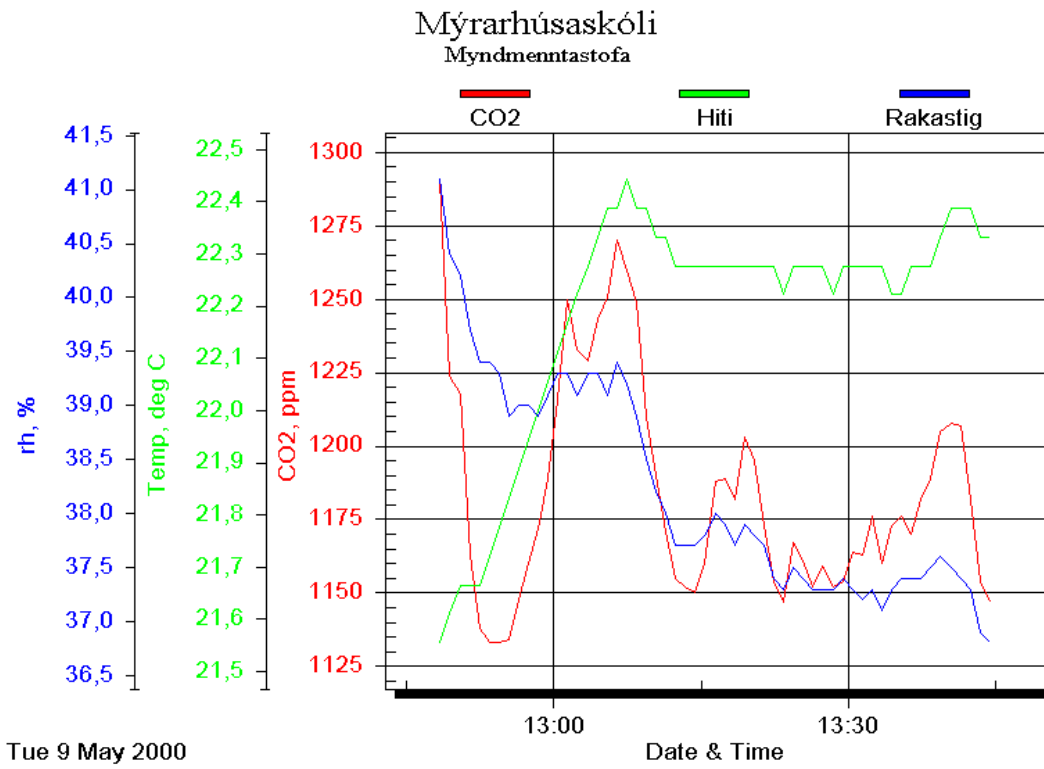


1. Mynd. Niðurstaða úr loftgæðamælingu í Stofu 103 kl: 10<sup>40</sup>-11<sup>05</sup>.

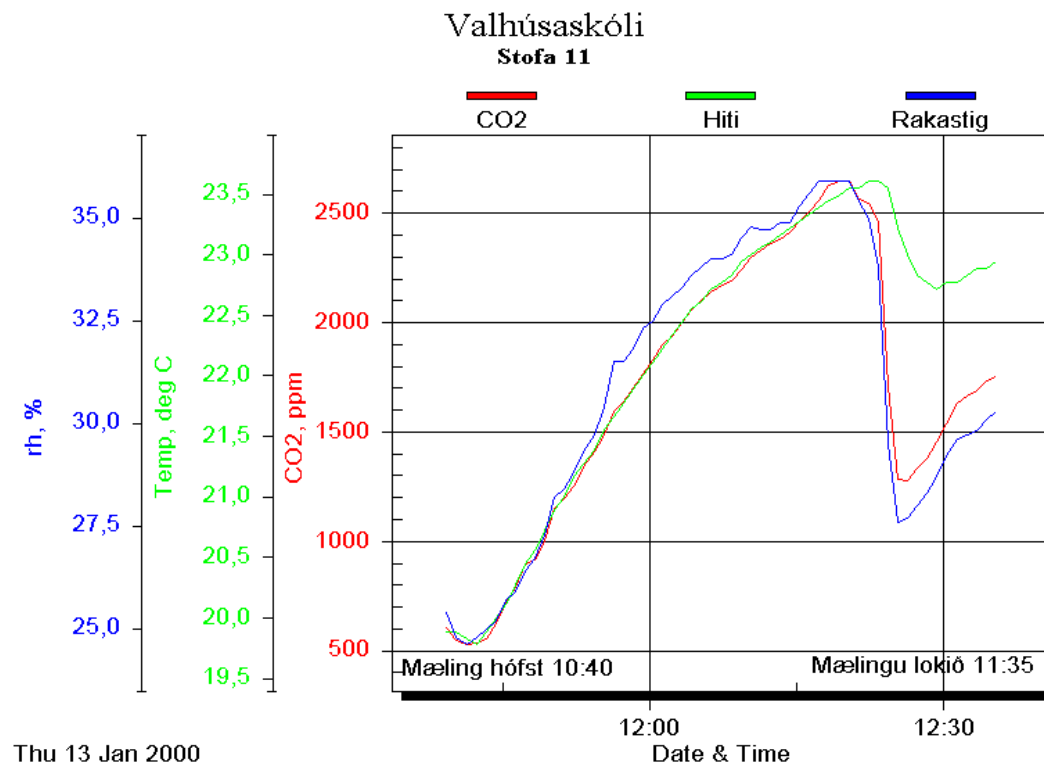


2. Mynd. Niðurstaða úr loftgæðamælingu í Stofu 209 kl: 10<sup>51</sup>-11<sup>59</sup>.

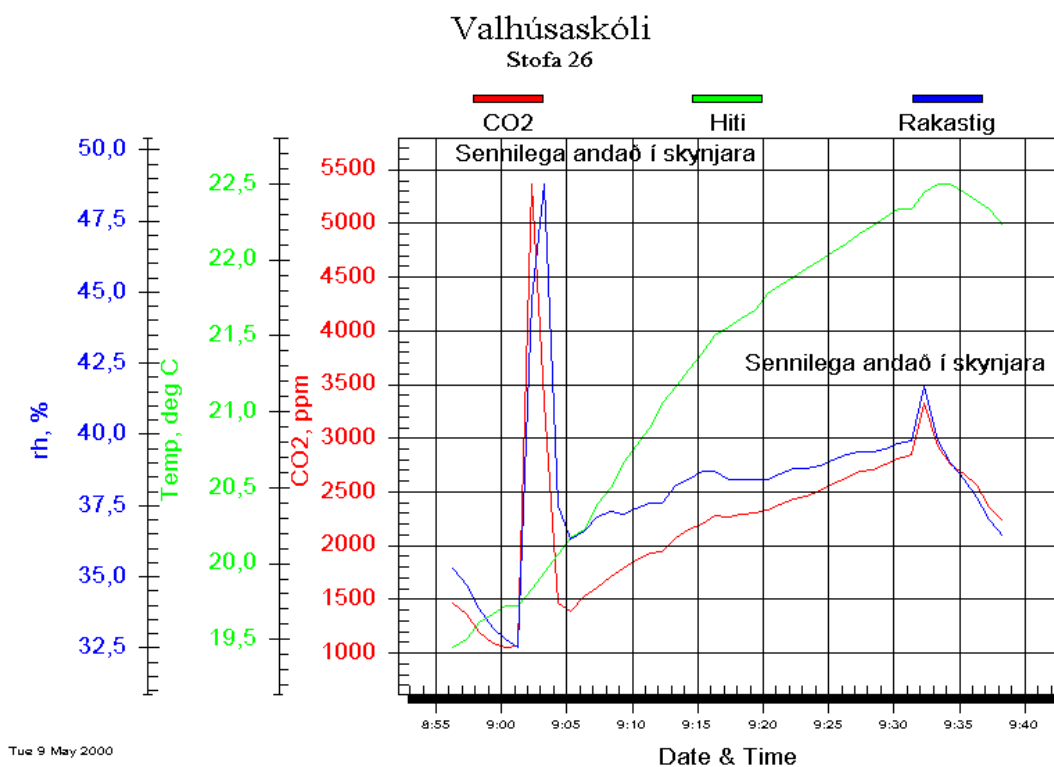




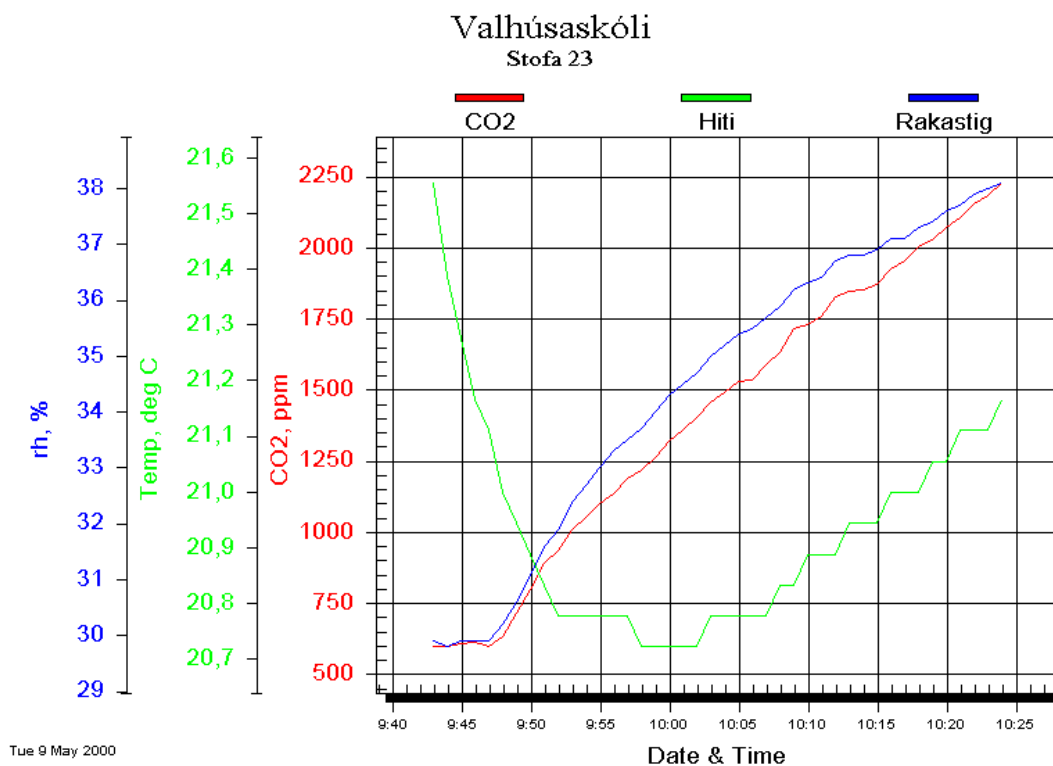
