

BS – ritgerð

Maí 2009

# Breytileiki landnýtingar og jarðvegs á framræstu landi á Vesturlandi

Jónína Svavarsdóttir



Landbúnaðarháskóli Íslands  
Agricultural University of Iceland

Umhverfiseild

BS – ritgerð

Maí 2009

Breytileiki landnýtingar og jarðvegs á  
framræstu landi á Vesturlandi

Jónína Svavarsdóttir

Leiðbeinandi: Hlynur Óskarsson

Landbúnaðarháskóli Íslands  
Umhverfiseild

## **Yfirlýsing höfundar**

*Hér með lýsi ég því yfir að ritgerð þessi er byggð á mínum eigin athugunum, er samín af mér og að hún hefur hvorki að hluta né í heild verið lögð fram áður til hærri prófgráðu.*

---

**Hvanneyri, maí 2009**

## Ágrip

Þær jarðvegsgerðir sem einkum einkenna gróin landbúnaðarsvæði hér á landi eru mójörð, svartjörð, votjörð og brúnjörð. Þessar jarðvegsgerðir innihalda mikinn forða af kolefni. Við framræslu fer af stað rotnun í mýrajarðvegi og þá losna úr mónum koltvísýringur, steinefni og köfnunarefni. Ísland er aðili að Loftslagsamningi Sameinuðu þjóðanna, með honum skuldbindum við okkur m.a. til að draga úr losun gróðurhúsalofttegunda og veita upplýsingar um þessa losun. LBHÍ tekur saman upplýsingar um losun vegna landnýtingar (LULUCF), en framræsla er hluti af því.

Veruleg losun GHG getur átt sér stað úr framræstu landi en losun þeirra er háð þáttum eins og landnýtingu og magni kolefnis í jarðvegi. Til að meta losun GHG vantar upplýsingar um hlutfall skurða sem liggja um land með lífrænum jarðvegi annars vegar og hinsvegar upplýsingar um breytileika landnýtingar á framræstu landi. Verkefnið mun afla gagna til að bæta bókhald Íslands til Loftslagssamnings SP hvað varðar landnýtingu og losun GHG úr framræstu landi.

Sýnastaðir voru fundnir með aðstoð landupplýsingakerfisins GIS. Jarðvegs- sýnataka fór fram á Vesturlandi þar sem upplýsingum var m.a. safnað um landnýtingu. Jarðvegssýnin voru síðan greind fyrir C og N, auk þess sem að sýni með undir 12% í C voru sett í oxalat-skolun.

Rannsóknin leiddi í ljós að framræsta landið er að langmestu leiti nýtt til úthaga. 86% af jarðveginum reyndist lífrænn (>12%C), og alls höfðu sex jarðvegsgerðir verið ræstar fram, mójörð var í yfir 70% tilvika hin framræsta jarðvegsgerð. Breytileiki í C:N hlutfalli milli jarðvegsgerða leiddi í ljós að því kolefnisríkari sem jarðvegurinn var því hærri reyndist hlutfallið. Ef litið er á breytileika C:N eftir landnýtingu má sjá að úthaginn hefur hærra hlutfall en ræktað land.

**Lykilorð:** *Votlendi, framræsla, landnýting, jarðvegsflokkun, lífrænn jarðvegur, gróðurhúsaáhrif, Loftslagssamningur Sameinuðu Þjóðanna.*

## Þakkir

Margir hjálpuðu mér við gerð þessa verkefnis og eru þeir hér taldir upp sem þakkir eiga skildar fyrir aðstoð.

Hlyni Óskarssyni leiðbeinanda mínum og Jóni Guðmundssyni líffræðingi á Keldnaholti vil ég sérstaklega þakka.

Einnig vil ég þakka samnemanda mínum í náttúru-og umhverfisfræði hér á Hvanneyri, Sigmundi Helga Brink sem sá um alla GIS vinnuna, útbjó punktþekjuna, gerði kortin fyrir feltvinnu og prentaði út. Einnig kom hann með og aðstoðaði við feltvinnu í eina viku. Miklar þakkir vil ég færa Sönnu Rytkönen, B.Sc. nema frá Háskólanum í Kuopio, Finnlandi sem tók þátt í felt- og undirbúningsvinnu yfir sumartímam. LbhÍ ber að þakka fyrir lán á bíl í nokkrar vikur á meðan á feltvinnu stóð og LULUCF og LbhÍ fyrir laun fyrir vinnu í sumar og bensínkostnað, sem og kostnað við greiningu á jarðvegssýnum.

Landeigendum á Vesturlandi vil ég þakka fyrir að leyfa ónæði á landi sínu á meðan á feltvinnu stóð, starfsmönnum Rannsóknarhúss á Hvanneyri fyrir afnot og kennslu á þurrkofn og sigtun, Birni Þorsteinssyni prófessor við Landbúnaðarháskólann fyrir lán á lyklum í rannsóknarhús, svo þurrkun á sýnum gæti verið óháð opnunartímum rannsóknarhúss. Britu Berglund starfsmanni á jarðvegstilraunastofunni Ými á Keldnaholti og Sunnu Áskelsdóttur M.Sc. nema vil ég einnig þakka en þær voru einstaklega liðlegar við aðstoð, einnig sem Brita vann við úrvinnslu á flest öllum jarðvegssýnunum.

# Efnisyfirlit

<b>Yfirlýsing höfundar</b>	<b>I</b>
<b>Ágrip</b>	<b>II</b>
<b>Þakkir</b>	<b>III</b>
<b>Myndaskrá</b>	<b>V</b>
<b>Töfluskrá</b>	<b>V</b>
<b>1. Inngangur</b>	<b>1</b>
<b>1.1. Votlendi</b>	<b>1</b>
1.1.1. Votlendi og mýrar	1
1.1.2. Myndunarsaga mýra	2
<b>1.2. Jarðvegur</b>	<b>3</b>
1.2.1. Íslenskur Jarðvegur	3
1.2.2. Flokkun íslensk jarðvegs	4
1.2.3. Jarðvegsflokkun ÓA	5
<b>1.4. Framræsla</b>	<b>7</b>
1.4.1. Saga nýtingar mýra á Íslandi	7
1.4.2. Áhrif framræslu á jarðveginn	9
<b>1.5. Rammasamningur Sameinuðu þjóðanna um loftslagsbreytingar</b>	<b>9</b>
1.5.1. Loftslagssamningur SP	9
1.5.2. LULUCF (Land Use, Land Use Change and Forestry)	10
<b>1.5. Markmið verkefnisins</b>	<b>12</b>
<b>2. Efni og aðferðir</b>	<b>13</b>
<b>2.1. Rannsóknarvettvangur</b>	<b>13</b>
<b>2.2. Undirbúningsvinna og gagnasöfnun</b>	<b>14</b>
2.2.1. Val sýnatökustaða með GIS nálgun	14
2.2.2. Feltvinna	14
<b>2.4. Undirbúningur sýna</b>	<b>15</b>
2.4.1. Þurrkun og sigtun	15
2.4.2. Kúlumölun	16
<b>2.5. Úrvinnsla sýna</b>	<b>16</b>
2.5.1. Greining kolefnis og niturs	16
2.5.2. Oxalat skolun	16
<b>3. Niðurstöður</b>	<b>18</b>
<b>3.1. Landnýting</b>	<b>18</b>
<b>3.2. Hlutfall lífræns jarðvegs</b>	<b>21</b>
<b>3.3. Jarðvegsflokkar</b>	<b>21</b>
3.3.1. Skipting í jarðvegsflokka	21
3.3.2. Dreifing lífræns kolefnis innan jarðvegsflokka	24
<b>3.4. C:N hlutfall</b>	<b>26</b>
<b>4. Umræður</b>	<b>27</b>
<b>4.1 Landnýting</b>	<b>27</b>
<b>4.2 Hlutfall lífræns jarðvegs</b>	<b>28</b>

4.3 Jarðvegsllokkar	28
4.4 C:N hlutfall	29
5. Ályktanir og lokaorð	30
6. Heimildaskrá	31
7.1. Feltblaðið	34
7.2. Punktur sem voru ekkert nýttir vegna ónákvæmni í skurðaþekjunni.	35
7.3. Punktur sem nýttir voru vegna landnýtingarhlutans en ekki í sýnatöku.	36
7.3. Jarðvegssýni, grunnupplýsingar	37

## Myndaskrá

1. mynd. Jarðvegskort af Íslandi (Ólafur Arnalds og Einar Grétarsson. RALA, 2001).	5
2. mynd. Allir punktur flokkaðir eftir því hvaða upplýsingum var safnað, unnið í GIS.	18
3. mynd. Sýni flokkuð upp eftir 6 landnýtingarflokkum, Landnýting_1	19
4. mynd. Landnýtingarflokkun samkvæmt leiðbeiningum IPCC, Landnýting_2.	20
5. mynd. Hlutfall lífræns jarðvegs á framræstum svæðum á Vesturlandi.	21
6. mynd. Mismunandi jarðvegsgerðir á Snæfellsnesi.	23
7. mynd. Mismunandi jarðvegsgerðir á Mýrum og í Borgarfirði.	23
8. mynd. Skipting mójarðar (Histosol) eftir prósentuhlutfalli C	24
9. mynd. Skipting svartjarðar (Histic Andosol) eftir prósentuhlutfalli C.	25
10. mynd. Skipting votjarðar (Gleyic Andosol) eftir prósentuhlutfalli C.	25
11. mynd. Meðaltal C/N hlutfalls eftir jarðvegsllokkum	26

## Töfluskrá

1. tafla. Jarðvegsgerðir á Íslandi (Ólafur Arnalds, 2004a) (Ólafur Arnalds, 2004b).	6
2. tafla. Heildarlosun gróðurhúsalofttegunda eftir uppsprettum árin 1990, 2005 og 2006, Gg CO <sub>2</sub> eq.	11
3. tafla. Greining jarðvegsgerða, eftir C% og eftir oxalat-skolun þar sem það á við.	17
4. tafla. Jarðvegsgerðir sem ræstar voru fram og hlutfall þeirra af af heildar sýnum.	22
5. tafla. Meðaltal C/N hlutfalls eftir landnýtingu	26

# 1. Inngangur

## 1.1. Votlendi

### 1.1.1. Votlendi og mýrar

Votlendi eru þeir hlutar af yfirborði jarðar sem eru á mörkun þurrlendis og vatna eða sjávar. Margar skilgreiningar eru til um þýðingu orðsins votlendi en ég læt nægja að nefna eina. Þetta er skilgreining sem er notuð í 1. grein *Samþykktar um votlendi, sem hafa alþjóðlegt gildi einkum fyrir fuglalíf*, en hún var samþykkt sem þingsályktun á Alþingi 4. maí 1997

*„Í samþykkt þessari teljast til votlenda hvers konar mýrar, flóar, fen og vötn, bæði náttúruleg og tilbúin, varanleg og óvaranleg, með kyrru vatni eða rennandi, fersku, hálf söltu eða söltu, og þar á meðal sjór allt að sex metra dýpi.“*

Votlendi er að finna um allan heim að fráskildu Suðurheimskautinu. Það er erfitt að meta heildarflatarmál votlendis og fer það yfirleitt eftir því hvaða hugtakaskilgreiningar eru notaðar. Algengt er að notast við þá nálgun að um 6,5% af föstu landi jarðar flokkist sem votlendi, eða um 8.560.000 km<sup>2</sup> (Maltby og Turner, 1983). Íslensk votlendi eru hluti af miklu mýrlendisbelti sem liggur umhverfis norðurskaut jarðar og fellur að einhverju leiti saman við barrskógarbeltið (Helgi Hallgrímsson, 1975). Mýrar/mýrlendi eru einn af undirflokkum votlendis, af hinum má nefna grunnsævi, fjöru, sjávarfit, sjávarlón, árósa, sjávarflæðar, straumvötn og stöðuvötn (Arnþór Garðarsson, 1998). Mýrlendi hefur mismunandi skilgreiningar en Steindór Steindórsson frá Hlöðum (1975) hefur lagt fram skilgreiningu sem hljóðar svo

*“Til mýrlendis tel ég öll þau gróðurfélög, sem vaxa á svo rökum jarðvegi, að jarðvatnið nær upp undir yfirborð jarðvegsins eða flýtur yfir hann að minnsta kosti nokkurn hluta úr árinu.“*

Heildarflatarmál mýra er talið vera um 3.460.000 km<sup>2</sup> eða um 40% alls votlendis (Maltby og Turner, 1983). Mýrar myndast helst þar sem fara saman; lágur lofthiti, veruleg úrkoma og fremur rakt loft. Há grunnvatnsstaða mýranna og lágur lofthiti



hefta niðurbrot jurttaleifa og með árunum hlaðast lífrænar leifar upp og mynda þykk mólalög sem eru einkennandi fyrir mýrlendi (Þorleifur Einarsson, 1975). Mýrlendi eru eitt útbreiddasta gróðurlendi landsins og hefur það verið áætlað 8-10% af flatarmáli landsins og um þriðjungur alls gróins lands (Sturla Friðriksson, 1973). Mýrlendi á Íslandi hefur verið flokkað upp eftir ásigkomulagi jarðvatnsins, hæð þess í jarðvegi og hreyfingu. Samkvæmt Steindóri Steindórssyni (1975) eru flokkarnir; flói, mýri eða hallamýri. Mýrlendi eins og við þekkjum það í dag er sennilega mjög frábrugðið því sem var fyrir landnám. Áfok hefur sums staðar breytt mýrum verulega. Beit, engjasláttur og sinubrunar hafa áhrif á runnagróður í mýrum og traðk stórgripa getur einnig haft áhrif á blautan jarðveg og gróður. Einnig hafa menn breytt vatnabúskap og landslagi mýra á láglandi, fyrst með áveitum og eftir miðja 20. öld með framræslu (Arnþór Garðarsson, 1998).

### **1.1.2. Myndunarsaga mýra**

Íslenskur jarðvegur skiptist í grófum dráttum í tvo flokka; þurrlendisjarðveg og votlendisjarðveg. Myndun þessara tveggja jarðvegsgerða er mjög háð afrennslisháttum og grunnvatnsstöðu sem og úrkomu og lofthita. Votlendisjarðvegur er algengur á blágrýtissvæðum, því þar er berggrunnurinn víða það þéttur að vatn sígur varla niður en rennur af á yfirborði eða í jarðveginum sjálfum. Mýrar eru algengar þar sem vatnsheld leirlög mynda jarðvegsgrunn, íslenskar móamýrar eru venjulega 2-6 m þykkar. Í mýrum verða efnabreytingar og/eða ófullkomin rotnun af völdum gerla svo að mórinn verður sífellt snauðari af súrefni, vetni og köfnunarefni en á móti eykst hlutfall kolefnis (Þorleifur Einarsson, 1975).

