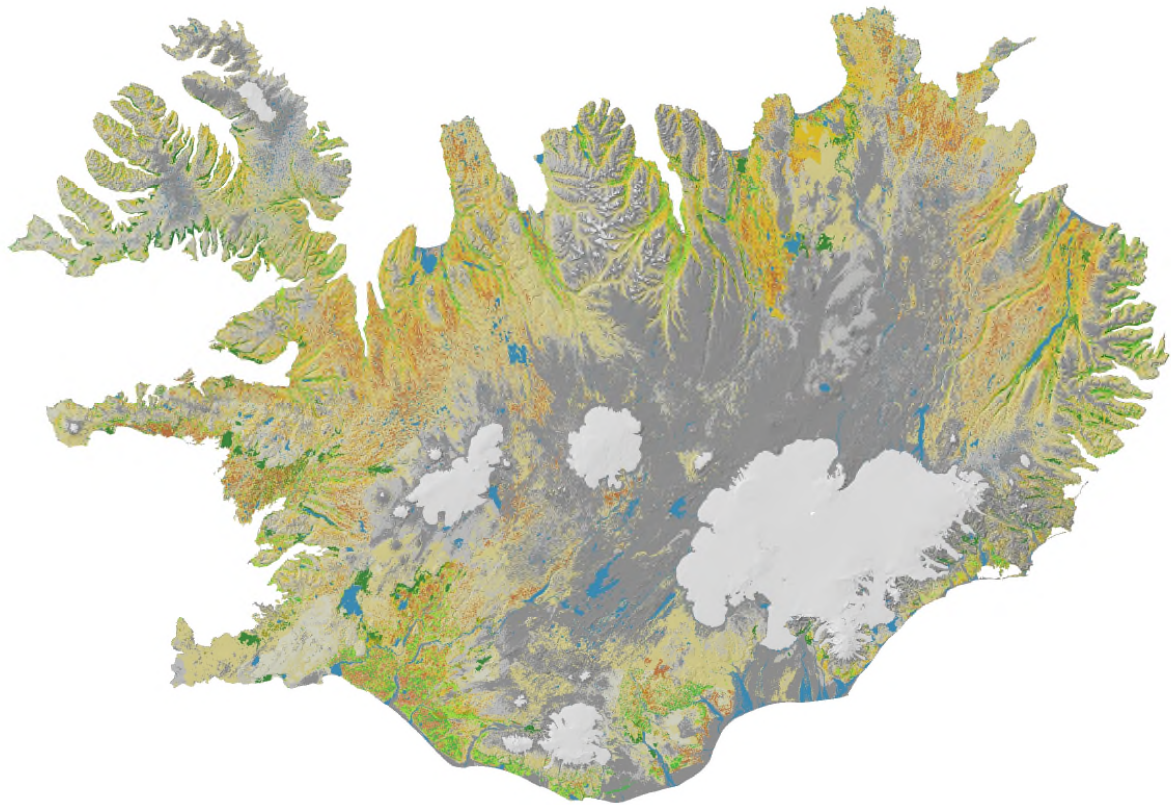


Nytjaland

Fanney Ósk Gísladóttir, Sigmundur Helgi Brink og Ólafur Arnalds



Nytjaland

Fanney Ósk Gísladóttir
Sigmundur Helgi Brink
Ólafur Arnalds

Október 2014

Landbúnaðarháskóli Íslands

Ágrip

Nytjalandsverkefnið miðar að því að gera gagnagrunn með upplýsingum um bújarðir landsins, m.a. m.t.t. landkosta. Viðamestu verkþættirnir voru að afla upplýsinga um gróðurfar og landamerki bújarða. Upplýsingaöflun um gróðurfar miðaði að flokka svæði á grundvelli þess hversu gróskumikil þau væru sem jafnframt gæfi upplýsingar um um ástand lands og beitargildi þess. Upplýsingaöflunin náði til alls landsins, en hún var að mestu gerð með greiningum og flokkun á gervitunglamyndum með fjarkönnunaraðferðum (Remote Sensing). Til stóð að birta gögnin í stafrænni Jarðabók þar sem unnt væri að gera fyrirspurn varðandi bújarðir og fá þar upplýsingar um flest það sem viðkemur jarðareignum. Verkefninu var ekki lokið eins og fyrirhugað var, en rétt þótti að taka saman upplýsingar um það sem gert var. Í þessu riti er gerð grein fyrir aðferðafræðinni við yfirborðsflokkunina og helstu niðurstöðum. Gerð er grein fyrir bakgrunni verkefnisins, hvaða gögn liggja að baki, hvaða aðferðum var beitt og afrakstrinum.

Yfirborðsflokkunin var unnin með tveimur kortlagningarlyklum sem hafa verið samþættir og mynda þannig heildarþekju yfirborðsflokkunar fyrir landið allt. Gögnin hafa verið leiðrétt m.t.t. vatnsyfirborðs eins og það er dregið upp í kortagrunni Landmælinga Íslands og einnig hefur upplýsingum um ræktað land og skóglendi verið bætt í flokkunina.

Gerð er grein fyrir því hversu rétt yfirborðsflokkunin er. Sé aðeins horft til eins af þeim stuðlum sem notaðir eru til að meta hversu vel hefur tekist til með flokkun þá sýnir gæða mat á einstökum myndum sem greindar voru í 12 yfirborðsflokka, að nákvæmni flokkunarinnar var að meðaltali 70%. Þegar öll flokkuðu gögnin höfðu verið samræmd og ýmsum aðfengnum gögnum verið bætt inn, reyndist Nytjalandsmynd með 12 flokkum vera 68% rétt en Nytjalands mynd með 8 flokkum 76% rétt. Gæðaúttektin sýndi að það sem dregur stuðla þessa niður er fyrst og fremst skörun milli flokka sem eru vistfræðilega líkir og hafa ekki skýr mörk í náttúrunni og er árangur sæmilega ásættanlegur miðað við notkun gagnanna til að fá yfirlit um grósku landsins.

Gróskumestu yfirborðsflokkarnir, ræktað land, graslendi, ríkt mólendi, hálfdeigja, votlendi og skóglendi þekja samtals 16 596 km² lands samkvæmt Nytjalandi. Rýrt mólendi og mosa-vaxið land er samtals 28 210 km². Rýrt mólendi og mosavaxið land er ekki uppskerumikið og gróðurþekjan allvíða rofin, en gróður þekur þó í öllum tilvikum meira en helming yfirborðsins. Samtals er gróið land með meira en 50% gróðurþekju í Nytjalandsgögnunum 45 691 km² eða tæplega 45% landsins

Summary

The Agricultural University of Iceland has produced a GIS database with vegetation classification map with relatively good resolution, the so-called *Nytjaland* database (AUI Icelandic Farmland Database). It is aimed to reflect the productivity and land use properties (i.e. for grazing) of the Icelandic vegetation. The AUI Farmland Database land cover (*Nytjaland*) was created based on supervised classification of satellite images. The project was initiated around 2000 but was mostly halted around 2008 due to finance constraints. It uses 10 classes for vegetation in addition to glaciers/snow and open water. Following is a short description of each class, but tabular data for these classes are presented in Table 6.

Cultivated land and hayfields (1690 km²). This category includes all cultivated land including harvested hayfields. Revegetated areas which have been seeded and fertilized belongs to this class, but due to limited vegetation in these areas they are often classified (in the Remote Sensing process) into other classes, dominated by less vegetation.

Shrubs and forests (1823 km². Data from Icelandic Forest Service). This category includes land dominated by willow (*Salix phylicifolia*, *S. arctica* and *S. lanata*) and mountain birch (*Betula pubescens*). Undergrowth consists most often of forbs, grasses and heath vegetation. All forestry also belongs to this category. In the edition, of the *Nytjaland* land cover map, which was prepared in connection with this paper, the classified *Shrubs and forests* were merged into *Rich heathland* class (see below). Forest data from the Icelandic Forest Service were added into the *Nytjaland* data set instead.

Grasslands (2418 km²). Grasslands occur where growing conditions are favorable, with ample soil moisture, commonly in depressions or in toe-slope positions and in the lowland plains. Forbs are often prominent.

Saturated wetlands (3948 km²). The AUI Farmland Database (*Nytjaland*) separates between *saturated* wetlands and *damp* wetlands ('hálfdeigja'), the latter having aquic soils but partial drainage leads to a mixture of plants characteristic of wetlands and species more common within the dryland vegetation classes. The wetland species include *Carex* spp., such as *Carex bigelowii*, *C. lyngbyei*, *C. rostrata*, *C. chordorrhizia*, and *Equisetum* spp. Cotton grass (*Eriophorum angustifolium*) is quite common as is heathland vegetation discussed below.

Damp Wetlands (1787 km²) are wetland areas with partial drainage, often at the margin of the saturated wetlands. Species include *Carex* spp. such as *Carex bigelowii*, *C. nigra*, and *C. vaginata*, *Equisetum* spp. such as *E. arvense* and *E. palustre*, and also *Juncus arcticus*. *Eriophorum angustifolium* is very common. Other species include the grasses such as *Agrostis capillaris*, *Deschampsia caespitosa*, *Festuca richardsonii*, *Luzula multiflora* and heath vegetation. Willow species (*Salix* spp.) and dwarf-birch (*Betula nana*) are common in damp wetlands and sometimes birch (*Betula pubescens*). Ground water level is usually high.

Rich heathland (6439 km²). The Icelandic heathlands have also been termed 'dwarf shrub heath'. They are separated into two classes: rich heathland and poor heathland in the AUI Farmland Database (*Nytjaland*). Rich heathland is dominated by dwarf heathland vegetation, such as dwarf-birch (*Betula nana*), blueberries (*Vaccinium uliginosum*, *V. myrtillus*), crowberries (*Empetrum nigrum*), common heather (*Calluna vulgaris*) and *Arctostaphylos uva-ursi*, but also willow species (*Salix phylicifolia*, *S. arctica* and *S. lanata*). Moss species are also common, such as *Racomitrium* spp. *Rich heathland* also has a significant component of herbaceous plants that are good for grazing, both grasses and forbs. This separates the rich heathland from the poor heathland below.

Poor heathland (24 450 km²). Poor heathland is by far the most extensive vegetated class, covering about ¼ of the country. This class is dominated by the heath species and has usually a large component of moss, such as *Racomitrium lanuginosum*. Good grazing plants are not as abundant as in the rich heathland.

Moss (3293 km²). This vegetation class is dominated by moss species covering more than 50% of the surface. Common moss species include *Racomitrium lanuginosum*, *Racomitrium ericoides*, *Hylocomium splendens* and *Rhytidiadelphus squarrosus*. The land covered with moss has quite low production of green biomass and has limited value for grazing. One of the distinctive characteristics of Icelandic vegetation is the abundance of surfaces covered by moss. Mosses also appear in most other vegetation classes and it is a primary succession vegetation on recent lavas.

Poorly vegetated - half vegetated land (12 922 km²). A large proportion of Iceland is poorly vegetated. This class represent land with scattered vegetation cover (20-50%). It is often isolated hummocks of plants well adapted to these conditions such as *Cerastium alpinum*, *Silene acaulis*, *Armeria maritime*, *Thymus praecox* subsp. *arcticus*. Willow and heath is also common within the vegetation patches or hummocks. Poorly vegetated land occurs within desertified areas, but also at high elevations and areas disturbed by volcanic events and flooding. It occurs also within degraded areas with shallow soils, resulting in rock outcrops where part of the soils have been lost.

Barren land (30 337 km²) is characterized by scattered vegetation cover (0-20%) with the same plants as within the poorly vegetated class. The poorly vegetated and barren surfaces consist of a variety of geologic surfaces, such as sand surfaces, lag gravel, and lavas.

The classification used available multispectral satellite coverage, including Landsat 7 and SPOT 4 and 5. The report describes the classification methods in some detail, but an English version of this text will be published later. It also describes the main problems with this classification, including the high diversity within classes, boundary problems (between vegetation classes and on the ground).

Water information was obtained from the National Land Survey of Iceland, and forest information from the Icelandic Forest Service. Some information about agricultural land has been digitized into the database. The classification is based on 12 100 control points on the ground and it was verified by 6550 verification points. Accuracy (Error Matrix) was about 70%, but much of the mismatch was due to unclear differences between ecologically similar classes, making this level of accuracy acceptable for the purposes of the system. These similar classes include grasslands and agricultural land (hay-fields), poor heathland and half vegetated land, the heathland classes and so on.

Only 70% of Iceland was covered with this classification (termed Nyttjaland N12), but the remaining part of the Iceland (mostly highlands) were classified into fewer categories (Nyttjaland N6) and an upgraded version (N8) has subsequently been developed with 76% accuracy. The Nyttjaland project shows that 45 691 km² of Iceland is vegetated land with >50% cover, with poor heathland being the most abundant vegetation class.

Efnisyfirlit

Ágrip.....	1
Summary	2
Myndaskrá.....	8
Töfluskra.....	10
1. Bakgrunnur.....	11
1.1. Verkefnastjórn og starfsmenn.....	12
1.2. Fjármögnun.....	12
1.3. Tíma og verkáætlun	13
1.4. Hugbúnaður	13
2. Kortlagningaraðferðir	15
2.1. Landfræðileg upplýsingakerfi og gagnasnið	15
2.2. Gervitunglamyndir.....	17
2.2.1. Upplausn og greinihæfni	17
2.2.2. Endurvarp og rafsegulrófið	17
2.2.3. Fjölrása myndir	18
2.3. Fjarkönnun.....	19
2.3.1. Stýripunktar	20
2.3.2. Fjarkönnunaraðferðir.....	20
2.4. Staðfesting kortlagningar.....	23
2.5. Nákvæmni flokkunar með fjarkönnun.....	23
2.6. Einföldun á flokkun	23
2.7. Takmarkanir fjarkönnunar	25
2.7.1. Byggð svæði.....	25
2.7.2. Ræktað land.....	25
2.7.3. Skógrækt.....	26
2.7.4. Vatn	27
2.7.5. Votlendi.....	27
3. Kort og ritaðar heimildir umyfirborðsgerð á Íslandi	29
3.1. Gróðurkort	29
3.2. Gróðurmynd.....	30
3.3. Gróðurkort af Íslandi. Yfirlitskort	30
3.4. Stafrænt gróðurkort af miðhálandi Íslands	31
3.5. Áætlanir og útreikningar á gróðurhulu landsins	31
3.6. Jarðfræði og jarðvegsrof.....	32
4. Nýting Nytjalandsgagnanna	33
4.1. Vottun landnýtingar hjá sauðfjárbændum	33
4.2. Gróðurmörk Íslands	33
4.3. Hlutdeild gróins lands.....	33
4.4. Tengsl landgæða og fjölda búfjár	33
4.5. Landgæði bújarða með tilliti til gróðurfars.....	34
4.6. Gróðurbreytingar völdum framræslu.....	34
4.7. Væntanleg hlutdeild skógræktar á ræktanlegu landi	34
4.8. Ræktun orkuplantna á hálfgrónum og lítt grónum svæðum	35
4.9. Flatarmál Nytjalandsflokka eftir hæð	35

4.10. Greining mikilvægra fugla búsvæða á jaðri norðurheimskautsins þar sem örar landbreytingar eiga sér stað.....	36
4.11. CORINE landflokkun fyrir Ísland	36
4.12. Yfirborðsgerð fyrir stafrænan kortagrunn	37
4.13. Landnýtingargagnagrunnur	38
4.14. Nytjalandsflokkun og byggð svæði	39
5. Mynd- og kortagögn sem nýtt voru við vinnslu Nytjalandsverkefnisins.....	43
5.1. Landsat 7 gervitunglamyndir	43
5.3. SPOT 4 og SPOT 5 gervitunglamyndir	43
5.3. Vankvæði við öflun gervitunglamynda	44
5.4. Myndir sem Nytjalandsflokkunin var unnin eftir	45
5.5. Uppdrættir af náttúrulegu birkilendi og ræktuðum skógum	48
5.6. Vötn, ár og jöklar.....	49
6. Kortlagningarlykill og skilgreiningar yfirborðsflokka	51
6.1. Yfirborðsflokkurinn ræktað land	51
6.2. Yfirborðsflokkurinn kjarr- og skóglendi	52
6.3. Yfirborðsflokkurinn graslendi	52
6.4. Yfirborðsflokkurinn votlendi.....	53
6.5. Yfirborðsflokkurinn hálfdeigja	53
6.6. Yfirborðsflokkurinn ríkt mólendi	54
6.7. Yfirborðsflokkurinn rýrt mólendi	55
6.8. Yfirborðsflokkurinn moslendi	56
6.9. Yfirborðsflokkurinn hálfgróið land	56
6.10. Yfirborðsflokkurinn lítt gróið land	57
6.11. Yfirborðsflokkurinn vatn	58
6.12. Óljós flokkamörk.....	58
7. Aðferðir	61
7.1. Forvinna fyrir flokkun gagnanna	61
7.2. Öflun grunnagna fyrir flokkun	61
7.3. Flokkun gervitunglamynda.....	62
7.4. Yfirferð kortlagningar á vettvangi	63
7.4.1. Athugun á vettvangi	64
7.5. Leiðrétting flokkunar	66
7.6. Uppdráttur af ræktuðu landi	66
7.6.1. Sannprófun á kortlagningu á ræktuðu lands.....	67
7.7. Flokkunarlykill Nytjalands einfaldaður.....	68
7.8. Samþætting Nytjalandsflokka og annarra kortagagna	68
7.8.1. Vatnafar, jöklar og strandlína samræmt gögnum Landmælinga Íslands	69
7.9. Samræming og samsetning 12 flokka flokkunar og 6 flokka flokkunar	70
7.9.1. N8 grunnkort	70
7.9.2. N12 grunnkort	71
7.10. Mat á gæðum Nytjalandsgagnanna.....	72
8. Niðurstöður.....	73
8.1. Flatarmál Nytjalandsflokka og viðbótar landeininga	73
8.1.1. Flatarmál flokka sem flokkuð voru eftir N12 flokkunarlyklinum.....	73
8.1.2. Flatarmál flokka í N12-0 og N12-1 útgáfum Nytjalands	74

8.1.3. Flatarmál yfirborðsflokka í N8 útgáfu af Nytjalandsgögnum	76
8.2. Niðurstöður úttektar á uppdrættinum af ræktuðu landi	77
8.3. Úttekt á gæðum Nytjalandsgögnum	77
8.3.1. Niðurstaða Error Matrix greiningar fyrir afmörkuð svæði sem flokkuð voru í 12 yfirborðsflokka	78
8.3.1.1. Suðvesturland, Error Matrix greining	78
8.3.1.2. Norðvesturland, Error Matrix greining	80
8.3.1.3. Norðausturland, Error Matrix greining	82
8.3.1.4. Suðausturland, Error Matrix greining	83
8.3.1.5. Norður-Þingeyjarsýsla, Error Matrix greining	84
8.3.1.6. Suður-Þingeyjarsýsla, Error Matrix greining	85
8.3.1.7. Eyjafjöll, Error Matrix greining	86
8.3.1.8. Vestfirðir, Error Matrix greining	88
8.3.1.9. Snæfellsnes, Error Matrix greining	89
8.3.2. Samsett mynd af öllum svæðum sem flokkuð voru í 12 flokka, Error Matrix greining	90
8.3.3. Samsettar Nytjalandsgögnum myndir, Error Matrix greiningar	92
8.3.3.1. Samsett N12-0 útgáfa af Nytjalandsgögnum	93
8.3.3.2. Samsett N12-1 útgáfa af Nytjalandsgögnum	94
8.3.3.3. Samsett N8 útgáfa af Nytjalandsgögnum	95
9. Umræður	97
9.1. Gæði fjarkönnunaraðferðanna til að greina milli Nytjalandsflokkanna, N12	97
9.2. Gæði fjarkönnunarflokkunar á einstakra myndum og einstaka yfirborðflokki	97
9.3. Breyting á ám, vötnum, jöklum og snævi þöktum svæðum	100
9.4. Fjarkönnuð skógar svæði samanborið við uppdrátt Skógræktar ríkisins	100
9.5. Fjarkannað ræktarland samanborið við uppdrátt af ræktuðu landi	101
9.6. Mismunur á N12-0 og N12-1 útgáfunum af Nytjalandsgögnum	102
9.7. Gæðaúttekt á samsettri N8 mynd	103
9.8. N12 útgáfa og/eða N8 útgáfa af Nytjalandsgögnum	103
9.9. Samanburður flatarmáls yfirborðsflokka Nytjalandsgögnum við Gróðurkort og Gróðurm... ..	103
10. Framhald verkefnisins	105
Lokaorð	105
Heimildir	106

Myndaskrá

1. mynd. Myndeiningar í rastamynd	16
2. mynd. Greinihæfni gervitunglamynd	16
3. mynd. Endurvarp frá yfirborði jarðar	17
4. mynd. Rafsegulróf	18
5. mynd. Fjölrása gervitunglamynd.....	19
6. mynd. Endurvarp á mismunandi bylgjulengdum	19
7. mynd. Gervitunglamynd og landflokkakort	20
8. mynd. Afmörkun stýrisvæða svæða fyrir stýrða flokkun.....	21
9. mynd. Úttektarpunktar á mörkum tveggja landgerða.....	22
10. mynd. Skuggar í brattlendi	22
11. mynd. Einföldun á flokkuðum gögnum	24
12. mynd. Ásýnd ræktaðs lands á gervitunglamynd	25
13. mynd. Uppgræðsla	26
14. mynd. Ungskógur	26
15. mynd. Mismunandi ásýnd „vatns“	27
16. mynd. Afmörkun stafræns gróðurkorts af miðhálandi Íslands31	
17. mynd. Samanburður á CORINE flokkun og Nytjalandsflokkun	37
18. mynd. Flokkun yfirborðs í kortagrunni Landmælinga Ísland, 2013	38
19. mynd. Framræst svæði afmarkað á grunni Nytjalandsgagna	39
20. mynd. Upplýsingum um afmörkun byggðarinnar á Dalvík bætt inn í Nytjalandsflokkunina	40
21. mynd. Afmörkun þéttbýlis bætt inn í Nytjalandsflokkunina.....	41
22. mynd. Skýjahnoðrar skyggja á landið inn af Þistilfirði.....	44
23. mynd. Landsat 7 myndir sem nýttar voru fyrir Nytjalandsflokkun.....	45
24. mynd. Þekja SPOT mynda sem notaðar voru við 12 flokka yfirborðsflokkunina	46
25. mynd. Þekja SPOT 5 mynda sem notaðar voru við N6 flokkun yfirborðsflokkunina...48	
26. mynd. Mismunandi skráning á vatnafari	49
27. mynd. Hopun jökla á árabílinu 1999 til 2013.....	50
28. mynd. Yfirborðsflokkurinn ræktað land.....	51
29. mynd. Mörk yfirborðsflokksins kjarr- og skóglendi	52
30. mynd. Yfirborðsflokkurinn graslendi	53
31. mynd. Hálandisvotlendi	53
32. mynd. Yfirborðsflokkurinn hálfdeigja	54
33. mynd. Yfirborðsflokkurinn ríkt mólendi.....	55
34. mynd. Yfirborðsflokkurinn rýrt mólendi	55
35. mynd. Yfirborðsflokkurinn moslendi.....	56
36. mynd. Yfirborðsflokkurinn hálfgróið land.....	57
37. mynd. Yfirborðsflokkurinn lítt gróið land.....	57
38. mynd. Mat á gróðurþekju	58
39. mynd. Úttektarpunktur í blandaðri yfirborðsgerð og úttektarp. á flokkamörkum.....	59
40. mynd. Dæmi um breytileika innan landflokks	59
41. mynd. Blöndun banda með misstórar myndeiningar	61
42. mynd. Stýripunktar sem skráðir voru fyrir flokkun	62
43. mynd. Landsat 7 mynd af Suðvesturlandi	62
44. mynd. Dæmi um dreifingu punkta sem notaðir eru til að taka út gæði flokkunar	63
45. mynd. Dreifing úttektarpunkta	64
46. mynd. Úttektarpunktar í blandaðri yfirborðsgerð.....	65
47. mynd. Athugasemdir af vettvangi úttektarstaða.....	67

48. mynd. Uppdráttur ræktaðs lands	67
49. mynd. Gæðaúttekt á uppdrættinum af ræktuðu landi	68
50. mynd. Dæmi um land sem komið hefur undan jökli frá því að flokkunin var unnin.....	69
51. mynd. Strandlína Nyttjalandsgagna samræmd strandlínu Landmælinga Íslands.....	70
52. mynd. Úthagi, eða þurrland gróin svæði samkvæmt N6 flokkun	71
53. mynd. Svæðaskipting flokkunarkerfa, N12 og N6.....	73
54. mynd. Nyttjalandsmýnd, útgáfa N12-1	75
55. mynd. Nyttjalandsmýnd, N8 útgáfa	76
56. mynd. Afmörkun Suðvesturlands og dreifing úttektarpunkta	78
57. mynd. Afmörkun Norðvesturlands og dreifing úttektarpunkta	81
58. mynd. Afmörkun Norðausturlands og dreifing úttektarpunkta	82
59. mynd. Afmörkun Suðausturlands og dreifing úttektarpunkta	83
60. mynd. Afmörkun Norður-Þingeyjarsýslu og dreifing úttektarpunkta	84
61. mynd. Afmörkun Suður-Þingeyjarsýslu og dreifing úttektarpunkta	85
62. mynd. Dreifing úttektarpunkta undir Eyjafjöllum og í Skaftártungu	87
63. mynd. Afmörkun svæðis á Vestfjörðum sem flokkuð voru í 12 flokka og dreifing Úttektarpunkta	87
64. mynd. Dreifing úttektarpunkta á Snæfellsnesi	89
65. mynd. Sameinuð flokkun allra svæða sem flokkuð voru í 12 flokka.....	90
66. mynd. Votlendi sem hefur verið bitið að hluta til	98
67. mynd. Úttektarpunktar á mörkum votlendis og rýrs mólendis.....	99
68. mynd. Úttektarpunktur á áreyri	99
69. mynd. Skekkja í staðsetningu vatna samanborið við SPOT 5 mynd	100
70. mynd. Vísbendingar um aukningu lífmassa á Íslandi á árabílinu 1982 til 2010.....	104

Töfluskrá

Tafla 1. Flatarmál flokka á Gróðurkorti af Íslandi	30
Tafla 2. Flatarmál (km ²) yfirborðsflokka Nyrtjaland skipt niður á 200 m hæðarbil.....	35
Tafla 3. Landsat 7 myndir sem notaðar voru við flokkun Nyrtjaland.....	45
Tafla 4. SPOT 4 og 5 myndir sem notaðar voru við N12 flokkun Nyrtjaland.....	46
Tafla 5. SPOT 5 gervitunglamyndir sem notaðar voru við N6 yfirborðsfl. Nyrtjaland.....	47
Tafla 6. Flatarmál yfirborðsflokka á þeim svæðum sem flokkuð voru samkvæmt N12 Nyrtjalandsflokkuninni	74
Tafla 7. Flatarmál yfirborðsflokka í útgáfum N12-0 og N12-1 af Nyrtjalandi	75
Tafla 8. Flatarmál yfirborðsflokka í N8 útgáfu af Nyrtjaland	76
Tafla 9. Fjöldi úttektarpunkta sem greindist í hvern Nyrtjalandflokk á vettvangi	77
Tafla 10. Error Matrix tafla fyrir Suðvesturland	79
Tafla 11. Samantekt fyrir Error Matrix töflu af Suðvesturlandi.....	80
Tafla 12. Norðvesturland, Error Matrix tafla	81
Tafla 13. Samantekt fyrir Error Matrix töflu af Norðvesturlandi	81
Tafla 14. Norðausturland , Error Matrix tafla	82
Tafla 15. Samantekt á Error Matrix töflu fyrir Norðausturland.....	82
Tafla 16. Suðausturland, Error Matrix tafla	84
Tafla 17. Samantekt á Error Matrix töflu fyrir Suðausturland.....	84
Tafla 18. Norður Þingeyjarsýsla, Error Matrix tafla	85
Tafla 19. Samantekt á Error Matrix töflu fyrir Norður-Þingeyjarsýslu	85
Tafla 20. Suður Þingeyjarsýsla, Error Matrix tafla	86
Tafla 21. Samantekt á Error Matrix töflu fyrir Suður-Þingeyjarsýslu	86
Tafla 22. Eyjafjöll og Skaftártunga, Error Matrix tafla.....	87
Tafla 23. Samantekt á Error Matrix töflu fyrir Eyjafjöll og Skarfártungu	87
Tafla 24. Vestfirðir, Error Matrix tafla.....	88
Tafla 25. Samantekt á Error Matrix töflu fyrir Vestfirði.....	88
Tafla 26. Snæfellsnes Error Matrix tafla.....	89
Tafla 27. Samantekt á Error Matrix töflu fyrir Snæfellsnes.....	90
Tafla 28. Öll svæði sem flokkuð voru í 12 flokka, Error Matrix tafla	91
Tafla 29. Samantekt á Error Matrix töflu fyrir öll svæði sem flokkuð voru í 12 flokka.....	91
Tafla 30. Nyrtjaland í útgáfu N12-0, Error Matrix tafla.....	93
Tafla 31. Samantekt á Error Matrix töflu fyrir útgáfu N12-0	93
Tafla 32. Nyrtjaland í N12-1 útgáfa, Error Matrix tafla	94
Tafla 33. Samantekt á Error Matrix töflu fyrir útgáfu N12-1	94
Tafla 34. Nyrtjaland í N8 útgáfu, Error Matrix tafla	95
Tafla 35. Samantekt á Error Matrix töflu fyrir útgáfu N8.....	95

1. Bakgrunnur

Í riti þessu er greint frá verkefninu Nytjaland sem stofnað var til 1999 með það að markmiði að safna upplýsingum um gróðurfar og bújarðir landsins á stafrænu formi. Verkefnið Nytjaland var rekið af miklum krafti á árunum 2001-2005 en á þeim árum var það kostað af sérstökum lið á fjárlögum. Á þessum tíma var safnað viðamiklum upplýsingum um yfirborðsgerð landsins og jarðamörk bújarða. Verkefninu lauk hins vegar ekki að fullu vegna skorts á fjármagni. Niðurstöður verkefnisins hafa eigi að síður verið notaðar í margvíslegum tilgangi og áfram er haldið við að byggja upp grunninn í tengslum við önnur verkefni. Í þessu riti er gerð grein fyrir aðferðafræði verkefnisins Nytjaland, en slík samantekt hefur ekki legið fyrir áður. Einnig er gerð grein fyrir helstu niðurstöðum verkefnisins.