3. Mynd. Niðurstaða úr loftgæðamælingu í Myndmenntastofu kl: 12<sup>47</sup>-13<sup>44</sup>.



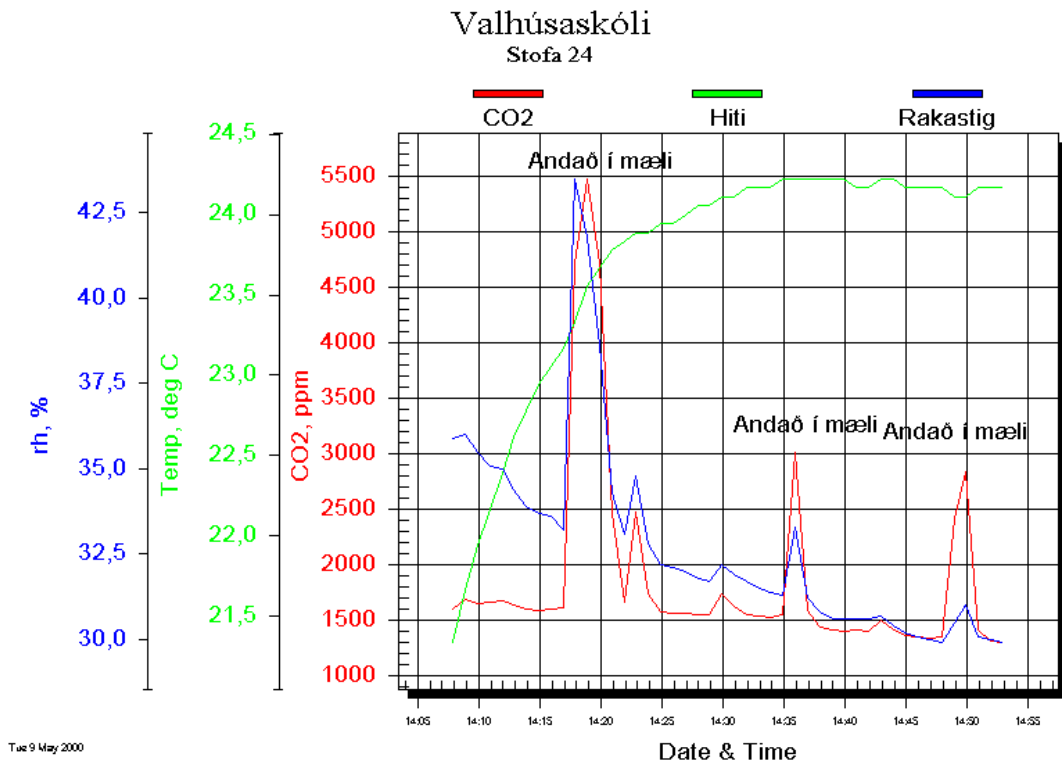
4. Mynd. Niðurstaða úr loftgæðamælingu í Stofu 11 kl: 10<sup>40</sup>-11<sup>35</sup>.



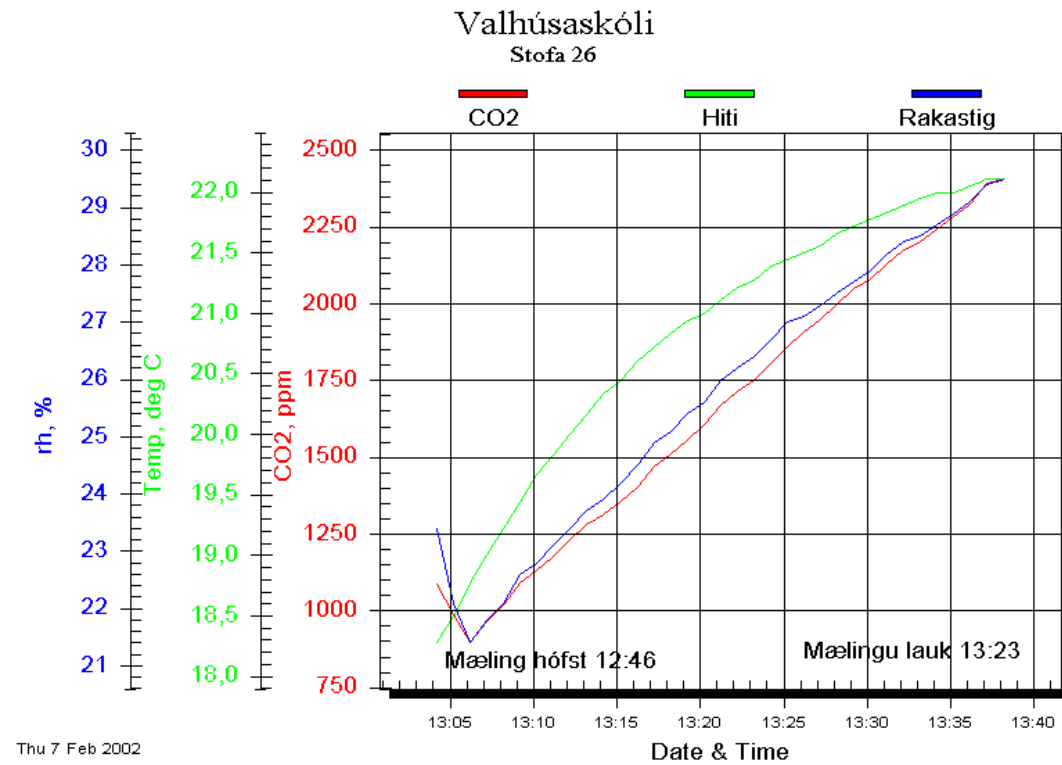
5. Mynd. Niðurstaða úr loftgæðamælingu í Stofu 26 kl: 08<sup>55</sup>-09<sup>38</sup>.