Steinefnin í mó mýranna er bergmylsna sem borist hefur í jarðveginn á tvennan hátt: Annarsvegar hefur vindur feykt bergmylsnu sem losnað hefur af bergi vegna rofs og hins vegar hafa eldfjöll lagt jarðveginum mikið til af gosösku og vikri sem hafa dreifst um landið í eldsumbrotum. Þannig hafa bergmylsna og gosefni dreifst yfir landið jafnt á þurrlendi og mýrlendi og myndað þannig jarðveg (Þorleifur Einarsson, 1975).

Samkvæmt Grétari Guðbergssyni og Þorleifi Einarssyni (1998) eru þeir þættir sem hafa mest áhrif á myndun mýrajarðvegs hér á landi

1. Landslag; þ.e. hvort jarðvegurinn myndast á flötu eða hallandi landi.
2. Vatnsheldni eða lekt berg- og jarðvegsgrunns.
3. Veðráttá; eins og hitafar og úrkoma. Vindar hafa líka mikil áhrif, bæði vindstyrkur og vindátt, því með vindum koma fokefni sem berast í jarðveg.
4. Vistfræðilegir þættir, þ.e. gróður og dýralíf og hvernig þeir vinna saman.

Íslenskum mómýrum er skipt í tvo meginflokkka: hallamýrar og flóamýrar (Steindór Steindórsson, 1936). Flóamýrar eru helst í dældum, einkum í gömlum tjarnar- eða vatnsstæðum. Tjarnirnar grynka smám saman þegar lífrænar leifar, sandur eða leir falla til botns í þeim. Mómyndun fer einnig fram í þeim frá bökkunum og heldur hún áfram þangað til vatnið eða tjörnin fyllist. Mórinn í flóamýrum er aðallega gerður úr leifum stara, síkja- og vatnajurta og mosa. Hallamýrar er hinn meginflokkur íslenskra mómýra, þær hafa myndast vegna lágs hitastigs hér, mikillar úrkomu og þar af leiðandi lítillar uppgufunar með því helst jarðvegurinn votur. Hallamýrar eru algengari á þéttum jarðlögum, en eru ekki eins háðar landslagi eins og flóamýrarnar en þær verða þó sjaldan til í miklum halla (Þorleifur Einarsson, 1975).

## **1.2. Jarðvegur**

### **1.2.1. Íslenskur Jarðvegur**

Mold, eða jarðvegur, er miðill á mörkum bergs, andrúmslofts, lífríkis og vatns. Jarðvegurinn gefur gróðri þau efni sem nauðsynleg eru fyrir ljóstillífun og er jafnframt meginhlekkur í hringrás næringarefna og vatns á yfirborði jarðar (Ólafur Arnalds, 2004a). Jarðvegur gegnir því mikilvægum hlutverkum fyrir lífríkið.

Íslenskur jarðvegur telst að miklu leiti sem eldfjallajörð en jarðvegur sem myndast á eldfjallasvæðum, eldfjallajörð, er frábrugðinn öðrum jarðvegi heimsins og hefur sérstæða eiginleika sem greina hann frá öðrum jarðvegsgerðum (Ólafur Arnalds, 2004a). Í flokkun FAO er hann nefndur Andosol (FAO, 1998). Það sem gerir eldfjallajarðveg sérstakan er veðrunarumhverfið og nýmyndun ákveðinna efnasambanda (Ólafur Arnalds, 2004a). Móðurberg eldfjallajarðar er fyrst og fremst

gjóska. Gjóska veðrast hratt sé raki til staðar og við veðrun falla  $Al^{3+}$  og  $Si^{4+}$  hratt út með súrefni og hýdroxíði og mynda leirsteindir. Þessar leirsteindir, allófan og imóglít eru einkennissteindir jarðvegs á eldfjallasvæðum. Annað aðaleinkenni eldfjallajarðar er myndun sérstakra efnasambanda, svokallaðra málm-húmus knippa. Mikil uppsöfnun lífrænna efna er á eldfjallajörð þar sem allófan og málmjónir sem losna úr bergi við veðrun bindast lífrænum sameindum og verða stöðugar í jarðveginum sem málm-húmus knippi eða lífrænar fjölliður. Leirsteindirnar ásamt málm-húmusknippunum gefa eldfjallajörð sérstæða eiginleika, s.s. mikla holrýmd, vatnsgeymd, vatnsleiðni, jónrýmd, skort á samloðun, mikið magn kolefnis og oft frjósemi (Ólafur Arnalds og Hlynur Óskarsson, á.á.).

### 1.2.2. Flokkun íslensk jarðvegs

Flokkun jarðvegs hjálpar til við rannsóknir og nýtingu jarðvegs. Fyrsta skrefið í flokkun jarðvegs er yfirleitt að skipta honum í tvennt, í lífrænan jarðveg og steinefnajarðveg (Grétar Guðbergsson og Þorleifur Einarsson, 1998). Steinefnajarðveg má einnig kalla þurrlandisjarðveg og móajarðveg. Þessi jarðvegur er mjög útbreiddur á móbergs-, grágrýtis- og hraunasvæðum og þar sem sand- og malarlög mynda jarðvegsgrunn (Þorleifur Einarsson, 1975). Steinefnajarðvegur er samsettur úr basaltgjósku, berg- og kristalbrotum sem og líparítgjósku. Lífræni hluti steinefnajarðvegsins er minni en 10% og samanstendur af rotandi eða rotuðum dýra- og plöntuleifum (Grétar Guðbergsson og Þorleifur Einarsson, 1998). Lífrænan jarðveg má t.d. skilgreina sem jarðveg með 15-30% steinefni og um 70-85% lífrænt efni. Steinefni í lífrænum jarðvegi eru komin til vegna áfoks eða árennsli. Lífrænu efnin eru einkum leifar jurta, mosa, runna, trjáa og dýra. Lífrænn jarðvegur er oft samkvæmt íslenskum málvenjum kallaður mýrajarðvegur eða mór. (Grétar Guðbergsson og Þorleifur Einarsson, 1998).

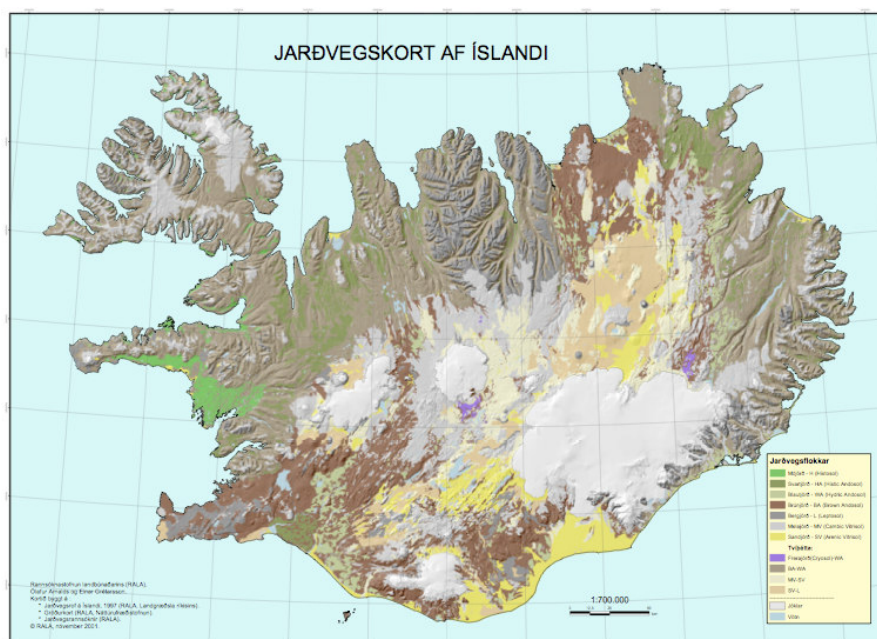
Fyrstur til að flokka jarðveg hér á landi var Björn Jóhannsson, bók hans, Íslenskur jarðvegur (1960), var tímamótaverk í flokkun á íslenskum jarðvegi. Umhverfiseild Lbhí (áður Rala) hefur unnið að mótun flokkunar á íslenskri mold og að gerð jarðvegskorts af landinu. Í þessari flokkun er tekið mið af WRB flokkun FAO (FAO, 1998), en aðlögunar er þörf fyrir íslenskar aðstæður. Við þessa flokkun er stuðst við þýðingu og staðhæfingu Þorsteins Guðmundssonar (1994) á eldri flokkun FAO.

### 1.2.3. Jarðvegsklokkun ÓA

Jarðvegi Íslands má skipta í fjóra megin flokka samkvæmt Ólafi Arnalds og Hlyni Óskarssyni (á.á). Innan þessara flokka eru svo nokkrar jarðvegsgerðir. Hér fyrir neðan eru flokkarnir fjórir ásamt helstu einkennum þeirra;

1. *Sortujörð*; eldfjallajörð sem einkennist af allófani og lífrænum efnum á grónu landi. Í þessum flokki eru brúnjörð, votjörð og svartjörð.
2. *Glerjörð* sem er auðn eða lítt þróuð mold.
3. *Mójörð* sem er lífræn mómold.
4. Annar jarðvegur.

Á 1. mynd hér fyrir neðan má sjá jarðvegskort af Íslandi sem var kynnt var árið 2001. Það byggir á verkefninu Ýmir- Íslenskur jarðvegur, sem hófst árið 1999. Markmið verkefnisins er að afla grunnupplýsinga um eiginleika íslensk jarðvegs, skýra myndun hans og flokka hann. Einnig að viðhalda jarðvegskorti af Íslandi og taka þátt í öðrum rannsóknarverkefnum þar sem fagleg þekking á íslenskum jarðvegi er nauðsynleg (Ólafur Arnalds og Einar Grétarsson, á.á.). Á jarðvegskortinu má sjá að á Vesturlandi er mójörð algengasti jarðvegsklokkurinn á láglendi, sér í lagi á Borgfirsku mýrunum og sunnanverðu Snæfellsnesi.



1. mynd. Jarðvegskort af Íslandi (Ólafur Arnalds og Einar Grétarsson. RALA, 2001).

Í 1. töflu má sjá grunnupplýsingar um helstu jarðvegsgerðir á Íslandi, hvernig þær helstu eru aðgreindar, hvert magn lífræns kolefnis (*SOC, soil organic carbon*) hvernar jarðvegsgerðar er á m<sup>2</sup>, flatarmáls þeirra hér á landi og heiti þeirra í alþjóðlegum flokkunarkerfum. Prósentuhlutfallið gefur okkur mynd af hlutfallslegri stærð hvers jarðvegsflokks á Íslandi. Upplýsingarnar eru fengnar úr skýrslum Ólafs Arnalds (2004a, 2004b) og Hlyns Óskarssonar o.fl. (2004).

**1. tafla.** Jarðvegsgerðir á Íslandi (Ólafur Arnalds, 2004a) (Ólafur Arnalds, 2004b).

Heiti	Tákn	SOC (kg m <sup>-2</sup> )	Stærð (km <sup>2</sup> )	%	Alþjóðlegt heiti
Mójörð	H	197.5	1090	1.2	Histosol
Svartjörð	HA	89.1	4920	5.5	Histic Andosol
Votjörð	WA	46.0	2290	2.6	Gleyic Andosol
Brúnjörð	BA	22.7	13.360	14,8	Brown Andosol
Melajörð	MV	4.5	17.640	19,5	Cambic Vitisol
Sandjörð	SV	2.0	4550	4,0	Arenic Vitrisol
Bergjörð	L	0.0	7310	8.1	Leptosol
Brún- Votjörð	BA-WA	34.0	28.080	31.1	Brown og Gleyic Andosol
Sand- Bergjörð	SV-L	1.0	4790	5,3	Arenic Vitrisol og Leptosol
Mela- Sandjörð	MV-SV	3.2	6000	6,6	Cambic Vitrisol og Arenic Vitrisols
Frera- Votjörð	C-WA	46.0	140	0,2	Cryosol og Gleyic Andosol
Samtals			90.270	100	

Þær jarðvegsgerðir sem einkum einkenna gróin landbúnaðarsvæði hér á landi eru fyrstu fjórir flokkarnir, þ.e. mójörð, svartjörð, votjörð og brúnjörð og mun ég því gera betur grein fyrir þeim. Textinn er tekinn úr óútgefnu riti Ólafar Arnalds og Hlyns Óskarssonar (á.á), Ólafs Arnalds (2004a) og Þorsteins Guðmundssonar (1994). Þessar fjórar jarðvegstegundir geyma einnig mikinn hluta lífræns kolefnis, sem er að finna í jarðvegi hér á landi (Hlynur Óskarsson o.fl., 2004), eins og sjá má í 1. töflu.

**Mójörð;** Hefur >20% C í efstu 30 cm jarðvegs. Mójörð er lífrænn jarðvegur og nefnist hún Histosol (FAO, 1998) í alþjóðlegum flokkunarkerfum. Íslensk mójörð er sérstök fyrir það að oft er mikið magn gjóskuefna í jarðveginum. Helstu einkenni jarðvegsins er mikið magn lífræn efna, oft mjög lítt rotnuðum og áberandi. Mójörð hefur lágt sýrustig og lítið af allófani.

**Svartjörð;** Hefur 12-20% C í efstu 30 cm jarðvegsins. Svartjörð er lífrænn jarðvegur og nefnist Histic Andosol (FAO, 1998) í alþjóðlegum flokkunarkerfum. Svartjörð er að finna fjarri gosbeltum en hefur þó ekki nægjanlegt áfok til að moldin flokkist ekki sem eiginleg mójörð. Þessi jarðvegur hefur eiginleika bæði mójarðarinnar og eldfjallajarðarinnar.

**Votjörð;** Hefur <12% C. Votjörð er jarðvegur votlendis á eða við gosbeltin, þar er áfok mikið og jarðvegurinn nær því ekki að safna eins miklu af lífrænum efnunum og mójörð. Votjörð hefur einkenni eldfjallajarðar auk þess að vera votlendi. Í alþjóðlegum flokkunarkerfum nefnist votjörð Gleyic Andosol (FAO, 1998).