Hugmyndin með verkefninu Nytjaland var að upplýsingarnar sem allar eru á stafrænu formi, mynduðu eins konar jarðabók með upplýsingar um landkosti dreifbýlisins. Þessar upplýsingar eru m.a. gróðurfar, ástand lands, landamerki og stærðir helstu landeininga. Einnig var hugmyndin að gögnunum tengdust upplýsingar um bústofn á hverjum bæ. Gagnagrunnurinn Nytjaland yrði þá að sumu leiti líkur þeim sem birtur var í Jarðabók Árna Magnússonar og Páls Vídalíns sem gerð var á árunum 1702 til 1714 (Árni Magnússon og Páll Vídalín, 1990). Slíkar upplýsingar eru einnig að hluta að finna í svokölluðum Búkollum en það eru bækur þar sem fjallað er um hvern bæ, t.d. *Byggðir Eyjafjarðar* (Búnaðarsamband Eyjafjarðar, 1973) og *Byggðir og bú Suður Þingeyinga* 1985 (Búnaðarsamband Suður-Þingeyjarsýslu, 1986). Ekki var stefnt að hefðbundinni útgáfu Nytjaland í bókarformi, heldur að gögnin yrðu geymd í landfræðilegum gagnagrunni og þeim síðan miðlað á stafrænu formi eftir þörfum.

Verkefnið Nytjaland miðaði að því að vera upplýsingaveita fyrir þá sem koma að skipulagningu og/eða ákvarðanatöku er varðar landnýtingu og þá sem eru fást við hinar ýmsu umhverfis- auðlinda- og náttúrurannsóknir á Íslandi. Einnig var eitt af markmiðum Nytjalandsverkefnisins að gögnin nýttust bændum til að skipuleggja landnýtingu á bújörðum, s.s. ræktun, friðun, landgræðslu, skógrækt, beit og annað sem bóndinn kann að vera að fást við. Um leið verður til gagnagrunnur sem nýtist beint til upplýsingaöflunar á landsvísu, m.a. vegna upplýsingaskyldu landsins gagnvart alþjóðasamningum og stofnunum á borð við OECD.

Til að unnt væri að birta upplýsingar um einstaka jarðir var nauðsynlegt að afla upplýsinga um jarðamörk og hnitsetja í landupplýsingakerfi. Með því móti var hægt að tengja ýmiskonar upplýsingar við hverja bújörð, s.s. heiti jarðar, landnúmer, ábúendur og fl.. Jafnframt fengist flatarmál hvernar jarðar og unnt yrði að reikna út stærð mismunandi yfirborðsflokka á hverri jörð (Fanney Ósk Gísladóttir og Björn Traustason, 2003).

Skömmu eftir að vinna við Nytjaland hófst var gerður nýr samningur milli ríkisins og sauðfjárnænda (Landbúnaðarráðuneytið, 2003). Í samningnum kom fram nýtt ákvæði varðandi gæðastýringu í sauðfjárnækt sem fól í sér að bændur sem óskuðu eftir því að vera aðilar að gæðastýringunni gerðu ítarlega grein fyrir sinni landnotkun og sýndu fram á að þeir nýttu land á sjálfbæran hátt. Var þeim bændum umbunað með hærri beingreiðslum en ella. Landgræðslu ríkisins var falið að votta landnýtinguna (Alþingi, 2002). Bæði bændur og Landgræðsluna vantaði grunn fyrir sína vinnu og því var ákveðið að miða fyrstu útgáfu af Nytjalandi við að gögnin myndu nýtast bændum við upplýsingagjöf vegna gæðastýringarinnar.

Þessari samantekt er ætlað að gefa bakgrunn fyrir á Nytjalandsverkefnið og lýsa aðferðafræðinni sem liggur að baki yfirborðsflokkunninni. Slíkar upplýsingar hafa ekki legið fyrir og því hefur örlað á misskilningi um eðli, upplausn og notagildi gagnanna. Er það von okkar að rit þetta bæti þar úr.

Við greiningu landsins voru notaðar stafrænar fjölrása gervihnattamyndir, annars vegar bandarískar Landsat myndir en hins vegar evrópskar SPOT gervitunglamyndir. Flokkunarvinnunni fylgdi ákveðin gæðaúttekt sem fólst í samanburði kortlagningar við greinda punkta á jörðu niðri.

Yfirborðsflokkun Nyttjaland hefur verið notuð í mismunandi útgáfum í ýmsum verkefnum og verður stuttlega gerð grein fyrir þeim í 4. kafla. Úrvinnsla á mismunandi útgáfum Nyttjaland leiðir óhjákvæmilega til fráviks á milli þeirra, t.d. á flatarmáli einstakra flokka. Í tengslum við þessa samantekt var gert átak í að betrumbæta gögn og sníða af smávægilega vankanta, m.a. með nýjum upplýsingum sem bætt var inn í Nyttjalandsflokkunina og einnig var flokkun samræmd eftir því sem kostur var. Tölulegar upplýsingar sem hér birtast eru aðeins frábrugðnar þeim yfirlitstölum sem áður hafa verið birtar úr verkefninu. Þetta endurspeglar eðli lifandi gagnagrunna, sem sífellt taka breytingum eftir því sem grunn gögn að aðferðafræði þróast og batna.

1.1. Verkefnastjórn og starfsmenn

Nyttjalandsverkefnið var í upphafi unnið á vegum Landbúnaðarháskóla Íslands (LbhÍ, áður Rannsóknastofnun landbúnaðarins, Rala), Landgræðslu ríkisins, Bændasamtaka Íslands og landbúnaðarráðuneytisins (nú atvinnuvega- og nýsköpunarráðuneyti). Vinnan fór að mestu fram hjá LbhÍ/Rala. Yfir verkefninu var í upphafi stjórn sem í sátu Sigurgeir Þorgeirsson þáverandi formaður Bændasamtaka Íslands, Níels Árni Lund og Björn Sigurbjörnsson (seinna Sveinbjörn Eyjólfsson í hans stað) starfsmenn landbúnaðarráðuneytisins, Sveinn Runólfsson landgræðslustjóri og Þorsteinn Tómasson, forstjóri Rala. Þessi stjórn var virk fram að skipulagsbreytingum í stofnunum landbúnaðarráðuneytis og fram að stofnun Landbúnaðarháskóla Íslands, en þá hafði fjármögnun verkefnisins verið hætt.

Ólafur Arnalds á hugmyndina að verkefninu og lagði hann drög að verkfyrirkomulaginu og stýrði því. Skipting gróðurs í flokka (flokkunarlykillinn) var unnin af hópi plöntuvistfræðinga (Ólafur Arnalds o.fl., 2003), hún tók tillit til flokkunar sem notuð er við gerð gróðurkorta af landinu (Steindór Steindórsson, 1980). Skipting landsins í gróðurflokka með stafrænni tækni af gervihnattamyndum var að mestu unnin af Sigmarí Metúsalemssyni en einnig Einari Grétarssyni. Sigmundur Helgi Brink sá um alla úrvinnslu á síðari stigum, s.s. að samræma flokkuðu gögnin og leiðrétta þau samkvæmt öðrum kortaupplýsingum. Sigmundur útbjó einnig þrjár heildarútgáfur af Nyttjalandi og gerði gæðaúttekt á gögnunum. Aðrir sem unnu að verkefninu voru Fanney Ósk Gísladóttir, Björn Traustason, Íris Anna Karlsdóttir, Bjarki Þór Kjartansson og Bogi Brynjar Björnsson.

1.2. Fjármögnun

Meginfjármögnun verkefnisins byggði á sérstöku framlagi á fjárlögum til Rannsóknastofnunar landbúnaðarins (Rala). Framleiðnisjóður landbúnaðarins styrkti uppbyggingu tækjabúnaðar í upphafi verkefnisins. Þá hlaut verkefnið ennfremur styrki frá verkefni ríkisstjórnarinnar um upplýsingasamfélagið (Forsætisráðuneytið, 2002). Rannsóknastofnun landbúnaðarins og Landgræðsla ríkisins veittu verkefninu margháttadan stuðning. Vegagerðin styrkti verkefnið með hliðsjón af notkunargildi við skipulag vegsvæða og náma. Landmælingar Íslands lögðu til styrk, svo nýta mætti niðurstöður verkefnisins við gerð CORINE gagnagrunnsins fyrir Ísland og fyrir kortagrunn stofnunarinnar (IS50V). Árið 2005 var allur gagnagrunnur Nyttjaland um jarðamörk fluttur til Fasteignamats ríkisins (nú Þjóðskrá) og kom greiðsla fyrir. Jafnframt hætti LbhÍ söfnun upplýsinga um jarðamörk.

1.3. Tíma og verkáætlun

Upphafleg áætlun gerði ráð fyrir að því að 5 starfsmenn gætu lokið verkinu á 5 til 10 árum. Það lá hins vegar fyrir að ákveðinn óvissa var um hversu vel gengi að afla heppilegra gervitunglamynda fyrir verkefnið og hversu langan tíma flokkunarferlið tæki, þar til ásættanlegri nákvæmni væri náð. Undirbúningur verkefnisins Nytjaland hófst veturinn 1999-2000. Þá um sumarið var flokkunarlykillin reyndur á vettvangi og byrjað var að safna stýripunktum (sjá kafla 2.3.1.) á Suðvesturlandi.

Sumrin 2001 - 2006 var bæði safnað stýripunktum fyrir myndir sem átti eftir að flokka og farið yfir úttektarpunktanna (sjá kafla 7.4) á svæðum sem búið var að flokka. Yfir vetrarmánuði var unnið að flokkun og leiðréttingum.

Árið 2007 var búið að flokka um 71% yfirborð landsins í 12 yfirborðsflokka, en þá var ákveðið að flýta flokkunninni og flokka svæði sem þá voru eftir í færri flokka. Þegar þeirri flokkun var lokið var vinnu við Nytjaland að mestu hætt. Meginástæður fyrir þessari breytingu á vinnuferlinu og því að vinnu var hætt, voru niðurfelling á fjárframlagi og starfsmannabreytingar hjá LbhÍ.

1.4. Hugbúnaður

Landupplýsingakerfið og hugbúnaðurinn ArcMap (ESRI, 2014) var nýtt við upplýsingaöflun fyrir yfirborðsflokkunina og varðveislunni gagna. Sá hugbúnaður hefur einnig verið notaður við alla útreikninga (t.d. flatarmál og nákvæmni stuðlar) og landfræðilegar greiningar.

Flokkun gervitunglamynda var unnin með hugbúnaðinum ERDAS Imagine V8.5 (Hexagon Geospatial, 2014).

2. Kortlagningaraðferðir

Hin hefðbundna aðferð við öflun upplýsinga um gróðurfar er að draga útlínur einstakra gróðurlenda á loftmyndir á vettvangi og hnita kortlagninguna inn í tölvu eftir að heim er komið. Kostir þessar aðferðar eru þeir að hægt er að kortleggja mjög nákvæmlega og unnt er að sannreyna vafaatriði jafnóðum. Ókosturinn við þessa aðferð er hins vegar sá að hún er tímafrek og kostnaðarsöm. Til að kortleggja Ísland með þessari aðferð þarf stóran hóp manna og mörg ár, en að þessu markmiði var unnið á Rala um fjöldamörg ár, uns gróðurkorta- verkefnið var flutt til Náttúrufræðistofnunar Íslands. Verkefnið Nyttjaland miðaði við að ná upplýsingum í minni upplausn (færri flokkar gróðurs) og að upplýsingaöflun tæki mun skemmri tíma. Því var ákveðið að beita fjarkönnunaraðferðum með gervitunglamyndum.

Með fjarkönnun er átt við að eitthvað sé kannað úr fjarlægð. Í þessu tilviki var yfirborðsþekja landsins „könnuð“ á gervitunglamyndum og kortlögð með fjarkönnunaraðferðum. Margvíslegum fjarkönnunaraðferðum er beitt við að kortleggja og rannsaka yfirborð jarðar, þar sem mismunandi nemar gervihnatta eru sérhæfðir til tiltekinnar verkefna.

Kostirnir við notkun fjarkönnunaraðferða eru margir. Hægt er að kortleggja stór svæði í einu og því verður kortlagningin fljótvirkari og kostnaður á flatareiningu minnkar mikið. Kortlagningin er kerfisbundin, þannig að einstaklingsbundnar túlkanir sem hætt er við að komi fram við hefðbundna kortlagningu á vettvangi, minnka verulega. Þá er hætt við að kortlagning sem unnin er á mörgum árum verði ekki vel samanburðahæf innbyrðis og alltaf er hætt við að starfsmenn meti athugunarþætti á ólíkan hátt, eftir því sem fleiri koma að verkinu verður breytileikinn meiri. Helstu ókostirnir við vinnslu með fjarkönnunaraðferðum eru þeir að ekki er farið á alla staði til skoðunar og einnig er takmarkað hvað hægt er að greina á milli margra landgerða með gervitunglamyndum.

2.1. Landfræðileg upplýsingakerfi og gagnasnið

Landfræðileg upplýsingakerfi er samheiti fyrir hugbúnað sem er þróaður hefur verið til að geyma og vinna með landupplýsingar. Sérstaða landupplýsinga er m.a. fólgin í því að þær lýsa staðsetningu fyrirbæra. Landupplýsingakerfi hafa tvenns konar gagnasnið, vigurgögn (vector data) og rastagögn.

Þegar vigurskrársniðið er notað til að endurspeglar einhver staðbundin fyrirbæri, þá eru notaðar línur, punktar og flákar og eru það vigrar. Punktar standa fyrir hluti sem ekki hafa mikla útbreiðslu, t.d. hæðarmælipunktur. Línur sýna legu fyrirbæra þar sem breiddin þarf ekki að koma fram, t.d. skurðir. Flákar sýna afmörkuð svæði t.d. tún og felur flákinn í sér flatarmál. Öllum punktum, línum og flákum tengjast eigindatöflur, en eigindi eru upplýsingar í texta eða tölum sem lýsa fyrirbærunum sem vigrarnir standa fyrir. Unnt er að skrá fjölmörg eigindi við hvert fyrirbæri. Á grunni eigindatafla er hægt að gera ýmskonar fyrirspurnir og greiningar er varða landupplýsingarnar.

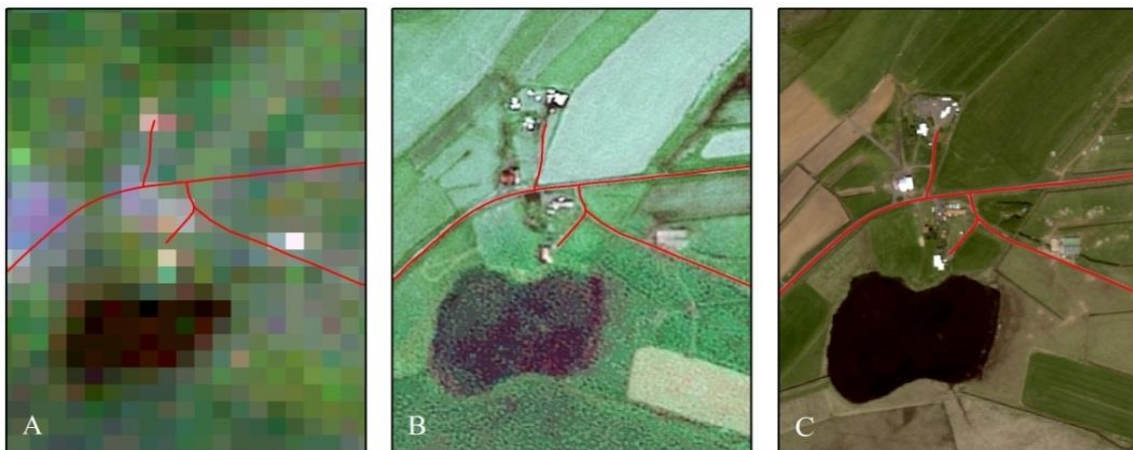
Vigurgögn eru geymd í þekjum. Þekja getur aðeins innihaldið eina gerð af vigrum, þ.e. línur, punkta, eða fláka. Hver þekja geymir þannig upplýsingar um afmarkað efni, t.d. sýnir ein þekja vegi (línu þekja), ein þekja hús (punkta þekja) og ein þekja gróðurfar (fláka þekja).

Rastagögn eða rastaskráarsniðið er eins og allar stafrænar myndir, sett saman af miklum fjölda lítilla ferhyrninga sem kallast myndeyning (pixlar). Hver ferhyrningur er einsleitur, þ.e. á honum er bara ein litur. Tækið sem myndin er í, (myndavél, tölva, nemi) geymir tölulegar upplýsingar um hverja einustu myndeyningu sem í flestum tilvikum segir til um hvernig hún á að vera á litin (sjá 1. mynd). Tölugildið á hverri myndeyningu getur líka geymt upplýsingar um flokk ef um flokkaða mynd er að ræða. Þá stendur eitt tölugildi t.d. fyrir graslendi og annað fyrir skóglendi og hugbúnaðurinn getur þá sýnt okkur þessi fyrirbæri með sitthvorum litnum og unnt er að nota tölugildin til að gera ýmsar greiningar eða fyrirspurnir (úrvinnsla).

Litur er í raun birtingarmynd endurvarpsins sem myndavélin nemur frá þeim fleti sem ferningurinn í myndinni stendur fyrir. Eftir því sem mynddeiningarnar eru fleiri á flatareiningu því meiri er myndupplausnin (sjá 2. mynd).



1. mynd. Myndeiningar í rastamynd. Allar stafrænar rastamyndir eru settar saman úr fjölda ferninga, svokallaðra myndeininga. Hugbúnaður tækisins sem myndin er í, geymir tölulegar upplýsingar um hverja einustu myndeiningu sem hægt er að heimfæra á tiltekin lit eða landflokk. Svæðið innan svarta ferhyrningsins á myndinni til vinstri er sýnt stækkað á myndinni til hægri. Þar má greina einstaka myndeiningu.



2. mynd. Greinihæfni gervitunglamynda. Mikill breytileiki er á stærð myndeininga í gervitunglamyndum. Myndirnar þrjár sýna allar sama svæði og eru í sama mælikvarða. Mynd A er frá Landsat 7 gervitunglinu og er hún hér með 30x30 metra myndeiningum (900 m²). Mynd B er úr SPOT 5 gervitunglinu og er hún hér með 10x10 metra myndeiningar (100 m²). Mynd C er úr WorldView-2 gervitunglinu, sem er með 1,8 m myndeiningar (3,24 m²) (Satellite Imaging Corporation, 2014). Vegir eru sýndir með rauðum línun.

2.2. Gervitunglamyndir

Hver gervitunglamynd er í raun samsetning nokkurra „mynda“ sem allar eru teknar á sama tíma af sama svæði. Slíkar myndir eru kallaðar fjölrása myndir og eru þær teknar á mismunandi sviðum rafsegulrófsins (sjá kafla 2.2.2.). Þessi eiginleiki gervitunglamyndanna gerir það að verkum að þær henta mun betur til kortlagningar en venjulegar ljósmyndir.

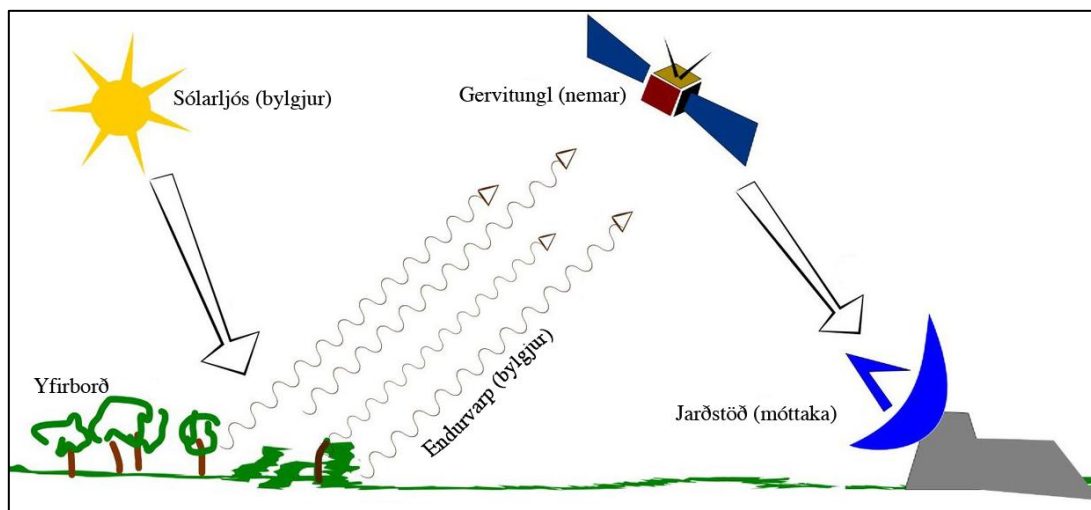
2.2.1. Upplausn og greinihæfni

Í ljósmyndavélum er stærð myndeininga yfirleitt gefin upp sem fjöldi myndeininga bæði lóðrétt og lágurétt sem myndavélin skráir, t.d. 1216x912. Eftir því sem tölurnar eru hærri því meiri er upplausn myndarinnar. Í venjulegri ljósmyndavél er unnt að velja um tiltölulega stórt bil í upplausn. Algengt er að taka mynd með upplausn á bilinu 2000 til 4000 myndeiningar. Í gervitunglamyndum er stærð myndeininga önnur. Þegar fjallað er um stærð myndeininga í gervitunglamyndum þá er almennt talað um greinihæfni myndarinnar. Er þá vísað til stærðar hvernar myndeingar á jörðu niðri, sem gefur jafnframt til kynna lágmarksstærð þeirra fyrirbæra sem hægt er að greina á myndunum. Í gervitunglamyndum er greinihæfnin í besta falli 50 cm þ.e. hver myndeining er 50x50 cm á kant en almennt er upplausnin mikið minni eða frá nokkrum metrum (t.d. Landsat og SPOT) upp í nokkra kílómetra, eins og t.d. í myndum frá veðurtunglum.

Aukin greinihæfni þarf ekki að þýða að gæði fjarkönnunarinnar verði meiri heldur kann mikil greinihæfni að verða til trafala. Sé upplausnin mikil fer skerpan í myndinni, skuggar og aðrir slíkir áhrifaþættir að trufla greininguna. Útkoma úr flokkun verður þá oft á tíðum afar sundurlaus, mikið um stakar myndeiningar og kortið eins konar kraðak kortaeininga.

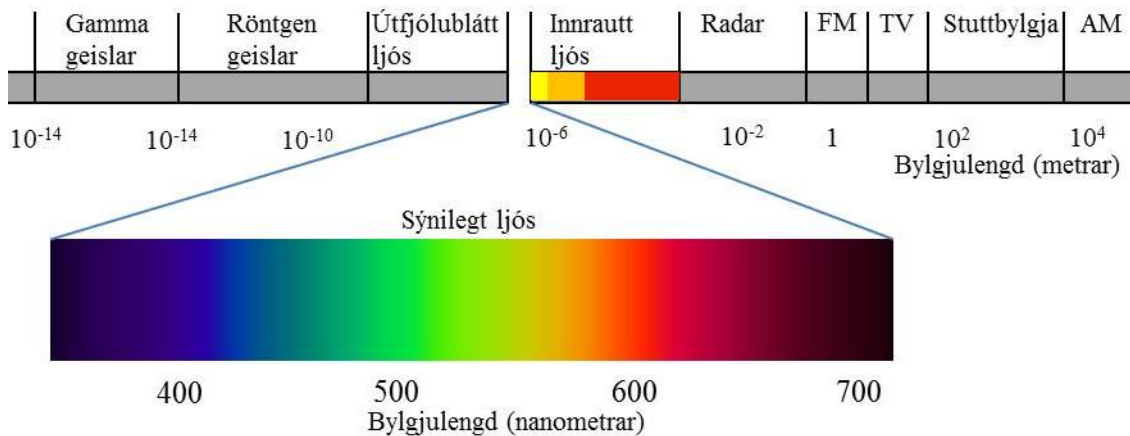
2.2.2. Endurvarp og rafsegulrófið

Ljós (orka) berst frá sólinni með rafsegulbylgjum. Bylgjurnar hafa mismunandi tíðni og bylgjulengd. Þegar bylgjur lenda á yfirborði jarðar „gleypir“ jörðin mikið af þeim en hluti af bylgjunum endurvarpast (sjá 3. mynd). Hversu mikið og hvaða bylgjulengdir endurvarpast ræðst af eðli yfirborðs og ögnum í lofthjúpi á hverjum stað. Vatnsyfirborð endurvarpar t.d. bylgjum á öðru tíðnisviði en gras.



3. mynd. Endurvarp frá yfirborði jarðar. Mismunandi yfirborð endurvarpar bylgjulengdum með mismunandi hætti. Gervitungl nema og skrá endurvarpið og senda það í jarðstöð. Með greiningum á endurvarpsbylgjunum er unnt að flokka yfirborðið sem bylgjurnar komu frá.