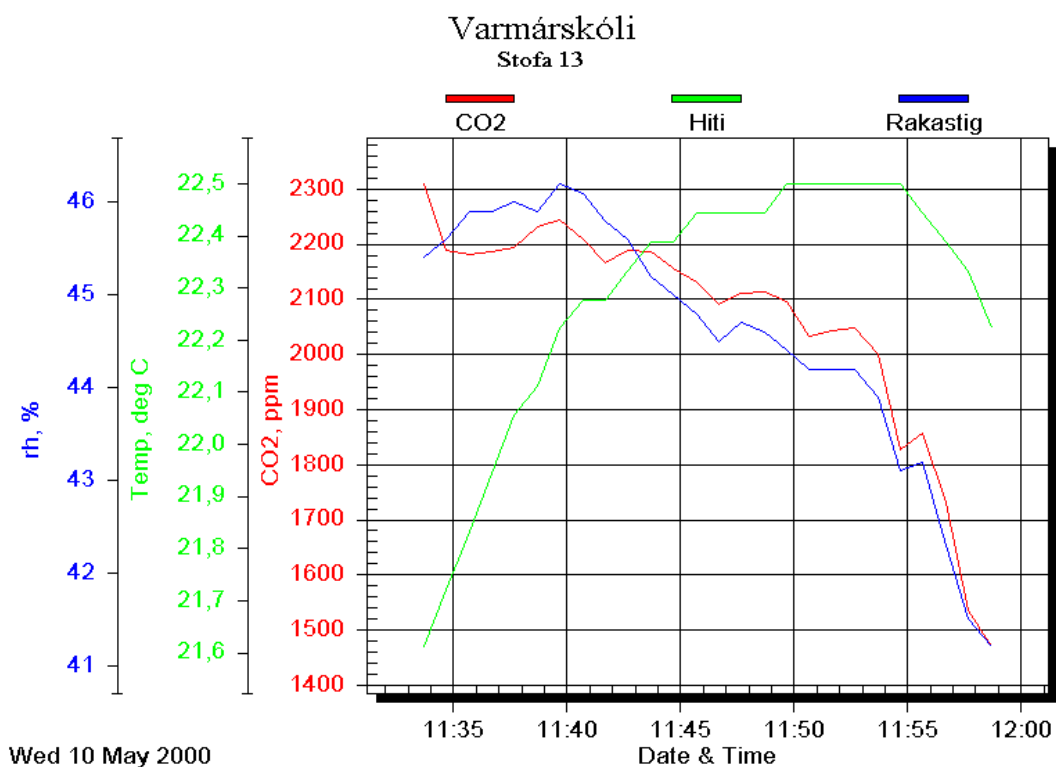
6. Mynd. Niðurstaða úr loftgæðamælingu í Stofu 23 kl: 09<sup>41</sup>-10<sup>23</sup>.



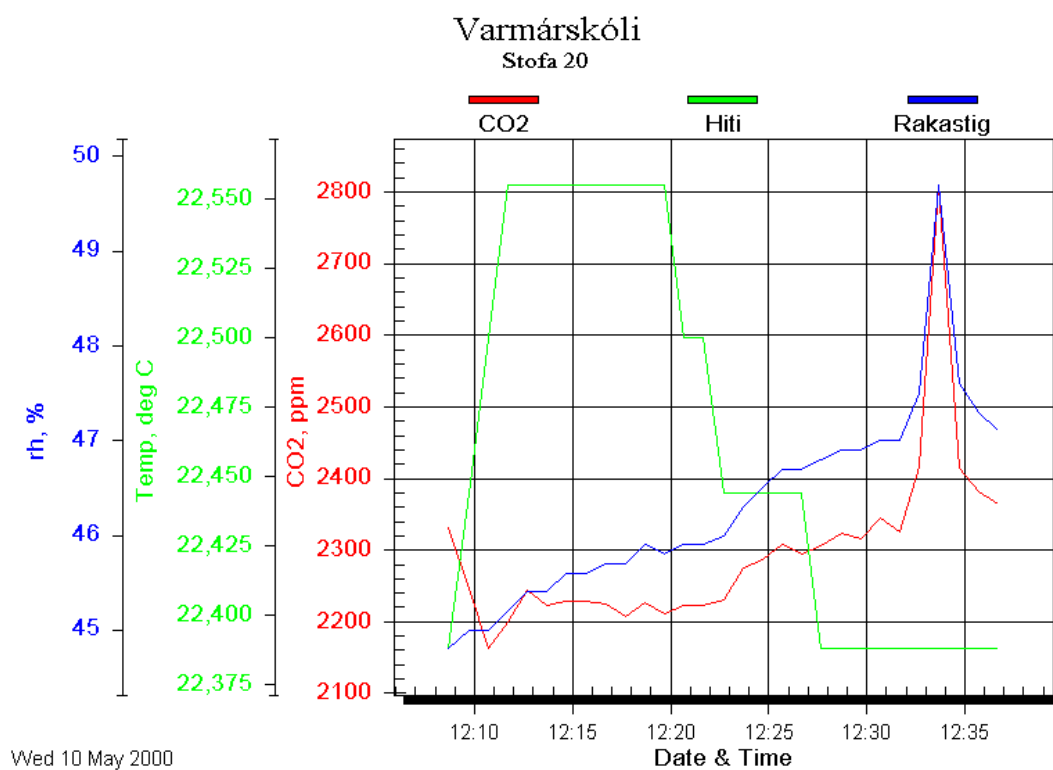
7. Mynd. Niðurstaða úr loftgæðamælingu í Stofu 24, tölvustofu, kl: 14<sup>06</sup>-14<sup>52</sup>.



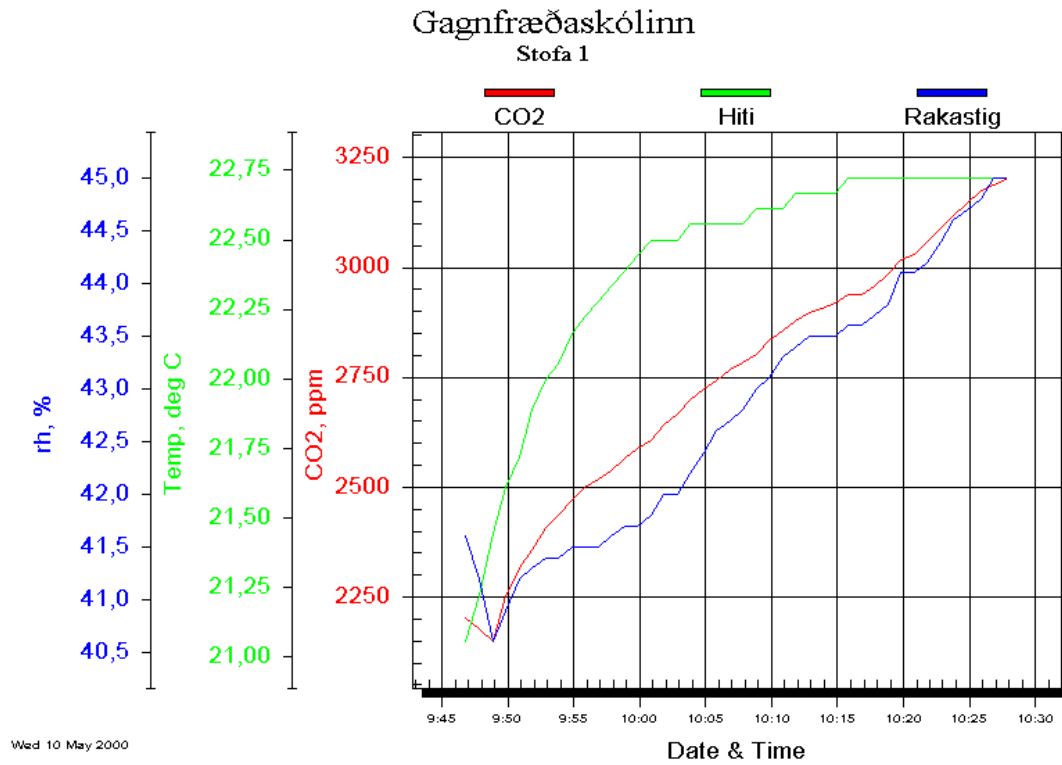
8. Mynd. Niðurstaða úr loftgæðamælingu í Stofu 26 kl: 12<sup>46</sup>-13<sup>23</sup>.



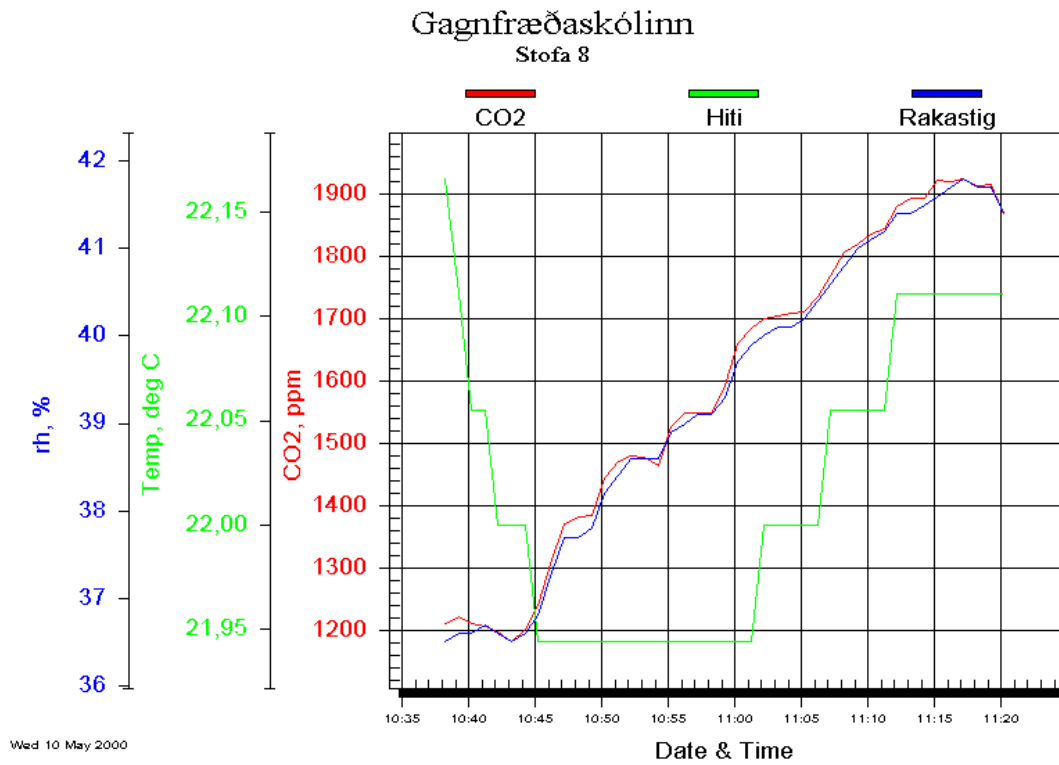
9. Mynd. Niðurstaða úr loftgæðamælingu í Stofu 13 kl: 11<sup>32</sup>-11<sup>58</sup>.