**Brúnjörð;** Brúnjörð nefnist Brown Andosol (FAO, 1998) í alþjóðlegum flokkunarkerfum. Hún er mold gróins þurrlendis á Íslandi og er dæmigerð eldfjallajörð. Hún er þó mismunandi af eiginleikum t.d. eftir því hvort áfok er mikið og eftir eðli gjóskulaga. Fjarri gosbeltum hefur brúnjörðin mikið af leirinnihaldi sem myndast hefur við efnaverðum auk þess að þar er meira af lífrænum efnunum.

## 1.4. Framræsla

### 1.4.1. Saga nýtingar mýra á Íslandi

Nýting mýra hefur verið breytileg í gegnum tíðina og má skipta þeirri sögu í fjögur tímabil. Fyrsta tímabilið nær frá landsnámstíð og fram til miðrar 19. aldar en þá var votlendið að mestu nýtt án þess að gera eitthvað til að auka uppskeruna, heldur nýtt eins og það kemur frá náttúrunnar hendi (Óttar Geirsson, 1975). Þangað var sóttur mór til brennslu og bygginga og mýrarauði var sóttur til járngerðar (Helgi Hallgrímsson, 1975). Annað tímabil nýtingar mýra hófst um miðja 19. öld og nær það fram undir 1940, það kallast tímabil engjaræktar og áveitna. Þá var með áveitum veitt á uppskerurýrar þurrari mýrar til að auka rakastig þeirra sem og frjósemi, með því jókst uppskeran mikið (Ásgeir L. Jónsson, 1975). Þriðja tímabilið náði frá um 1930 til 1965 og kallast það túnræktartímabilið. Þá var komin fram tækni og áhugi til að ræsa

fram mýrar og breyta þeim í tún. Einnig voru jarðræktarlögin svokölluðu mikill hvati til framræslu því með þeim voru framlög veitt frá ríkinu til framræslu. Fjórða tímabilið hófst um 1965, tímabil hagræktar. Þá hafði verið fluttur til landsins svokallaður lokræsaplógur sem gerði það auðveldara að ræsa fram mýrlendi til að nýta það sem beutiland (Óttar Geirsson, 1975). Árið 1987 hættu að berast opinberir styrkir til framræslu, og eftir það fór að draga verulega úr framræslu mýra (Hlynur Óskarsson, 1998).

Það eru ekki til neinar heimildir um stærð þess lands sem ræst hefur verið fram, en heildarlengd vélgrafinna framræsluskurða er þekkt, Búnaðarfélag Íslands hefur frá árinu 1942 haldið nákvæmar skýrslur um þá. Samkvæmt þessum heimildum voru grafnir um 32.600 kílómetrar af skurðum á árunum 1942-1988 (Björn Bjarnarson, 1982). Ef miðað er við að hver skurður þurrki að meðaltali um 50 m breiða landræmu er stærð framræsts votlendis um 1620 km<sup>2</sup>. Að auki má bæta við stærð framræslu vegna lokræsa, en það er um 100-200 km<sup>2</sup> að stærð (Óttar Geirsson, 1975). Þessar áætlanir gefa til kynna að stærð framræsts mýrlendis á Íslandi sé a.m.k. 1800 km<sup>2</sup>. En mun meira land hefur orðið fyrir breytingum vegna framræslu, vegna þess að áhrif skurða á vatnsbúskap mýra fara langt út fyrir þá landræmu sem er talin þurr beggja vegna skurðanna (Borgþór Magnússon og Sturla Friðriksson, 1989). Samkvæmt Hlyni Óskarssyni (1998a) hefur mun meira land verið ræst fram en mat Óttars Geirssonar (1975) gefur til kynna. Samkvæmt mati Hlyns hafa um 4500 km<sup>2</sup> verið ræst fram á öllu landinu, þetta er um þreföldun frá mati Óttars Geirssonar. Ef svo mikið af mýrum hefur verið ræst fram jafngildir það um 50% af áætluðu heildarvotlendi landsins (Hlynur Óskarsson, 1998a).

Mestur hluti framræstra mýra hér á landi er nýttur sem óræktaður úthagi. Þetta nýtingarstig verður að teljast hafa minni áhrif á náttúrufar og jarðveg en þar sem mýrar eru teknar til grasræktar, akuryrkju eða skógræktar. En engu að síður hefur framræslan haft mikil áhrif og breytingar á lífríki íslenskra mýra. Við framræsluna hefur verulega gengið á náttúrulegt mýrlendi og þrengt að stofnun dýra og plantna sem byggja tilvist sína á þeim, af þeim má nefna fuglana keldusvín og jaðrakan og plöntuna blöðrujurt (Borgþór Magnússon og Sturla Friðriksson, 1989).

## 1.4.2. Áhrif framræslu á jarðveginn

Framræsla tekur fyrir mómyndun í mýrum. Í staðinn fyrir söfnun lífrænna efna sem á öldum og árþúsundum hefur byggt upp mýrarnar og myndað jarðveg, tekur við niðurbrot og hægfara eyðing lífrænna efna. Við lökkun jarðvatnsstöðu í jarðvegi eykst loftun í honum sem bætir skilyrði rotvera og stafsemi þeirra eykst. Við niðurbrotið losna úr mónum koltvísýringur, steinefni og köfnunarefni og frjósemi jarðvegsins helst, en það veldur líka rýrnun jarðvegsins (Hutchinson, 1980). Við framræsluna einangrast jarðvegur mýrarinnar frá umhverfi sínu, því jarðvatnið streymir ekki lengur í gegnum hann heldur fer það beinustu leið út í vötn eða ár með skurðum. Í staðinn síast aðallega regnvatn í gegnum jarðveginn og veldur það stöðugri útskolun úr honum. Þetta veldur rýrnun á næringarefnaforða jarðvegsins (Helgi Hallgrímsson, 1975). Í blautum og loftlausum jarðvegi, eins og óframræstur mýrajarðvegur jafnan er, getur súrefnisskortur orðið mikill og þá fellur afoxunarspenna. Við að afoxunarspennan lækkar, þ.e. súrefni minnkar fer nítrat að afoxast í lofttegundir. Í vel ræstum og vel loftuðum jarðvegi er afoxunarspennan há (Þorsteinn Guðmundsson, 1994).

Þegar rotnun fer af stað í jarðveginum losnar kolefni á formi  $\text{CO}_2$  úr jarðveginum, og í kjölfarið eykst hlutfall C á móti N og C:N hlutfallið lækkar (Hlynur Óskarsson, 1998b). Lágt hlutfall er innan við 12 í góðu ræktarlandi en þar sem það fer yfir 18 eru gæði ræktunarlandsins rýrari og landið verður áburðarfrekara (Þorsteinn Guðmundsson, 2003).

## 1.5. Rammasamningur Sameinuðu þjóðanna um loftslagsbreytingar

### 1.5.1. Loftslagssamningur SP

Rammasamningur Sameinuðu þjóðanna um loftslagsbreytingar hefur það markmið að halda styrk gróðurhúsalofttegunda í andrúmsloftinu innan ákveðinna marka til að koma í veg fyrir hættulega röskun á loftslagskerfinu af manna völdum. Markmið hans er ekki að koma í veg fyrir loftslagsbreytingar heldur að halda aftur af hraða þeirra (Umhverfisstofnun, 2002a). Með því er ætlunin að tryggja að matvælaframleiðslu í



heiminum verði ekki stefnt í hættu og að efnahagsþróun geti haldið áfram á sjálfbæran máta. Markmið samningsins er einnig að stuðla að alþjóðlegri samvinnu um að auðvelda félagslega og efnahagslega aðlögun að loftslagsbreytingum (Umhverfissráðuneytið, á.á.). Með samningnum skuldbinda ríki sig til að grípa til aðgerða til að draga úr losun gróðurhúsalofttegunda og einnig að auka bindingu kolefnis með ræktun eða verndun gróðurlenda. Aðildarríkin skuldbinda sig einnig til að veita upplýsingar um losun sína, stefnumörkun og aðgerðir. Ísland varð aðili að samningnum árið 1992, á ráðstefnu Sameinuðu þjóðanna um umhverfi og þróun í Ríó (Umhverfisstofnun, 2002a).

Í Kyoto árið 1997 var samþykkt bókun við Rammasamning Sameinuðu þjóðanna, og tók hún gildi 16. febrúar 2005. Þessi bókun heitir Kyoto-bókunin og með henni skuldbinda flest iðnríkin (í Viðauka I) sig, þar á meðal Ísland, sig til þess að halda útstreymi sex gróðurhúsalofttegunda á árunum 2008-2012 innan útstreymisheimilda sem eru 5,2% lægri en útstreymi ríkjanna var árið 1990 (Umhverfisstofnun, 2002a). Í Kyoto-bókuninni er sérstakt ákvæði sem hefur verið kallað Íslenska ákvæðið. Í því felst að það er erfitt að setja litlum hagkerfum losunarmörk eins og stærri ríkjum, vegna þess að hlutfallsleg áhrif einstakra verkefna á heildaráhrif eru gífurleg. Íslenska ákvæðið nær einungis til koltvísýrings, og gerir ráð fyrir því að losun koltvísýrings frá nýrri stóriðju eða stækkun stóriðjuvera, sem hefur starfsemi eftir árið 1990 og leiðir til meira en 5% aukningar í losun á tímabilinu 2008-2012 verði haldið utan við losunarskuldbindingar bókunarinnar eftir að losunarheimildir viðkomandi lands hafa verið fullnýttar (Umhverfisstofnun, 2002a).

### **1.5.2. LULUCF (Land Use, Land Use Change and Forestry)**

Samkvæmt Rammasamningi SP um loftslagsbreytingar skulu aðildarríki halda útstreymisbókhald. Tilgangur bókhaldsins er að fylgjast með losun gróðurhúsalofttegunda út í andrúmsloftið. Heildarlosun er metin auk bindingar lofttegunda sem eru taldar mikilvægar með tilliti til loftslagsbreytinga af mannavöldum. Viðmiðunarreglur frá milliríkjanevnd um loftslagsbreytingar (IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change) eru notaðar fyrir útreikningana. Samkvæmt þeim er útstreymi gróðurhúsalofttegunda skipt upp í sex aðalflokka eftir uppsprettum, vegna: orkunotkunar, iðnaðarferla, efna- og vörunotkunar, landbúnaðar,

landnotkunar (LULUCF) og úrgangslausunar. Umhverfisstofnun sér um að færa bókhald um útstreymi gróðurhúsalofttegunda frá öllum uppstrettum nema frá LULUCF, en um það bókhald sér Landbúnaðarháskóli Íslands. Upplýsingum um útstreymi gróðurhúsalofttegunda er skilað á hverju ári til skrifstofu Loftslagssamningsins (Umhverfisstofnun, 2002b). Í 2. töflu má sjá tölur fyrir losun gróðurhúsalofttegunda eftir uppsprettum, skipt upp eftir árum. Í töflunni má sjá að LULUCF telur um þriðjung heildarlosunar. Samkvæmt henni er losun LULUCF 1127 Gg CO<sub>2</sub> árið 2006, og hefur minnkað frá því á árinu áður. Þessa minnkun má m.a. rekja til betri vitneskju um hlutfall lífræns jarðvegs sem framræstur hefur verið (Birna Sigrún Hallsdóttir, Kristín Harðardóttir o.fl., 2008)

**2. tafla.** Heildarlosun gróðurhúsalofttegunda eftir uppsprettum árin 1990, 2005 og 2006, Gg CO<sub>2</sub>eq.

	<b>1990</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>
Orkunotkun	1705	1957	2007
Iðnaðarferlar	867	944	1341
Losun innan íslenska ákvæðisins	-	440	535
Efna og vörunotkun	14	16	9
Landbúnaður	572	479	512
Úrgangur	181	189	207
Jarðvarmaorka	67	123	156
<b>Samtals án</b>	<b>3406</b>	<b>3708</b>	<b>4234</b>
<b>LULUCF</b>			
LULUCF	1476	1154	1127

Losun gróðurhúsalofttegunda vegna landnýtingar getur t.d. verið vegna skógareyðingar, sinubruna, jarðvegseyðingar og framræsts votlendis. Við framræslu verður mikil breyting á lofttegundabúskap mýra. Há jarðvatnsstaða er forsenda bindingar mýra á koltvísýring úr andrúmsloftinu en með framræslu hefst loftað niðurbrot á lífrænu efni sem leiðir til aukinnar losunar koltvísýrings og losunar hlátursgass. Aftur á móti dregur mikið úr losun metans við lækkaða vatnsstöðu (Hlynur Óskarsson, 1998b). Áhrif landnýtingarinnar á losun gróðurhúsalofttegunda eru metin í tvennu lagi, annars vegar fyrir land sem er í óbreyttri notkun og hinsvegar fyrir breytingar á landnotkun. Landnotkunarflokkar eru að lágmarki sex samkvæmt

leiðbeiningum IPCC (2003); skóglendi, graslendi, ræktarland, votlendi, búsetuland og annað land. Í flestum tilvikum þarf, fyrir hvernig flokk, að gera árlega grein fyrir breytingum á kolefnisforða, losun metans og hláturgass og breytingum á þeirri losun við breytta landnotkun. Þessar kröfur um upplýsingar um losun gróðurhúsalofttegunda kalla á aukna skráningu á landnotkun og breytingar á henni, en því samhliða verður einnig að afla ítarlegri gagna um áhrif landnotkunar hér á landi á losun gróðurhúsalofttegunda (Jón Guðmundsson og Hlynur Óskarsson, 2005).

## **1.5. Markmið verkefnisins**

Markmið verkefnisins er að auka þekkingu á landnýtingu framræstra svæða og hvert kolefnisinnihald jarðvegs þeirra er. Veruleg losun gróðurhúsalofttegunda getur átt sér stað úr framræstu landi en losun lofttegundanna er háð þáttum eins og landnýtingu og magni kolefnis í jarðvegi (Hlynur Óskarsson, 1998b).

Nýlega var lokið við að hnita inn alla skurði landsins með það fyrir augum að fá mat á umfang framræslunnar (Fanney Ósk Gísladóttir, Sigmar Metúsalemsson o.fl., 2007).

Til að geta nýtt þær upplýsingar við að meta losun gróðurhúsalofttegunda vantar þó enn upplýsingar um hlutfall skurða sem liggja um land með lífrænum jarðvegi annars vegar og hinsvegar upplýsingar um breytileika landnýtingar á framræstu landi. Verkefninu er ætlað að bæta úr þessum skorti.