Mannsaugað greinir aðeins lítinn hluta þeirra bylgjulengda sem sólin sendir frá sér sem og aðeins hluta þess ljóss sem jörðin endurvarpar. Á 4. mynd er sýnd spönn bylgjulengda sem berast frá sólinni – rafsegulrófið. Sá hluti ljóssins sem maðurinn greinir er sýnilegt ljós. Þó svo að spönnin sem við sjáum sé takmörkuð þá dugar hún til að við sjáum óteljandi líti í því ljósi sem endurvarpast frá umhverfi okkar. Gras gleypir t.d. í sig allar sýnilegar bylgjulengdir nema bylgjur á mjög afmarkaðri bylgjutíðni og endurvarpið eru bylgjurnar sem við sjáum sem grænt ljós. Myndavélar fjarkönnunartungla geta tekið myndir af endurvarpi sem ekki er sýnilegt mönnum.

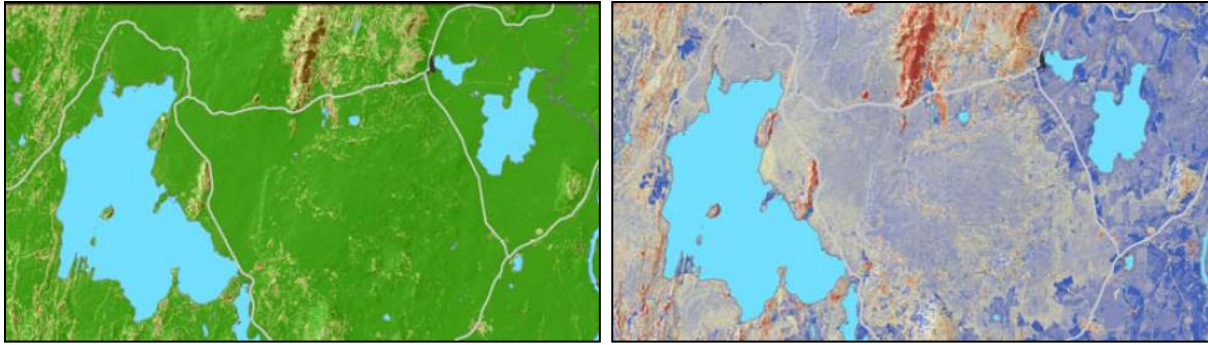


4. mynd. Rafsegulróf. Mannsaugað greinir aðeins lítinn hluta þess ljóss (bylgja) sem sólin sendir frá sér eða endurvarpast frá umhverfinu. Gervitungl taka myndir á mun breiðara sviði innan rafsegulrófsins en mannsaugað greinir. Innrauða hluta rafsegulrófsins er gjarnan skipt í nær-innrautt (hér táknnað með gulu), mið-innrautt og hita-innrautt (hér táknnað með rauðu). Myndir sem teknar eru á innrauða sviði rafsegulrófsins eru þýðingarmestar fyrir gróðurflokkun.

2.2.3. Fjölrása myndir

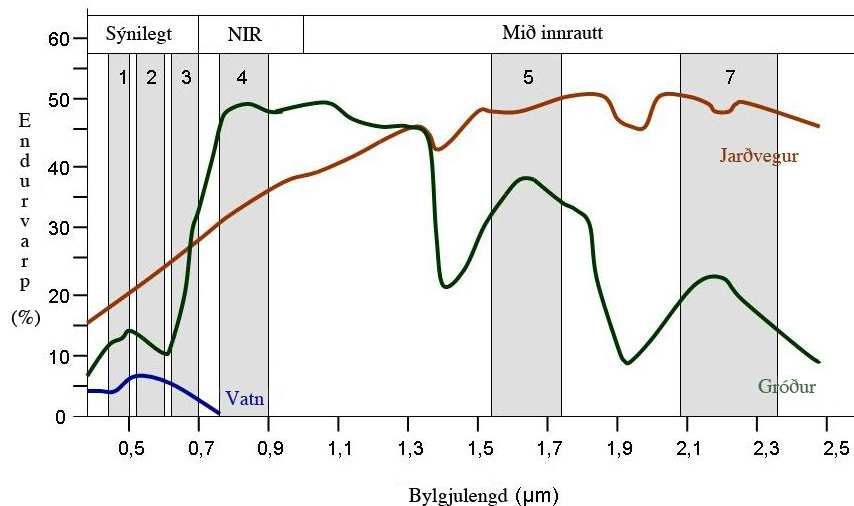
Gervitunglamyndir eru myndaðar af talnaupplýsingum sem namar gervitunglanna skrá og senda til móttökustöðva á jörðu niðri. Í hverju gervitungli eru nokkrir skannar sem nema ljósbylgjur á litlum hluta rafsegulrófsins og þessir hlutar eru alla jafna kallaðir bönd. Hver þessara nema greinir endurvarp og skráir upplýsingar um hverja myndeiningu á hvert band fyrir sig. Þannig fást í raun margar myndir af sama svæði, ein frá hverjum nema, þ.e. á mörgum böndum. Eitt band skráir t.d. aðeins endurvarp bláa ljóssins frá jörðu, annað skráir endurvarp græna ljóssins, þriðja rauða ljóssins, fjórða nærinnrautt ljós, fimmta mið-innrautt ljós o.s.frv. Samstæða af svona myndum eða tölugildum kallast fjölrásamynd.

Myndir sem eru teknar á innrauða sviði rafsegulrófsins eru heppilegar fyrir rannsóknir og flokkun á gróðri því þær endurspeglar í raun magn blaðgrænu á yfirborði jarðar (Muhammad o.fl., 2011). Innrauða sviðið hefur fremur stóra spönn innan rafsegulrófsins. Algengt er að í gervitunglum séu namar sem taka myndir á afmörkuðum hluta þess og er því gjarnan þá skipt upp í nær-innrautt band (short wave), mið-innrautt band (medium wave) og hita-innrautt (long wave) (sjá 4. mynd). Þessum myndum má síðan blanda saman á ýmsan hátt eftir því hvaða upplýsingum er verið að sækjast. Á 5. mynd má sjá dæmi um hvernig unnt er að nota mismunandi bönd til að draga fram breytileika yfirborðsins.



5. mynd. Fjölrása gervitunglamynd. Dæmi um hvernig fyrirbæri á yfirborði jarðar líta misjafnlega út eftir því á hvaða bylgjulengd myndin er tekinn. Þegar verið er að greina milli landflokka er best að nota bönd (staði á rafsegulrófinu) sem endurspeglar landflokkan á ólíkan hátt. Þingvallavatn er blái flöturinn til vinstri á myndunum.

Á sýnilega sviði rafsegulrófsins er oft lítill munur á endurvarpi á milli mismunandi yfirborðsgerða en mun meiri þegar komið er inn á innrauða svið rafsegulrófsins (sjá 6. mynd). Auðveldara er að greina milli landgerða með fjarkönnun ef mikill munur er á endurvarpinu.



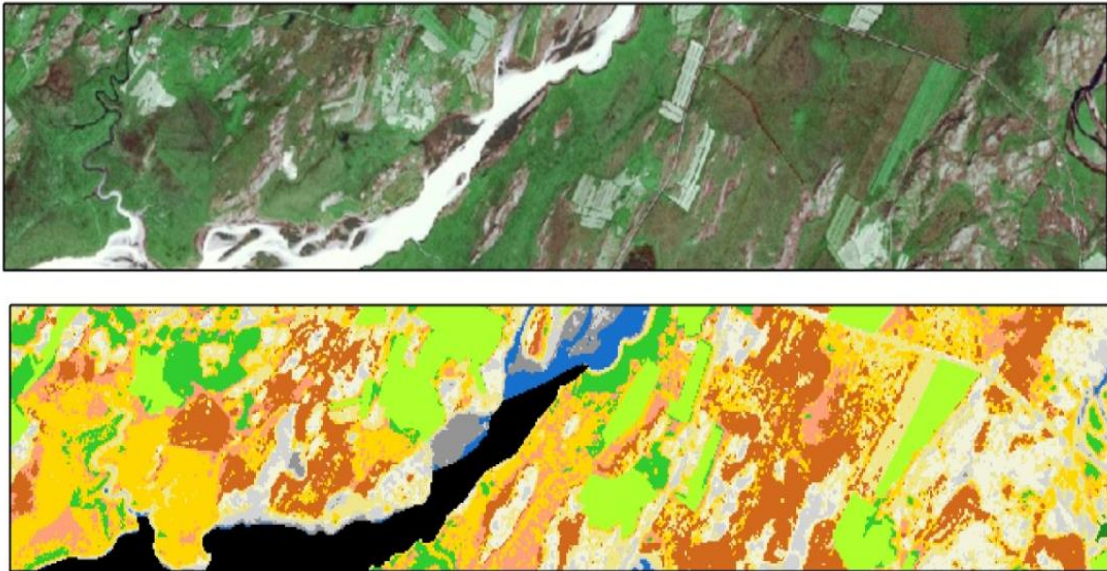
6. mynd. Endurvarp á mismunandi bylgjulengdum. Ferlarnir sýna hlutfallslegt endurvarp þriggja landgerða á mismunandi bylgjulengdum. Súlur 1, 2 og 3 sýna að endurvarp er áþekkt á sýnilega hluta rafsegulrófsins en munurinn eykst á nærinrauða (NIR) og miðinnrauða sviðinu. Er því auðveldara að greina á milli þessara landgerða er kemur inn á innrauða sviði rafsegulrófsins.

2.3. Fjarkönnun

Með fjarkönnun er átt við hvers konar upplýsingaöflun og greiningar úr fjarlægð, þ.e. með fjarkönnunaraðferðum eru fyrirbæri rannsökuð án þess að fara á staðinn. Gervitunglamyndir eru mikið notaðar í þessum tilgangi. Sérstök forrit eru notuð til að vinna úr gervitunglagögnum. Þegar unnið er með gögn á borð við Landsat gervitunglamyndir sem eru með 7 bönd, þarf að líta á gögnin í 7-víðu rúmi til að skoða breytileika á milli banda. Til að gefa hugmynd um gagnamagnið þá getur hvert Landsat band innihaldið 256 endurvarpsgildi fyrir hverja myndeiningu. Ef við skoðum fjölbreytileikann í einni myndeiningu á öllum sjö böndunum, þá eru möguleikarnir til að skrá endurvarpið frá tilteknum stað (ein myndeining) 256^7 eða 72.057.594.037.927.936. Því er við að bæta að hver Landsat mynd hefur 15 x 15 m myndeiningar, þegar búið er að setja svarthvíta bandið saman við fjölrásaböndin og hver

mynd er samsett úr 144 milljón slíkum myndeyningum. Á öllum þessum myndeyningum eru gerðir útreikningar. Úrvinnsla gervihnattamynda krefst því öflugs tölvubúnaðar og flokkunin gat verið ærið tímafrek.

Til að gera landflokkakort er tölugildum hveirrar myndeyningar breytt í annað gildi sem þá táknar tiltekinn landgerðarflokk. Sérhæfður hugbúnaður er notaður til að leita að breytileika í endurvarpi frá yfirborði á mismunandi böndum. Myndeyningar sem hafa áþekk endurvarpsgildi á öllum böndunum eru dregnar saman í flokk (sjá 7. mynd).



7. mynd. Gervitunglamynd og landflokkakort. Á efri myndinni er SPOT 5 gervitunglamynd þar sem hver myndeyning hveirrar rásar hefur 256 möguleika fyrir mismunandi endurvarpsgildum. Á neðri myndinni má sjá landflokkakort af sama svæði. Þar er búið að draga saman áþekk endurvarpsgildi í 12 flokka.

2.3.1. Stýripunktur

Áður en fjarkönnun er notuð til að flokka land er nauðsynlegt að afla upplýsinga um yfirborðsgerð á viðkomandi landsvæði. Þá er farið um það landsvæði sem myndin er af og leitað eftir einsleitum svæðum sem talist geta dæmigerð fyrir þá flokka sem skipta á landinu upp í. Þessi viðmiðunarsvæði eru kallaðir stýripunktur (training data sets) og við hvern punkt eru skráðar upplýsingar um yfirborðsgerð. Nauðsynlegt er að hafa allmarga stýripunkta fyrir hvern flokk (a.m.k. 100) og mikilvægt er að þeir séu dreifðir um myndina og dekki breytileikann innan hvers flokks. Allmikill breytileiki getur verið í einstökum flokkum innan myndar (Swain og Davis, 1978) sem vitaskuld er háð skilgreiningum á hverjum flokki (t.d. hve gróður er flokkaður nákvæmlega). Svo tekið sé dæmi þá getur endurvarp frá votlendi verið talsvert mismunandi á milli svæða. Votlendin eru misjafnlega blaut (m.a. háð árferði), þau eru mis gróskumikil og stundum mis mikið bitin af búfénaði. Birtan og/eða eða rakinn í andrúmsloftinu þegar myndin er tekin getur einnig verið breytileg innan svæðisins sem myndin þekur (Lillesand og Kiefer, 1994) og þar með haft áhrif á endurvarp svæða sem að öðru leiti eru mjög sambærileg.

2.3.2. Fjarkönnunaraðferðir

Aðferðum við að flokka fjarkönnunargögn má skipta í tvennt: i) stýrða flokkun (supervised classification) og ii) sjálfvirka flokkun (unsupervised classification). Þegar stýrð flokkun er notuð er dreginn fláki í kringum valda stýripunkta (training areas). Svæðið sem afmarkað er

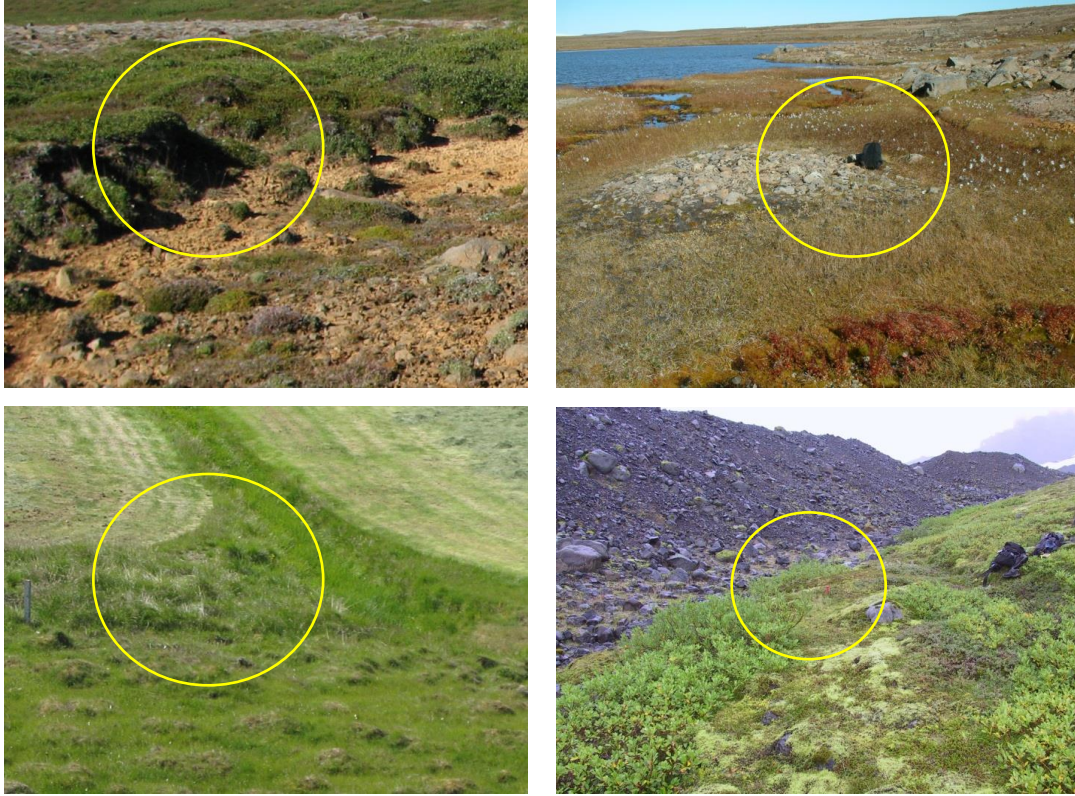
umhverfis hvern punkt þarf að vera tiltölulega einsleitt og dæmigert fyrir hvern tiltekin flokk. Saman verða svæðin sem afmörkuð eru fyrir hvern flokk að endurspeglu flokkinn fyrir alla myndina. Fjöldi fláka fyrir hvern flokk fer m.a. eftir fjölda banda í gervitunglamyndinni og því hversu mikill breytileiki er innan hvers flokks. Gjarnan eru gerðir 8-12 flákar fyrir hvern flokk á hverri mynd sem flokka á og hverjum þeirra gefið nafn t.d. graslendi 1, graslendi 2 o.s.f.v. (sjá 8. mynd. Swain og Davis, 1978). Fjarkönnunarhugbúnaðurinn safnar upplýsingum um merkin á öllum böndunum fyrir þessa reiti og setur þær upplýsingar í svonefnda merkjaskrá (signature file). Þegar allir reitirnir sem á að nota hafa verið merktir inn er sérhæfður hugbúnaður nýttur til að yfirfara alla myndina og ákvarða til hvaða hóps í merkjaskránni hver einasta myndeyning tilheyrir. Þetta er unnt að gera á nokkra mismunandi vegu. Valið var að nota aðferð sem kallast „maximum likelihood“ (Lillesand og Kiefer, 1994). Kostir þeirrar aðferðar eru að reiknaðar eru líkurnar á að einhver tiltekin myndeyning lenti í ákveðnum flokki. Dregnar eru nokkurs konar jafngildislínur í kringum hvern punkt í vettvangsgögnunum sem sýna líkurnar á að ákveðnar myndeyningar flokkist eins.



8. mynd. Afmörkun stýrisvæða svæða fyrir stýrða flokkun. Svæði sem eru einkennandi fyrir hvern flokka eru afmörkuð og merkt. Hugbúnaðurinn leitar að öllum myndeyningum í myndinni sem hafa sambærilegt endurvarp og hinir afmörkuðu reitir og raðar þeim saman í flokka.

Sjálfvirk flokkun byggist á því að flokka gögnin upp í þann fjölda flokka sem notandinn biður um, en ekki er notuð merkjaskrá líkt og í stýrðri flokkun. Þegar notuð er sjálfvirk flokkun eru gögnin til að byrja með flokkuð upp í mun fleiri flokka en endanleg flokkun á að fela í sér, svokallaða grunnflokka. Notandinn velur fjölda grunnflokka, gjarnan 100 til 200 flokka og hann velur einnig hversu mikið hlutfall myndeyninga eiga að vera flokkuð þegar flokkuninni lýkur. Í Nýttjalandsverkefninu var miðað við að 99,5% myndeyninga séu flokkuð við sjálfvirka flokkun, en mjög mikinn tíma getur tekið að ná 100% flokkun. Hugbúnaðurinn fer síðan margsinnis í gegnum gögnin, öll bönd myndarinnar, myndeyningu fyrir myndeyningu. Hugbúnaðurinn endurraðar myndeyningunum í flokkana þar til að nánast hverri myndeyningu hefur verið fundinn staður í grunnflokk með öðrum áþekkingum. Grunnflokkinum er síðan raðað eftirá með tilliti til stýripunktanna í einn af hinum endanlegu flokkum.

Alltaf verða til einhverjir grunnflokkar sem hafa endurvarp nálægt mörkum tveggja eða fleiri af hinum endanlegu flokkum. Það eru t.d. svæði þar sem yfirborðsgerðin hefur einkenni tveggja eða fleiri landgerða (sjá 9. mynd). Til að finna sem réttust mörk er grunnflokkinum sem vafi leikur á hvar raða ber í endanlegan flokk, skipt frekar upp með aðgerð sem sundrar grunnflokkinum (cluster busting) upp í valinn fjölda flokka (10-15). Síðan er farið yfir hvern og einn hinna sundruðu flokka með hliðsjón af stýripunktunum og fundið út í hvern af hinum endanlegu flokkum þeir sundruðu eiga að fara. Þegar öllum grunnflokkinum hefur verið fundin staður í hinni endanlegu flokkun eru allir grunnflokkar innan hvers lokaflokks sameinaðir og úr því verður til flokkuð mynd með þeim yfirborðsflokkum sem eiga að vera á hinu endanlega korti.



9. mynd. Úttektarpunktur á mörkum tveggja landgerða. Myndeining sem tekur yfir tvær eða fleiri landgerðir hefur blandað endurvarpsgildi sem oft er erfitt að heimfæra í tiltekinn flokk.

Eftir að leiðréttingum m.t.t. stýripunkta er lokið er ýmislegt sem þarf að lagfæra frekar. Eitt af því er t.d. að skuggar í fjallshlíðum flokkast stundum sem vatn (sjá 10. mynd). Með því að bera yfirborðsflokkun saman við þrívíddarlíkan má útiloka flokkinn vatn þar sem land hallar verulega (t.d. $>10^\circ$). Þó svo að yfirborði áa halli vissulega þá er yfirborð þeirra í halla sjaldnast það mikið að þær komi fram á landflokakorti með 15 m myndeiningum. Einnig er farið yfir flokkuðu gögnin og skoðað hvort ský eða skýjaskuggar hafi truflað flokkun og ef svo er þarf að útiloka þau svæði.



10. mynd. Skuggar í brattlendi. Skuggar í bröttum hlíðum hafa oft áþekkt endurvarp og stöðuvötn. Unnt er að greina þar á milli með því að útiloka yfirborðsflokkinn vatn þar sem landi hallar. Ólafsfjarðarvatn er dökki flöturinn á miðri mynd. Í norðvestur hlíð fjallanna er skuggi sem er áþekkur á litinn og vatnið og fjörðurinn.

2.4. Staðfesting kortlagningar

Að lokinni flokkun og leiðréttingum er nauðsynlegt að sannreyna kortlagninguna. Það er gert með því að tölva er látin dreifa lagskiptum punktum (stratified random sampling points) (Congalton og Green, 2009) sem valdir eru með slembiúrtaki yfir allt svæðið sem kortlagt var. Með þessari aðferð fá þeir gróðurflokkar sem mest flatarmál hafa flesta athugunarpunktana, en minnstu gróðurflokkarnir fá fæsta. Þetta er gert til að tryggja að alltaf fáiast marktækur fjöldi athugunarpunkta þó einhver flokkur hafi litla útbreiðslu á einverju svæði. Þumalputtareglan varðandi fjölda úttektarpunkta er sú að ef hið flokkaða svæði er um eða yfir 4000 km² og/eða flokkarnir eru 12 eða fleiri þá þykir æskilegt að hafa úttektarpunktanna á bilinu 75 til 100 fyrir hvern flokk (Congalton og Green, 2009). Fjölda athugunarpunkta í hverjum landflokki er þó hægt stýra, t.d. á þann hátt að mikilvægir flokkar fái fleiri og minna mikilvægir eða auðgreinanlegir flokkar s.s. vatn og snjór fá færri.

Ein Landsat mynd er ríflega 8 sinnum þessi viðmiðunarstærð og flokkarnir 12, þannig að ef fara ætti eftir þessari reglu þá þyrftu að lágmarki að vera 6600 úttektarpunktar á landsvæði sem ein Landsat mynd tekur yfir.

Niðurstaða úttektarinnar er nýtt við lagfæringu flokkunarinnar og einnig við útreikninga á því hversu rétt kortlagningin er (sjá kafla 7.4. og 8.3.).

2.5. Nákvæmni flokkunar með fjarkönnun

Ýmsar aðferðir hafa verið notaðar til að meta nákvæmni kortlagningar með fjarkönnunar- aðferðum (sjá t.d. Giles M. F., 2002; Giles og Atkinson, 2002). Ein af algengari aðferðum er svokölluð Error Matrix (eða Confusion Matrix) greining. Hugbúnaðurinn ber saman niðurstöður úttektarpunktana sem greindir voru á vettvangi í Nytjalandsflokka og nákvæmlega sama svæði í flokkuðu myndinni og skilar töflu (cross-tabulation) sem skilgreinir hversu margir punktar flokkast rétt og jafnframt í hvaða flokk staðurinn flokkast ef hann er rangt flokkaður. Með þessu móti er auðvelt að sjá ef einhver kerfisbundin villa er til staðar og einnig hvaða flokkar eru oftast að ruglast saman (Congalton and Green, 2009). Hægt er að reikna út úr töflunni ýmsa stuðla sem eru mælikvarðar á hversu rétt hver flokkur er og/eða myndin í heild. Stuðlarnir sem um ræðir eru: a) **User object accuracy** sem skýrir líkurnar á því að tilviljunarkennt valin punktur á korti sé í sama flokki og hann flokkast á vettvangi. b) **Producer accuracy** skýrir frá líkum þess að tilviljunarkennt valinn punktur á vettvangi falli í réttan flokk á korti. c) **Mean accuracy** skýrir að hve miklu leyti flokkun fellur á milli User object accuracy og Producer accuracy. d) **Proportion Correctly Classified** (heildar-nákvæmni) stuðullinn er hlutfallslegur fjöldi athugunarpunkta sem eru rétt kortlagðir. Hann er reiknaður út með því að taka meðaltal af rétt kortlögðum punktum í hverjum flokk og deila í heildarfjölda úttektarpunkta (Lillesand og Kiefer, 1994).

Viðunandi þykir að 85% úttektarpunkta séu réttir. Það er sambærilegt við það sem næst með öðrum kortlagningar- aðferðum. Sé meiri nákvæmni krafist þá fylgir því hlutfallslega mikið meiri vinna og þar með kostnaður (Anderson, o.fl., 1976).

Fjarkönnunargögn má í mörgum tilvikum bæta ef fyrir hendi eru gögn sem talin eru réttari.

T.d. ef fyrir hendi eru kortagögn fyrir vatn sem unnin hefðu verið með meiri nákvæmni mætti bæta þeirri kortaþekju inn í flokkuðu þekjuna þannig að þau gögn yfirtækju upplýsingarnar í flokkuðu myndinni. Á þetta að sérstaklega við um flokka sem einhverra hluta vegna flokkast ekki vel með þeim aðferðum sem notaðar eru.