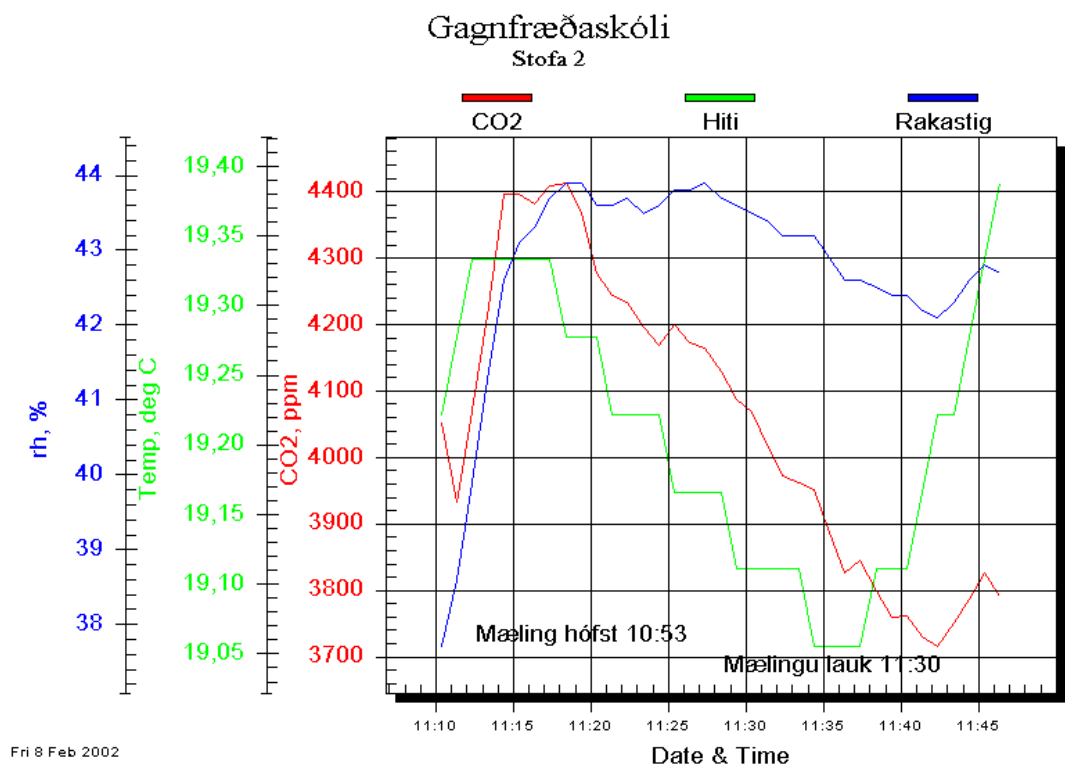
10. Mynd. Niðurstaða úr loftgæðamælingu í Stofu 20 kl: 12<sup>07</sup>-12<sup>36</sup>.



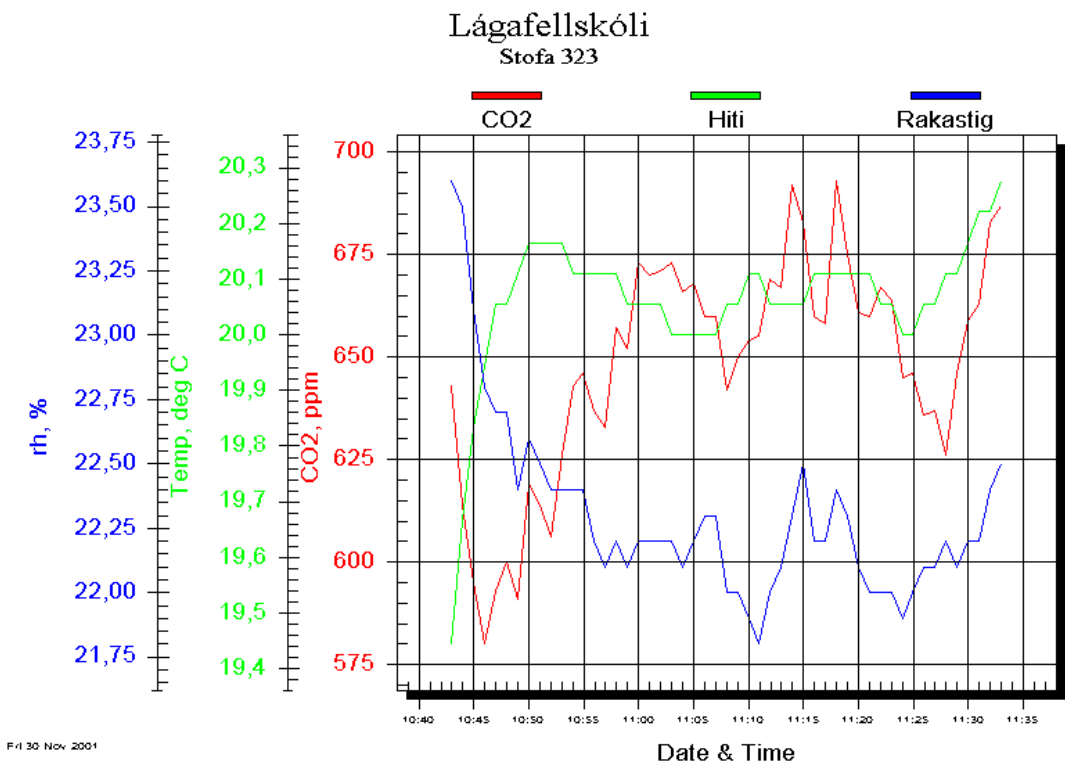
11. Mynd. Niðurstaða úr loftgæðamælingu í Stofu 1 kl: 09<sup>45</sup>-10<sup>27</sup>.



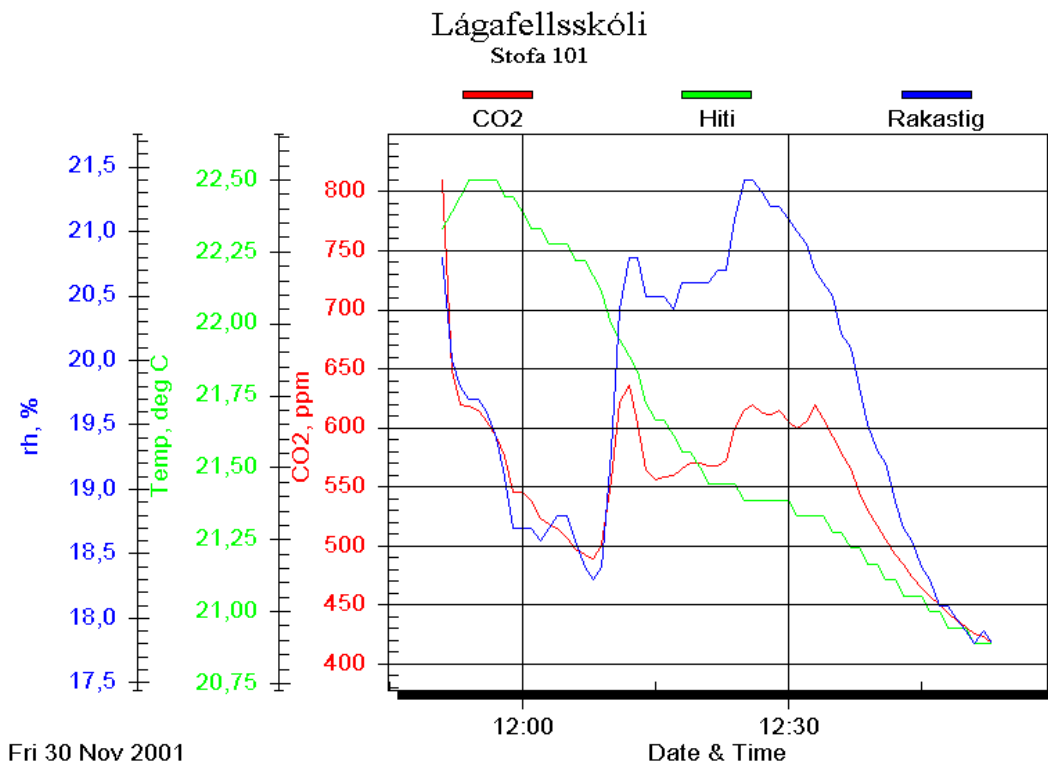
12. Mynd. Niðurstaða úr loftgæðamælingu í Stofu 8 kl: 10<sup>37</sup>-11<sup>20</sup>.