Verkefni þetta er hluti af LULUCF; Land Use, Land Use Change and Forestry, sem er einn af sex liðum í aðgerðaráætlun Kyoto-bókunarinnar. Verkefnið hefur það markmið að afla gagna til að bæta bókhald Íslands til loftslagssamnings Sameinuðu þjóðanna hvað varðar landnýtingu og losun gróðurhúsalofttegunda úr framræstu landi (Umhverfisstofnun, 2002a).

## 2. Efni og aðferðir

### 2.1. Rannsóknarvettvangur

Sýnataka fór fram á Vesturlandi, nánar tiltekið í Borgarfirði, á Mýrum og á sunnanverðu og norðanverðu Snæfellsnesi. Svæðinu má því skipta í tvennt með tilliti til staðsetningar, þ.e. Borgarfjörður og Mýrar annars vegar og hinsvegar Snæfellesnesið.

Vesturland liggur að mestu leiti á blágrýtisberggrunninum sem myndaðist á tertíer fyrir ca. 16-3 milljón árum (Ari Trausti Guðmundsson, 2007). Þessi berggrunnur myndar elstu jarðlög á Íslandi sem nú eru ofansjávar (Þorleifur Einarsson, 1991) hann er því gamall og þéttur og hleypir því ekki miklu vatni í gegnum sig. Yngstu jarðlögin á Vesturlandi má finna innst í Borgarfirði þar sem jarðlög frá plio- pleistosene eru, þ.e. á tímabilinu sem brúar tímabilið frá tertíer að nútíma (3 milljón- 0.7 milljón ár) (Ari Trausti Guðmundsson, 2007). Yngri jarðmyndanir má svo aftur á móti finna í og við megineldstöðvakerfin sem raðast eftir Snæfellsnesi inn að miðju landsins, en einungis eitt hraun á Vesturlandi er frá sögulegum tíma, og er það í Hnappadal (Ari Trausti Guðmundsson, 2007).

Af jarðvegi er það að segja að á Mýrum og í Borgarfirði er votlendi ríkjandi, þ.e. flóar og mýrar. Í Skorradal er malarborinn eða grýttur jarðvegur ríkjandi, og á norðanverðu Snæfellsnesi sem og vestast á því, við Hnappadal og efst í Borgarfirði er mólendi ríkjandi, þ.e. móajarðvegur á láglendi og heiðum (Nygard, I.J. og Björn Jóhannesson, 1960). Annars staðar á sýnatökusvæðunum á Vesturlandi er mýrajarðvegur ríkjandi. Samkvæmt nýrri korti er mójörð ríkjandi jarðvegsgerð á láglendi á Vesturlandi, í dölum Borgarfjarðar má finna þónokkuð af svartjörð, og einnig inn á milli mójörð auk votjarðar. Sandjörð má finna næst sjó á mýrum og sunnanverðu Snæfellsnesi (Ólafur Arnalds og Einar Grétarsson, 2001).

## 2.2. Undirbúningsvinna og gagnasöfnun

### 2.2.1. Val sýnatökustaða með GIS nálgun

Þetta verkefni er hluti af stærra verkefni sem nefnist LULUCF, sem lýst hefur verið í kafla 1.5.2. Fyrir allt Ísland voru 1000 punktar sem staðsettir voru í innan við 25 m fjarlægð frá skurði, valdir með slembiúrtaki. Í verkefninu mínu var einungis tekinn fyrir hluti Vesturlands og náði ég að taka þar fyrir 155 punkta, Vesturlandið var ekki allt tekið fyrir einungis vegna skorts á tíma.

Punktarnir voru færðir inn í GPS tæki og hver og einn þessara 155 punkta, var heimsóttur í júní- ágúst 2008. Hér fyrir neðan rek ég vinnuna frá því að punktarnir voru fundnir á tölvuskjá, þeir heimsóttir og sýnum og upplýsingum safnað, þegar unnið var úr sýnunum og allt þar til niðurstöður fengust.

Unnið var með landfræðilega upplýsingakerfið GIS (Geographic Information Systems). Skipanir úr ArcToolbox voru notaðar. Til þess að dreifa punktum tilviljanakennt var notað “create random points”, og talan 1000 ákveðin. Tveir kragar (buffers) voru gerðir, einn sem náði 100m frá skurði og annan sem náði 25 m frá skurði. Kragi eða jaðar er skilgreining á svæði sem er innan ákveðinnar fjarlægðar frá punkt, línu eða fláka. Punktunum var svo dreift tilviljanakennt á 25m línuna. Forsenda fyrir 25 m línu í kringum skurði er að gert er ráð fyrir því að hver skurður þurrki að meðaltali 50 m landræmu, þ.e. 25 m á hvora hlið (Óttar Geirsson, 1975) og 25 m er því þrengsta mögulega mat á framræslu.

Skurðabekjan frá LbhÍ, Keldnaholti var notuð til að velja punktana. Kortin sem notuð voru í feltvinnu samanstóðu af spot5 myndum, vegabekju, jarðabekju og punktunum sem gerðir voru. Spot5 myndirnar eru frá landmælingum, vegabekjan frá Vegagerðinni og jarðabekjan frá Landbúnaðarháskólanum.

### 2.2.2. Feltvinna

Alls var safnað gögnum af 155 fyrirfram tilgreindum sýnatökustöðum. Við þá vinnu var notast við kort sem útbúin höfðu verið að Sigmundi Helga Brink en þau höfðu að geyma upplýsingar um staðhætti, s.s. jarðamörk, vegi og landslag. Fyrsta verkið á hverjum stað var því yfirleitt að ganga heim á bæi og biðja um leyfi til að fá að arka um landið og taka jarðvegssýni. Þetta var aldrei vandamál.

Upplýsingum var safnað, ef það var hægt, um eftirfarandi þætti við hvern punkt; landnýtingu, beit, dýpt skurðar, fjarlægð frá skurði, rof og vatn í skurði, hvort uppgröftur hafi verið til staðar, þýfi lands, landhalla hornrétt á skurð, hvort grafið hafi verið niður á steinefnajarðveg og þykkt lífræns jarðvegs ef minni en skurðdýpt. Á hverjum punkti, ef hægt var, var tekið jarðvegssýni, 30 cm djúpt. Hvert sýni var ferstrendingur, um 5 cm á hverja hlið, og sem jafnast á alla dýptina. Sýnið var skorið með torfhlíf áður en það var sett í plastpoka og svarðlagið fjarlægð ofan af því. Vatnsmettun í holu var mæld með því að þrýsta á ferskt sárið í fyrirfram ákveðnum dýptum; í yfirborði, við 5 cm, 10 cm, 15 cm, 25 cm og 30 cm. Á sýnapokann var skráð heiti verkefnis, dagsetning, dýpt sýnis og nafn gagnasafnara. Sýnin voru geymd í kæli þar til þau voru þurrkuð.

Í viðauka 1 má sjá feltblaðið sem notast var við til að skrá upplýsingar um sýnastaði.

## **2.4. Undirbúningur sýna**

### **2.4.1. Þurrkun og sigtun**

Sýnum var raðað í þurrkofn í kjallara Rannsóknarhúss LbhÍ á Hvanneyri. Hvert sýni fór í sérstaka ofnskúffu og með því var settur sýnapokinn til að halda upplýsingum um sýnið á réttum stað. Ofninn var stilltur á 2, sem hentar fyrir þurrkun á jarðvegi, en þá er þurrkað við lofthita. Sýnin voru í þurrkofninum í 3- 5 daga. Þegar sýnin voru orðin þurr voru þau tekin úr ofnskúffunum og sett í aðra sýnapoka, vel merkta og sett í geymslu þar til frekari vinna með þau yrði.

Til að hægt sé að vinna með sýnin er nauðsynlegt að mylja þau. Fyrst voru þau barin með stórum járnhamri á gólfi, því næst voru þau barin með litlum tréhamri á ofnskúffunni. Þá voru sýnin tilbúin til sigtunar, 2 mm sigti var notað. Eftir sigtun var jarðvegurinn vigtaður í sitthvoru lagi, þ.e. annarsvegar það sem komst í gegnum sigtið og hinsvegar það sem komst ekki. Hluti af sýninu sem sigtað hafði verið var sett í sýnadollu, hún merkt og lokuð. Dósin var vel merkt með verkefnisnúmeri, sýnanúmeri, ártali og dýpt jarðvegssýnis. Þessi undirbúningsvinna var unnin á Rannsóknarhúsi LbhÍ á Hvanneyri.

## 2.4.2. Kúlumölun

Hlutsýni var tekið úr sigtuðu sýnunum sem endurspeglaði heildarsýnið.

Jarðvegur var látinn fylla 1/5 af 50 ml sýnaglösunum og með í glösin voru settar tvær glerkúlur. Glösunum var vel lokað og þau sett í litla frauðkassa sem rúma 8 glös í einu. Kössunum með sýnaglösunum var því næst raðað í hristara á jarðvegsrannsóknarstofunni Ými á Keldnaholti. Gæta þurfti þess að láta glösin liggja langsum í kassanum til að kúlurnar myndu mala sýnið almennilega. Glösin voru hrist í hristaranum í þrjár klukkustundir.

## 2.5. Úrvinnsla sýna

### 2.5.1. Greining kolefnis og niturs

Sýnin sem fóru í C og N greiningu höfðu verið kúlumöluð.

C og N var mælt í Vario MAX CN- Macro Elementar Analyzer á Keldnaholti. Um 1,5- 4 g af jarðvegi var vigtað nákvæmlega í þar til gerða hólka. Þyngdin fór eftir hversu mikið magn var af lífrænu efni í jarðveginum. Sýnin voru brennd í yfirmagni af hreinu súrefni við 900°C í helúmstraumi. N var mælt sem N<sub>2</sub> og C sem CO<sub>2</sub> (þurr bruni, IR mæling á CO<sub>2</sub> og N<sub>2</sub>). Niðurstöðurnar voru gefnar upp í % w/w (%C eða %N af þyngd sýnis).

Sýnin draga í sig raka eftir þurrkun og því voru niðurstöðurnar leiðréttar fyrir þurrefnishlutfall ( $C\%/þurrefnishlutfall$ ). Sýni til þurrefnismælinga var tekið af kúlumöluðu sýni sem næst samtímis innvigtun fyrir C/N greiningu. Sýnið var þurrkað við 105°C í 24 klst. og vigt þess skráð fyrir og eftir þurrkun. Eftirfarandi formúla var notuð til að leiðrétta með tilliti til þurrefnishlutfalls;  $C\%/þurrefni$ . Þurrefni =  $(\text{Þurrvigt-blautvigt}) / (\text{blautvigt-tara})$ . Þurrefni er þá útvigt/innvigt. Grunnöggn má sjá í viðauka 4.

### 2.5.2. Oxalat skolun

Sýni með undir 12% í kolefni voru sett í svokallaða oxalat-skolun, notuð var aðlöguð aðferð eftir Blakemore, L.C., Searle, P.L. & Daly, B.K., (1987).

Oxalat lausnin samanstóð af eftirfarandi efnun; 162 g ammonium oxalate, 108 g oxalic sýra og 10 l af afjónað vatn. Allt hrist saman og látið standa yfir nótt eða lengur.

Eftir að oxalat-lausnin hefði verið blönduð og látin bíða var jarðvegurinn undirbúinn. Byrjað var á að vigta 0,15 g af kúlumöluðum jarðvegi í analysuvog í 50 ml sérmerkt oxalat- sýnaglös. 30 ml af oxalatlausn var hellt í hvert sýnaglas, sem voru svo sett í litlu frauðkassana og í hristarann sem nefndur var í kafla 2.4.2 um kúlumöluð. Sýnin voru tekin úr hristaranum eftir 4 klst og þau síuð í gegnum filterpappír nr 42 (Watman) í 50 ml sýnaglös. Eftir það var sýnunum held í 10 ml sýnaglös. Sýnin voru síðan geymd í kæli þar til þeim var komið til NMÍ, Nýsköpunarmiðstöðvar Íslands þar sem unnið var úr þeim.

Við oxalat-skolun er leitast við að greina í jarðveginum leirsteindir sem eru sértækar fyrir eldfjallajarðveg. Magn þessara leirsteinda er, ásamt magni lífræns efnis, grunnbreyta við að skipa jarðvegi í jarðvegsflokka. Hlutfall Al, Si, Fe, Mn af jarðveginum er reiknað og út frá því eru tölur allophans og ferrihydrite (leirsteindanna) fundnar, auk andic eiginleika jarðvegsins. Til að fá magn Allophan er notuð formúlan  $%Si * 6$  og fyrir magn Ferrihydrite;  $Feo * 1,7$ . Til að meta Andic eiginleika jarðvegs:  $(Al_0 + 1/2 Feo) > 2%$  af jarðvegi.

Í 2. töflu má sjá hvernig C% og oxalat skolun var notuð til að greina á milli jarðvegsgerða. Taflan er unnin úr grein Ólafar Arnalds (2004) um eldfjallajarðveg á Íslandi og grein Ólafar Arnalds og Hlyns Óskarssonar (á.á.) um flokkun íslensks jarðvegs.