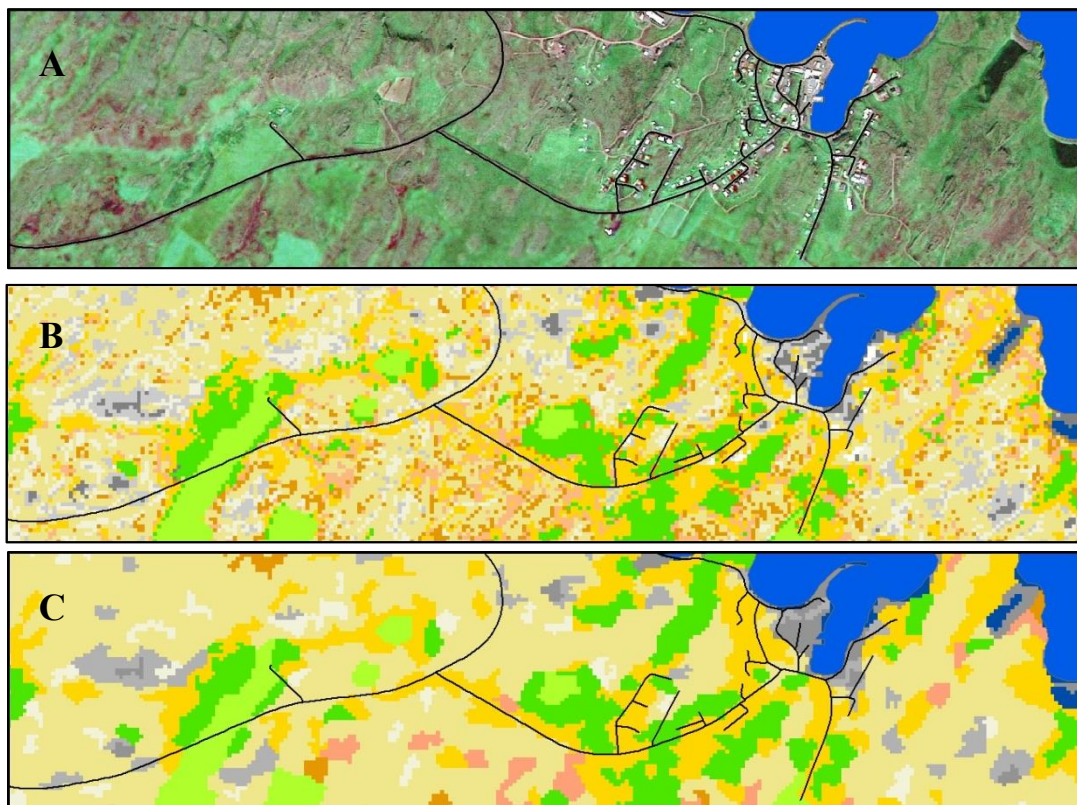
2.6. Einföldun á flokkun

Á svæðum þar sem yfirborðsgerðin er fjölbreytileg getur nokkrum flokkum ægt saman á fremur litlu svæði. Mikil greiniehæfni í gervitunglamyndum (þ.e. minni myndeyningar) hefur

einnig í för með sér meiri sundrung en ella. Aukinni upplausn fylgir meiri skerpa og þá fara atriði eins og skuggar af mishæðum að hafa áhrif á endurvarpið og þar með flokkunina. Ein heyrúlla út á túni getur breytt endurvarpi þeirrar myndeyningar sem hún er í, þannig að myndeyningin flokkast í einhvern óskyldan flokk. Útkoman verður þá oft á tíðum afar sundurlaus þar sem mikið er um stakar myndeyningar (sjá 11. mynd).

Til að kort verði heilsteyptara og sýni betur hvaða yfirborðsflokkur eða flokkar eru ríkjandi á hverjum stað er hið flokkaða kort gjarnan einfaldað með ákveðnum stafrænum aðgerðum (Post-classification processes) sem útiloka stakar myndeyningar og svæði þar sem mörgum flokkum grúir saman (Lillesand og Kiefer, 1994). Fyrst þarf að skilgreina hver skuli vera minnsta kortaeining í lokakortinu. Með hugtakinu minnsta kortaeining er átt við hversu lítið svæði (hversu fáar myndeyningar) á kortinu megi standa stakt á hinu endanlega korti. Ef endanlegt kort á að vera í stórum mælikvarða þá er valið fyrir lægri fjölda myndeyninga en ef kortið á að vera í litlum mælikvarða (Anerson o.fl., 1976).

Við flokkun á hluta þeirra mynda sem notaðar voru í Nytjalandi voru aðgerðirnar „clump“ og „eliminate“ notaðar (aðgerðir í ERDAS IMAGINE hugbúnaðinum. Hexagon Geospatial, 2014). „Clump“ aðgerðin felur í sér að hugbúnaðurinn fer yfir hina flokkuðu mynd og merkir eða bindur saman aðliggjandi myndeyningar sem eru með sama gildi. Skipunin „eliminate“ breytir síðan gildum allra myndeyninga sem ekki tengjast tilgreindum fjölda aðliggjandi myndeyninga sem hafa sama gildi, í það gildi sem algengast er í kringum viðkomandi myndeyningu (Al-Ahmadi og Hames, 2009). Eftir stendur þá mynd eða kort þar sem tiltekin lánmarksfjöldi af eins myndeyningum stendur saman (sjá 11. mynd).



11. mynd. Einföldun á flokkuðum gögnum. Mynd A er SPOT 5 gervitunlamynd af Djúpavogi og nágrenni. Mynd B sýnir hvernig svæðið flokkaðist og mynd C sýnir hvernig aðgerðirnar „clump“ og „eliminate“ einfalda flokkunina, þannig að hver kortaeining er að lánmarki 10 myndeyningar (2250 m^2). Vegir eru sýndir með svörtum línunum.

2.7. Takmarkanir fjarkönnunar

Það er tiltölulega auðvelt að greina milli ólíkra landgerða s.s. vatns og gróins lands, en víða eru mörk milli landgerða ekki augljós í náttúrunni og veldur það stundum vandkvæðum við flokkun með fjarkönnun.

2.7.1. Byggð svæði

Byggð svæði og önnur svæði sem hafa manngert yfirborð, s.s. vegir, flugvellir og bryggjur er oft erfitt að flokka með aðferðum fjarkönnunar, nema upplausn myndanna sé því meiri. Svæði með engum gróðri eru að vísu mjög auðþekkt á gervitunglamyndum og þau flokkast þá með öðru ógrónu landi. Byggð svæði eru heldur flóknari í flokkun, því byggingarnar sjálfar flokkast eðlilega sem ógróið land en umhverfis byggingarnar er oft mikill gróður. Þar sem flokkunin byggir á myndum með myndeiningar allt að 15 m á kant verður ávallt mikið um „blandaðar“ myndeiningar á byggðum svæðum. Nema gervitungla nema þá endurvarp frá myndeiningu sem er e.t.v. að hluta til húspak og að hluta til gróskumikill garðagróður. Slíkt merki gefur ekki rétta mynd. Við þróun Nyttjalandsverkefnisins var frá upphafi gert ráð fyrir að þéttbýl svæði yrðu aðgreind á annan hátt.

Í dreifbýli þar sem byggingar taka hlutfallslega mun minna pláss eru byggingar flokkaðar með öðru landi. Byggingar á sveitabæ eða frístundahús taka sjaldnast yfir nema mjög fáar myndeiningar á hverjum stað. Í kortlagningu með fjarkönnunargögnum er yfirleitt ekki verið að vinna með svo stóra mælikvarða að ástæða sé til að leiðrétta slíkar villur. Í tilfellum þar sem gerðar eru einfaldanir á flokkun eftir á (sjá kafla 2.6.), þannig að stakar myndeiningar eru látnar sameinast þeim flokki sem algengastur er kringum þær, hverfa margar „villur“ sem eru tilkomnar vegna mannvirkja í dreifbýli.

2.7.2. Ræktað land

Ræktað land sendir frá sér mismunandi endurvarp eftir því hvar það er stutt í ræktunarferlinu þegar myndin er tekin. Spilda sem plægð er að vori og sáð er í kemur fram sem lítt gróið land fram eftir sumri. Eftir því sem gróðurinn vex á akrinum breytist endurvarpið. Endurvarpið breytist svo aftur skyndilega þegar svæðið er uppskorið. Misjafnt er hvenær tún og akrar eru uppskornir og því er erfitt að leiðrétta fyrir þessu við flokkunina. Þ.e.a.s. á sömu mynd geta verið ræktað svæði með mjög ólíku endurvarpi, allt frá nánast ógrónu í mjög vel gróin svæði (sjá 12. mynd).



12. mynd. Ásýnd ræktaðs land á gervitunglamynd. Ræktað land er ólíkt ásýndar eftir því hvar það er stutt í ræktunarferlinu. Endurvarpið frá ræktaðu landi er einnig mjög mismunandi og því oft erfitt að greina það saman í flokk með fjarkönnunaraðferðum.

Uppgræðslur teljast sem ræktað land samkvæmt Nytjalandsflokkun, enda er þar um ræktun að ræða. Uppgræðslusvæðin eru hins vegar ólík flestu öðru ræktarlandi þar sem jarðvegur er allan jafnan rýr og gróðurframleiðni svæðanna er oft takmörkuð (sjá 13. mynd). Gróðurþekja á uppgræðslusvæðum er heldur ekki alltaf samfelld. Endurvarp frá lúpínu sem einnig er algeng á uppgræðslusvæðum er aftur á móti allt öðruvísi og líkari ríku mólendi eða graslendi.



13. mynd. Uppgræðsla. Uppgræðslur teljast til ræktað lands samkvæm Nytjalandsflokkun, en vegna þess hve endurvarp blaðgrænu er takmarkað frá slíkum svæðum í upphafi landgræðsluadgerða flokkuðust uppgræðslusvæðin gjarnan sem hálf gróið land eða rýrt mólendi.

2.7.3. Skógrækt

Allmörg ár líða frá því að plantað er í land þar til trjáplönturnar fara að hafa áhrif á endurvarpið frá skógræktarsvæðinu. Hversu langt þetta tímabil er fer þó að nokkru eftir því hvaða gróður var á svæðinu þegar plantað var. Breyting á endurvarpi kemur fyrir fram ef landið var lítið gróið þegar útplöntun fór fram. Skógræktarsvæði með litlum trjáplöntum flokkast því fyrstu árin eða áratuginn eftir plöntun í þann flokk sem landið var í áður en pantað var í það (sjá 14. mynd).



14. mynd. Ungskógur. Allmörg ár líða frá því að trjáplöntun á sér stað þar til trjáplönturnar fara að breyta endurvarpinu það mikið að landið flokkist sem skógur. Þetta land flokkaðist sem graslendi í Nytjalandsflokkun.

2.7.4. Vatn

Ætla mætti að það væri engum vafa undirorpið hvaða svæði ættu að flokkast sem vatn. Vissulega er það svo í flestum tilvikum en alls ekki öllum. Til að mynda er vatnshæð í ám og vötnum oft breytileg. Leysingafarvegir þorna þegar snjór er farinn og margar tjarnir þorna upp er líður fram á sumarið eða þegar tíðarfar hefur verið þurrt. Það getur því verið árstíðabundið og jafnvel dagaspursmál hvort vatn þeki tiltekið land eða ekki (sjá 15. mynd). Gróður í grunnnum tjörnunum hefur líka áhrif á endurvarpið og því ekki víst að sjálfvirka greiningin flokki slíka tjörn sem vatn því merkið getur verið einhverstaðar á milli þess að vera vatn og gróið land (sjá 15. mynd, C). Í flóum eða mjög blautu landi eru skilin milli vatns og þess sem flokkað var sem votlendi ekki skýr (sjá 15. mynd, C).



15. mynd. Mismunandi ásýnd „vatns“. Ekki er í öllum tilvikum ljóst hvar draga eigi mörk vatns og þurrlandis. A: Breytilegur árfarvegur. B: Þurr tjarnarbotn. Tjarnir þorna og vaknar þá spurning um hvort flokka eigi vatnsbotninn sem vatn eða ógróið land. C: Gróður í tjörn. Tjarnir með miklum gróðri skera sig ekki vel frá votlendinu við fjarkönnun. D: Flói. Í flóa flýtur vatn gjarnan yfir grassverðinum. Í Nytjalandi er flói flokkaður sem votlendi en ekki vatn.

2.7.5. Votlendi

Breytileg vatnsstaða hefur líka áhrif á flokkun votlendis. Ef tíðarfar hefur verið mjög þurrt vikurnar áður en myndin var tekin getur það skilað sér í því að votlendi flokkast minni en ella. Land sem réttilega ætti að flokkast sem votlendi lendir í flokknum hálfdeigjur og eitthvað af raunverulegum hálfdeigjum lendir í mólendi. Þetta má að hluta til leiðrétta eftirá, þ.e. með því að færa mörkin milli flokkana til með tilliti til niðurstaðna eftir að tekið hefur verið tillit til úttektarpunktanna.

3. Kort og ritaðar heimildir umyfirborðsgerð á Íslandi

Kort eru í grunnin einföldun á raunveruleikanum og er endurspeglun hans á korti mjög breytilegur og háður ýmsum þáttum. Ólíkar forsendur eru fyrir hverri kortlagningu og eru kortlagningarlykill og/eða flokkar kortsins ákvarðaðir og skilgreindir m.t.t. þeirra. Forsendurnar sem um ræðir eru m.a. tilgangur korts, þ.e hvaða upplýsingum er því ætlað að veita og hverjum er kortið ætlað. Grunn gögn kortlagningar skipta gríðarlega miklu máli og geta þau verið af ýmsum toga, svo sem loftmyndir, gervitunglamyndir, kortlagning á vettvangi, munnlegar heimildir o.s.frv. Úrvinnsla gagnanna, hugbúnaðurinn og síðast en ekki síst hvernig og hvenær öflun grunnagna átti sér stað, hefur mikla þýðingu fyrir hina endanlegu niðurstöðu.

Veigamikill þáttur í allri kortlagningu snýr að flokkunarlyklum, þ.e. flokkum og skilgreiningum þeirra. Flokkaheiti geta verið þau sömu á tveimur kortum og skilgreiningar áþekkar, en það er ekki þar með sagt að þær kortaeningar sem flokknum tilheyrja séu þær sömu á báðum kortunum. Mikilvægt er að staðla vinnuaðferðir þannig að allir sem að kortlagningunni koma meti þá þætti sem verið er að flokka á sama hátt. Það á t.d. við um hvernig er skorið úr um vafaatriði t.d. þegar landspilda getur tilheyrt meira en einum flokki, hversu stórt þarf svæði að vera til þess að það sé dregið inn sem sérstök landeining eða hversu stórt svæði má vera innan fláka án þess að vera afmarkað sérstaklega, t.d. melkollur í mólendi. Öll þessi atriði taka svo mið af mælikvarða kortsins eða með öðrum orðum; hvert hlutfallið er á milli raunveruleikans og þeirra fyrirbæra sem settir eru á kortið. Á korti í litlum mælikvarða (t.d. > 1:100 000, einn cm á korti jafngildir einum km á jörðu) er raunveruleikinn í öllum tilfellum verulega einfaldaður. Slíkt kort þarf hins vegar ekkert að vera verra, en kort í stórum mælikvarða (t.d. 1:10 000, þ.e. einn cm á korti jafngildir 100 metrum á jörðu). Það sem hér skiptir mestu máli er að upplýsingarnar eru í flestum tilfellum ekki sambærilegar og gerir það allan samanburð varhugaverðan.

Samanburður korta sem unnin eru á ólíkan hátt, í mismunandi tilgangi og í mismunandi mælikvarða, getur gefið vísbendingar um það sem er líkt eða ólíkt, en í öllum tilvikum verður að taka tillit til þeirra forsenda sem að baki liggja. Það sem einnig gerir allan samanburð vafasaman er að ekkert gæðamat hefur farið fram á þeim kortum sem geyma upplýsingar um yfirborðsgerð landsins. Gæðamat felur í sér úttekt og tölfræðilegan útreikning á því hversu vel kortaupplýsingarnar samræmast raunveruleikanum. Þegar það liggur ekki fyrir þá er ekki hægt að segja að eitt sé réttara, betra eða stærra.

Þegar farið var að stað með Nyttjaland var eitt megin markmiðið að afla nýrra og ítarlegri upplýsinga um grósku og nýtingarmöguleika landsins. Það markmið gekk eftir, en gildi þeirra korta sem fyrir lágu hefur þó ekkert minnkað. Upplýsingagildi þeirra er bara af öðrum meiddi.

Þau kort er tilgreina gróðurfar eða yfirborðsgerð landsins alls eiga það öll sameiginlegt að vera í tiltölulega litlum mælikvarða. Kort í stærri mælikvarða eru svæðisbundinn og þekja afmörkuð svæði.

3.1. Gróðurkort

Árið 1955 var hafist handa við að gera gróðurkort af landinu. Upphaflegt markmið kortlagningar var gagnaöflun fyrir mat á beitargildi úthagagróðurs (Ingvi Þorsteinsson, 1978). Markmið gróðurkortlagningarinnar hafa breyst í áranna rás og taka nú meira mið af almennri heimildarsöfnum um gróðurfar landsins (Guðmundur Guðjónsson, 2014).

Á gróðurkortunum er gróður flokkaður í um 100 gróðurfélög sem dregin eru saman í 16 gróðurlendi. Lítt- eða ógróíð land er flokkað í 10 flokka eftir landgerð. Gróðurhula er tilgreind ef gróður er ekki samfelldur (X: gróðurhula >2/3, Z: gróðurhula 1/3 – 2/3 og Þ: gróðurhula <1/3) (Gylfi Már Guðbergsson, 1981).

Kortlagningu er lokið á liðlega tveimur þriðju hlutum landsins, en útgáfu á pappír hefur verið lokið á um helmingi landsins. Útgefin kort af hálendinu eru í mælikvarða 1:40.000 en kort af láglandi í mælikvarða 1:25.000 (Guðmundur Guðjónsson, 2014).

Óhætt er að fullyrða að gróðurkortin hafi að geyma ítarlegustu skiptinguna á gróðurlendi landsins á þeim svæðum sem þau ná til. Tímaupplausn gagnanna spannar um 50 ár (Gylfi Már Guðbergsson, 1981; Guðmundur Guðjónsson, 2010) og þau hafa ekki verið til á stafrænu formi nema að hluta til. Hefur hvoru tveggja dregið úr notagildi gróðurkortanna þar sem úrvinnsla landupplýsinga er nær alfarið stafræn.

3.2. Gróðurmynd

Landmælingar Íslands (1993) gerðu greiningu á gróðurfari landsins eftir Landsat 5 gervitungalmyndum, sem teknar voru á árunum 1986 - 1992. Verkefnið var unnið í samvinnu við Rannsóknastofnun landbúnaðarins (Rala, nú Landbúnaðarháskóli Íslands) og Landgræðslu ríkisins. Mælikvarði Gróðurmyndarinnar er 1:600 000 og stærð myndeyninga var 100 x 100 m og gefur það hugmynd um nákvæmni gagnanna. Landinu var skipt í eftirtalda flokka: i) vel gróið land; ii) allvel gróið land; iii) fremur rýrt land; iv) rýrt land; v) mela og urðir; vi) sanda og hraun; vii) vatn; og að síðustu viii) snjó og jökla. Við vinnslu gróðurmyndar var að auki stuðst við ýmis gögn svo sem loftmyndir, gróðurkort og greiningu á vettvangi. Gróðurmyndin gaf fyrstu samfelldu heildarmyndina af gróðurhulu og yfirborðsgerð landsins. Niðurstaðan var nokkuð ólík því sem áður hafði verið haldið fram er varðar umfang gróðurlendis á Íslandi. Ríflega helmingur landsins (54%) reyndist hafa gróðurhulu, en tæplega helmingur þess lands (23,9%) flokkaðist sem rýrt eða fremur rýrt land. Flokkurinn melar og urðir var 14 700 km² að stærð og flokkurinn sandar og hraun var 22 600 km². Auðnir töldust vera 38% landsins. Jöklar og fannir voru 11 700 km². Vatn 2300 km². Áður en Gróðurmyndin var birt var því haldið fram að 25% landsins væri gróið (sjá kafla 3.5.).

3.3. Gróðurkort af Íslandi. Yfirlitskort

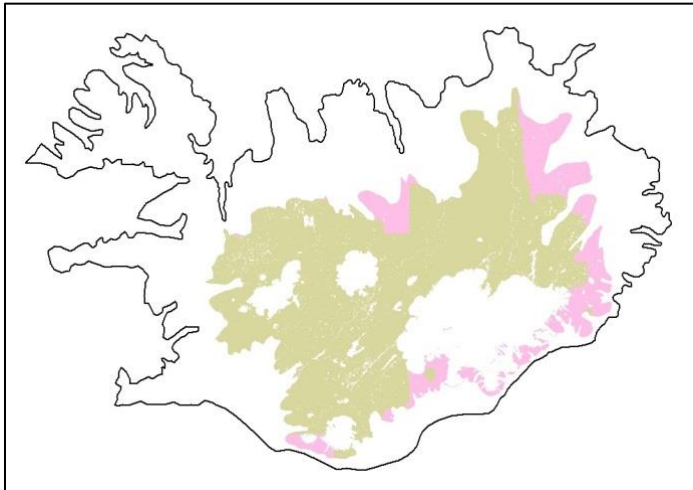
Guðmundur Guðjónsson og Einar Gíslason (1998) gerðu gróðurkort í mælikvarða 1:500 000 sem gefið er út af Náttúrufræðistofnun Íslands. Byggir það á gögnunum sem aflað var fyrir gróðurkortin sem fjallað var um hér að framan. Á svæðum þar sem gróðurkortlagningu var ekki lokið var kortlagt á Landsat gervitunglamyndirnar á vettvangi eða með hjálp staðkunnugra. Upplýsingar um birkiskóga voru unnar í samvinnu við Skógrækt ríkisins. Á kortinu er grónu landi, þ.e. þar sem gróður þekur meira en helming yfirborðsins skipt í 4 flokka sem eru: i) mosagróður, ii) mólendi, graslendi og ræktað land, iii) birkiskógur og kjarr og iv) votlendi. Landi með gróðurþekju minni en 50% er skipt í þrjá flokka: i) sand, ii) hraun og iii) mela og annað lítt gróið land. Gróðurkortinu gefur grófa mynd af skiptingu landsins í þá flokka sem það tiltekur (sjá töflu 1).

Tafla 1. Flatarmál flokka á Gróðurkortinu af Íslandi (Guðmundur Guðjónsson og Einar Gíslason 1998).

Flokkun	km ²
Mólendi, graslendi og ræktað land	26963
Kjarr- og skóglendi	1165
Mosavaxið land	10325
Votlendi	8710
Lítt gróið land	42475
Jöklar	11178
Ár og vötn	2352
	103168

3.4. Stafrænt gróðurkort af miðhálandi Íslands

Undanfarin ár hefur verið unnið að því á vegum Náttúrufræðistofnunar Íslands, að uppfæra og endurteikna gróðurkortin af hálandinu. Á vormánuðum 2014 kom út stafrænt gróðurkort af 42 700 km² á miðhálandi landsins að meðtöldum jöklum (Guðmundur Guðjónsson o.fl., 2014). Flokkun lands er sú sama og á upprunalegu kortunum. Mörk kortlagða svæðisins miðast við svæðisskipulag frá 1999 (Einar E. Sæmundsen o.fl., 1999). Innan þess svæðis er 13% lands enn ókortlagt og eru þau svæði auðkennd með bleikum lit á 16. mynd.



16. mynd. Afmörkun stafræns gróðurkorts af miðhálandi Íslands. Litur svæði sýna miðhálandið eins og það var skilgreint í svæðisskipulagi 1999. Bleikur litur sýnir hvaða svæði eru ókortlögð innan hins afmarkaða miðhálandis.

3.5. Áætlanir og útreikningar á gróðurhulu landsins

Gerðir voru flatarmálsútreikningar fyrir landið eftir hæðarbeltum árið 1941. Hákon Bjarnason (1942) notaði þær flatarmálstölur og eigin athuganir í nokkrum héruðum, auk herforingjaráðskortanna (Landmælingar Íslands, 2014) til að áætla flatarmál gróins lands. Hákon taldi gróður það rýran ofan 400 m að ekki bæri að taka hann með í reikninginn. Gróið land undir 400 metra hæð, taldi Hákon vera að hámarki 17 000 km².

Björn Jóhannesson (1960) ritaði um Íslenskan jarðveg og birti jarðvegskort af landinu. Niðurstaða Björns segir gróðurhulu á um 25-30% landsins, en þá var mosavaxið land ekki talið með. Líklega byggðu flatarmálstölur Björns að hluta á kortlagningu dönsku herforingjanna (Ólafur Arnalds, 2014).

Ingvi Þorsteinsson (1978) áætlaði gróna hluta landsins um 25 000 km² eða tæplega 25% landsins. Hann byggði mat sitt á gróðurkortum Rannsóknastofnunar landbúnaðarins með þeim fyrirvara að kortlagningu gróðurs á Íslandi væri ekki lokið. Í þeirri tölu er tekið tillit til x, z og þ merkingar gróðurkorta, þ.e. að oft er land ekki fullgróið og er heildartala Ingva umreiknuð í algróið land. Land með gróðri er því allnokkuð stærra.

Opinberar upplýsingar um flatarmál gróins lands segja gróið land á Íslandi vera 23 805 km², eða um 23% af yfirborði landsins, en ekki kemur fram á hverju talan byggir (Hagstofa Íslands, 2006; Landmælingar Íslands, 2014).

Eins og áður sagði, telst land á Íslandi vera með mun meiri gróðurhulu samkvæmt Gróðurmynd LMÍ (Landmælingar Íslands, 1993) og korti NÍ (Guðmundur Guðjónsson og Einar Gíslason, 1998). Niðurstöður Nyttjalandis, gefa sambærilegar niðurstöður, eins og síðar greinir.

3.6. Jarðfræði og jarðvegsrof

Auk þeirra gagna sem hér hafa verið nefnd eru til ýmis gögn um yfirborðsgerð, t.a.m. jarðfræðikort, í mælikvarða 1:250 000 (Náttúrufræðistofnun Íslands, 2014 a) og yfirlitskort í mælikvarða 1.600 000 (Haukur Jóhannesson og Kristján Sæmundsson, 2009).

Rannsóknastofnun landbúnaðarins (Rala) og Landgræðsla ríkisins (L.r.) stóðu sameiginlega að myndun gagnagrunns um jarðvegsrof á Íslandi, þar sem eru upplýsingar um rof og yfirborðsgerðir auðna í mælikvarðanum 1:100 000 (Ólafur Arnalds o.fl.,1997).

4. Nýting Nytjalandsgagnanna

Nytjalandsgögnin hafa verið notuð á margvíslegum vettvangi þ.m.t. skipulagsgerð sveitafélaga, ýmiskonar áætlanagerð, umhverfismat, gerð heildrænna landspekju t.d. vegna yfirborðspekju fyrir veðurspár o.fl. Ekki hefur verið tekin saman gögn um þá nýtingu, en hér verður getið um nokkur verkefni sem sem Nytjaland kemur við sögu og ritað hefur verið um.

4.1. Vottun landnýtingar hjá sauðfjárbændum

Árið 2000 undirrituðu Bændasamtök Íslands og ríkið samning sem fól í sér að bændur ættu kost á að fá framleiðslu sína gæðavottaða og að þeirri vottun fylgdu hærri beingreiðslur fyrir sauðfjárafurðir en ella (Landbúnaðarráðuneytið, 2003). Einn liður samningsins fól í sér ákvæði þess efnis að landnýting í sauðfjárhögum skyldi vera í samræmi við æskileg landnýtingarsjónarmið. Í viljayfirlýsingu sem fylgdi samningnum kemur fram að til þess að framleiðandi fengi gæðavottun yrði ástand og gróðurhula beutilanda að vera í jafnvægi eða framför.

Landgræðslu ríkisins var falið að móta reglur um mat á ástandi og nýtingu sauðfjárhaga og síðan að leggja mat á og votta landnýtingu sauðfjárframleiðenda sem þess óskuðu.

Nytjalandsflokkunin var grundvöllur þess mats (Björn H. Barkarson og Gústaf M. Ásbjörnsson, 2006).

Matið leiddi í ljós að nýting sauðfjárhaga stóðst víða ekki sett skilyrði um landnýtingu. Á það bæði við um heimalönd og afrétti. Fyrir þau svæði sem ekki stóðust þau skilyrði sem sett voru varðandi landnýtingu fyrir gæðavottunina var unnin landbótar- og landnýtingaráætlun (Björn H. Barkarson og Gústaf M. Ásbjörnsson, 2006).

4.2. Gróðurmörk Íslands

Björn Traustason o.fl. (2006) skoðuðu gróðurmörk á Íslandi samkvæmt Nytjalandsflokkunni. Könnunin var eingöngu látin ná til þriggja svæða sem öll eru utan eldvirka beltisins, þannig að rof, gjóskufall og ásókn sands hefði síður áhrif á legu gróðurmarkanna. Svæðin eru Austurland, Miðnordurland og Vestfirðir. Hverju svæði var skipt upp í nokkra hluta þannig að í heild voru gróðurmörk reiknuð út fyrir 63 svæði. Meðalhæð gróðurmarka á Vestfjörðum reyndist lægst, 575 m. Gróðurmörkin á Mið-Nordurlandi reyndust að meðaltali í 621 m hæð og hæst voru gróðurmörkin á Austurlandi, 730 m.