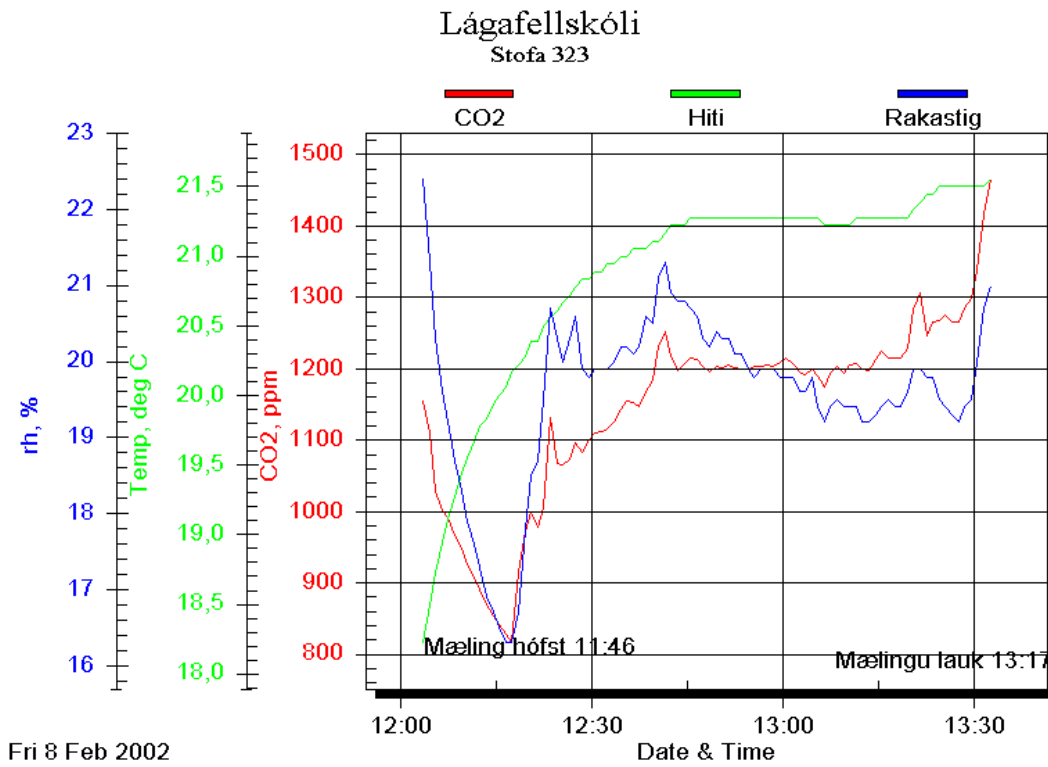
13. Mynd. Niðurstaða úr loftgæðamælingu í Stofu 2 kl: 10<sup>53</sup>-11<sup>30</sup>.