**3. tafla.** Greining jarðvegsgerða, eftir C% og eftir oxalat-skolun þar sem það á við.

	Lífrænt kolefni (C%)	Allophane	Ferrihydrite	Andic eiginleikar
Mójjörð	> 20% C	1-2- >20%	2- 8%	+/-
Svartjörð	12%- 20% C	2- 5%		+
Votjörð	< 12% C; grámi og/eða dílar	2- >20%	2- 8%	+
Brúnjörð	C < 12%	15- 30%	1- 8%	+
Glerjörð	C < 1%			+
Gljáajörð	C < 12%			-

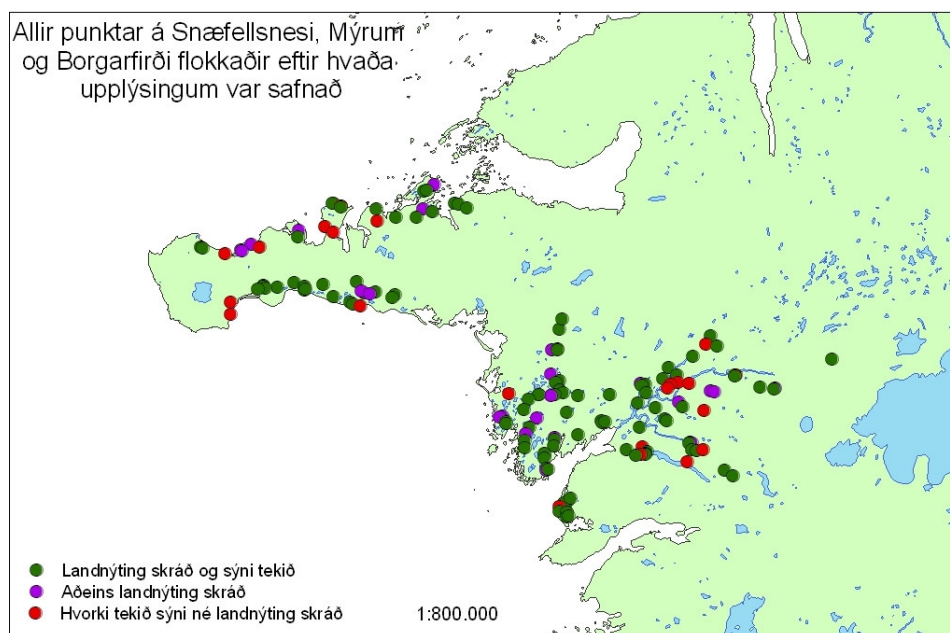


### 3. Niðurstöður

#### 3.1. Landnýting

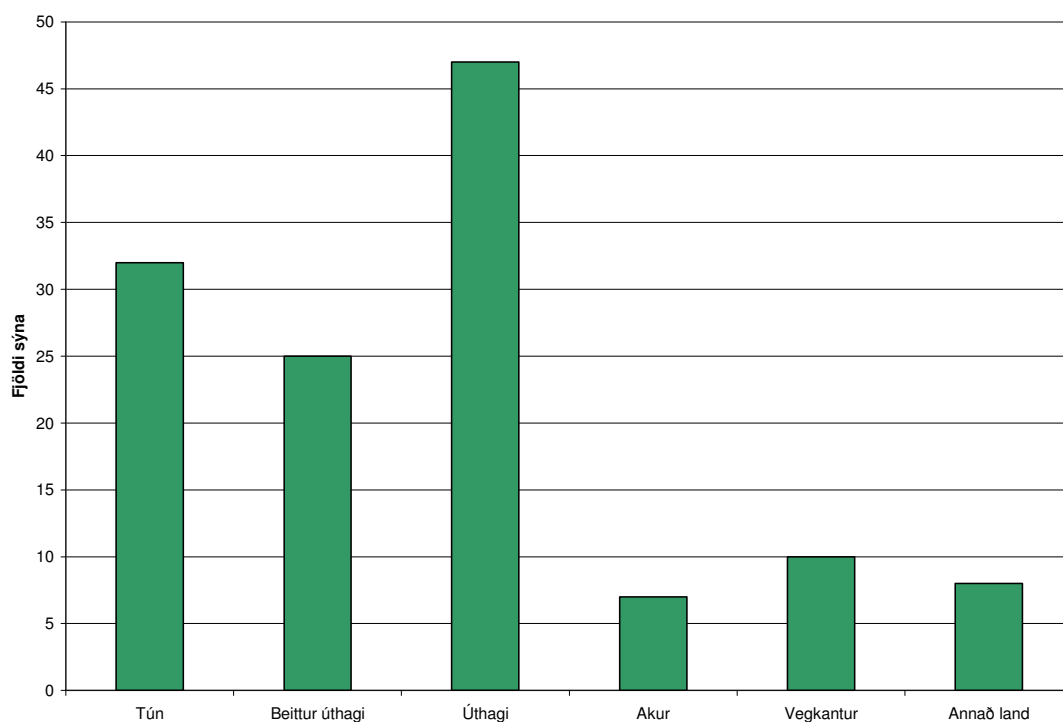
Alls voru heimsóttir 155 staðir, af þeim var tekið jarðvegssýni á 106 stöðum. Á 49 stöðum var ekkert sýni tekið vegna ónákvæmni í skurðaþekjunni eða vegna annarra annmarka. Vegna ónákvæmni í skurðaþekjunni var ekki safnað sýni á 26 stöðum, í þeim tilfellum voru engir skurðir innan 25 m línu. Í nokkrum tilfellum mátti skýra hvers vegna skurður hafði verið skráður inn í þekjuna með mismun á landnotkun, eða vegna ruglings við árfarvegs. Á hinum 23 stöðunum var skurður til staðar, en ekkert sýni var tekið vegna staðsetningar punktsins. Í nokkrum tilfellum var ófært að punkti, hann staðsettur inn á miðjum byggakri, ofan á vegi og niðri á strönd svo dæmi séu tekin. Á þessum 23 stöðum var þó engu að síður safnað upplýsingum um landnotkun og eru þeir notaðir við úrvinnslu gagna um landnýtingu.

Á 2. mynd má sjá staðsetningu allra sýnastaða og flokkun þeirra eftir því hvernig þeir voru nýttir, þ.e. hvort jarðvegssýni hafi verið tekið, landnýting skráð eða punktarnir ekkert nýttir. Á myndinni má líka glögg sjá að sýnatökusvæðinu má skipta upp í tvennt með tilliti til landfræðilegrar staðsetningar, þ.e. Snæfellsnesinu annarsvegar og Mýrar og Borgarfjarðarsveitir hins vegar. Kortið var unnið í GIS og SPOT5 mynd frá Landmælingum var notuð sem undirlag, auk jökla- og vatnaþekju.



2. mynd. Allir punktar flokkaðir eftir því hvaða upplýsingum var safnað, unnið í GIS.

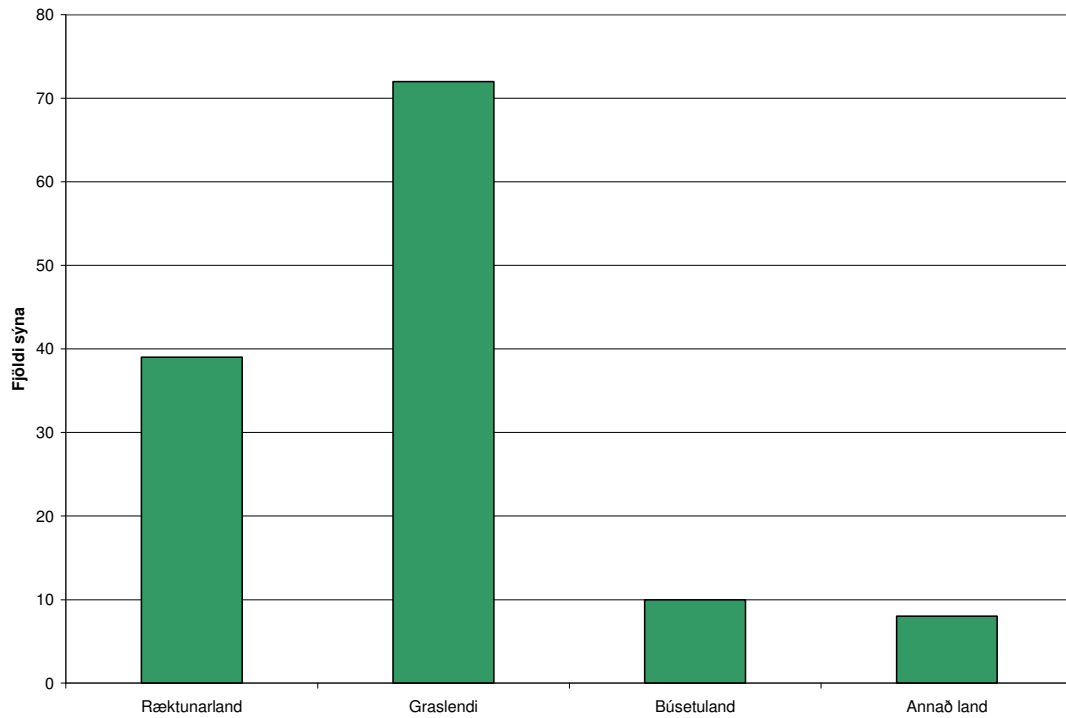
Landnýting var skráð á 129 stöðum. Á 3. mynd má sjá flokkun punktana eftir landnýtingarflokkum sem ég hef gefið mér; tún, beittur úthagi, úthagi án sýnilegrar beitaráhrifa, akur, vegkantur og annað land. Þessa landnýtingarflokkun mun ég kalla Landnýting\_1.



**3. mynd.** Sýni flokkuð upp eftir 6 landnýtingarflokkum, Landnýting\_1

Framræsta landið er að langmestu leiti nýtt til úthaga án sýnilegra beitaráhrifa eða í 47 tilvikum af 129. Beittur úthagi telur til 25 staða, og samalegt telur allur úthagi því 72 staði sem er yfir helming af öllum sýnastöðum. Túnrækt var á 32 af sýnastöðum en önnur landnotkun var minni.

Landnýtingu var einnig skipt upp í flokka samkvæmt leiðbeiningum IPCC (2003); Ræktarland, graslendi, skóglendi, búsetuland og annað land, að lágmarki eru þessi 6 flokkar. Engin skógrækt var á þeim stöðum sem athugun fór fram á og er þeim flokki því sleppt. Þessir landnýtingarflokkar munu kallast Landnýting\_2. Á 4. mynd má sjá skiptingu í landnýtingarflokka eftir leiðbeiningum IPCC.



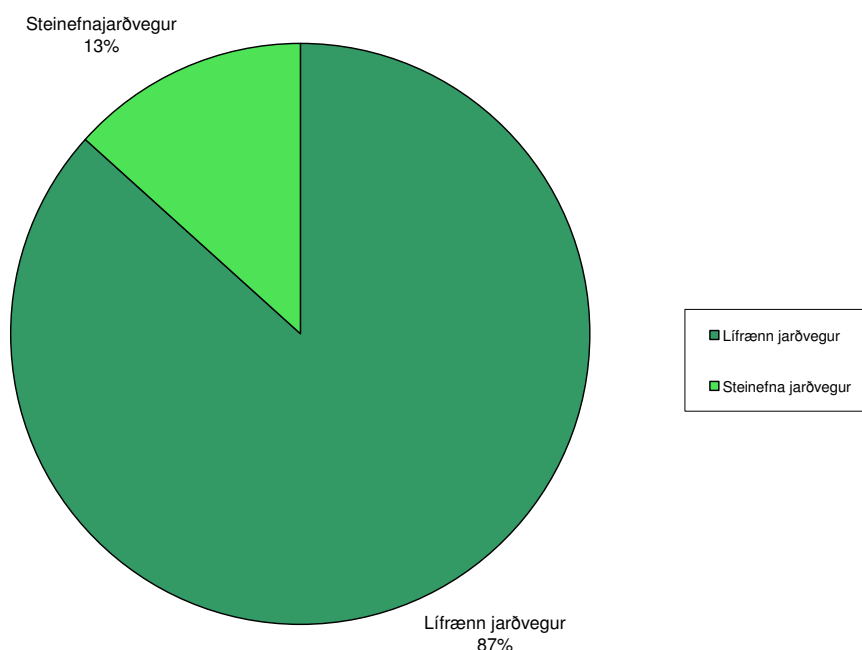
**4. mynd.** Landnýtingarflokkun samkvæmt leiðbeiningum IPCC, Landnýting\_2.

Graslendi er yfirgnæfandi flokkur með 72 sýnastaði sem er meira en helmingur athugunarstaða. Ræktunarland telur 39 sýnastaði meðan búsetuland, s.s. vegkantar telja 10 og flokkurinn annað land einungis 8.

Í viðauka 2 má sjá þá punkta sem ekkert voru nýttir og frekari útlistun á hvers vegna, og í viðauka 3 má sjá þá punkta sem nýttir voru í landnýtingarhlutanum en ekki til sýnatöku og frekari útlistun á hvers vegna.

## 3.2. Hlutfall lífræns jarðvegs

Til að finna hversu stórt hlutfall framræst jarðvegs á Vesturlandi sé lífrænn voru notuð jarðvegssýnin 106. Jarðvegssýnin voru greind með tilliti til prósentuhlutfalls kolefnis, eftir leiðréttingu fyrir þurrefni. Jarðvegur með >12% C telst lífrænn, og jarðvegur með <12% C telst ólífrænn, eða steinefnajarðvegur (Ólafur Arnalds og Hlynur Óskarsson, á.á.). Á 5. mynd má sjá hlutfall lífræns jarðvegs á sýnastöðum.



5. mynd. Hlutfall lífræns jarðvegs á framræstum svæðum á Vesturlandi.

Mikill meirihluti jarðvegsins reyndist lífrænn, >12% C eða 86% af jarðveginum, en einungis var 14% steinefnajarðvegur af þeim jarðvegi sem rannsakaður var.

## 3.3. Jarðvegsflokkar

### 3.3.1. Skipting í jarðvegsflokka

Jarðvegssýnum var skipt upp í jarðvegsflokka til að greina hvaða jarðvegsgerðir höfðu verið ræstar fram. Þær jarðvegsgerðir sem komu fram eru; mójörð, svartjörð, votjörð, brúnjörð, glerjörð og gljáajörð. Við greiningu á C% innihaldi jarðvegs og með oxalat-skolun voru fundnir viðeigandi jarðvegsflokkar. Í 4. töflu má sjá

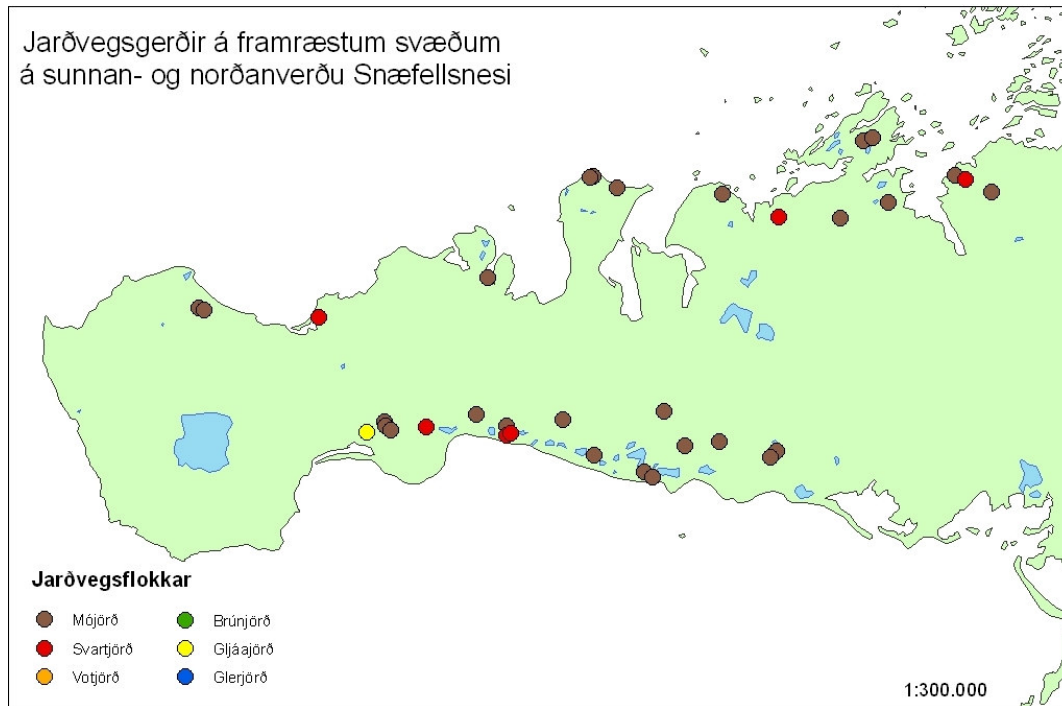
skiptingu jarðvegssýna í jarðvegshlokkum, aðferð til að greina á milli jarðvegshlokkanna með oxalat má sjá í kafla 2.5.2 í efni og aðferðir.