4.3. Hlutdeild gróins lands

Björn Traustason o.fl. (2007) notuðu Nytjalandsgögnin þar sem flokkað var í 12 flokka til að kanna hlutdeild gróins lands. Á svæðum sem Nytjalandsflokkun lá ekki fyrir var stuðst við Gróðurmyndina (sjá kafla 3.5. Landmælingar Íslands, 1993). Nytjalandsflokkarnir voru sameinaðir í tvö fylki, þar sem lítt gróið land og hálfgróið land var annars vegar og gróðurflokkarnir þar sem gróðurþekja er > 50% hins vegar. Flokkarnir vatn, jöklar og snjór voru frátaldir. Samkvæmt greiningu á þessum samsettu gögnum reyndist 44,2% landsins vera gróið landi og 42,6% með gróðurþekju innan við 50%.

4.4. Tengsl landgæða og fjölda búfjár

Einar Grétarsson o.fl. (2006) notuðu gróðurflokkun og landamerkjauppdrátt Nytjalands til að kanna tengsl landstærða og landgæða við fjölda sauðfjár og hesta á 2538 bújörðum.

Í könnuninni var einvörðungu horft til lands í heimalöndum en ekki á afréttum og einnig var allt land í yfir 400 m.h.y.s. útilokað frá greiningunni. Miðað við gefnar forsendur þá virðast aðrir þættir en landstærð og landgæði ráða fjölda sauðfjár og hrossa á jörðum í landinu.

4.5. Landgæði bújarða með tilliti til gróðurfars

Sigmar Metúsalemsson o.fl. (2003) nýttu gróðurflokkun og landamerkjauppdrátt Nyttjaland ásamt upplýsingum um jarðvegsrof (Óafur Arnalds o.fl., 1997) til að meta landgæði út frá gróðurfari sem endurspeglar landkosti til hefðbundins búskapar að einhverju leiti. Á grunni Nyttjalandsflokks og rofeinkunnar voru skilgreindir 5 landgæðaflokka (flokkur 1 mestu gæðin og flokkur 5 slökustu gæðin). Landinu var skipt í 6 hluta og reiknað út fyrir hvern hluta, hlutfall lands í hverjum landgæðaflokki. Í ljós kom að Austurland og Vestfirðir voru með hlutfallslega mikið land í gæðaflokkum 3 og 4. Líklegast þótti að þar spilaði inn í hversu stór hluti landsins væru fjöll og þ.a.l. lítill gróður. Var því sama greining gerð aftur og þá var allt land í yfir 400 m h.y.s. undanskilið. Hlutfallstölurnar í hærri gæðaflokkunum hækkðu allmennt, en það breytti niðurstöðunni ekki mikið þó aðeins væri horft til lands neða 400 m hæðar. Hlutfall lands í hæsta gæðaflokki, neðan 400 m, reyndist hæst á Suðurlandi og Norðurlandi eystra 51%, Norðurlandi vestra 41%, Austurlandi 29%, Vesturlandi 21% og á Vestfjörðum 8%.

4.6. Gróðurbreytingar völdum framræslu

Fanney Ósk Gísladóttir o.fl. (2007) nýttu Nyttjalandsgögnin til að greina breytingar á gróðurfari út frá skurðum í Mýra- og Borgarfjarðarsýslu. Markmið verkefnisins er að þróa aðferð til að meta umfang framræslu í landinu og þá jafnframt að áætla stærð vot- og deiglendis fyrir tíma skurðgraftrar og hversu mikið er enn eftir óraskað. Gengið var út frá því að allir skurðir hafi verið grafnir í hálfdeigju eða votlendi. Ef landið umhverfis skurðina flokkaðist í aðra Nyttjalandsflokka var gert ráð fyrir að tilvist skurðarins væri ástæða gróðurfarsbreytinga. Fyrst var þó undanskilið það land sem ólíklegt er að hafi nokkurn tíman verið blautt, þ.e. lítt- og hálfgróið land, mosavaxið land og kjarrlendi. Niðurstöður greiningarinnar gáfu til kynna að gróðurfarsbreytingar af völdum framræsluskurða gætti allt að 200 m út frá skurðum.

4.7. Væntanleg hlutdeild skógræktar á ræktanlegu landi

Björn Traustason og Fanney Ósk Gísladóttir (2009) notuðu Nyttjalandsflokkunina ásamt öðrum gögnum til að afmarka mögulegt ræktunarland, í þeim tilgangi að finna út hversu stór hlutur skógræktar komi til með að vera innan þess, ef gróðursetning færi fram með sama framkvæmdahraða og verið hafði, fram til ársins 2040. Eins var gerð greining þar sem miðað var við markmið landshlutaverkefna í skógrækt, um 5% þekju skógræktarlands neðan 400 m (Alþingi 1999, 2006). Meðal skilyrða sem sett voru til að land gæti talist mögulegt ræktunarland var að það yrði að vera innan Nyttjalandsflokkanna graslendi, ríkt mólendi, rýrt mólendi eða hálfdeigju. Samkvæmt greiningu þá reyndist ræktanlegt land vera 6.150 km² og ef framkvæmdarhraði og staðarval fyrir nýskógrækt verði áþekkt fram til ársins 2040 og á árabílinu 2000-2008, þá myndu um 11% af hinu mögulega ræktunarlandi verða innan skógræktarsvæða.

4.8. Ræktun orkuplantna á hálfgrónum og lítt grónum svæðum

Sigmundur Helgi Brink (2009; Sigmundur Helgi Brink og Jón Guðmundsson, 2010) gerði greiningu á hvaða svæðum í Nytjalandsflokkunum lítt gróið land og hálfgróið land mætti samþætta landgræðslu og ræktun á plöntum sem nýta mætti fyrir hráefni til orkuvinnslu. Sigmundur nýtti landfræðilegar upplýsingar frá ýmsum aðilum til að útiloka svæði sem þegar hafa verið tekin frá til annarra nota og/eða hentuðu ekki vegna náttúrufræðilegra aðstæðna. Að teknu tilliti til þeirra skilyrða sem sett voru það um 2000 km² lands sem unnt væri að nýta til samþættingar á ræktun orkuplantna og landgræðslu.

4.9. Flatarmál Nytjalandsflokkanna eftir hæð

Ólafur Arnalds (2011; 2014) birti flatarmál hvers Nytjalandsflokks á tilteknum hæðarbilum og fjallar um niðurstöðurnar í ritinu *Vistheimt á Íslandi* og *The Soils of Iceland*. Samantektin byggir á mynd þar sem búið er að fella 6 flokka yfirborðsflokkun inn í 12 flokka flokkunnin (sjá kafla 7.9.). Eins og vænta mátti minnkar flatarmál gróins lands með vaxandi hæð (sjá töflu 2). Er kemur upp á hæðarbilið 800 og 1000 m ofan sjávarmáls einkennist gróni hlutinn (424 km²) að langstærstum hluta af rýru mólendi. Ríkt mólendi er þar þó á 23 km² og mosi á 8 km². Í meira en 1000 m hæð eru 208 km² af rýru mólendi og hálfgrónu landi, en annað land er þar lítt gróið, samkvæmt skilgreiningu Nytjaland (sjá kafla 6.10).

Tafla 2. Flatarmál (km²) yfirborðsflokka Nytjaland skipt niður á 200 m hæðarbil. Neðst í töflunni kemur fram samanlagt flatarmál þurrlendis flokkanna sem eru með meira en 50% gróðurþekju að undanskildu moslendi sem tilgreint er sérstaklega. Samanlagt flatarmál yfirborðsflokkanna votlendis og hálfdeigju kemur einnig fram. Hlutfallsleg skipting flokka kemur fram í aftasta dálki (Ólafur Arnalds, 2011).

Flokkur	100-200	200-400	400-600	600-800	800-1000	>1000	Samtals	%
Ræktað land	1678	44	1	0	0	0	1723	1,7
Kjarr- og skóglendi	979	215	10	1	0	0	1205	1,2
Graslendi	1618	591	151	15	1	0	2376	2,3
Votlendi	1540	1168	1017	241	2	0	3968	3,9
Hálfdeigja	1164	474	163	28	0	0	1829	1,8
Ríkt mólendi	3902	2173	632	104	23	8	6842	6,6
Rýrt mólendi	6770	6548	7623	3479	393	34	24847	24,1
Mosi	939	1392	842	202	9	1	3385	3,3
Hálfgróið land	2136	2762	4281	3278	996	174	13627	13,2
Líttgróið	3073	2312	6700	10317	5448	1938	29788	28,9
Ár og vötn	1278	235	467	181	52	17	2230	2,2
Jöklar og fannir	72	195	272	875	1445	8242	11101	10,8
Samtals	25149	18109	22159	18721	8369	10414	102921	100
Gróið- annað en mosi	17650	11213	9596	3868	418	42	42787	41,6
Mosi	938	1393	842	202	9	1	3385	3,3
Hálf- og líttgróið land	5210	5074	10981	13596	6444	2112	43417	42,2
Votlendi og hálfdeigja	2704	1642	1180	269	2	0	5797	5,6

Samandregið yfirlit neðst í töflunni sýnir að gróið land, að undanskildu mosavöxnu landi, hálfdeigjum og votlendum, er 42 787 km². Ef við er bætt flatarmáli mosavaxins lands, þá er gróið land 46 172 km². Í greiningu Ólafs Arnalds (2011) eru mörk gróins land sett við 50%

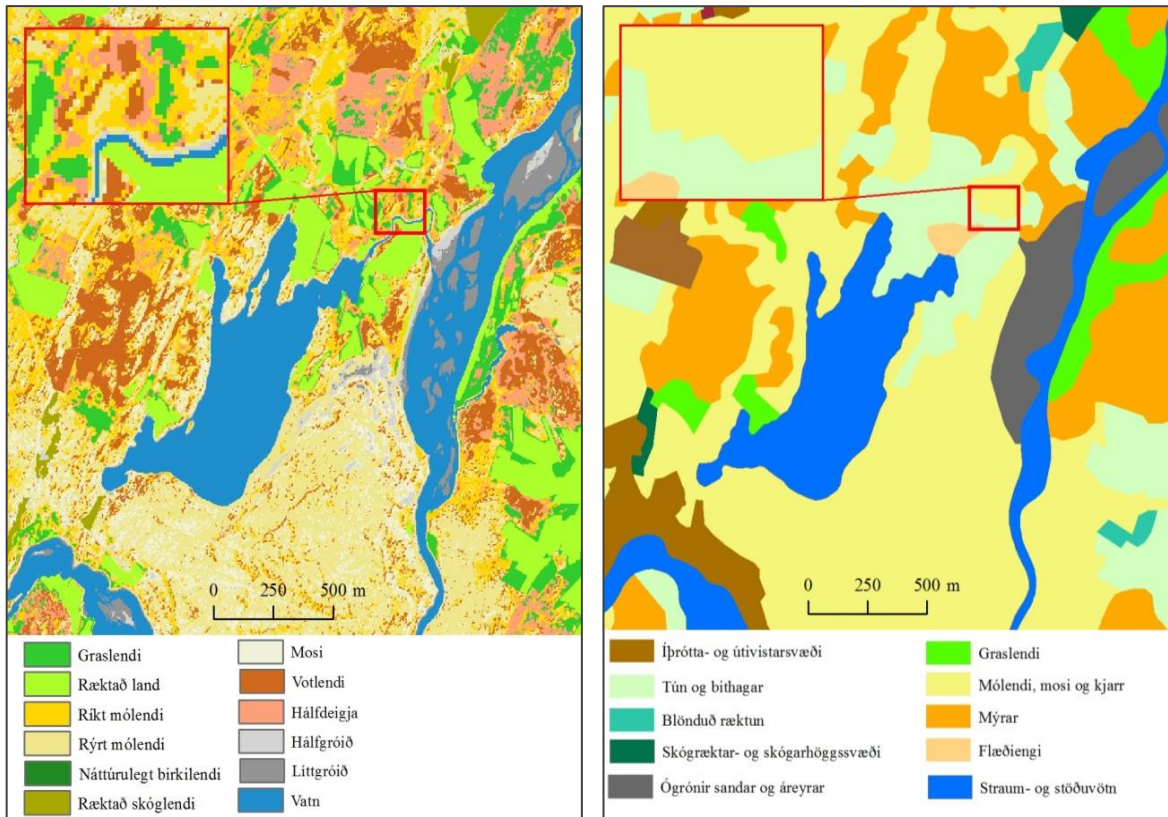
gróðurþekju, þar sem Nytjalandsflokkurinn hálfgróið land er ekki hafður með þegar flatarmál gróins lands er reiknað. Eins og lesa má í töflu 2 minnkar gróðurhulan með vaxandi hæð.

4.10. Greining mikilvægra fugla búsvæða á jaðri norðurheimskautsins þar sem örur landbreytingar eiga sér stað

Lilja Jóhannesdóttir o.fl. (2014) rannsökuðu tengsl milli fjölda fugla annars vegar og 5 útbreiddustu Nytjalandsflokka á Suðurlandi hins vegar (graslendi, ríkt mólendi, rýrt mólendi, votlendi og hálfdeigja). Valin voru 200 svæði þar sem sami Nytjalandsflokkurinn þakti að lámarki 20 ha og fuglar taldir á sniðum. Af þeim átta fuglategundum sem voru algengastar, héldu flestir til í landi sem flokkaðist til votlendis og hálfdeigju eða að jafnaði 630 fuglar á hvern km². Í graslendi og ríku mólendi voru að meðaltali 470 fuglar á km² og í rýru mólendi voru að meðaltali 275 fuglar.

4.11. CORINE landflokkun fyrir Ísland

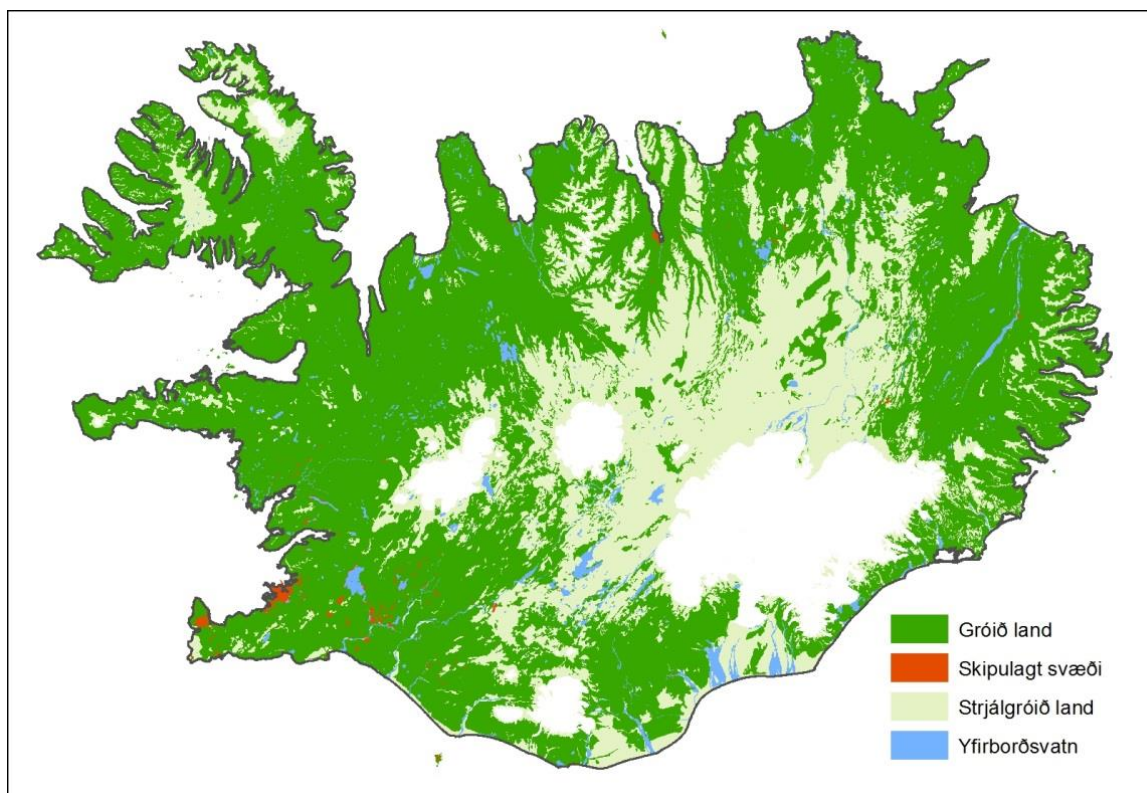
Landmælingar Íslands nýttu sér Nytjalandsflokkunina við gerð CORINE flokkunar fyrir landið. CORINE (Coordination of Informations on the Environment) er landflokkunarkerfi fyrir Evrópulönd. Megintilgangur verkefnisins er að afla sambærilegra umhverfisupplýsinga fyrir öll Evrópuríki og fylgjast með breytingum sem verða á landnotkun með tíma (Bossard o.fl., 2000). Umhverfisstofnun Evrópu hefur yfirumsjón með CORINE en Landmælingar Íslands sjá um flokkunina á Íslandi (Kolbeinn Árnason og Ingvar Matthíasson, 2009). Við Corin flokkuninni voru Nytjalandsgögnin einfölduð svo að kortlagningin samræmdist stöðluðum kortlagningalykli og verklagi CORINE landflokkunarkerfisins. Samkvæmt því má enginn reitur á kortinu vera minni en 25 hektarar og línuleg fyrirbæri mega ekki vera mjórri en 100 metrar í mælikvarða 1:100 000. Svæðum sem eru minni en 25 hektarar í Nytjalandsflokkun (þ.e. 1111 myndeiningar) voru sameinuð þeim flokki sem ríkjandi var umhverfis þau eða þá að tvö eða fleiri slík svæði voru sameinuð ef það var minna en 100 m á milli þeirra. Sama er að segja ef einhver landflokkur eða fyrirbæri var minna en 100 m þá þurfti að láta það hverfa af kortinu, s.s. ár eða aflangan yfirborðsflokk. Í sumum tilfellum var gripið til þess ráðs að stækka fláka, t.d. ár sem voru nálægt því að ná 100 metrum (Kolbeinn Árnason og Ingvar Matthíasson, 2009). Mynd 17 sýnir dæmi um hversu mikið þurfti að einfalda Nytjalandsflokkunina til að stærð fláka samræmdist flokkunarkerfi CORINE.



17. mynd. Samanburður á CORINE flokkun og Nytjalandsflokkun. Myndin til vinstri sýnir Nytjalandsflokkun og myndin til hægri CORINE flokkun fyrir svæði umhverfis Hestvatn í Grímsnes- og Grafningshrepp. Ramminn upp í vinstra horninu sýnir stækkun á svæðinu sem er innan litla rauða rammans rétt fyrir ofan miðja mynd. Þar má t.d. sjá dæmi um á sem fellur út úr CORINE flokkuninni vegna þess að hún er langt frá því að ná 100 m breidd.

4. 12. Yfirborðsgerð fyrir stafrænan kortagrunn

Landmælingar Íslands nýttu einfaldaða útgáfu af CORINE kortinu við gerð yfirborðslags fyrir stafræna kortagrunn stofnunarinnar, IS50V. Yfirborðslagið sýnir gróin svæði, strjálgróin svæði, skipulögð svæði og stærri ár og vötn (sjá 18. mynd. Landmælingar Íslands, 2013).



18. mynd. Flokkun yfirborðs í IS50V kortagrunni Landmælinga Ísland, 2013. Að grunni til byggja flokkarnir gróið land og strjálgróið land á Nytjalandsflokkun.

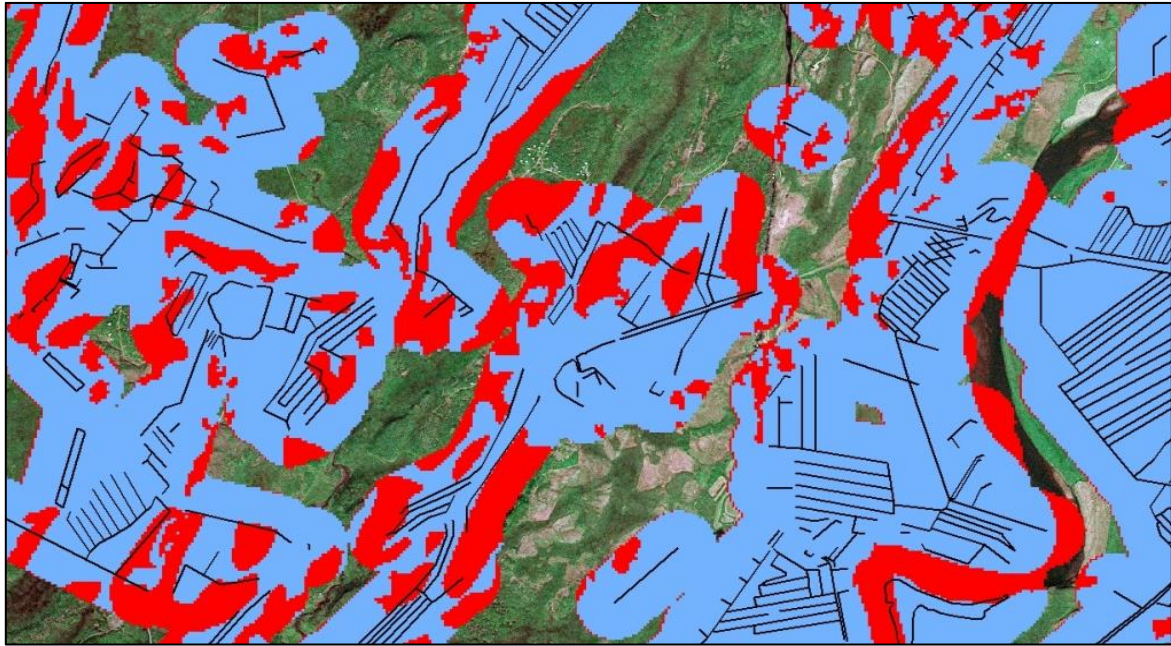
4.13. Landnýtingargagnagrunnur

Ísland er aðili að Rammasamningi Sameinuðu þjóðanna um loftlagsbreytingar (*United Nations Framework Convention on Climate Change*). Samningsaðilar eru þar m.a. skuldbundnir til að halda skrár yfir útstreymi gróðurhúsalofttegunda af mannavöldum eftir uppsprettum og að miðla þeim upplýsingum til Rammasamningsins. Einn viðamesti losunarþátturinn er landið og þar skiptir landnýtingin sköpum (Jón Guðmundsson og Hlynur Óskarsson, 2005). Landbúnaðarháskóli Íslands ber ábyrgð á því að taka saman upplýsingar um losun gróðurhúsalofttegunda frá landi vegna landnýtingar og breytinga á landnotkun á Íslandi. Unnið er að gerð landnýtingargagnagrunns á vegum Landbúnaðarháskólans vegna rammasamnings. Upplýsingaöflun byggir að stórum hluta á yfirborðsflokkun Nytjaland og hafa niðurstöðurnar verið birtar í árlegum skýrslum (sjá t.d. Birna Sigrún Hallsdóttir, 2008; Wöll, C. o.fl., 2014; Jón Guðmundsson o.fl. 2010).

Í skýrslu sem skilað hefur verið til Rammasamningsins kemur fram að framræst votlendi sé meginuppspretta gróðurhúsalofttegunda vegna landnýtingar. Framræst land fellur í ýmsa Nytjalandsflokka. Hluti þess er ekki fullþurr og fellur í flokkinn hálfdeigjur í Nytjalandi. Á öðrum svæðum eru áhrif framræslunnar meiri og landið hefur breyst í graslendi eða mólendi. Hluti framræsta landsins hefur verið ræktaður.

Í tengslum við upplýsingagjöf vegna aðildar Íslands að Rammasamningi sameinuðu þjóðanna um loftlagsbreytingar hefur verið gerð tilraun til áætla flatarmál framræsts lands. Það var gert með því að hnita inn alla skurði landsins eftir SPOT gervitunglamyndum og afmarka 200 m breytt svæði beggja vegna skurðanna. Breiddin var ákvörðuð með tilliti til niðurstaðna ýmissa rannsókna á áhrifum skurða til lækkunar vatnsstöðu (t.d. Belleau o. fl. 1992; Dzekter, 1962) og einnig m.t.t. niðurstöðu tveggja rannsókna sem gerðar hafa verið á áhrifum framræsluskurða í Borgarfirði. Annars vegar er þar um að ræða niðurstöður

rannsóknar Hlyns Óskarssonar (1998) og hins vegar var horft til niðurstöðu rannsóknar sem byggir á Nytjalandsflokkuninni sem sýndi að gróðurbreytinga vegna framræslu gætti í allt að 200 m fjarlægð frá skurðunum (Hlynur Óskarsson, 1998; Fanney Ósk Gísladóttir o.fl. 2007. Sjá einnig kafla 4.5.). Af þessu 200 m jaðarsvæði var tekið frá land sem þótti ólíklegt að hefði verið blautt áður en skurðirnir voru grafnir. Þ.e. land sem hafði flokkast sem lítt gróið land, hálfgróið land og kjarr- og skóglendi. Auk lands sem hallaði meira en 10° samkvæmt hallalíkani (Landmælingar Íslands, 2013). Einnig voru tekin burt svæði sem náðu yfir árfarvegi, vötn og út fyrir strandlínu. Á 19. mynd má sjá dæmi um afmörkun framræsts lands. Litaða svæði á myndinni (blátt og rautt) sýnir 200 m jaðarsvæði umhverfis skurðina en blái liturinn sýnir svæði sem eftir standa þegar áðurtaldir þættir hafa verið útilokaðir.

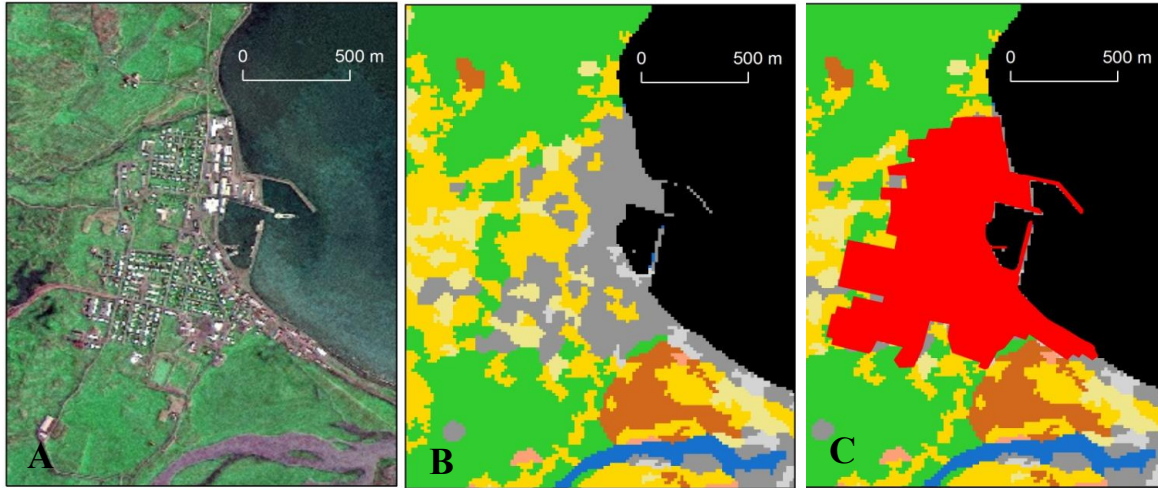


19. mynd. Framræst svæði afmarkað á grunni Nytjalandsgagna. Stærð framræsts lands hefur verið áætlað m.a. með hliðsjón af Nytjalandsgögnunum. Skurðir eru sýndir með svörtum línunum og litaður flötur (blátt og rautt) sýnir land sem er innan við 200 m frá skurði. Rauði liturinn sýnir svæði sem voru undanskilin því þau sköruðust við Nytjalandsflokkana lítt gróið land, hálfgróið land, kjarr- og skóglendi og vatn eða vegna þess að landi hallaði meira en 10°. Blái liturinn sýnir svæði sem eftir stóðu og eru skilgreind sem framræst land.