14. Mynd. Niðurstaða úr loftgæðamælingu í Stofu 323 kl: 10<sup>42</sup>-11<sup>33</sup>.

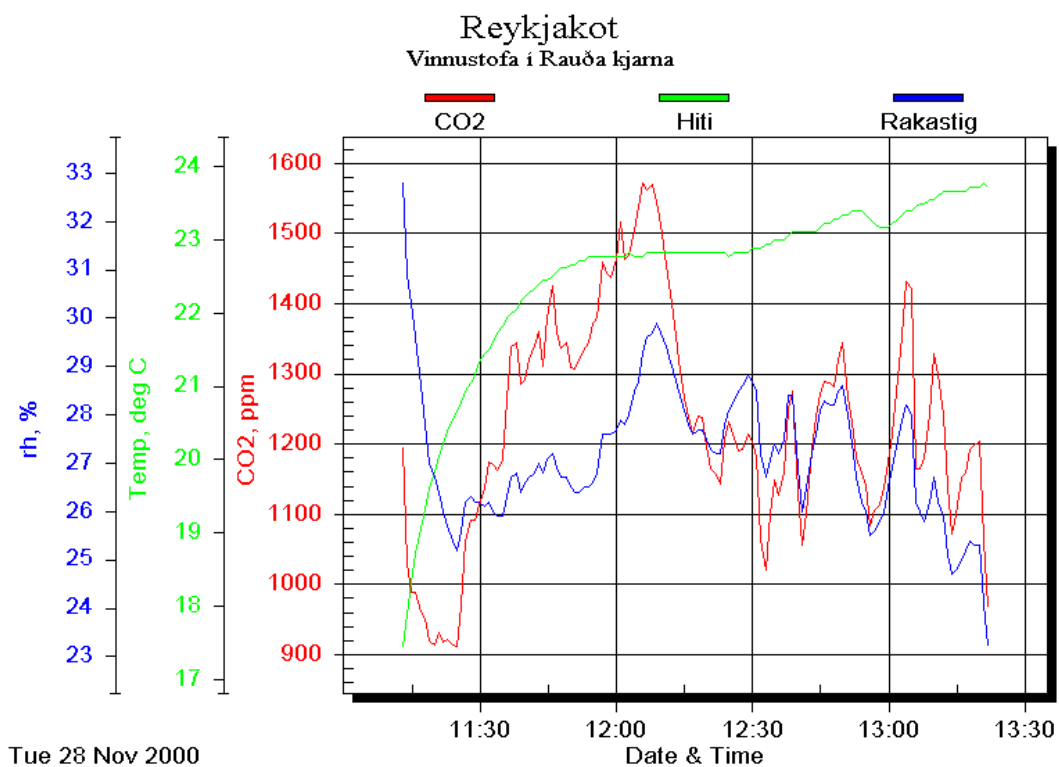


15. Mynd. Niðurstaða úr loftgæðamælingu í Stofu 101 kl: 11<sup>50</sup>-12<sup>53</sup>.

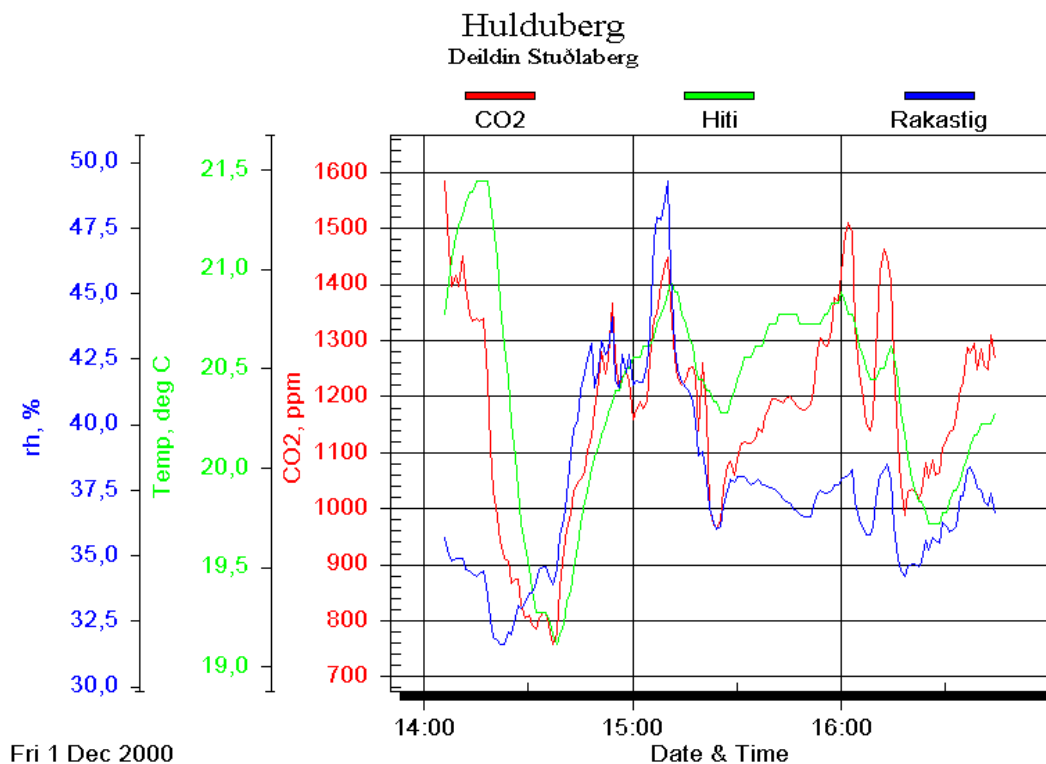


16. Mynd. Niðurstaða úr loftgæðamælingu í Stofu 323 kl: 11<sup>46</sup>-11<sup>17</sup>.

**Viðauki 2. Línurit, mælingar í leikskólum**

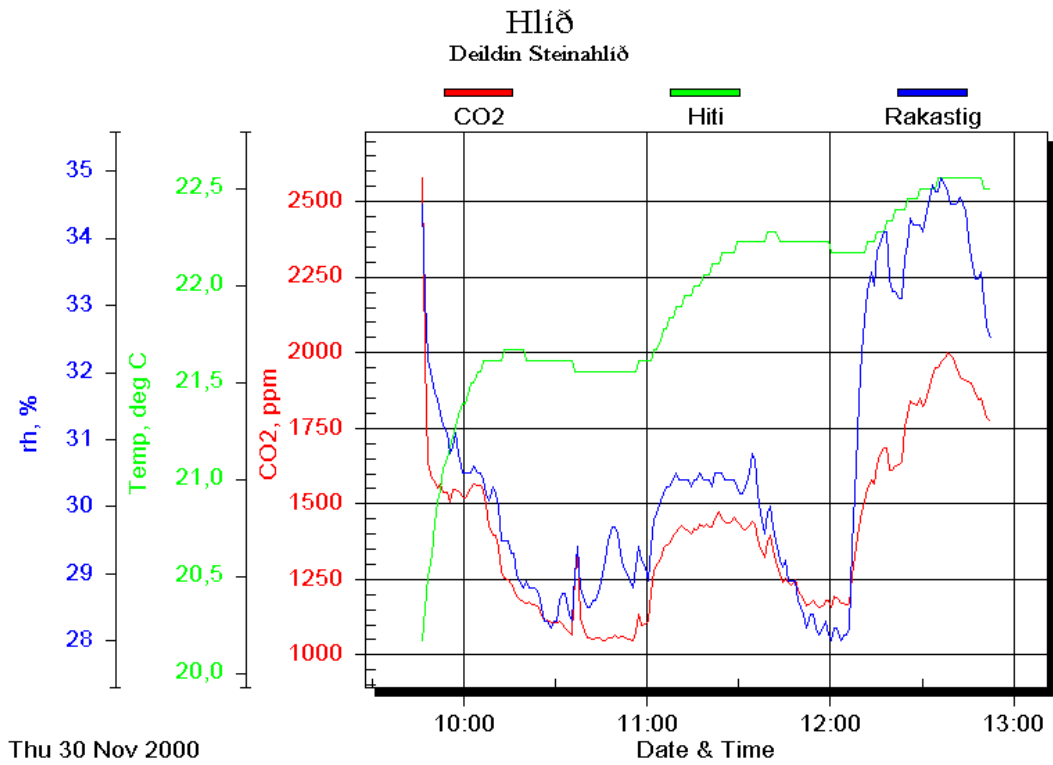


17. Mynd. Niðurstaða úr loftgæðamælingu á Reykjakoti kl: 11<sup>11</sup>-13<sup>21</sup>.