**4. tafla.** Jarðvegshlokkir sem ræstar voru fram og hlutfall þeirra af heildar sýnum.

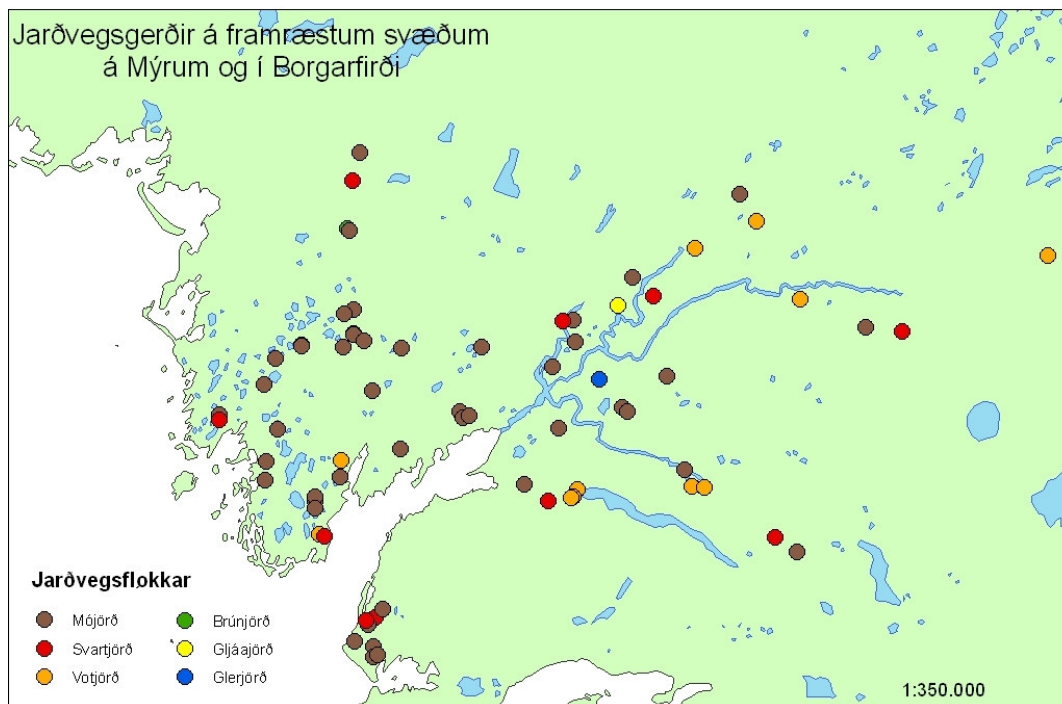
Jarðvegshlokkur	Fjöldi sýna	%
Mójhörð (H)	75	70.8
Svartjörð (HA)	16	15.1
Votjörð (WA)	11	10.4
Brúnjörð (BA)	1	0.9
Glerjörð	1	0.9
Gljájörð	2	1.9
<i>Samtals</i>	<i>106</i>	<i>100</i>

Langmest var um mójhörð að ræða eða í rúmlega 70% tilvika. Svartjörð kom þar næst á eftir með 16 sýni, eða 15.1% af heildarfjölda sýna og votjörð þar á eftir með 11 sýni eða 10.4%. Brúnjörð og glerjörð voru með sitt sýnið hvort og gljájörð með tvö sýni, prósentuhlutfall þessa þriggja jarðvegshlokkanna er því rétt undir 4%.

Unnið var í GIS til að sýna skiptingu í jarðvegshlokkum myndrænt og til að sjá hvort einhver munur væri á milli landssvæða með tilliti til hvernig jarðvegshlokkur var ræst fram. Notuð var Spot5 af Íslandi frá landmælingum, og sömuleiðis jökla- og vatna þekja. Á 6. mynd má sjá flokkun jarðvegshlokkanna á Snæfellsnesi og á 7. mynd á Mýrum og Borgarfirði.



6. mynd. Mismunandi jarðvegsgerðir á Snæfellsnesi.



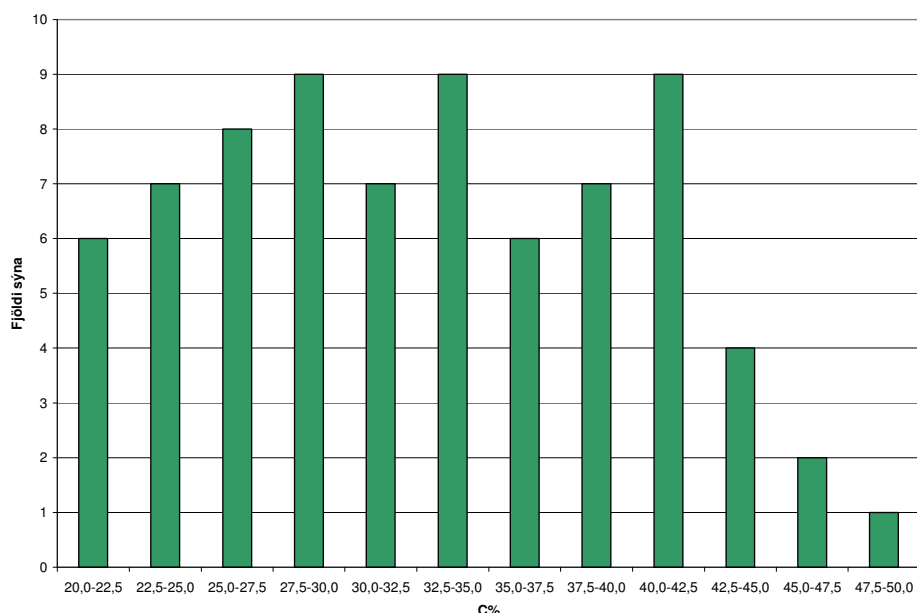
7. mynd. Mismunandi jarðvegsgerðir á Mýrum og í Borgarfirði.

Á Snæfellsnesi var mójröð í langflestum tilvikum, en þó voru nokkur dæmi um svartjröð og á einum sýnastaðnum var jarðvegsgerðin gljáajöð. Á Mýrum og Borgarfirði var einnig mójröð í flestum tilvikum en einnig var mikið um votjröð og

svartjörð. Votjörðin fannst ekki í sýnum á Snæfellsnesi. Einnig mældust sittthver sýnin sem brúnjörð, glerjörð og gljáajörð.

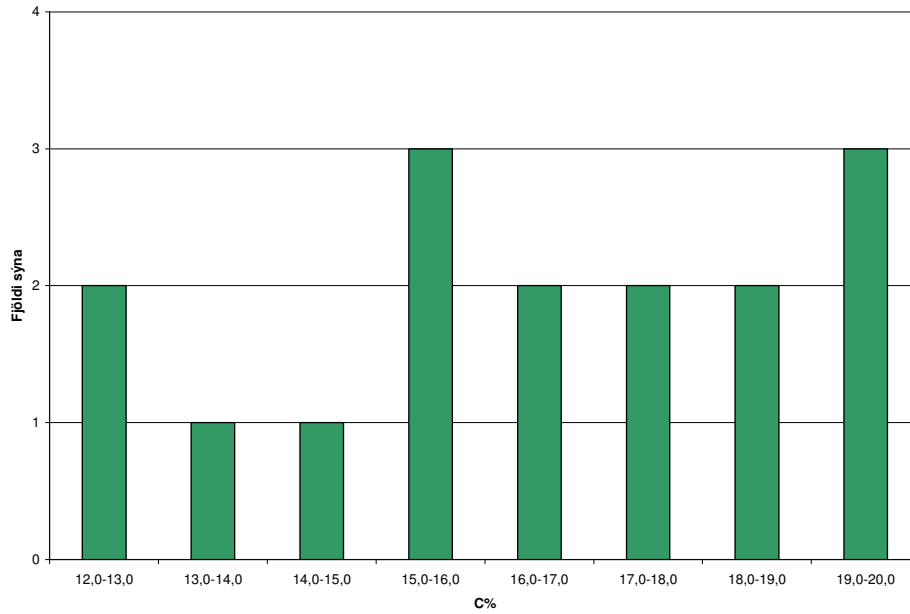
### 3.3.2. Dreifing lífræns kolefnis innan jarðvegsflokka

Eftir greiningu jarðvegsins í jarðvegsflokka, voru mójörð, svartjörð og votjörð tekin sérstaklega fyrir til að finna dreifingu hlutfalls kolefnis innan jarðvegsgerðanna. Á 8. mynd má sjá þessa dreifingu innan mójjarðar (Histosol). Langfelst sýnanna voru með lífrænt kolefni á bilinu 20-40% og dreifðust sýnin nokkuð jafnt á það bil. Tiltölulega fá sýni reyndust hafa hærra gildi en 40% C eða, 7 af 75.



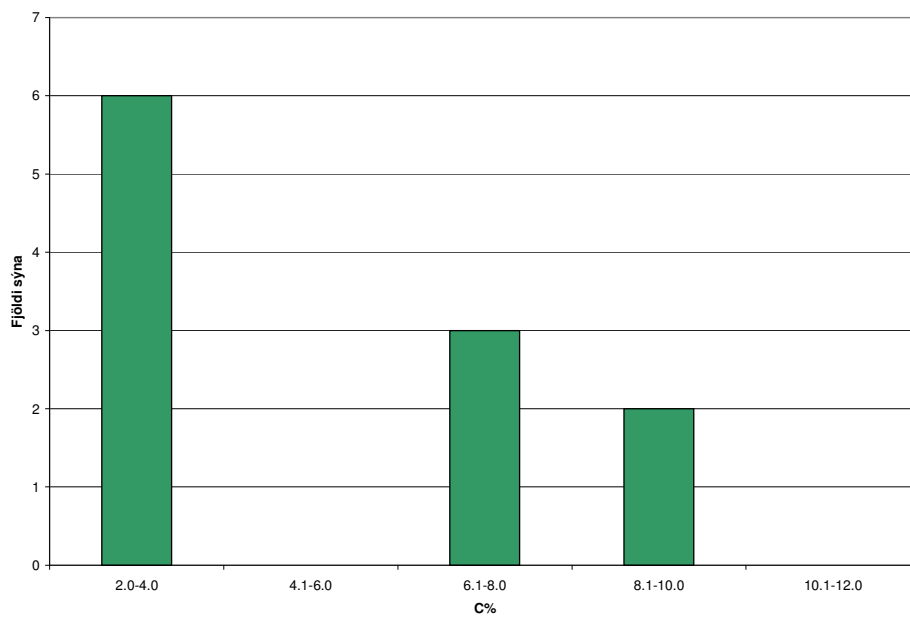
### 8. mynd. Skipting mójjarðar (Histosol) eftir prósentuhlutfalli C

Því næst var svartjörð tekin fyrir og skipt niður í flokka eftir því hversu hátt kolefnis hlutfallið í jarðveginum var. Á 9. mynd má sjá skiptinguna. Sýni með hærri gildi en 15,0% C eru algengari en þau sem hafa gildi undir 15% C. En að öðru leiti eru sýnin dreifð yfir allan skalann sem skilgreinir jarðvegsflokkinn (12- 20% C) og breytileiki er því verulegur innan flokksins.



**9. mynd.** Skipting svartjarðar (Histic Andosol) eftir prósentuhlutfalli C.

Votjörð var einnig tekin fyrir og skipt niður í flokka eftir því hversu hátt kolefnis hlutfallið í jarðveginum var. Á 10 mynd má sjá skiptinguna. Flest sýnin höfðu C% innihald á bilinu 2.0- 4.0 eða 6 af 11 sýnum. Engin sýni höfðu gildi á hæsta bilinu C% = 10.0-12.0.

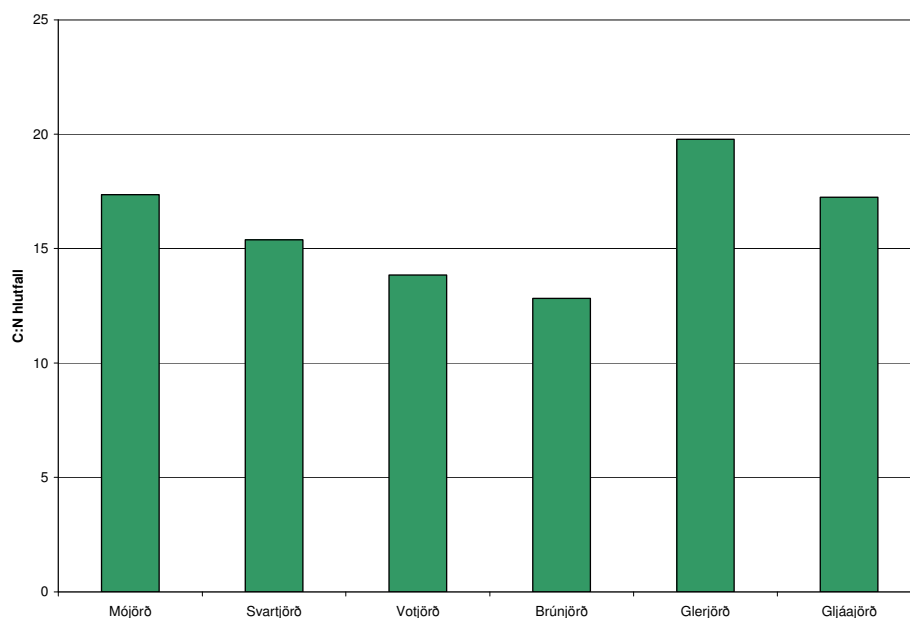


**10. mynd.** Skipting votjarðar (Gleyic Andosol) eftir prósentuhlutfalli C.



### 3.4. C:N hlutfall

C:N hlutfall var reiknað út frá leiðréttum C og N gildum. Til að sýna mismun innan hlutfallsins var ákveðið að finna meðaltal þess innan landnýtingarflokka sem voru gefnir í kafla 3.1 (4. tafla) og einnig eftir jarðvegsflokkum ÓA (11. mynd) til að skýra mun á breytileika í C:N hlutfalli.