4.14. Nytjalandsflokkun og byggð svæði

Ekki var reynt að flokka byggð sem sérstakan flokk í Nytjalandi. Þéttbýlissvæðin flokkuðust í ýmsa flokka. Landflokkurinn „manngerð svæði“ sem bætt hefur verið inn í Nytjalandsflokkunina í tengslum við tiltekin verkefni s.s. landnýtingargagnagrunninn, byggir á gögnum frá Landmælingum Íslands (2013). Gagnanna um manngerð svæði var aflað í tengslum við gerð CORINE (sjá kafla 4.10) flokkunar fyrir Ísland. Safnað var saman upplýsingum um skipulag allra sveitarfélaga. Skipulagsgögnin lýsa ekki núverandi landnotkun heldur framtíðarskipulagi. Notaðar voru gervitunglamyndir til að greina á milli þess lands sem þegar hefur verið nýtt fyrir byggð og þess sem aðeins hefur verið tekið frá í skipulagi fyrir byggð (Kolbeinn Árnason og Ingvar Matthíasson, 2009).

Á 20. mynd er sýnt hvernig Dalvík flokkaðist í Nytjalandsflokkuninni og hvernig afmörkun byggðarinnar er látin taka yfir sem sérstakur landflokkur.

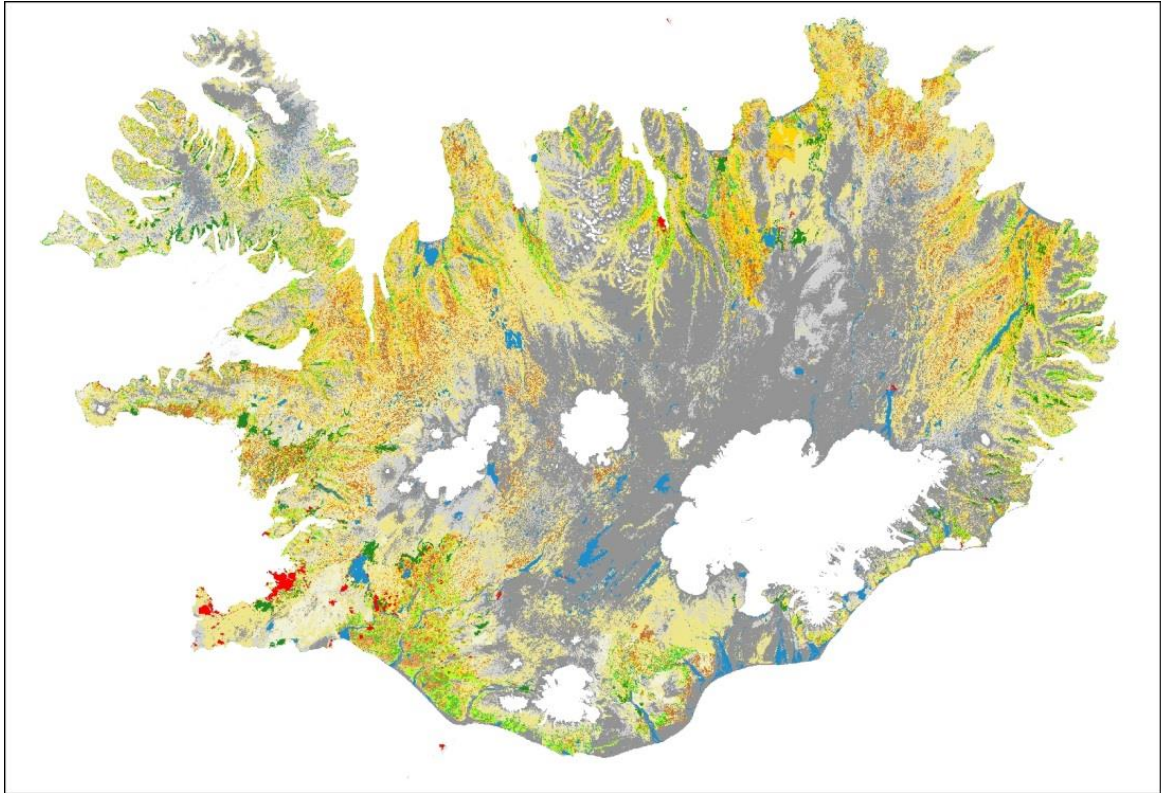


20. mynd. *Upplýsingum um afmörkun byggðarinnar á Dalvík bætt inn í Nyttjalandsflokkunina. Allar myndirnar sýna sama svæði. Á mynd A er SPOT 5 mynd af Dalvík. Mynd B sýnir fjarkannaða flokkun af Dalvík. Mynd C sýnir hvernig kortaþekja Landmælinga Íslands er látin yfirtaka flokkuðu gögnin.*

Ef við berum saman mynd A og mynd B þá sést að þéttbýlustu svæðin flokkast sem ógróin og eru þau sýnd með gráum lit á myndinni. Litlir reitir flokkast sem hálfgrónir og eru þeir sýndir með ljósgráum lit. Þar sem byggð er dreifðari flokkast landið sem gróið og fellur ýmist í graslendi (grænn litur) eða ríkt- og rýrt mólendi (gulir litir).

Yfirborðsflokkarnir sem koma fram á mynd B sýna ekki í öllum tilvikum raunverulega landgerð, því í mörgum myndeiningum blandast saman endurvarp frá gróðri, húsum, götum og öðrum fyrirbærum sem á yfirborðinu eru. Mynd B sýnir að talsverður gróður er innan byggðarinnar. Á mynd C eru hins vegar engar upplýsingar um yfirborðsgerð innan byggðarinnar. Afmörku byggðarinnar (flokkunin) stýrist af skipulagðri landnotkun en ekki landgerð.

Flatarmál þéttbýlis á landsvísu, samkvæmt IS50V grunni Landmælinga Íslands (2013) er 391 km². Þar með talin eru öll þéttbýli landsins, allar stærri frístundabyggðir og önnur svæði sem hafa verið skipulögð fyrir tilteknar athafnir, s.s. flugvellir og bryggjur. Á 21. mynd eru skipulögðu svæði sýnd með rauðum áberandi lit.



21. mynd. Afmörkun þéttbýlis bætt inn í Nytjalandsflokkunina. Svæði sem afmörkuð eru sem skipulögð svæði í IS50V kortagrunni Landmælinga Íslands eru sýnd rauð á myndinni. Samtals eru þessi svæði 391 km².

5. Mynd- og kortagögn sem nýtt voru við vinnslu Nyttjalandverkefnisins

Til að einfalda umfjöllunina um hvaða myndir voru notaðar á hverjum stað og hverskonar flokkun var gerð á hverri mynd er nauðsynlegt að skýra hugtök sem bæði taka til aðferða og afurðar Nyttjalandsverkefnisins. Nánari útlitun er aftar í þessu riti.

N12: Um 71% af flatarmáli landsins voru flokkuð í 12 flokka. Vísað er til þess hluta sem N12 svæðisins og aðferðarinnar sem N12 flokkunarinnar.

N6: Þau svæði landsins sem ekki voru flokkuð samkvæmt N12 voru flokkuð í 6 flokka. Á sama hátt er vísað til þeirrar flokkunnar og þeirra svæða sem N6.

N8: Afrakstri N6 flokkunarinnar var breytt með því að bæta upplýsingum um skóga og ræktað land við flokkuðu gögnin, þannig að úr varð útgáfa með 8 yfirborðsflokkum. Það er N8 myndin eða N8 flokkunin.

Við vinnslu Nyttjalandsverkefnisins voru notaðar myndir úr gervitunglunum Landsat 7 (Landsat 7 Enhanced Thematic Mapper plus, ETM⁺) og úr gervitunglunum SPOT 4 og SPOT 5.

Fyrirhugað var að nota Landsat myndir fyrir allt landið en Landsat 7 gervitunglið sem komið var á braut um jörðu bilaði vorið 2003 og hafa ekki náðst góðar myndir frá því eftir það. Var því brugðið á það ráð að nota myndir úr SPOT gervitunglunum.

Myndirnar frá þessum gervitunglum eru um margt ólíkar og er gerð grein fyrir þessum gögnum í köflum 5.1 og 5.6.

Auk gervitunglamyndanna voru nýtt ýmis kortagögn. Eins og áður hefur verið getið þá er erfiðara að aðgreina sumar landgerðir en aðrar (sjá kafla 2.7.). Til að sneypa hjá slíkum vandkvæðum var reynt að afla annarra gagna sem unnt væri að nýta á svæðum þar sem fjarkönnun nýttist ekki sem skildi.

5.1. Landsat 7 gervitunglamyndir

Landsat 7 gervitunglið er Bandarískt. Því var komið á braut um jörðu árið 1999. Gervihnötturinn er á sporbaug í 705 km hæð yfir jörðu á fyrirfram ákveðnum brautum sem hliðrast smám saman. Það tekur hann 99 mínútur að fara hvern hring en það tekur hann 16 sólahringa að komast aftur yfir sama stað á jörðinni.

Landsat 7 gervihnötturinn hefur 8 nema/bönd. Upplausnin í Landsat 7 gögnunum er mismunandi. Fjölrófsböndin eru með 30 m myndeiningar. Hitainnrauða bandið er með 60 m myndeiningar og svarthvíta bandið er með 15 m myndeiningar. Hver Landsat mynd dekkar svæði sem nemur 185x180 km á jörðu niðri, eða 33 300 km² (National Aeronautics and Space Administration, 2013).

5.3. SPOT 4 og SPOT 5 gervitunglamyndir

Franska geimferðastofnunin (France Space Agency) hefur umsjón með SPOT 4 og SPOT 5 gervitunglunum. Þau eru á braut um jörðu í 822 km hæð yfir jörðu. SPOT fer yfir sama svæði á 26 daga fresti. Hver myndrammi er 60 x 60 km eða samtals 3600 km².

SPOT 4 var skotið á loft í mars 1998. Það hefur 5 bönd, svarthvít band, rautt, grænt, nærinnrautt og miðinnrautt band. Öll böndin hafa 20 m myndeiningar nema svarthvíta bandið sem hefur 10 m upplausn (Airbus Defence & Space, 2014).

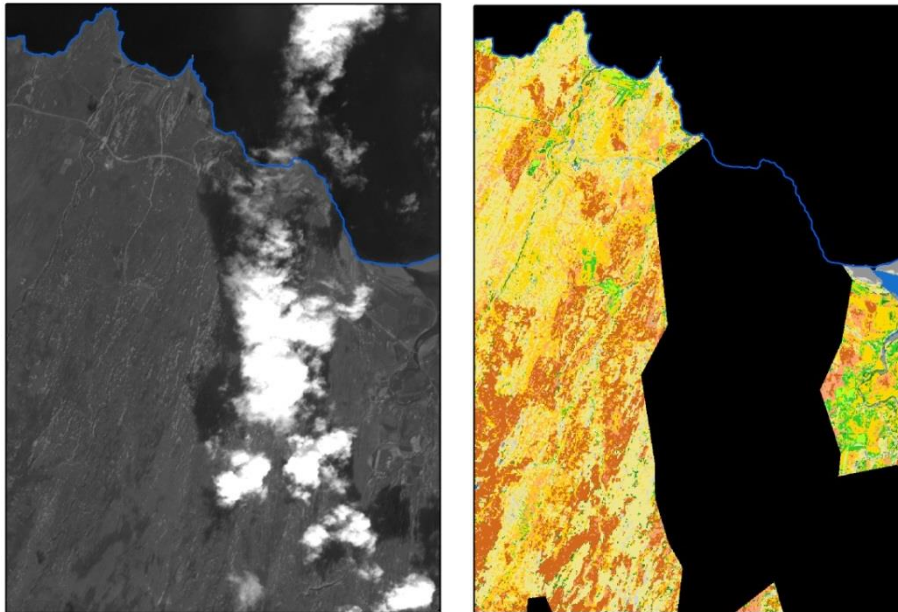
SPOT 5 gervitunglinu var komið á braut árið 2002. Í SPOT 5 eru 6 namar. Tveir þeirra eru svarthvítir, með upplausnina 5x5 m og 2,5x2,5 m. Græna, rauða og nærinnrauða bandið eru

með 10 m upplausn og miðinnrauðabandið er með 20 m upplausn (Airbus Defence & Space, 2014).

5.3. Vankvæði við öflun gervitunglamynda

Á meðan vinnan við flokkunina stóð yfir var leitast við að nota nýjustu myndir sem völ var á. Öflun gervitunglamynda af Íslandi til að nota við fjarkönnunarverkefni eins og Nytjaland, er þó ekki einfalt mál. Allar myndirnar þurfa að vera teknar að sumri til, helst í júlí eða ágúst. Á myndum sem teknar eru fyrr á sumrinu er gróður ekki orðin nægjanlega sprottin til að unnt sé að nota endurvarp til að greina milli gróðurlenda á sambærilega hátt við það þegar kemur fram í júlí og ágúst. Þegar haustar og gróður fer að sölna, minnkar endurvarp blaðgrænnunar og erfiðara verður að aðgreina gróðurflokkanna.

Myndirnar verða að vera skýjalausar. Landsat 7 gervitunglið gat myndað sama landsvæðið á 16 daga fresti, þannig að það má segja að 4-5 möguleikar hafi gefist til að ná nothæfri mynd af hverjum stað yfir sumarmánuðina. Tilviljun réð því hvort tunglið ætti leið hér yfir þegar skýlaust var eða því sem næst. Stundum er hægt að nota hluta úr mynd þó svo að aðrir hlutar hennar séu skýjaðir, en þá þarf að finna aðra skýlausa mynd fyrir þau svæði. Af þessum sökum þarf oft að nota fleiri en eina mynd til að flokka landsvæðin sem hver myndarammi nær yfir. Á 22. mynd má sjá hluta af Þistilfirði. Á myndinni til vinstri sem er svarthvíta bandið úr Landsat 7, má sjá hvít ský yfir hluta landsins. Skýin varpa dökkum skugga á landið fyrir neðan. Myndin til hægri sýnir flokkuð gögn, þar sem búið er að fjarlægja svæði sem skýin og skuggarnir skyggðu á.



22. mynd. Skýjahnoðrar skyggja á landið inn af Þistilfirði. Á myndinni (vinstra megin) eru hvít ský sem varpa dökkum skuggum á land inna af Þistilfirði austanverðum, Myndin til hægri sýnir hvernig þessi svæði eru fjarlægð úr flokkuðu myndinni. Finna þarf aðra skýlausa mynd til að fylla í gatið. Strandlína er með bláum lit.

5.4. Myndir sem Nytjalandsflokkunin var unnin eftir

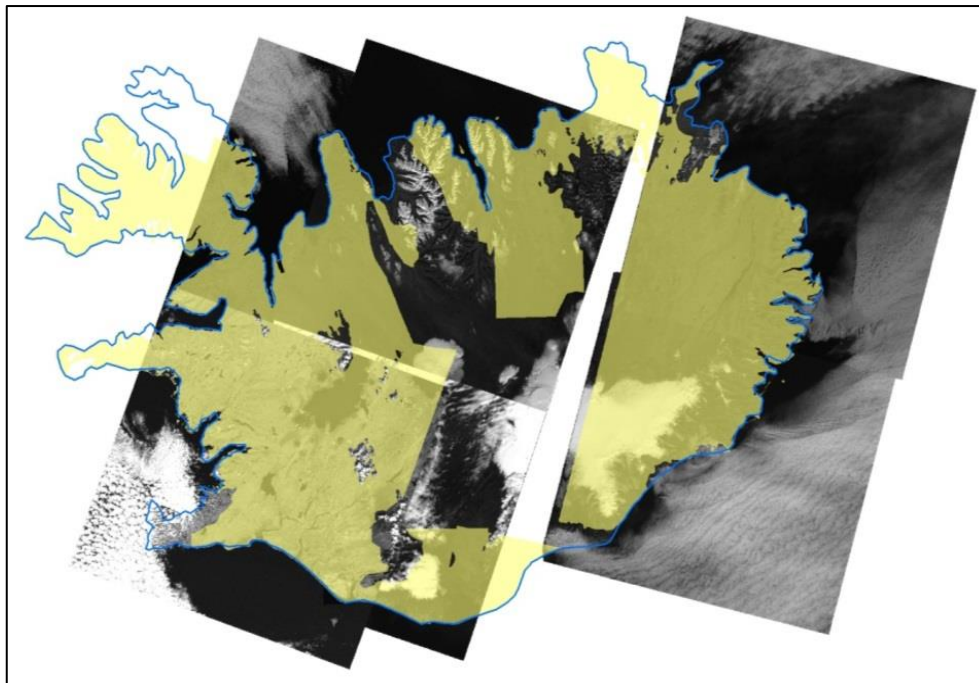
Í töflu 3 eru taldar upp þær Landsat 7 myndir sem notaðar voru við flokkun landsins. Myndunum var gefið vinnuheiti sem hér er látið er fylgja með.

Tafla 3. Landsat 7 myndir sem notaðar voru við flokkun Nytjalands. Myndatökudagur, númer og vinnuheiti Landsat 7 mynda sem notaðar voru við flokkun Nytjalands.

Myndatökudagur	Númer myndar	Staðsetning
8.9.2001	LE7219014_000125150	Miðnorðurland
10.7.2000	L71220015_01520000710	Suðvesturland
10.7.2000	L71220014_01420000710	Norðvesturland
28.7.1999	L71216014_01419990728	Norðausturland
28.7.1999	L71216015_01519990728	Suðausturland
20.6.2001	L7210015	Miðsuðurland

Á 23. mynd er sýnd svarthvít útgáfa þeirra Landsat mynda sem notaðar voru við yfirborðs-flokkunina. Á öllum myndunum eru einhver svæði sem flokka varð eftir öðrum myndum.

Í sumum tilfelum er breytileiki í endurvarpi tiltekinna flokka innan myndar það mikill að bestu raun gefur að hluta myndina niður þannig að hver flokkur sé sem einsleitastur og flokka svo hvern hluta sérstaklega. Ástæður mikils breytileika innan myndar eru af ýmsum ástæðum, t.d. er gróður á mismunandi vaxtarstigi eftir hæð í landinu, raki í yfirborði er breytilegur og sömuleiðis getur loftraki og agnir í andrúmslofti verið mismunandi eftir svæðum. Við gerð yfirborðskorts eftir gervitunglamyndum þarf því sífellda leit að besta fánlega myndefninu á hverjum stað, klippa í sundur, skeyta saman og leiðrétta fyrir tvístrun inngeislunar og endurvarps.

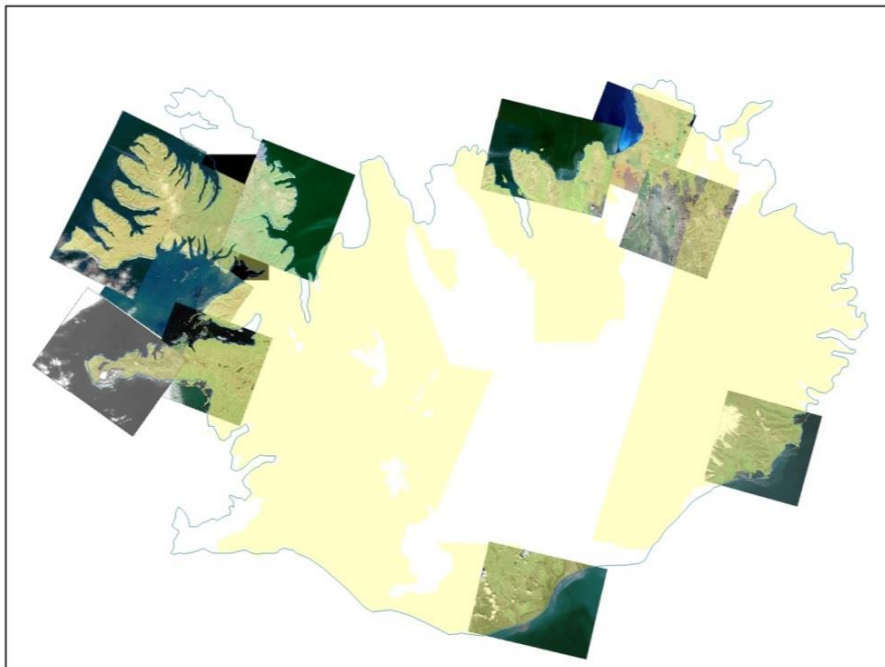


23. mynd. Landsat 7 myndir sem nýttar voru fyrir Nytjalandsflokkun. Svarthvítu myndirnar sýna þekju Landsatmynda sem nýttar voru við Nytjalandsflokkunina. Gulur litur hylur svæði sem flokkuð voru í 12 flokka þ.e. N12. Svarthvíta myndin sýnir hvar SPOT myndir voru notaðar, m.a. vegna skýja eða misturs í lofti þegar Landsat myndirnar voru teknar.

Tölur 4 og 5 tilgreina myndatökudag og númer mynda, auk vinnuheitis allra SPOT mynda sem notaðar voru við yfirborðsflokkun Nyrtjaland. Vinnuheitid tilgreinir staðsetningu gróflega. Gulur litur á 24. mynd sýnir svæðið sem flokkað var samkvæmt N12 og myndirnar í bakgrunni sýna þekju SPOT myndanna sem nýttar voru við N12 flokkunina. Ólituð svæði voru flokkuð samkvæmt N6 og er þekja SPOT myndanna sem N6 flokkunin byggir á sýnd á 25. mynd.

Tafla 4. SPOT 4 og 5 myndir sem notaðar voru við N12 flokkun Nyrtjaland. *Melrakkaslétta er eina SPOT 4 myndin sem notuð var við Nyrtjalandsflokkunina.

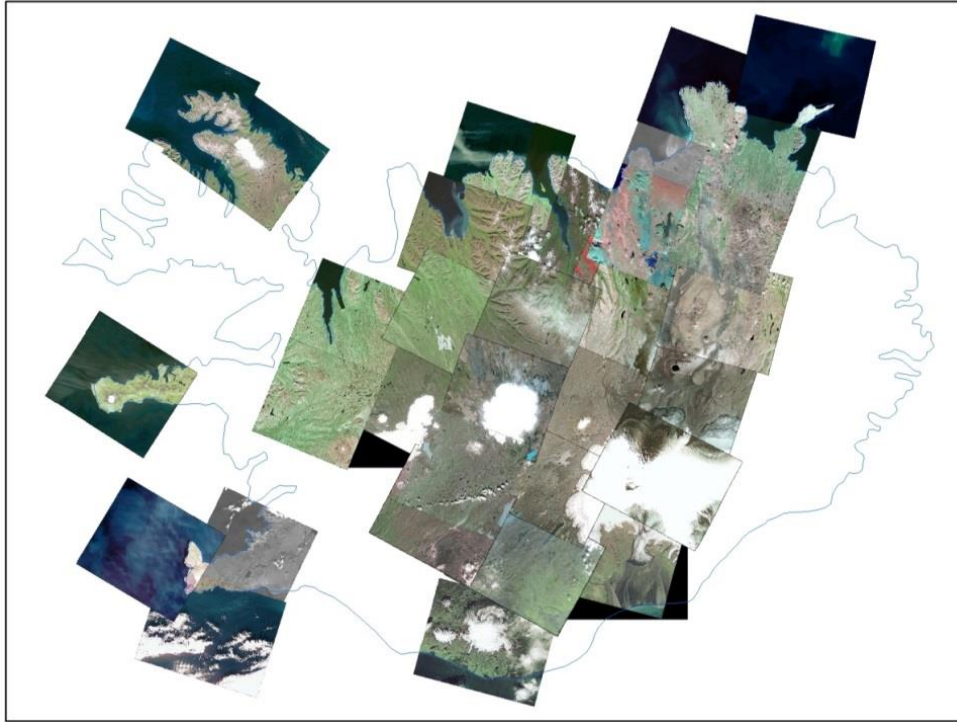
Myndatökudagur	Númer myndar	Staðsetning
18.7.2004	702_213_4_040718	Melrakkaslétta*
3.10.2002	714_212_8_021003	Öxarfjörður
18.7.2004	702_213_4_040718	Dýrafjörður
11.8.2004	705_215_0_040811	Breiðafjörður
1.5.2003	705_214_0_030715	Ísafjörður
18.7.2004	702_214_3_040718	Barðaströnd
16.7.2003	706_213_6_030716	Veiðileysa
16.7.2003	706_214_0_030716	Steingrímsfjörður
9.9.2002	702_216_0_020909	Snæfellsnes_a
9.8.2004	706_215_8_040709	Hítardalur
16.8.2004	713_213_1_040816	Skjálíandi
30.8.2004	718_213_0_040830	Þistilfjörður
28.8.2003	722_217_1_030828	Lón
13.8.2003	718_219_0_030813	Meðalland_a
8.9.2003	718_219_0_030908	Meðalland_b



24. mynd. Þekja SPOT mynda sem notaðar voru við N12 yfirborðsflokkunina. Númer myndanna koma fram í töflu 4. Gulur litur sýnir svæði sem flokkuð voru í 12 flokka. Stærsti hluti þeirra var flokkaður eftir Landsat myndum, samanber 22. mynd. Ólituð svæði voru flokkuð samkvæmt N6 og er þekja þeirra sýnd á 24. mynd.

Tafla 5. SPOT 5 gervitunglamyndir sem notaðar voru við N6 yfirborðsflokkun Nýtjaland.

Myndatökudagur	Númer myndar	Staðsetning
18.9.2003	714_219_0_030918	Mýrdalur
18.7.2004	702_212_4_040718	Jökulfirðir
16.8.2004	705_213_0_040816	Drangajökull
27.8.2005	714_218_0_050827	Grænifjallgarður
6.9.2006	714_217_0_060906	Hágöngur
6.9.2006	717_216_0_060906	Sprengisandur
22.8.2006	717_215_0_060822	Svartárkot_a
1.8.2002	714_214_0_020801	Svartárkot_b
30.8.2004	718_214_0_040830	Hólsfjöll
3.8.2002	714_213_8_021003	Gæsafjöll
18.8.2006	718_216_0_060818	Askja
19.8.2006	718_215_0_060819	Mývatnsöræfi
30.8.2004	718_213_0_040830	Þistilfjörður
27.7.2005	718_217_0_050727	Vatnajökull
19.8.2006	718_217_8_060819	Skeiðarárjökull
16.8.2006	710_216_0_060816	Stórisandur
9.7.2004	714_212_2_040709	Melrakkaslétta
14.8.2004	709_216_1_040814	Norðurárdalur
14.9.2004	709_515_1_040914	Hrútafjörður
15.8.2004	710_213_1_040815	Fljót
19.8.2005	710_214_0_050819	Skagafjörður
16.8.2006	710_214_0_060816	Blöndulón
17.8.2006	713_214_0_060817	Eyjafjörður
17.8.2006	713_215_0_060817	Skagafjarðarheiðar
16.7.2003	713_216_8_030716	Kjölur
16.7.2003	713_217_8_030716	Þjórsárdalur
23.7.2006	713_216_0_060723	Hofsjökull
26.7.2005	705_215_9_050726	Snæfellsnes_b
10.8.2004	709_218_8_040810	Reykjanes
11.8.2004	718_212_1_040811	Langanes
3.10.2002	714_212_8_021003	Skjálfandi
6.9..2002	709_218_0_020906	Reykjanes
17.7.2004	706_218_0_040717	Reykjanestá



25. mynd. Þekja SPOT 5 mynda sem notaðar voru við N6 flokkun yfirborðsflokkunina. Númer myndanna koma fram í töflu 5.