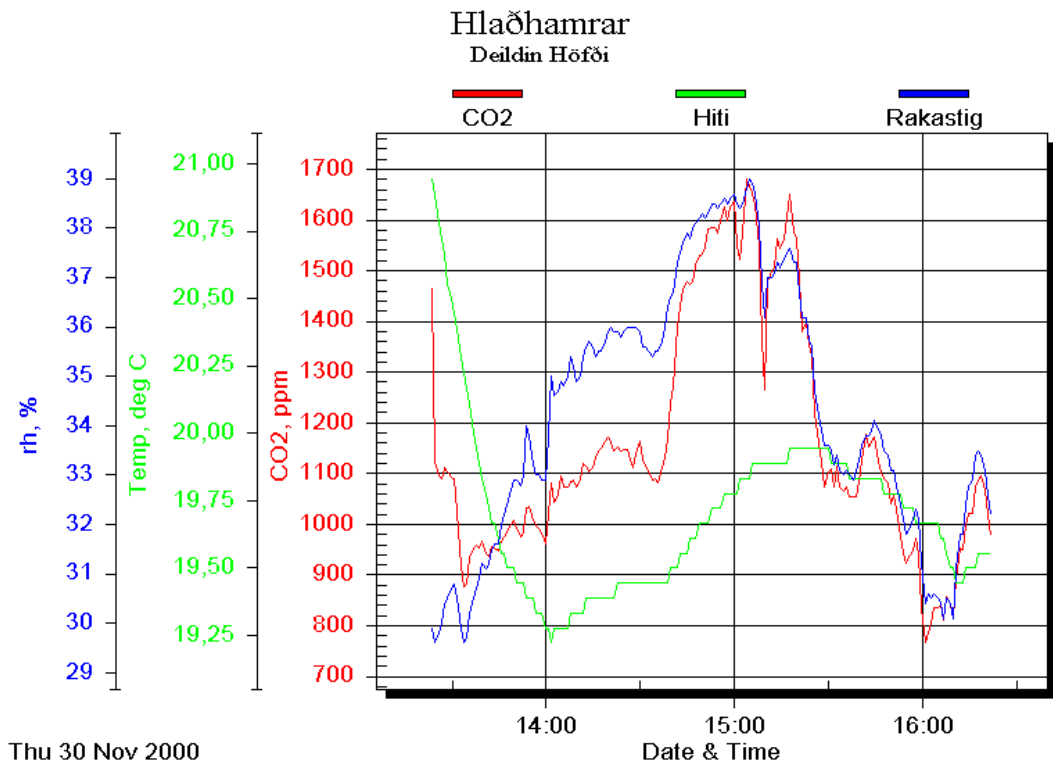


18. Mynd. Niðurstaða úr loftgæðamælingu á Huldubergi kl: 14<sup>05</sup>-16<sup>44</sup>.

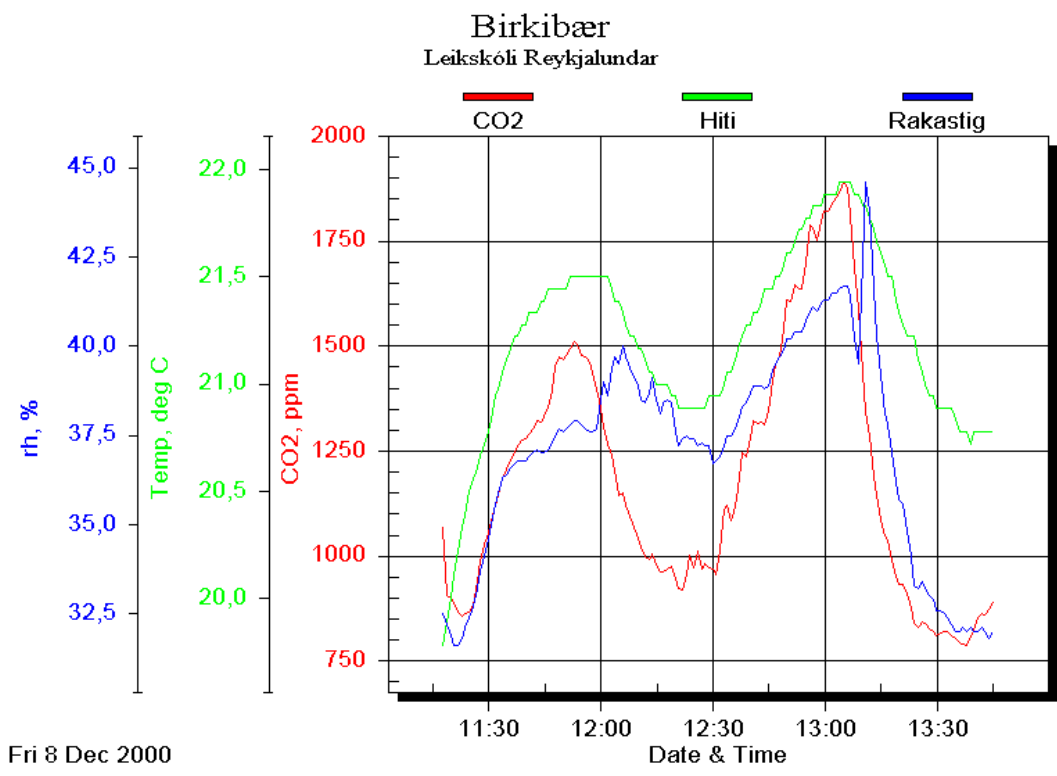




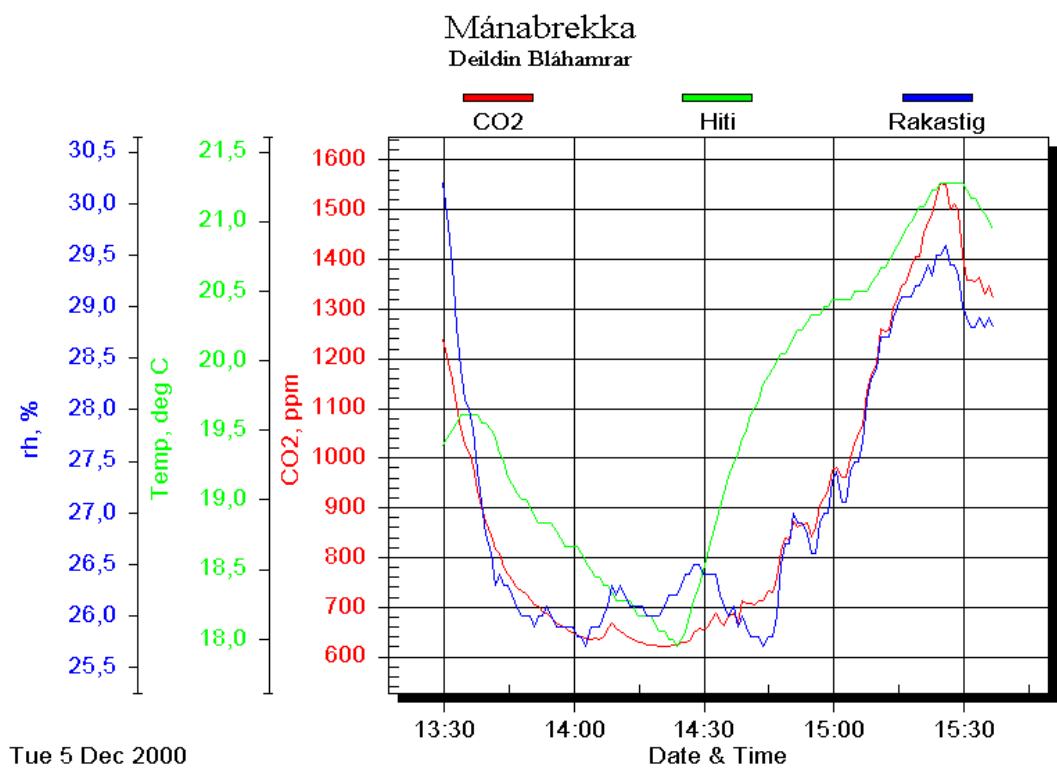
19. Mynd. Niðurstaða úr loftgæðamælingu á Hlíð kl: 09<sup>45</sup>-12<sup>52</sup>.



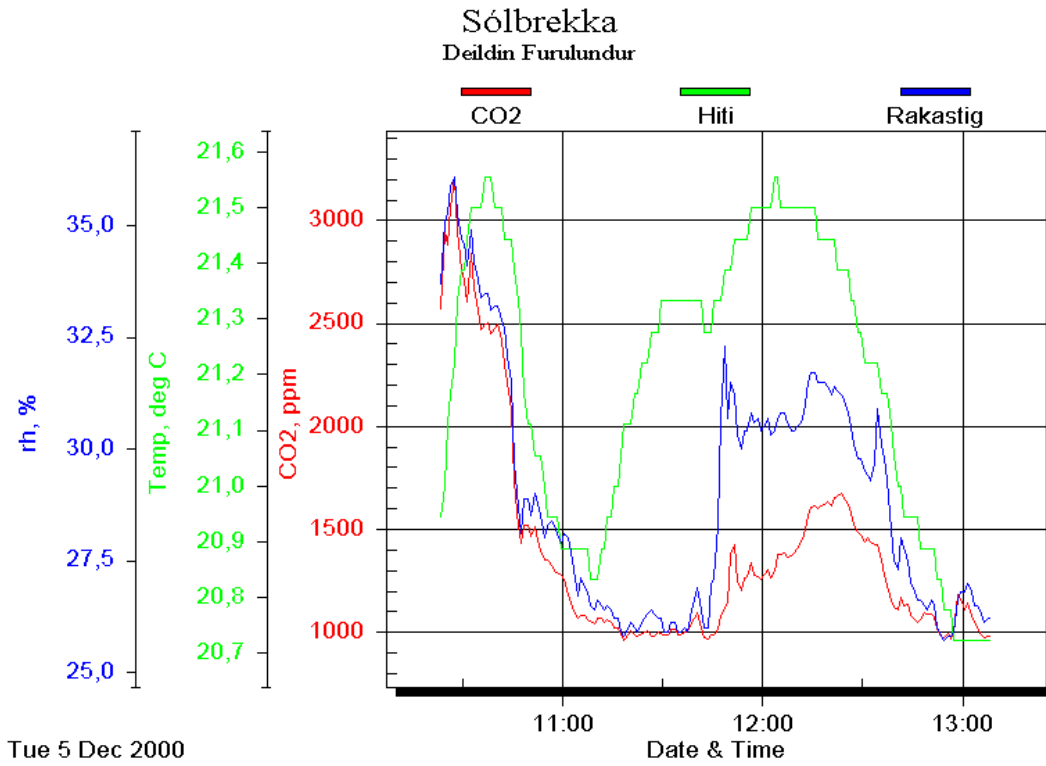
20. Mynd. Niðurstaða úr loftgæðamælingu á Hlaðhömrum kl: 13<sup>22</sup>-16<sup>21</sup>.



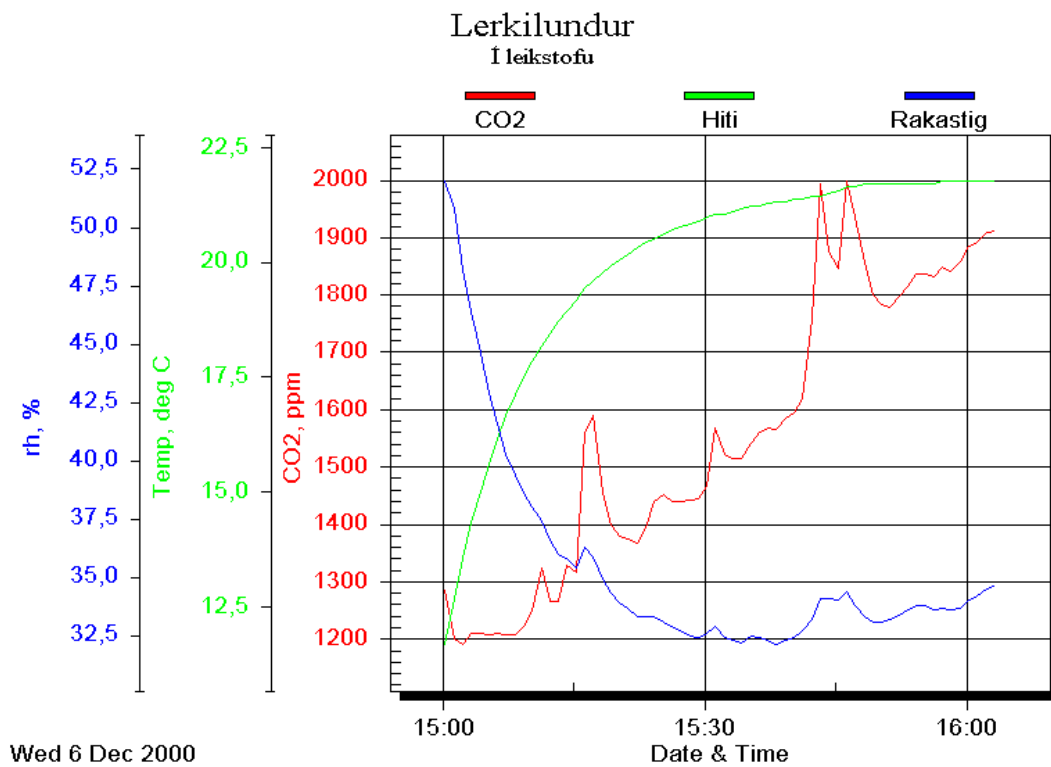
21. Mynd. Niðurstaða úr loftgæðamælingu á Birkibæ kl: 11<sup>16</sup>-13<sup>44</sup>.