11. mynd. Meðaltal C/N hlutfalls eftir jarðvegsflokkum.

Á 11. mynd má sjá mun á meðaltalsgildum C:N hlutfalls eftir jarðvegsgerðum. Niðurstöðum fyrir brúnjörð, glerjörð og gljáajörð ber þó að taka með vari vegna fárra sýna sem standa að baki þessum tölum, einungis tvö sýni í gljáajörð, og sitthvort sýnið fyrir brún- og glerjörð. En glögggt má þó sjá breytileikann í hlutfallinu. Mójörð er með C:N hlutfall upp á 17.35 sem er herra en meðalhlutfall svartjarðar, 15.39 og votjarðar, 13.84.

5. tafla. Meðaltal C/N hlutfalls eftir landnýtingu

Landnýting_1	C:N	Landnýting_2	C:N
Graslendi	17.20	Úthagi	17.32
Ræktunarland	15.55	Beittur úthagi	19.96
Búsetuland	15.66	Tún	15.60
		Akur	13.79
		Vegkantur	15.66

Ef litið er á skiptingu meðaltals C:N eftir landnýtingarflokkum IUCC (5. tafla) má sjá að graslendi hefur hærri gildi, C:N = 17.20 en hinir tveir hóparnir, ræktunarland og búsetuland sem eru með gildi upp á 15.55 og 15.66 að meðaltali. Einungis ein tala stendur á bak við búsetuland og því eru það ekki niðurstöður sem mikið mark má taka á. Flokkun Landnýtingar\_2 er nákvæmari, en þar sem einungis sitthvort sýnið stendur á bak við C:N hlutfall akurs og vegkants má deila um notagildi nákvæmari flokkunar. Graslendi úr Landnýting\_1 hefur hér verið skipt upp í beittan og óbeittan úthaga og er þónokkur munur þar á, beittur úthagi hefur C:N hlutfall að meðaltali upp á 19.96 en óbeittur upp á 17.32.

## 4. Umræður

### 4.1 Landnýting

Af þeim 155 stöðum sem heimsóttir voru, var aðeins tekið jarðvegssýni á 106 stöðum. Vegna ónákvæmni í skurðaþekjunni var ekki safnað sýni á 26 stöðum, þessir punktar hafa verið skráðir inn og er því hægt að nota þá til að leiðrétta skurðaþekjuna. Einnig er hægt að nota hlutfallið 129/155 til að finna út áreiðanleika skurðaþekjunnar á landsvísu, og má þá gefa að um 83% af skurðaþekjunni sé rétt hnitáð inn. Skurðaþekjan var hnitáð inn með fjarkönnunaraðferðum og SPOT5 mynd (Fanney Ósk Gísladóttir o.fl., 2007), og má því ætla að nákvæmnin sé ekki 100%. Til að fá betri mynd af nákvæmni skurðaþekjunnar, þyrfti að ganga á fleiri staði og athuga.

Hinir 23 punktarnir sem ekkert sýni var tekið á en þó nýtt til landnýtingarhluta verkefnisins var skurður þó til staðar en aðrir vankantar voru á. Í mörgum tilvikum, alls 9, var GPS hnitáð á eða rétt við veginn, til að sem flestir punktar nýtist í svona rannsóknum hefði verið sniðugt að nota vegþekju líka inn sem hömlur við gerð punktanna. Að láta punktana ekki ná um 10 m frá vegi gæti verið betri leið til að nýta sem flesta punkta.

Samkvæmt flokkuninni Landnýting\_1 er framræsta landið að langmestu leiti nýtt til úthaga. Þar á eftir kemur nýting í tún og nýting beitts úthaga. Þetta kemur heim og saman við það sem Borgþór Magnússon o.fl. (1989) segja um að mestur hluti

framræstra mýra hér á landi sé nýttur sem óræktaður úthagi. Í flokkuninni Landnýting\_2 hefur graslendi langflesta sýnastaði, hann samanstendur af bæði beittum og óbeittum úthaga. En þó er ræktað land þónokkuð hátt. Rúmlega 55% landsins er nýtt sem úthagi og um 36% sem ræktað land.

Samkvæmt rannsókn Elisabeth Jansen o.fl. (2008) er losun gróðurhúsalofttegunda úr framræstum svæðum háð landnýtingu. Hærri gildi losunar  $N_2O$  og  $CO_2$  eru úr ræktuðu landi en úr úthögum. En þar kemur einnig fram að losun  $CH_4$  er minni úr ræktuðu landi en úthaga.

## 4.2 Hlutfall lífræns jarðvegs

Framræsla hefur mikil áhrif á losun gróðurhúsalofttegunda (Hlynur Óskarsson, 1998b, Jón Guðmundsson og Hlynur Óskarsson, 2005) og skiptir þar höfuðmáli hvort jarðvegurinn sé lífrænn eða ekki, þ.e. losunin verður mest þegar lífrænn jarðvegur er framræstur. Lífrænn jarðvegur er jarðvegur með  $>12\%$  C, jarðvegur með minna hlutfall kolefnis telst steinefnajarðvegur. Til að bæta bókhald okkar til Loftslagssamning SP er mikilvægt að þekkja stærð þess lands sem ræst hefur verið fram, en notast er nú við þá tölu sem Hlynur Óskarsson fann með rannsóknnum sínum á framræstum svæðum á Vesturlandi (1998a). Samkvæmt því hafa  $4500\text{km}^2$  verið ræstir fram á öllu landinu. Einnig er mikilvægt að hafa hlutfall lífræns jarðvegs af heildartölu framræst lands á hreinu, en samkvæmt mínum niðurstöðum reyndist um 86% af jarðveginum lífrænn.

## 4.3 Jarðvegsflokkar

Alls höfðu sex jarðvegsgerðir verið ræstar fram á Vesturlandi samkvæmt mínum niðurstöðum, þær eru; mójörð, svartjörð, votjörð, brúnjörð, glerjörð og gljáajörð. Mójörð var í miklum meirihluta, í yfir 70% tilvika var um þá jarðvegsgerð að ræða. Á Snæfellsnesi voru auk mójardar nokkrir punktar með svartjörð og einn með gljáajörð. Í engum af jarðvegssýnunum á Snæfellsnesi fannst votjörð, enda erum við hér fjarri gosbeltunum. Í Borgarfirði og Mýrum var einnig mest um mójörð, en þónokkuð af sýnum greindust þó sem svartjörð og votjörð, auk sitthvers sýnisins af glerjörð, brúnjörð og gljáajörð. Samanborið við jarðvegskort RALA (Ólafur Arnalds

og Einar Grétarsson, 2001) passar þetta saman, þ.e. mest er um mójörð en þó er gott hlutfall votjarðar og svartjarðar inn á milli. Það kom ekki á óvart að eitthvað af sýnunum reyndust gljáajörð því það er jarðvegur sem algengur er á milli mýra og þurrlandis, einnig mátti ætla að eitthvað að jarðveginum yrði þurrlandisjarðvegur (sbr. brúnjörð og glerjörð) því stundum þarf að fara í gegnum slík svæði til að leiða vatn burt af blautari svæðum. Gljáajörð er ekki talin til endfjallajarðar en hefur þó einkenni hennar auk áberandi votlendisjarðar einkennum afoxunar/oxunar (Ólafur Arnalds og Hlynur Óskarsson, á.á.).

Teknir voru fyrir stærstu jarðvegsflokkarnir þrír, lífræna mómoldin, mójörð og sortujarðirnar tvær, svartjörð og votjörð með tilliti til mismunar í hlutfalli kolefnis í jarðveginum. Mójörð ( $C > 20\%$ ) var með fá gildi yfir 40%, en annars með fremur jafna dreifingu. Gildi yfir 40% teljast mjög há, því með tvöföldum á hlutfalli kolefnis, fáum við hlutfall lífræns efnis í jarðveginum. Svartjörð ( $C = 12-20\%$ ) sýndi jafna tíðni kolefnisinnihalds, en þó virtist vera að meira væri um hærri gildi en lægri, það segir okkur að það er hátt rotnunarstig í jarðveginum og einnig að lítið sé um aðkomuefni í honum. Einungis ellefu sýni greindust sem votjörð ( $C < 12\%$ ) og höfðu þar flest sýnin lágt hlutfall kolefnis. Samkvæmt þessum niðurstöðum má áætla að dreifing lífræns kolefnis innan jarðvegsflokka sé fremur jöfn og marki þannig vel flokkana.

#### 4.4 C:N hlutfall

C:N hlutfall var reiknað til að finna út hvort munur væri milli jarðvegsgerða, og hvort munur væri á hlutfallinu eftir landnýtingu. Það kom í ljós að hlutfallið var lægra í ræktunarlandi en í úthaga. Ræktunarland var með hlutfall upp á 15 en graslendi upp á 17 að meðaltali. Þetta kemur heim og saman um það sem Þorsteinn Guðmundsson (2003) segir, þ.e. að lægra hlutfall sé betra í ræktunarlandi en því hærra sem það er verður landið rýrara og áburðarfrekara og hentar því verr til ræktunar. Mýrar hafa fremur hátt C:N hlutfall, enda er magn lífrænna efna mjög hátt í þeim.

Ef lítið er á breytileika C:N milli jarðvegsgerða má sjá að mójörð er með hátt gildi, svartjörð kemur þar á eftir og því næst votjörð. Niðurstöður fyrir hinar jarðvegstegundirnar þrjár ber að taka með vari, vegna fárra talna sem liggja að baki. En þess ber þó að geta að brúnjörðin var með lágt gildi, en glerjörð og gljáajörð með

hátt. Af því má draga að brúnjörð sé betur til fallin ræktunar en hinar fámennu tvær. Kolefnishlutfall sortujarðanna þriggja auk mójjarðarinnar kemur heim og saman við C:N hlutfall, þ.e. því hærri kolefnishlutfall sem jarðvegsgerðin hefur að meðaltali því hærra C:N hlutfall hefur hún, og hentar þeim mun verr til ræktunar.

## 5. Ályktanir og lokaorð

Samkvæmt Hlyni Óskarssyni (1998a) hefur um 4500km<sup>2</sup> lands verið ræst fram, eða um 50% af áætluðu heildarvotlendi landsins. Ef miðað er við að 86% þessa jarðvegs sé lífrænn má álykta að um 3879km<sup>2</sup> af framræstu landi sé lífrænn jarðvegur, og eigi þar stóran þátt í losun gróðurhúsalofttegunda í andrúmsloftið. Það er þó erfitt að yfirfæra niðurstöður mælinga frá tiltölulega afmörkuðu svæði á heildina, því er frekari rannsókn þarft í öðrum landshlutum til að fá haldbærari niðurstöður á hlutfall lífræns jarðvegs af framræstum svæðum, einnig til að fá betri niðurstöður um landnýtingu framræst lands á Íslandi.

## 6. Heimildaskrá

Ari Trausti Guðmundsson (2007). *Living Earth: Outline of the geology of Iceland*. Reykjavík: Mál og Menning.

Arnþór Garðarsson (1998). Íslensk Votlendi. Í Jón S. Ólafsson (ritstj.), *Íslensk votlendi, verndun og nýting* (bls. 7-27). Reykjavík: Háskólaútgáfan.

Ásgeir L. Jónsson (1975). Engjar og áveitur. Í Arnþór Garðarsson (ritstj.), *Votlendi: Rit Landverndar*; 4 (bls 135-142). Reykjavík: Landvernd.

Birna Sigrún Hallsdóttir, Kristín Harðardóttir & Jón Guðmundsson (2008). *National Inventory Report- Iceland 2008. Submitted under the United Nations Framework Convention on Climate Change*. Reykjavík: Umhverfisstofnun.

Björn Bjarnarson, 1982. Saga vatnsveitinga og framræslu. Í Árni Snæbjörnsson (ritstj.), *Þættir um mýrajarðveg á Íslandi*. Fjölrit Bændaskólans á Hvanneyri 38. (bls 3-7).

Björn Jóhannesson (1960). *Íslenskur jarðvegur- með yfirlitskorti*. Reykjavík: Bókaútgáfa menningarsjóðs.

Blakemore, L.C., Searle, P.L. & Daly, B.K. (1987). *Methods for chemical analysis of soils*. New Zealand Soil Bureau Report 80.

Borgþór Magnússon og Sturla Friðriksson (1989). *Framræsla mýra*. Ráðunautafundur 1989 (bls 141-159).

Elisabeth Jansen, Jón Guðmundsson & Hlynur Óskarsson (2008) *The effects of different land use and different temperatures on the emission of the greenhouse gases nitrous oxide (N<sub>2</sub>O), carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) and methane (CH<sub>4</sub>) from organic soil cores in Iceland*. Fræðaðing Landbúnaðarins 5: 537- 543.

Fanney Ósk Gísladóttir, Sigmar Metúsalemsson & Hlynur Óskarsson (2007). *Áhrifasvæði skurða. Greining með fjarkönnunaraðferðum*. Fræðaðing landbúnaðarins 4: 371-376.

FAO (1998). *World Reference Base for Soil Resources*. World Soil Resources Reports 84. FAO, Rome.

Helgi Hallgrímsson (1975). Hugleiðing um vernd mýrlendis. Í Arnþór Garðarsson (ritstj.), *Votlendi: Rit Landverndar*; 4 (bls. 169-186). Reykjavík: Landvernd.

Hlynur Óskarsson (1998a). Framræsla votlendis á Vesturlandi. Í Jón S. Ólafsson (ritstj.), *Íslensk votlendi, verndun og nýting*. (bls. 121-130). Háskólaútgáfan.

Hlynur Óskarsson (1998b). *Icelandic peatlands: Effects of draining on trace gas release*. Doktorsritgerð frá Institute of Ecology, The University of Georgia, Athens, Georgia, USA.