5.5. Uppdrættir af náttúrulegu birkilendi og ræktuðum skógum

Þegar verkefnið Nytjaland hófst voru ekki fyrirhagðar jafn góðar upplýsingar um útbreiðslu skóglendis og eru í dag og því var miðað að því að aðgreina landgerðina kjarr- og skóglendi með fjarkönnunaraðferðunum. Síðan þá hefur Skógrækt ríkisins kortlagt bæði náttúrulega birkiskóga og ræktaða skóga á landinu (Arnór Snorrason og Bjarki Þór Kjartansson, 2004; Björn Traustason, 2014, munnleg heimild) og því var ákveðið að nota uppdrátt Skógræktarinnar til að afmarka skóglendi í nýrri útgáfu af Nytjalandi, enda eru það ítarlegustu upplýsingarnar sem er að hafa um um skóga á Íslandi.

Ræktaðir skógar í landinu eru 476 km² samkvæmt landfræðilegum gagnagrunni Skógræktar ríkisins (2013). Náttúrulegir birkiskógar eru 1310 km². Í uppdrætti Skógræktarinnar af náttúrulegum birkiskógum er allt land þar sem birki þekur um eða yfir 10% yfirborðsins. Eigindatöflur sem tengjast uppdrættinum tilgreina þéttleika og hæð trjáplantna á hverjum stað og er nauðsynlegt að taka tillit til þeirra upplýsinga við notkun gagnagrunnsins. Nytjaland skilgreindi flokkinn kjarr- og skóglendi með öðrum hætti (sjá kafla 6.2.) og því er vart hægt að bera sama gögnin, svo vel sé.

Ofmat er í gögnum Skógræktarinnar varðandi flatarmál nýskógræktar. Stafar það einkum af því að ekki er búið að planta í allt það land sem tekið hefur verið frá til skógræktar og merkt sem slíkt í gögnum. Samkvæmt niðurstöðum úr verkefninu Íslensk skógarúttekt sem unnið er að hjá Rannsóknarstöð skógræktarinnar á Mógilsá er ofmatið um 18% í útgáfunni frá 2013 (Björn Traustason, munnleg heimild 2013).

5.6. Vötn, ár og jöklar

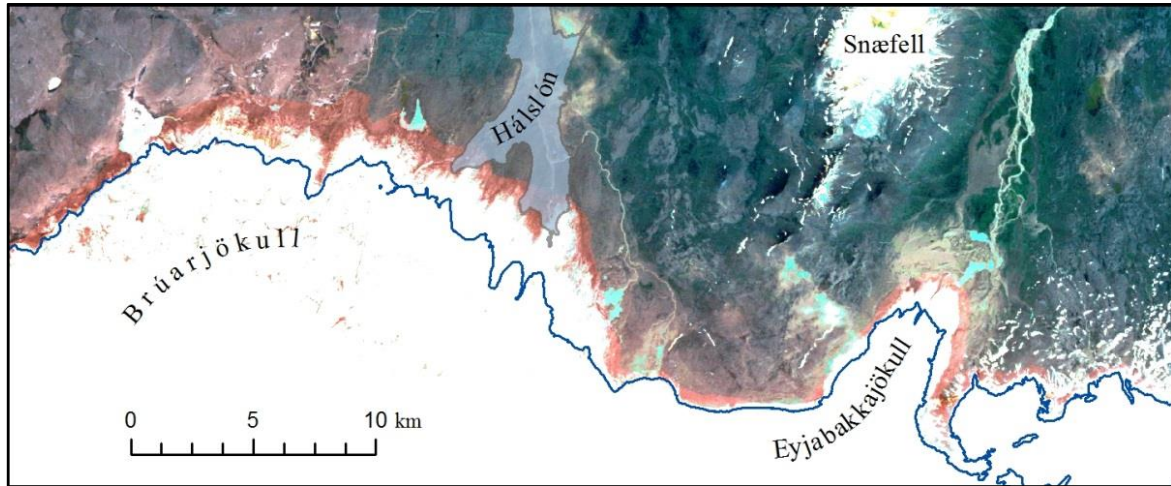
Við úrvinnslu Nyttjalandsgagnanna var stuðst við IS50V kortagrunn Landmælinga Íslands (2013). Kortagrunnurinn er unninn í mælikvarða 1:50 000 (1 cm á korti jafngildir 500 m á jörðu). Í gagnagrunninum er vatnsyfirborði skipt í nokkra flokka. Þar er m.a. greint á milli fyrirferðalítilla áa og lækja og hins vegar breiðra áa. Lækir og minni ár eru táknuð með línunum en breiðar ár eru táknaðar með flákum. Línurnar fela ekki í sér upplýsingar um flatarmál. Flákarnir standa hins vegar fyrir ákveðið svæði. Heildarflatarmál straumvatna sem táknuð eru með flákum í vatnafarsþekju Landmælinga Íslands er 778 km². Tjarnir og stöðuvötn eru 1830 km².

Á 25. mynd er sýnt dæmi um skiptinguna á milli lína og fláka í vatnafarsþekju LMÍ. Ljósblár flötur sýnir ár sem teiknaðar eru inn sem flákar en dekkri línurnar sýna ár og skurði sem táknaðar eru með línunum og hafa þ.a.l. ekki flatarmál í vatnafarsgrunninum. Eins og sjá má á myndinni, geta minni straumvötn haft talsvert flatarmál sem ekki er týnt til í heildarþekju vatnsyfirborðs. Þessi aðferðafræði veldur því að vatnsyfirborð landsins er vanmetið að einhverju leiti. Á móti kemur að hólmar í ám og áreyrar sem oft eru þurrar eru gjarnan teiknaðar með vatnsyfirborði í flákaþekjunni, sjá t.d. svæðin sem auðkennd eru með gulum hring á 26. mynd.



26. mynd. Mismunandi skráning á vatnafari. Í vatnafarsgrunni Landmælinga Íslands (2013) eru breiðar ár og vötn teiknuð inn sem flákar og hefur hver fláki tiltekið flatarmál. Minni ár, lækir og skurðir eru táknuð með línunum sem ekki fela í sér flatarmál. Gulu hringirnir á myndinni afmarka svæði sem er dregið er inn sem vatnsyfirborð þó svo að það sé að hluta til þurrt.

Flatarmál jökla er 10 866 km² samkvæmt kortagrunni Landmælinga Íslands (2013). Jöklar hafa hopað á undanförunum árum og þess gætir þegar þekja með útlínunum jökla frá 2013 er lögð yfir Landsat mynd frá árinu 1999, en það er sú mynd sem Nyttjalandsflokkunin var unnin eftir við norðanverðan Vatnajökul (sjá 27. mynd). Bláa línan sýnir jaðar jökulsins eins og hann er dreginn inn í IS50V kortagrunninn í útgáfu 2013. Glögg má sjá hvað jökullinn hefur hopað síðan myndin var tekin. Háslón hefur einnig komið til í millitíðinni.



27. mynd. Hopun jökla á árabílinu 1999 til 2013. Grunnmyndin er Landsat 7 mynd frá 28. júlí 1999 sem svæðið umhverfis Vatnajökul var flokkað eftir. Bláa línan sýnir jaðar jökulsins eins og hann er dreginn upp í kortagrunni Landmælinga Íslands 2013. Jaðar jökulsins sem er hulin bergmylsnu og ösku kemur fram rauðleitur á gervitunglamyndinni. Háslón er dregið inn á myndina, en það varð til eftir að myndin var tekin.

6. Kortlagningarlykill og skilgreiningar yfirborðsflokka

Þegar búin eru til flokkunarkerfi fyrir kortlagningu með fjarkönnun þá er nauðsynlegt að hafa eftirfarandi í huga. Lykilinn verður að geta aðgreint þá flokka eða landgerðir sem ætlast er til. Kortlagningarlykill verður að dekla allt land sem flokka á. Mikilvægt er að í lykilnum sé svigrúm fyrir breytingar og viðbætur (Anderson o.fl., 1976).

Þegar ákvörðun var tekin um skiptingu lands í Nytjalandsflokka var einkum horft til þess að flokkunin myndi endurspeglar framleiðni gróðurs og þar með gæði landsins til beitarnytja (Ólafur Arnalds o.fl., 2003). Einnig var horft til þess að flokkunin væri nógu einföld til að unnt væri að greina á milli flokka með ásættanlegri nákvæmni. Sé flokkunum fjölgað fer ónákvæmni að aukast og ferlið við flokkunina verður bæði flóknara og tímafrekara með tilheyrandi kostnaði.

Ákveðið var að skipta gróðurfari landsins í 12 flokka og er þessi flokkunarlykill nefndur „N12 yfirborðsflokkun“ Nytjalands. Flokkarnir eru: ræktað land, kjarr- og skóglendi, graslendi, votlendi, hálfdeigja, ríkt mólendi, rýrt mólendi, moslendi, hálfgróið land, lítt gróið land, vatn og jöklar og fannir.

Farið var í nokkrar ferðir um Suðurland til að kanna hvort allar landgerðir sem þar var að finna rúmuðust innan fyrrnefndra flokka. Ekki reyndist þörf fyrir úrbætur eftir þá yfirferð og því var ákveðið að hefja vinnuna við flokkun myndanna og jafnframt fá úr því skorið hvort kortlagningarlykillinn væri raunhæfur fyrir vinnslu af þessu tagi.

6.1. Yfirborðsflokkurinn ræktað land

Ræktað land á fyrst og fremst við um tún og önnur ræktað svæði, s.s. kornakra og grænmetisgarða. Flög sem myndast þegar land er brotið til ræktunar teljast sem ræktað land. Ræktað land er mjög mismunandi ásýndar og endurvarp frá þessum svæðum er margbreytilegt (sjá 28. mynd).

Uppgræðslur teljast til ræktað lands og voru þær merktar sérstaklega við greiningu á vettvangi. Gróður í uppgræðslum er yfirleitt rýr og endurvarpið frá þeim ólíkt grónu ræktarlandi, ef lúpínurækt er undanskilin.



28. mynd. Yfirborðsflokkurinn ræktað land. Ásýnd ræktaðs lands er breytilegt og endurvarpið að sama skapi mismunandi.

6.2. Yfirborðsflokkurinn kjarr- og skóglendi

Innan flokksins kjarr- og skóglendis eru ræktaðir skógar, náttúrulegt birki og víðikjarr. Trjágróðurinn sem rís upp fyrir graslagið getur verið mishár. Við mat á flokknum var miðað við að trjágróðurinn yrði að vera a.m.k. hnéhár til að geta flokkast til kjarr- og skóglendis. Þekja trjágróðurs skildi einnig vera >50% í lóðréttu ofanvarpi (sjá 29. mynd). Sé kjarrið lægra eða þekjan minni er líklegast að landið flokkist sem ríkt mólendi, en kjarr vex einnig í hálfdeigjum og votlendum. Botngróður í kjarr- og skóglendi getur verið margskonar. Á frjósömum svæðum er algengur undirgróður gras, lyng og blómjurtir. Þar sem umhverfisaðstæður eru síðri s.s. á hraunum einkennir mosi gjarnan skógarbotninn.



29. mynd. Mörk yfirborðsflokksins kjarr- og skóglendi. Samkvæmt skilgreiningu Nytjalandis á flokknum kjarr- og skóglendi, þurfa hnéháar trjáplöntur að þekja >50% yfirborðsins. Á hvorugri myndinni nær hnéhátt kjarr ekki að þekja 50% yfirborðsins og svæðin flokkast því ekki til kjarr- og skóglendis.

6.3. Yfirborðsflokkurinn graslendi

Grastegundir einkenna gróðurinn í þessum flokki. Í hann falla einnig svæði þar sem blómplöntur eru ríkjandi (blómlendi). Graslendi er alla jafna uppskeruríkt og er það einkum að finna þar sem umhverfisaðstæður eru hagstæðar gróðri og eru blóm þar oft áberandi. Mosi getur einnig verið áberandi í graslendi þar sem umhverfisaðstæður eru slakar (sjá 30. mynd).



30. mynd. Yfirborðsflokkurinn graslendi. Á frjósömum svæðum eru graslendi uppskeru mikil og blómjurtir oft áberandi (mynd til vinstri). Á rýrari svæðum eru grösín smávaxin og mosi oft áberandi (mynd til hægri).

6.4. Yfirborðsflokkurinn votlendi

Flokkurinn votlendi einkennist af því að landið er blautt. Við söfnun gróðurfarsupplýsinga á vettvangi áður en fjarkönnunargreiningin fór fram og við úttekt á yfirborðsflokkuninni eftir fjarkönnunargreininguna, var fyrst og fremst litið til vatnsstöðu. Vatnsstaða er mishá, stundum flýtur vatn yfir gróðurinn og stundum er svörðurinn nánast þurr. Ef vafi lék á því í hvaða flokk svæðið færi var horft til gróðursamsetningar. Slík vafaatriði komu helst til álita ef tíðafar hafði verið mjög þurrt vikurnar á undan myndatöku og/eða vettvangs úttekt.

Í flokkinn votlendi falla gróðurlendin mýri, hallamýri og flói. Land sem flokkast sem votlendi einkennist yfirleitt af miklum og fjölbreyttum gróðri. Votlendi á hálendinu eru þó oft rýr (sjá 31. mynd). Einkennisplöntur votlendis eru starir, grös, mýrarelfting og mosar. Sums staðar er fjalldrapi og bláberjalyng áberandi.



31. mynd. Hálendisvotlendi. Votlendi á hálendinu eru almennt mun rýrari en votlendi á láglandi og er endurvarp frá þeim ólíkt því sem gerist í gróskumeiri votlendum á láglandi.

Votlendi eru mjög fjölbreyttur gróðurflokkur og er flokkun þeirra á grunni gervihnattamynda háð nokkrum annmörkum (sjá kafla 2.7.5.). Í sumum tilvikum kann að koma upp spurning um það hvort tjarnir í votlendi skuli teljast vatn eða sem hluti votlendisins. Slíkt verður að meta eftir stærð tjarnanna og þá einnig hvort útslag myndanna gefi tilefni til þess að ákvarða flokkunina.

6.5. Yfirborðsflokkurinn hálfdeigja

Í þennan flokk falla gróðurlendin hálfdeigja, jaðar og framræst votlendi sem ekki eru farin að bera augljós merki gróðurbreytinga yfir í þurrlandi (graslendi eða mólendi). Hálfdeigjur eru yfirleitt tegundamargar og þar finnast bæði votlendis- og þurrlandistegundir (sjá 32. mynd). Starir, grös, elftingar og mosar einkenna öðru fremur gróðurinn í hálfdeigjum en þar vaxa líka

víðir, fjalldrapi, bláberjalyng og birkikjarr svo stundum er álitamál hvort svæðið skuli flokkað sem hálfdeigja eða kjarr- og skóglendi.

Vatnsstaðan var megin greiningarþátturinn þegar hálfdeigja var greind frá öðrum gróðurlendum, s.s. ríku mólendi og graslendi. Einnig var horft til vatnsstöðunnar þegar greint var á milli votlendis og deiglendis. Vatn flýtur sjaldan yfir svörð í hálfdeigjum en vatn getur þó legið í lautum á vorin og eftir rigningar.

Hálfdeigjur hafa oft óljós skil við aðra yfirborðsflokkana, einkum votlendi og ríkt mólendi.



32. mynd. Yfirborðsflokkurinn hálfdeigja. Svörðurinn í hálfdeigjum er allan jafnan blautur. Í hálfdeigjum vaxa bæði votlendis- og þurrlandistegundir.

6.6. Yfirborðsflokkurinn ríkt mólendi

Mólendi eru mjög útbreidd og gróðursamsetning þeirra fjölbreytileg. Í Nytjalandsflokkun er mólendum skipt í tvo flokka, ríkt mólendi og rýrt mólendi. Það sem aðgreinir flokkanna er einkum það að í ríku mólendi er uppskeran mun meiri en í rýru mólendi, þar skiptir mestu hlutdeild góðra beitarpantna, s.s. grasa og blómpantna. Í ríku mólendi eru smárunnar oft áberandi t.d. bláberjalyng, beityng og fjalldrapi, en einnig víðir (sjá 33. mynd). Einnig er hugað að hlutdeild mosa, en minna er af mosa í ríku mólendi en í rýru mólendi (Ólafur Arnalds ofl., 2003). Mikil beit í ríku mólendi veldur því að einkennisplönturnar verða lítt áberandi og landið kann að líkjast rýru mólendi við fyrstu sýn. Skil á milli ríks- og rýrs mólendis eru oft óljós. Ríkt mólendi hefur einnig óljós mörk við hálfdeigjur og graslendi og í sumum tilvikum við kjarr- og skóglendi.



33. mynd. Yfirborðsflokkurinn ríkt mólendi. Í ríku mólendi vaxa ýmsar mólendistegundir sem eftirsóttar eru af beitardýrum og þar er ávalt talsvert af grösum og/eða blómjurtum.

6.7. Yfirborðsflokkurinn rýrt mólendi

Rýrt mólendi einkennist af lélegum beitarplöntum á borð við móasef, þursaskegg og lyngtegundum. Oft er þar mikill mosi og jafnvel fléttugróður. Lítið er af eftirsóttum beitarplöntum á borð við blómtegundir, grös, starir og víði. Mosi er oft áberandi í rýru mólendi. Rýrt mólendi er einkum á stöðum þar sem umhverfisaðstæður draga úr framleiðslugetu landsins s.s. þar sem jarðvegur er rýr og grýttur, þar sem er vindasamt og þar sem úrkoma er takmörkuð.

Í stórbýfðu mólendi er gróðursamsetningin oft ólík uppi á þúfnakollunum annars vegar og hins vegar í skjólinu milli þúfnanna (sjá 34. mynd). Harðgerðustu tegundirnar skipa sér á þúfnakollana, einkennistegundir rýrs mólendis, en hinar kulvísari sækja í lautirnar. Þar eru þá gjarnan bæði einkennistegundir ríks- og rýrs mólendis (Ólafur Arnalds o.fl., 2003). Gróðurþekja í rýru mólendi er oft slitrótt. Ef gróðurinn þekur minna en helming skal svæðið flokkað sem hálfgróið land.



34. mynd. Yfirborðsflokkurinn rýrt mólendi. Rýr mólendi eru oft þýfð. Á þúfnakollunum þrífast oft harðgerðari tegundir en í þúfuskorningunum. Gróðurþekjan er oft rofin í rýru mólendi. Mosi, fjalldrapi og krækilyng eru hér áberandi.

6.8. Yfirborðsflokkurinn moslendi

Land sem telst til þessa flokks einkennist af því að mosi þekur um eða yfir helming yfirborðsins. Hinn hluti landsins getur hvort heldur verið gróinn eða ógróinn (sjá 35. mynd).

Með mosa vaxa oft grös, starir og smárunnar en oftast er gróðurframleiðnin rýr.

Mörkin á milli moslendis og annarra gróðurflokka geta verið óljós, einkum mörk mosa og rýrs mólendis og hálfgróins lands. Þar sem grös og aðrar háplöntur vaxa með mosa og landið er undir litlu beitarálagi, geta grös verið áberandi, en þegar nánar er að gáð kann hlutdeild mosa að vera yfir 50%. Á sama hátt þá kann hlutdeild mosa að sýnast meiri enn ella sé land mikið bitið og grös lítt áberandi. Mosabekja er oft rofin. Þeki rofðflar í mosanum meira en 50% yfirborðsins, flokkast landið sem hálfgróið.



35. mynd. Moslendi. Helmingur yfirborðsins þarf að vera þakinn mosa til að landið falli í flokkinn moslendi. Hinn helmingur yfirborðsins getur hvort heldur verið gróinn eða ógróinn. Grös verða stundum áberandi í lítið beittu moslendi.

6.9. Yfirborðsflokkurinn hálfgróið land

Land í þessum flokki hefur gróðurhulu á bilinu 20 til 50% (sjá 36. mynd). Hálfgróið land er að þessu leiti aðeins villandi heiti. Tegundasamsetning er mjög mismunandi á hálfgróinu landi og getur bæði verið um ræða eftirsóttar beitarplöntur og þær sem minna eru bitnar (Ólafur Arnalds o.fl., 2003). Ógróni hluti yfirborðsins er mjög fjölbreytilegur, ýmist grjót, klappir, hraun, moldir eða sandur. Einnig er oft um mikinn breytileika að ræða hvað landformið varðar s.s. holt, melar, áreyrar, sandar, skriður, hraun o.s.frv. Nafngiftir gróðurs í svona breytilegu yfirborði eru sem dæmi; holtagróður, melagróður, bersvæðagróður, flagmói o.fl. Tilurð þessara svæða er misjöfn, en oftast er jarðvegurinn rýr, vatnshringrás rofin, frostlyfting mikil og umhverfisaðstæður því afar óhagstæðar gróðri. Framvinda gróðurs kann að vera í framför á þessum svæðum, en oft er um gróðurleifar á röskuðu landi að ræða.



36. mynd. Hálfgróið land. Gróðurþekja á landi sem telst til hálf gróins lands er á bilinu 20-50%. Um ýmiskonar gróður getur verið að ræða og undirlagið er breytilegt.

6.10. Yfirborðsflokkurinn lítt gróið land

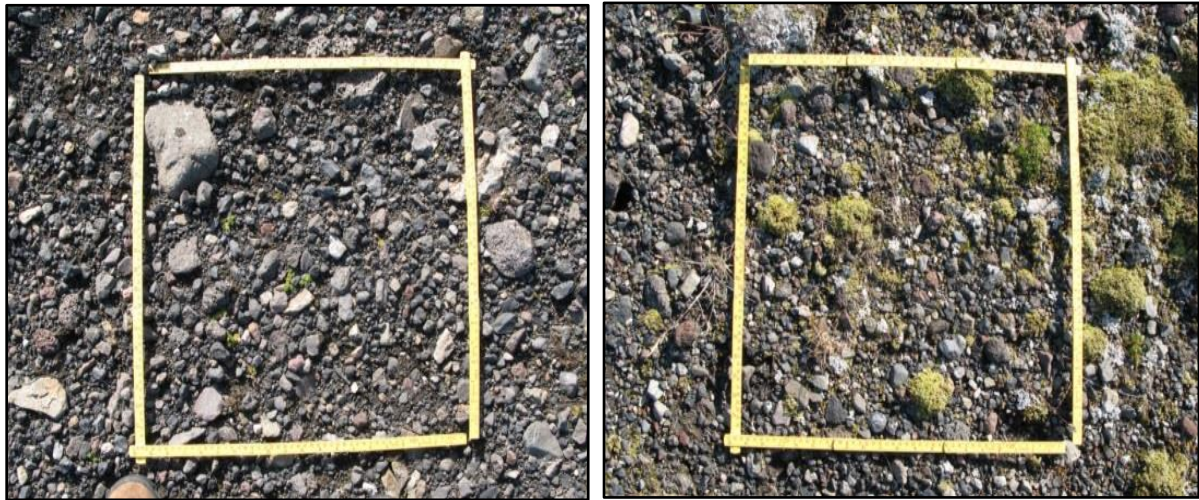
Annað heiti fyrir lítt gróið land gæti verið „ógróið land“ en það er ekki notað því einhvern gróður er nánast alltaf að finna, t.d. stakar melaplöntur eða mosa. Annað hugtak sem kemur til greina er „auðn“ eða „auðnir“ (sjá Ólaf Arnalds o.fl., 2003), en hugtakið „auðnir“ hefur verið notað bæði um „hálfgróið land“ og „lítt gróið land“, enda er gróðurframleiðni beggja þessara gróðurflokka takmörkuð.

Í flokkinn lítt gróið land falla fjölmargar yfirborðsgerðir sem hafa það sameiginlegt að vera gróðurvana. Um getur verið að ræða áreyrar, sandar, urðir, klappir, moldir, mela, fjöll, fjörur og svo mætti áfram telja (sjá 37. mynd).



37. mynd. Yfirborðsflokkurinn lítt gróið land (gróðurvana land). Ásýnd lands sem telst lítt gróið er margvísleg. Land með gróðurþekju innan við 20% telst til líttgróins lands.

Gróðurþekja er minni en 20% miðað við lóðrétt ofanvarp (sjá 38. mynd). Gróðurinn á lítt grónu landi getur verið nánast hvaða þurrlendisgróður sem er, en algengast er að þar sé að finna grös, mosa og blómjurtir.



38. mynd. Mat á gróðurþekju. Mörkin milli lands sem flokkast sem lítt gróið land og hálfgróið land eru miðuð við 20% gróðurþekju, sé horft lóðrétt á yfirborðið. Á myndinni til vinstri er gróðurþekjan minni en 20% og landið flokkast sem lítt gróið land, en á myndinni til hægri nær gróður að þekja yfir 20% og landið flokkast sem hálfgróið land.

6.11. Yfirborðsflokkurinn vatn

Í flokkinn vatn fara svæði sem þakin eru vatni. Sjaldnast þarf að velkjast í vafa um flokkun vatns. Einna helst getur verið um vafaatriði að ræða þegar kemur að svæðum sem stundum eru undir vatni og stundum á þurru, t.d. breytilegir árfarvegir og vötn þar sem vatnsborð hækkar og lækkar. Sum vötn og tjarnir þorna þegar líður á sumarið, einkum í þurrkatíð. Skil yfirborðsflokkanna vatn og votlendi geta einnig verið óljós eins og áður var getið (sjá kafla 2.7.4.).

6.12. Óljós flokkamörk

Þó svo að gróðurflokkar hafi verið skilgreindir þá er ekki alltaf ljóst hvar á að draga mörkin á milli flokka. Skilin eru jafnan óskýr í náttúrunni. Ein landgerð breytist smám saman yfir í aðra. Auk þess eru sumstaðar mjög blönduð svæði sem réttilega gætu fallið í fleiri en einn flokk, t.d. þar sem koma fyrir mólendi, holt og votlendi (sjá 39. mynd). Einnig er mat á gróðurþekju í eðli sínu ónákvæmt, ekki síst á mörkum flokka (t.d. hvort sé 48 eða 52% gróðurþekja, þ.e. hvoru megin við 50% er þekjan?)



39. mynd. Úttektarpunktur í blandaðri yfirborðsgerð (til vinstri) og úttektarpunktur á flokkamörkum (til hægri). GPS tækið (auðkennt með gulum hring) sýnir hvar úttektarpunkturinn er. Á svona svæðum er erfitt að skera úr um hvað yfirborðsflokki svæðið tilheyrir.

Tiltekin landgerð (yfirborðsflokkur) getur líka verið talsvert ólík frá einum stað til annars, bæði innan sömu myndar og á milli mynda. Graslendi er t.d. stundum afar gróskumikið en það getur líka verið rýrt (sjá 40. mynd). Innan um grösina vaxa líka oft aðrar tegundir sem gera ásýnd og endurvarp svæðisins breytilegt. Grös eru auk þess vinsæl fæða hjá beitardýrum, en beit og margskyns landnýting breytir endurvarpi svæða.



40. mynd. Dæmi um breytileika innan landflokks. Hver yfirborðsflokkur fyrir sig hefur tiltekna eiginleika varðandi tegundir og gróðurþekju, en ásýnd og gróska hvers flokks getur verið ólík frá einum stað til annars. Á myndinni til vinstri er uppskeruríkt graslendi en á myndinni til hægri er uppskeran mun minni. Beitargildi svæðanna kann samt að vera áþekkt.