22. Mynd. Niðurstaða úr loftgæðamælingu á Mánabrekku kl: 13<sup>28</sup>-15<sup>36</sup>.



23. Mynd. Niðurstaða úr loftgæðamælingu á Furulundi kl: 10<sup>22</sup>-13<sup>08</sup>.



24. Mynd. Niðurstaða úr loftgæðamælingu á Lerkilundi kl: 14<sup>59</sup>-16<sup>03</sup>.

## Viðauki 3. Upplýsingar skráðar um mælingar í grunnskólum.

Dagsetning	12/1/00	12/1/00	13/1/00	9/5/00	9/5/00	9/5/00	9/5/00	9/5/00	9/5/00
Log nr.	02	03	04	05	06	08	09	10	11
Skóli	Mýrarhúsa- skóli	Mýrarhúsa- skóli	Valhúsaskóli	Valhúsaskóli	Valhúsaskóli	Mýrarhúsa- skóli	Mýrarhúsa- skóli	Valhúsaskóli	Valhúsaskóli
Stofa	bókasafn	103	11	26	23	209	Myndmennt	24 tölvustofa	Gangar
Staðsetning stofu	í miðrymi	Í SV, gamla hluta		Hornstofa 2. hæð	Hornstofa 2. hæð	Nýbygging við gamla	Jarðhæð nýja bygging	Snýr í Suður	Í miðju byggingar
Mælitími	10 <sup>05</sup> -10 <sup>30</sup>	10 <sup>40</sup> -11 <sup>05</sup>	10 <sup>40</sup> -11 <sup>35</sup>	08 <sup>55</sup> -09 <sup>38</sup>	09 <sup>41</sup> -10 <sup>23</sup>	10 <sup>51</sup> -11 <sup>59</sup>	12 <sup>47</sup> -13 <sup>44</sup>	14 <sup>06</sup> -14 <sup>52</sup>	15 <sup>04</sup> -15 <sup>06</sup>
Bekkur		2D	Blandað	Blandað	9B	7C			
Nemendur	4	ca. 20	ca. 32	ca. 34	22	24	12-14	16	
Aldur		7 ára	ca. 15 ára	ca. 15 ára	ca. 14 ára	12 ára			
Kennarar	1	1	1	1	1	1	1	1	
Kennslustundir á undan		frá kl. 8		1 með 22 nemendum					
Kennsla hefst			10 <sup>40</sup> -11 <sup>20</sup>	08 <sup>58</sup> -09 <sup>38</sup>	09 <sup>43</sup> -10 <sup>23</sup>	10 <sup>40</sup> &		13 <sup>23</sup>	
Opnanleg fög	nei	já	já	já 2, S og A	já 2, S og V	3 stór í A	já í V	já í S	
Opin fög		2 stór allan	2 opnir frá 10 <sup>30</sup> en lokað	2 allan	2 opnað	3 lokað síðast	1 opið	lokuð	
Opið fram	já						já	já	
Vélræn loftræsting	biluð	nei	nei	nei	nei	nei	já, inn/út	já, inn/út, spðar	
CO <sub>2</sub> meðaltal ppm	979	1071	1686	2095	1418	1572	1185	1521	1008
CO <sub>2</sub> max ppm	1037	1271	2648	2843	2229	1976	1291	1746	1017
CO <sub>2</sub> min ppm	945	1005	527	1047	597	1005	1133	1298	999
Hiti meðaltal (°C)	19,1	20,2	22,2	21,3	20,9	21,7	22,2	23,7	24,5
Rakastig meðaltal %	27,4	23,9	30,9	38,1	34,5	35,0	38,2	32,7	27,1

	10/5/00	10/5/00	10/5/00	10/5/00	10/5/00	30/11/2001	30/11/2001	7/2/2002	8/2/2002	8/2/2002
Log nr.	13	14	15	16	17	30	31	36	37	38
Skóli	Gagnfræða- skólinn	Gagnfræða- skólinn	Varmárskóli	Varmárskóli	Skólasel	Lágafellskóli	Lágafellskóli	Valhúsaskóli	Gagnfræð- skólinn	Lágafells- skóli
Stofa	1	8	13	20		323	101	26	2	323
Staðsetning stofu	SV	NA	Í port í A	Í N	SA stofa	Í NV	Í NV	Í SA	Í SV	Í NV
Mælitími	09 <sup>45</sup> -10 <sup>27</sup>	10 <sup>37</sup> -11 <sup>20</sup>	11 <sup>32</sup> -11 <sup>58</sup>	12 <sup>07</sup> -12 <sup>36</sup>	14 <sup>15</sup> -14 <sup>53</sup>	10 <sup>42</sup> -11 <sup>33</sup>	11 <sup>50</sup> -12 <sup>53</sup>	12 <sup>46</sup> -13 <sup>23</sup>	10 <sup>53</sup> -11 <sup>30</sup>	11 <sup>46</sup> -13 <sup>17</sup>
Bekkur	7PB	bland úr 10	2SH	5d		6Y	1X	10 bekkur	7 I	6 LG
Nemendur #	23	20	18	21	17 í upphafi	21	16	25	27	21
Aldur	12 ára	15 ára	7 ára	10 ára	< 12 ára	11 ára	6 ára	15 ára	12 ára	11 ára
Kennarar #	1	1	2	2	2	1	1	1	1	1
Kennslustundir á undan	2 tímar á undan	1 tími á undan	Kennt frá kl. 8	8-9 <sup>30</sup> og frá 11 <sup>15</sup>	Opið frá 8	frá 8	frá 8			frá 8
Kennsla hefst	9 <sup>45</sup> -10 <sup>25</sup>	10 <sup>40</sup> -11 <sup>20</sup>	11 <sup>20</sup> -11 <sup>55</sup>	11 <sup>55</sup> -12 <sup>35</sup>						
Opnanleg fög	2 í SV	2 í NA	2 í A	3 í N	4 í A og V	Loftristar	Loftristar	já 2, S og A	2	loftristar
Opin fög	1 opinn	1 opinn, 2 í 10min fyrir tíma	2 opinn	2 opinn	1 opið	2 minni ristar opnar	2 minniristar opnar	2 opnir en síðan lokað	2 opnaðir í tíma	1 stór rist
Opið fram	lokað	opið	lokað	lokað	opið	lokað	opið fram	lokað fram	lokað fram	lokað fram
Vélræn loftræsting	nei	nei	já inn/út	nei	nei	já	já	nei	nei	já
CO <sub>2</sub> meðaltal ppm	2740	1589	2059	2267	1724	648	552	1659	4053	1148
CO <sub>2</sub> max ppm	3204	1925	2310	2381	1892	693	810	2407	4413	1466
CO <sub>2</sub> min ppm	2148	1181	1469	2162	1600	580	417	896	3715	816
Hiti meðaltal (°C)	22,4	22,0	22,3	22,5	23,5	20,1	21,6	20,8	19,2	20,9
Rakastig meðaltal %	42,8	39,3	44,6	46,3	43,0	22,3	19,7	25,7	42,7	19,6

## Viðauki 4. Upplýsingar skráðar um mælingar í leikskólum.

Dagsetning	28/11/00	30/11/00	30/11/00	1/12/00	5/12/00	5/12/00	5/12/00	6/12/00	8/12/00
Log nr.	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Skóli	Reykjakot	Hlíð	Hlaðhamrar	Hulduberg	Sólbrekka	Sólbrekka	Mánabrekka	Sólbrekka	Birkibær
Stofa	vinnustofa	fremri stofa	Stóra hátt til lofts	Aðalstofa	kaffistofa starfsfólks	stóra stofa	Stór stofa, hátt til lofts	stofa Vallarbraut	matsalur
Staðsetning stofu		snýr í N	Austast	snýr í S	lokað	snýr í V	snýr í N		snýr í SV
Mælitími	11 <sup>11</sup> -13 <sup>21</sup>	09 <sup>45</sup> -12 <sup>52</sup>	13 <sup>22</sup> -16 <sup>21</sup>	14 <sup>05</sup> -16 <sup>44</sup>	09 <sup>47</sup> -10 <sup>15</sup>	10 <sup>22</sup> -13 <sup>08</sup>	13 <sup>28</sup> -15 <sup>36</sup>	14 <sup>59</sup> -16 <sup>03</sup>	11 <sup>16</sup> -13 <sup>44</sup>
Deild	Rauði kjarni	Steinahlíð	Höfði	Stuðlaberg		Furulundur	Bláhömrur	Lerkilundur	
Nemendur	26	20	24	22		27	25	14	18
Nemendur mæling hófst	6	12	5	1 upphaf, 12 við lok		0	0	5	
Aldur	2-6 ára	4-5 ára	4-6 ára			5-6 ára	4-5 ára	2-3 ára	2-6 ára
Kennarar			3	3		3	3	2	3,6
Kennarar mæling hófst	2	2	1	2 við lok	2-4	2	0	2	3
Kennslustundir á undan	frá 8	frá 8	frá 8	frá 8	frá 8	frá 8	frá 8	frá 8	frá 8
Aths.		matur 12-12 <sup>30</sup>	Börn inn kl 14	Börn inn ca. 14 <sup>15</sup>		voru að fara út, inn kl 11 <sup>30</sup>	Borðað 12 <sup>10</sup> , út 13, koma inn 14 <sup>30</sup> , kaffi 15		12 börn borða í stofu & 2 fóstrur
Opnanleg fög	já	2	A hlið	1		já	já	já	já
Opin fög		2 lokað 11 <sup>00</sup>		lokaður		lokaðir, opnað 10 <sup>30</sup> í öðru herbergi. Gluggi opinn þ. mæling lauk	1 opinn	allir lokaðir	opnað vel fyrir mat
Opið fram				já upphafi			já í upphafi	já	já
Vélræn loftræsting	nei	nei	nei	nei	já 3 túður út	nei	nei	nei	nei
CO <sub>2</sub> meðaltal ppm	1229	1415	1162	1169	994	1403	911	1556	1188
CO <sub>2</sub> max ppm	1572	2579	1681	1585	1157	3212	1554	1999	1891
CO <sub>2</sub> min ppm	911	1046	766	757	937	958	620	1190	786
Hiti meðaltal (°C)	22,5	21,9	19,7	20,4	19,8	21,2	19,6	20,0	21,2
Rakastig meðaltal %	27,2	30,6	34,3	37,6	28,7	29,0	27,1	35,4	37,1