Hlynur Óskarsson, Ólafur Arnalds, Jón Guðmundsson & Grétar Guðbergsson (2004). *Organic carbon in Icelandic Andosols: geographical variation and impact of erosion*. *Catena* 56 (2004): 225, 238.

Hutchinson, J.N. (1980). *The record of peat wastage in the East Anglian fenlands at Holme Post*. *J. Ecology* 68: 229-249.

IPCC, editor (2003). *Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry*. IGES.

Ólafur Arnalds (2004a). *Hin Íslenska jarðvegsauðlind*. Fræðaðing landbúnaðarins 2004: 94-102.

Ólafur Arnalds (2004b). *Volcanic soils of Iceland*. *Catena* 56: 3-20.

Ólafur Arnalds og Einar Grétarsson (á.á.). Ýmir- Rannsóknaverkefni tileinkað íslenskum jarðvegi. Tekið 24. apríl; af <http://rala.is/ymir/>.

Ólafur Arnalds og Einar Grétarsson (2001). *Íslenskt jarðvegskort. 1:700.000*. Reykjavík: Rannsóknarstofnun landbúnaðarins.

Ólafur Arnalds og Hlynur Óskarsson (á.á.). *Íslenskt jarðvegskort*. Óútgefið rit, en bíður birtingar í Náttúrufræðingnum.

Óttar Geirsson (1975). Framræsla. Í Arnþór Garðarsson (ritstj.), *Votlendi: Rit Landverndar*; 4 (bls. 143-154). Reykjavík: Landvernd.

Maltby, E. & R.E. Turner, 1983. *Wetlands of the world*. Geographic Magazine 55: 12-17

Nygaard, I.J. og Björn Jóhannesson (1959). *Soil Map of Iceland. 1:750 000*. Adapted by the University Research Institute, Reykjavík, from original manuscript by I.J. Nygaard. Prentað af U.S. Geological Survey, en fylgir bókum Björns Jóhannessonar um íslenskan jarðveg.

Steindór Steindórsson (1936). *Um mýragróður á Íslandi*. Náttúrufræðingurinn 6: 134-146.

Steindór Steindórsson (1975). Um Íslenskan mýrlendisgróður. Í Arnþór Garðarsson (ritstj.), *Votlendi: Rit Landverndar*; 4 (bls. 22-41).

Sturla Friðriksson (1973). *Líf og land- Um Vistfræði Íslands*. Reykjavík: Varði.

Umhverfisstofnun (á.á). Rammasamningur Sp um loftslagsbreytingar. Tekið 13. apríl 2009 af; <http://www.umhverfisstofnun.is/althjodlegt-samstarf/samningar/nr/127>.

Umhverfisstofnun (2002a). Loftslagssamningur SP og Kyoto-bókunin. Tekið 13. apríl 2009 af; <http://www.ust.is/Mengunarvarnir/Hnattranmengun/Grodurhusaahrifin/Kyoto-bokunin>.

Umhverfisstofnun (2002b). Útstreymisbókhald- Losun gróðurhúsalofttegunda á Íslandi. Tekið 13. apríl 2009 af; <http://www.ust.is/Mengunarvarnir/Hnattranmengun/Grodurhusaahrifin/Utstreymisbokhald/>.

Þorleifur Einarsson (1991). *Myndun og mótum lands*. Reykjavík: Mál og menning.

Þorsteinn Guðmundsson (1994). *Jarðvegsflokkun FAO með hliðsjón af íslenskum aðstæðum*. RALA Report No. 167.

Þorsteinn Guðmundsson (2003). *Náttúruauðlindin jarðvegur*. Freyr 8/2003: 14-21.



## 7.1. Feltblaðið

PUNKTUR \_\_\_\_\_ DAGS: \_\_\_\_\_ ATHUGANDI: \_\_\_\_\_

1. Dýpt jarðvegssýnis 30 cm Önnur \_\_\_\_\_
2. Dýpt skurðar \_\_\_\_\_
3. Er grafið niður á steinefnajarðveg? Já Nei
4. Þykkt lífræns jarðvegs (ef minni en skurðdýpt): \_\_\_\_\_
5. Uppgröftur til staðar: Já Nei
6. Landnýting (tún, vegaskurður, beitarland o.s.frv.): \_\_\_\_\_
7. Vatn í skurði Já Nei
8. Landhalli hornrétt á skurð minni en 10% meiri en 10%
9. Merkjanlegt rof í skurði Já Nei
10. Þýfi Já Nei
11. Vatnsmettun – vellur vatn þegar þrýst er á ferskt sárið?

Punktur 1	
Vatn í yfirborði	Já Nei
5cm	Já Nei
10 cm	Já Nei
15cm	Já Nei
25cm	Já Nei
30cm	Já Nei

Athugasemdir :

## 7.2. Punktur sem voru ekkert nýttir vegna ónákvæmni í skurðaþekjunni.

<b>Punktur</b>	<b>Vandamál</b>
25M355	Enginn skurður innan 25 m
25M321	Enginn skurður innan 25 m
25M323	Enginn skurður innan 25 m
25M329	Enginn skurður innan 25 m
25M342	Enginn skurður innan 25 m
25M315	Enginn skurður innan 25 m
25M316	Enginn skurður innan 25 m
25M147	Enginn skurður innan 25 m
25M142	Enginn skurður innan 25 m
25M154	Enginn skurður innan 25 m
25M091	Enginn skurður innan 25 m
25M081	Enginn skurður innan 25 m
25M068	Enginn skurður innan 25 m
25M069	Enginn skurður innan 25 m
25M083	Enginn skurður innan 25 m
25M080	Enginn skurður innan 25 m
25M087	Enginn skurður innan 25 m
25M081	Enginn skurður innan 25 m
25M187	Enginn skurður innan 25 m
25M083	Skurður skráður inn sem á
25M364	Skurður skráður inn sem á
25M358	Skurður skráður inn sem á
25M319	Skurður skráður inn sem á
25M362	Mismunur á landnotkun
25M306	Mismunur á landnotkun
25M231	Mismunur á landnotkun

### 7.3. Punktur sem nýttir voru vegna landnýtingarhlutans en ekki í sýnatöku.

*Útlistað er fyrir hvern punkt afhverju sýnataka fór ekki fram.*

<b>Punktur</b>	<b>Vandamál</b>
25M351	Vegkantur
25M352	Vegkantur
25M337	Vegkantur
25M332	Vegkantur
25M333	Vegkantur
25M322	Vegkantur
25M074	Vegkantur
25M163	Vegkantur
25M182	Vegkantur
25M327	Ófært að punkti
25M194	Ófært að punkti
25M126	Byggakur
25M122	Byggakur
25M213	Byggakur
25M205	Byggakur
25M206	Byggakur
25M202	Byggakur
25M058	Uppi á hæð
25M090	Uppi á hæð
25M225	Uppi á hæð
25M082	Lokað svæði hjá Kvíabryggju
25M085	Niðri á strönd
25M215	Moldartekjustaður

### 7.3. Jarðvegssýni, grunnupplýsingar

*N% og C% umreiknuð með tilliti til þurrefnishlutfalls. Einnig er tilgreind landnýting hvers punkts eftir flokkuninni Landnýting\_1 og einnig jarðvegsflokkur hans.*

Ýmir	Punktur	N %	C %	Landnýting_1	Jarðvegsflokkar
4050	25m230	1.067	15.85	Úthagi	Svartjörð
4051	25m229	1.275	22.29	Tún	Mójörð
4052	25m228	1.222	17.12	Úthagi	Svartjörð
4053	25m367	2.144	33.11	Úthagi	Mójörð
4054	25m232	1.787	28.76	Úthagi	Mójörð
4055	25m371	1.960	32.17	Beittur úthagi	Mójörð
4056	25m372	1.874	29.20	Tún	Mójörð
4057	25m233	1.738	26.84	Tún	Mójörð
4058	25m374	1.353	21.81	Tún	Mójörð
4059	25m325	0.913	15.12	Úthagi	Svartjörð
4060	25m324	1.694	26.11	Tún	Mójörð
4061	25m338	1.678	27.14	Tún	Mójörð
4062	25m334	1.935	31.80	Tún	Mójörð
4063	25m305	1.445	22.77	Úthagi	Mójörð
4064	25m307	0.687	7.83	Tún	Votjörð
4065	25m309	0.335	3.91	Tún	Votjörð
4066	25m317	0.307	3.79	Tún	Votjörð
4067	25m310	0.477	6.32	Úthagi	Votjörð
4068	25m330	1.019	12.76	Tún	Svartjörð
4069	25m326	1.379	20.99	Úthagi	Mójörð
4070	25m339	1.471	26.78	Beittur úthagi	Mójörð
4071	25m349	1.462	30.69	Úthagi	Mójörð
4072	25m340	0.046	0.91	Úthagi	Glerjörð
4073	25m344	1.869	27.20	Beittur úthagi	Mójörð
4074	25m348	1.691	24.11	Tún	Mójörð
4075	25m335	1.964	35.81	Úthagi	Mójörð
4076	25m346	1.504	24.49	Tún	Mójörð
4077	25m347	2.129	34.99	Tún	Mójörð
4078	25m435	1.792	34.88	Tún	Mójörð
4079	25m311	2.131	38.51	Beittur úthagi	Mójörð

4080	25m314	1.406	19.79	Beittur úthagi	Svartjörð
4081	25m353	1.775	29.17	Beittur úthagi	Mójörð
4082	25m365	0.979	12.63	Tún	Svartjörð
4083	25m366	1.441	27.53	Úthagi	Mójörð
4084	25m357	0.229	3.11	Úthagi	Votjörð
4085	25m356	0.618	8.52	Akur	Votjörð
4086	25m360	0.209	2.59	Úthagi	Votjörð
4087	25m361	0.521	6.42	Tún	Votjörð
4088	25m359	0.208	3.25	Vegkantur	Votjörð
4089	25m362	1.030	13.53	Beittur úthagi	Svartjörð
4090	25m354	1.544	24.21	Tún	Mójörð
4091	25m350	2.105	39.63	Beittur úthagi	Mójörð
4092	25m341	1.373	24.58	Úthagi	Mójörð
4093	25m336	2.107	37.55	Úthagi	Mójörð
4094	25m191	2.033	36.14	Úthagi	Mójörð
4095	25M209	2.207	39.00	Beittur úthagi	Mójörð
4096	25M210	1.061	19.37	Beittur úthagi	Svartjörð
4097	25m199	2.177	40.15	Úthagi	Mójörð
4098	25m196	2.595	42.19	Úthagi	Mójörð
4099	25m195	2.076	38.23	Beittur úthagi	Mójörð
4100	25m193	2.331	42.82	Beittur úthagi	Mójörð
4101	25m197	1.504	26.13	Úthagi	Mójörð
4102	25m159	1.216	18.25	Tún	Svartjörð
4103	25m165	0.863	11.08	Tún	Brúnjörð
4104	25m308	1.311	22.40	Úthagi	Mójörð
4105	25m302	1.720	25.26	Úthagi	Mójörð
4106	25m184	1.846	31.51	Beittur úthagi	Mójörð
4107	25m190	1.908	34.88	Úthagi	Mójörð
4108	25m212	1.745	29.62	Tún	Mójörð
4109	25m188	2.223	42.17	Tún	Mójörð
4110	25m186	1.971	33.50	Tún	Mójörð
4111	25m189	1.638	30.88	Úthagi	Mójörð
4112	25m217	2.141	42.16	Beittur úthagi	Mójörð
4113	25m220	1.705	28.68	Tún	Mójörð
4114	25m226	1.111	18.59	Úthagi	Svartjörð
4115	25m222	1.911	35.09	Úthagi	Mójörð

4116	25m221	1.779	33.34	Tún	Mójörð
4117	25m224	0.130	2.09	Tún	Votjörð
4118	25m223	1.392	29.08	Úthagi	Mójörð
4119	25m218	1.961	36.57	Beittur úthagi	Mójörð
4120	25m216	0.473	9.33	Beittur úthagi	Votjörð
4121	25m089	0.939	16.08	Úthagi	Svartjörð
4122	25m086	1.888	31.75	Beittur úthagi	Mójörð
4123	25m088	1.575	23.85	Úthagi	Mójörð
4124	25m079	2.548	42.68	Beittur úthagi	Mójörð
4125	25m078	1.123	17.86	Úthagi	Svartjörð
4126	25m073	2.206	33.40	Beittur úthagi	Mójörð
4127	25m070	2.189	38.17	Beittur úthagi	Mójörð
4128	25m065	2.156	44.63	Úthagi	Mójörð
4129	25m066	2.393	47.32	Úthagi	Mójörð
4130	25m084	1.636	29.32	Tún	Mójörð
4131	25m059	2.621	40.45	Tún	Mójörð
4132	25m060	2.391	42.16	Úthagi	Mójörð
4133	25m076	1.390	21.99	Tún	Mójörð
4134	25m064	2.419	42.23	Úthagi	Mójörð
4135	25m067	1.104	19.40	Úthagi	Svartjörð
4136	25m071	2.174	41.99	Úthagi	Mójörð
4137	25m106	1.996	34.94	Tún	Mójörð
4138	25m103	2.692	39.07	Beittur úthagi	Mójörð
4139	25m118	0.289	6.83	Úthagi	Gljáajörð
4140	25m116	1.820	27.95	Beittur úthagi	Mójörð
4141	25m109	1.122	16.61	Beittur úthagi	Svartjörð
4142	25m098	2.069	35.22	Úthagi	Mójörð
4143	25m105	2.326	47.56	Úthagi	Mójörð
4144	25m117	1.077	15.28	Úthagi	Svartjörð
4145	25m113	0.754	14.04	Úthagi	Svartjörð
4146	25m104	1.391	25.79	Úthagi	Mójörð
4147	25m132	1.926	37.49	Úthagi	Mójörð
4148	25m143	1.814	30.55	Beittur úthagi	Mójörð
4149	25m146	1.379	20.07	Tún	Mójörð
4150	25m119	2.492	47.26	Úthagi	Mójörð
4151	25m100	2.452	41.40	Úthagi	Mójörð

---

4152	25m129	1.362	24.11	Tún	Mójörð
4153	25m131	1.807	34.64	Úthagi	Mójörð
4154	25m120	2.389	44.69	Beittur úthagi	Mójörð
4331	25m313	0.839	9.16	Úthagi	Gljáajörð

---