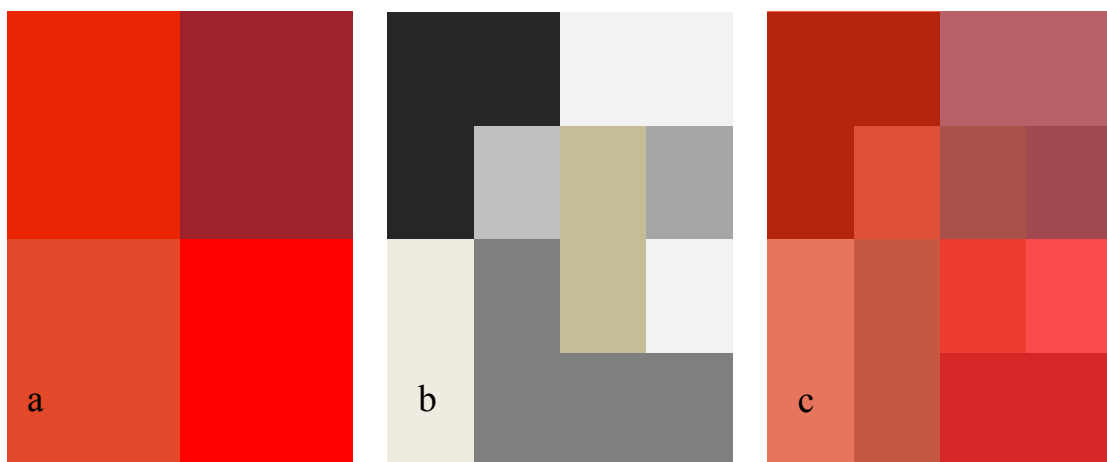
7. Aðferðir

Þegar hefur verið gerð grein grunnatriðum fjarkönnunar og flokkunarlyklunum sem útbúnir voru fyrir verkefnið. Verður nú gerð grein fyrir vinnuferlinu, þar sem tölfræðilegum upplýsingum frá gervitunglum er breytt í kort fyrir yfirborðsflokka

7.1. Forvinna fyrir flokkun gagnanna

Landsat 7 myndirnar eru það sem kallast „*radiometric corrected*“ við afhendingu þeirra, en í því fellst að búið er að leiðrétta þær fyrir ögnum í andrúmsloftinu. SPOT myndirnar þurfti hins vegar ekki að leiðrétta með þetta í huga. Einnig þurfti að rétta upp myndirnar og koma þeim í ISNET hnitakerfi sem er það hnitakerfi sem notað er fyrir stafrænar landupplýsingar á Íslandi. Hægt var að rétta upp öll fjölrása böndin, fjögur (multispectral bands) í SPOT myndunum í einu. Svarthvíta bandið (panchromatic band) þurfti hins vegar að rétta upp og hnitsetja sérstaklega. Í Landsat gögnunum þurfti að rétta upp og hnitsetja hvert band fyrir sig (7 bönd).

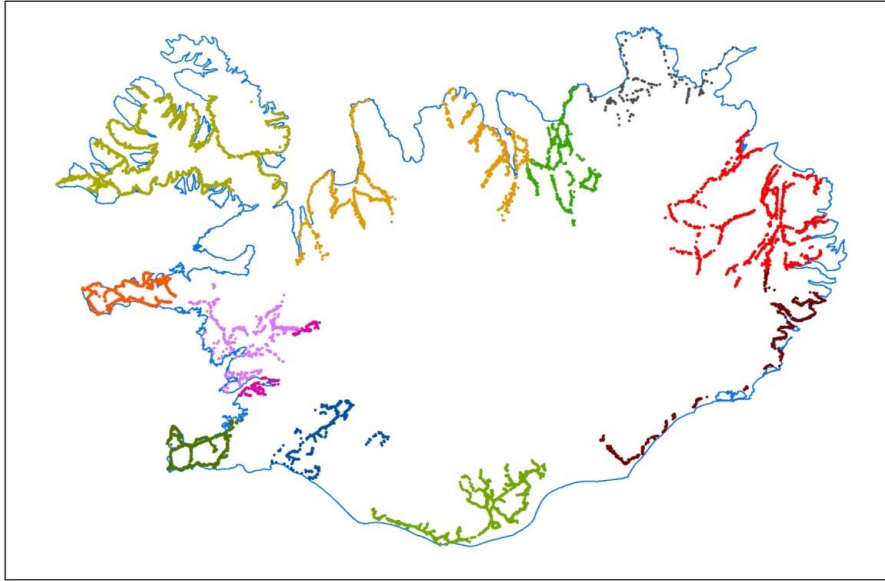
Til að fá mynd í náttúrulegum litum og í sem bestri upplausn var gerð útgáfa þar sem fjölrása böndin voru sett saman í eina mynd. Því næst var svarthvíta bandið sameinað öllum fjölrása böndunum. Svarthvítu böndin eru með helmingi meiri upplausn en fjölrása böndin, þannig að með slíkri sameiningu eykst upplausnin í heild (sjá 41. mynd).



41. mynd. Blöndun banda með misstórar myndeiningar. Með því að sameina fjölrásabönd sem eru með 10 m myndeiningum (mynd a) og svarthvít band með 5 metra myndeiningum (mynd b) eykst greinihæfni myndarinnar, sjá mynd c.

7.2. Öflun grunnagna fyrir flokkun

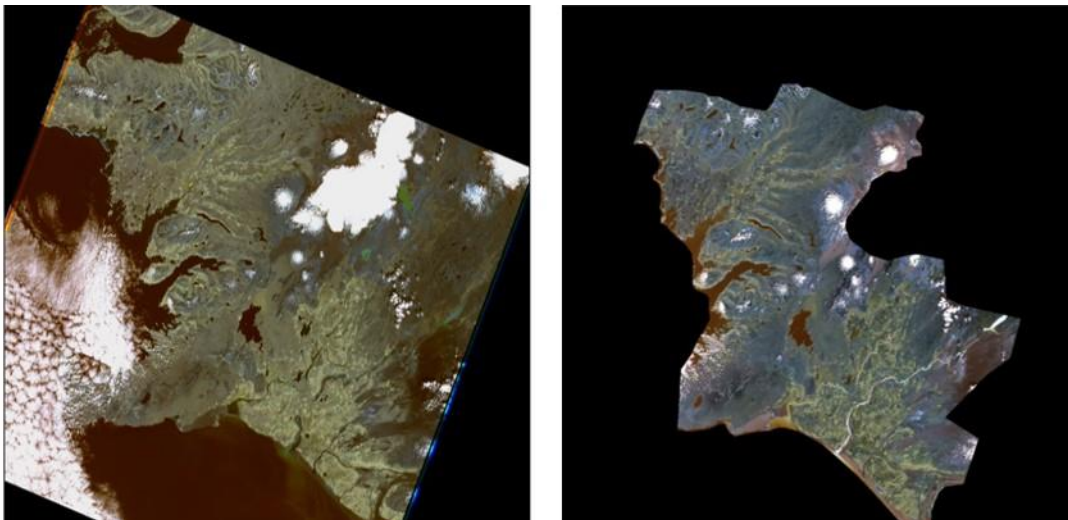
Áður en hafist var handa við stafræna flokkun gervitunglamyndanna var safnað upplýsingum um yfirborðsgerð lands sem hver mynd þakti. Gagnaöflunin fólst í því að farið var um svæðið og settir punktar inn á gervitunglamyndina þar sem var að finna góð dæmi um hvern yfirborðsflokk. Fyrstu árin voru punktarnir merktir inn á útprentun og svo tölvuskráðir þegar heim var komið. Síðari árin voru punktarnir skráðir á vettvangi í tölvu. Alls voru skráðir 12102 slíkir punktar (sjá 42. mynd). Um svokallaða stýripunkta er að ræða eða „training dataset“ (sjá kafla 2.3.1.).



42. mynd. Stýripunktur sem skráðir voru fyrir flokkun. Hver stýripunktur hefur x og y hnit. Við hvern punkt var skráð til hvaða Nytjalandsflokks svæðið tilheyrði. Litirnir endurspeglar gróflega stýripunkta sem safnað var fyrir hverja mynd sem var flokkuð. Samtals voru skráðir 12102 stýripunktur.

7.3. Flokkun gervitunglamynda

Landsat mynd af Suðvesturlandi var fyrsta myndin sem var flokkuð. Myndin var talsvert skýjuð og voru þau svæði klippt frá myndinni áður en flokkunin var gerð (sjá 43. mynd). Á öðrum myndum voru skýjaðir eða óskýrir hlutar myndanna fjarlægðir eftir að flokkun var gerð.



43. mynd. Landsat 7 mynd af Suðvesturlandi. Svæði sem voru skýjuð á myndinni voru klippt af myndinni áður en hún var flokkuð.

Notuð var stýrð flokkun á myndina af Suðvesturlandi. Búnir voru til flákar víðsvegar um myndina sem afmörkuðu nokkur einsleit svæði fyrir hvern yfirborðsflokk, þ.e. stýri svæði (training areas, sjá kafla 2.3.2.). Áður en flokkun var unnin var endurvarp frá stýrisvæðum

skoðað til að sjá hvort eitthvað væri athugasvert, t.d. hvort eitthvert svæði væri verulega frábrugðið og þá athugað hvort um villu væri að ræða.

Einnig voru gerðar nokkrar tilraunir til að flokka myndirnar á sjálfvirkan hátt (sjá kafla 2.3.2.). Útkoman úr sjálfvirku flokkuninni og stýrðu flokkuninni var mjög sambærileg hvað varðar hittni, eða hversu rétt hún reyndist samkvæmt Error Matrix greiningu. Sjálfvirka aðferðin reyndist hins vegar fljótlegri, þannig að hún var notuð á allar aðrar myndir, bæði Landsat og SPOT myndirnar.

Sjálfvirka aðferðin felur í sér að hugbúnaðurinn leitar að fylkjum (natural clusters) í hverri mynd sem flokkuð er. Í því tilfelli þarf að tilgreina hámarksfjölda flokka sem tölvan má nota sem og hámarks breytileika sem má vera innan hvers flokks. Myndunum var skipt niður í 150-200 flokka sem síðan var raðað niður í þá 12 flokka sem eftir áttu að standa, með hliðsjón af stýripunktunum (Sigmar Metúsalemsson o.fl. 2006). Fyrir kom að einhverjir af þessum 150-200 flokkum pössuðu ekki inn í neinn af endalegu flokkunum. Algengasta orsök þess að enginn flokkur passaði var sú að yfirborðsgerðin sem flokkurinn stóð fyrir var blanda af tveimur hinna endanlegu flokka. Þá var gripið til þess ráðs að endurflokka þá flokka sem útaf stóðu með því að skipta hverjum og einum þeirra upp í 5-10 flokka og raða svo þeirri útgáfu inn í hina 12 endanlegu flokka (Fierens og Rosin, 1994).

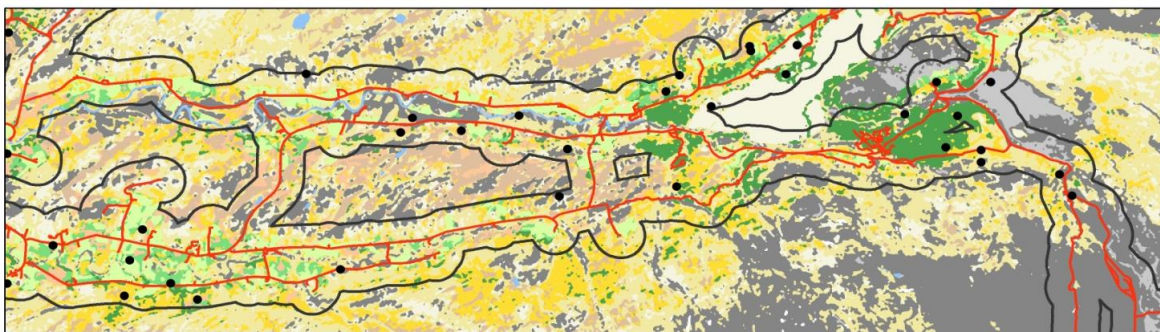
Þegar mynd hafði verið flokkuð, hvort heldur með stýrðri eða sjálfvirkri flokkun, var gerð athugun á því hversu rétt flokkunin var. Það var gert með „Error Matrix“ greiningu sem m.a. segir til um það í hve mörgum tilfellum fer saman flokkun á korti og flokkun stýripunkta. Ef útkoman var ekki ásættanleg, var flokkunin lagfærð enn frekar m.t.t. þeirra frávíka sem fram komu í Error Matrix greiningunni. Sem dæmi má nefna að ef of margir punktar úr stýripunktaskránni sem merktir voru graslendi lentu á svæðum sem flokkuðust sem ríkt mólendi, þá var mörkum milli þessara tveggja flokka hnikað til þannig að sem flestir punktar féllu á réttan flokk.

7.4. Yfirferð kortlagningar á vettvangi

Þegar lokið hefur verið við að flokka hverja mynd og yfirfara með tilliti til stýripunktanna þá var komið að því að kanna hversu rétt kortlagningin var með skoðun á vettvangi.

Skoðunarstaðirnir voru ákvarðaðir með lagskiptri slembidreifingu (sjá kafla 2.4.) en með ákveðnum takmörkunum sem miðuðu að því að unnt væri að komast á alla skoðunarstaðina innan skynsamlegra tímamarka.

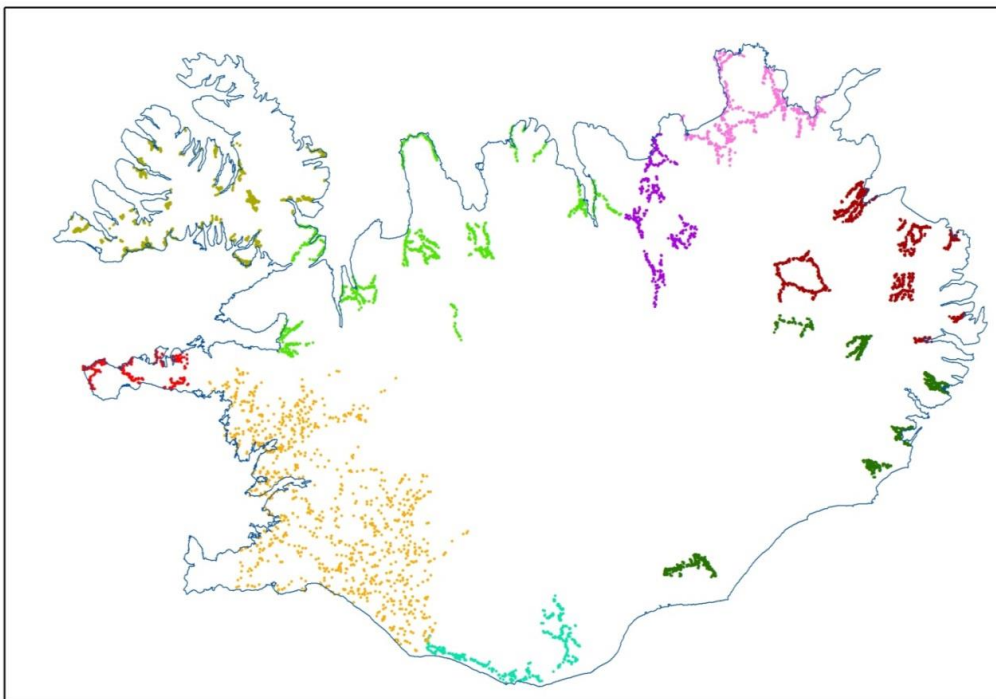
Fyrsta myndin sem var yfirfarin var Landsat mynd af Suðvesturlandi. Byrjað var á því að setja 700 m jaðar (buffer) til beggja handa á alla vegi svæðisins. Síðan var dreift 1000 punktum með slembi aðferð innan þess svæðis. Með því móti var tryggt að enginn punktur væri í meira en 700 metra fjarlægð frá vegi í báðar áttir (sjá 44. mynd).



44. mynd. Dæmi um dreifingu punkta sem notaðir eru til að taka út gæði flokkunar. Vegir eru sýndir með rauðum línur. Svört lína sýnir 700 m fjarlægð frá vegum. Svartir punktar sýna úttektarstaði. Úttektar punkturnum var dreift lagskiptri en tilviljunarkennt innan þess svæðis.

Þessi dreifing dekkaði vel fjölbreytileika landgerða á svæðinu, en úttektin reyndist tímafrek. Var því ákveðið að hafa úttektarstaðina klasadreifða fyrir aðrar myndir,. Fjarlægðin frá vegi var einnig stytt í 500 m. Staðsetning klasanna var ákveðin með því að myndin var skoðuð og svæði voru valin sem þóttu dekka breytileika í yfirborðsgerðum myndarinnar. Á 45 mynd má sjá dreifingu úttektarpunktanna.

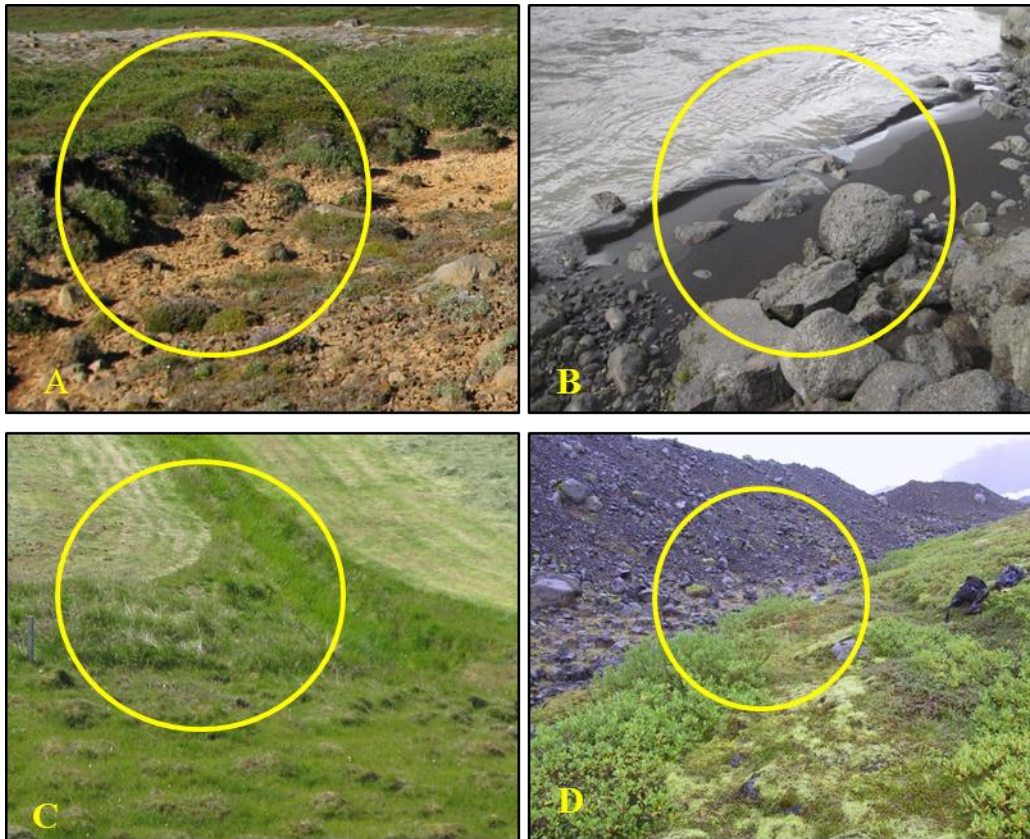
Hnit úttektapunkta voru sett inn í GPS tæki. Keyrt var sem næst hverjum punkti og gengið þaðan eftir tilvísun GPS tækisins þar til á punktin var komið.



45. mynd. Dreifing úttektarpunkta. Farið var á hvern punkt og athugað hvort rétt væri kortlagt. Á suðvestanverðu landinu var punktum dreift tilviljanakennt innan 700 m frá miðlinu vega í báðar áttir en annars staðar á landinu voru úttektarpunktarnir klasadreifðir í < 500 m frá vegi. Samtals voru lagðir út 6550 úttektarpunktar.

7.4.1. Athugun á vettvangi

Þegar komið var á athugunarstað var yfirborðsflokkur greindur. Mat var lagt á svæði í u.þ.b. 20 metra rás frá punktinum. Ef flokkunin var rétt var aðeins merkt við „staðfest“. En ef staðurinn hafði ekki flokkast rétt var skráð í hvað yfirborðsflokki svæðið skyldi vera. Einnig voru skráðar athugasemdir s.s. ef punkturinn var á svæði sem var blanda tveggja eða fleiri landgerða, eða væri við jaðar þeirrar landgerðar sem flokkunin sagði fyrir um (sjá 46. mynd).



46. mynd. Úttektarpunktar í blandaðri yfirborðsgerð. Gulur hringur afmarkar u.þ.b. hvert úttektarsvæði. Mynd A: Úttektarpunktur á mörkum hálfgróins lands og rýrs mólendis. Mynd B: Úttektarsvæðið á bakka jökulár. Mynd C: Úttektarsvæðið nær yfir skurð milli túna og graslendi í jaðri túns. Mynd D: Úttektarsvæðið er á mörkum lítt gróins jökulgarðs og mosavaxins lands með víði.

Skráðar voru athugasemdir ef einhver augljós skýring var á því að svæðið flokkaðist ekki rétt. Augljós atriði sem geta leitt til rangrar flokkunar á afmörkuðum stað eru t.d. ef lækjarfarvegur, skurður, skurðruðningar, rofblettir, grjót, heyrúlla o.fl. þess háttar var innan mynd-einingarinnar sem athugunarpunkturinn var á. Á 47. mynd má sjá dæmi um þær athugasemdir sem gerðar voru.

FID	X	Y	HVER	Flokkur	ATHUGAS
0	441817	364933	fg	9	Á mörkum hálfgróið
1	361372	462283	sm	7	Í kjarrlendi
2	379942	397783	fg	4	Á mörkum rýrt mól. og mosa
3	379207	440893	sm	2	Mikill mosi í sverði
4	405262	373873	fg	2	Svolítið rakt. Mætti f í Hd
5	421837	380788	fg	4	Á mörkum rýrs og ríks mó
6	424837	377188	fg	1	Mjög þýft, mjög bitið
7	381532	374173	fg	4	Sandfokssvæði
8	459862	393013	fg	4	20 m frá á
9	400252	416668	bt	11	Í Þingvallavatni
10	379012	442273	sm	7	Í jarðri votlendis
11	356422	485773	fg	9	Nálægt líttgrónu
12	345772	495358	bk	2	Skurður í myndeyningu

47. mynd. Athugasemdir af vettvangi úttektarstaða. Skráðar voru skýringar ef svæði hafði ekki flokkast rétt, ef svæðið var í jaðri annars yfirborðsflokks, ef yfirborðsgerðin var á mörkum tveggja yfirborðsflokka og önnur slík atriði sem að notum komu við leiðréttingu flokkunarinnar.

Ljósmyndir voru teknar af hverjum athugunarpunkti og var þá reynt að velja sjónarhorn sem sýndi athugunarpunktinn og umhverfi hans sem best. Myndirnar voru nýttar við leiðréttingar s.s. þegar leitað var skýringa á rangri flokkun tiltekins svæðis. Myndirnar eru varðveittar hjá LbhÍ.

7.5. Leiðrétting flokkunnar

Að lokinni athugun á vettvangi var aftur farið yfir flokkunina og hún leiðrétt eftir því sem hægt var. Endurskoðun fólst einkum í leit af kerfisbundnum villum, s.s. ef margir punktar sem raunverulega voru í rýru mólendi höfðu flokkast sem ríkt mólendi, þá voru flokkamörkin færð til og tölfræðigreining gerð aftur. Í sumum tilfellum þurfti að flokka aftur afmörkuð svæði eða tiltekna flokka, t.d. með því að finna stað á rafsegulrófi (band í fjölrásagögnunum) sem greindi betur á milli landgerðanna. Í sumum tilvikum var heppilegra að vinna með tiltekinn hluta úr mynd sérstaklega, t.d. ef mikill breytileiki var í einhverjum flokkum innan heildar myndarinnar. Einnig var hallalíkan nýtt við leiðréttingar því halli lands og stefna vinnur með sól og skuggum að breytilegu endurvarpi. Dökkir skuggar í hlíðum flokkudust t.d. stundum sem vatn (sjá 10. mynd). Slíkar villur var hægt að lagfæra með því að bera saman flokkinn vatn og landslagslíkan (þrívíddarlíkan) og útiloka þannig flokkinn vatn þar sem landi hallar.

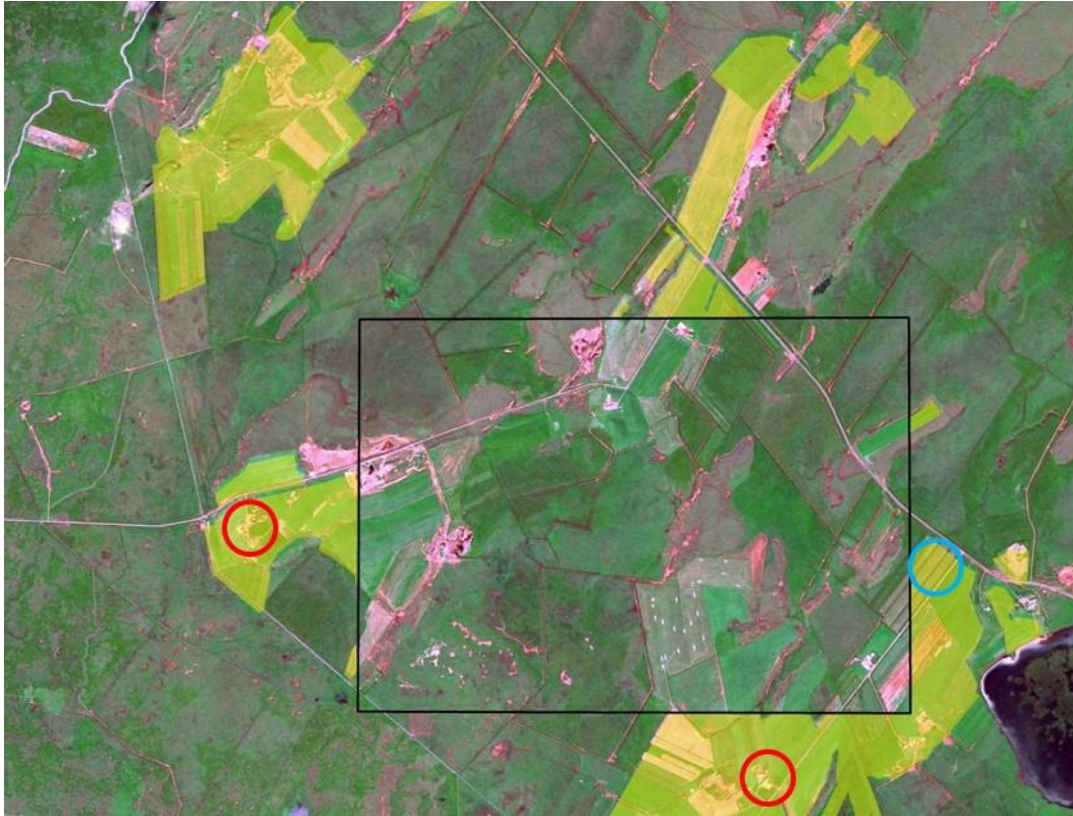
Því miður var leiðréttingum ekki að fullu lokið þegar fjárskortur stöðvaði verkefnið.

7.6. Uppdráttur af ræktuðu landi

Mikill munur er á endurvarpi frá ræktuðu landi eftir því hvar það er statt í ræktunarferlinu og var því viðbúið að ekki gengi vel að draga ræktað land saman í flokk. Í leiðréttingarferlinu var ekki lögð áhersla á að leiðrétta svæði þar sem ræktaða landið blandaðist við aðra flokka. Þess í stað var ákveðið að gera uppdrátt af ræktuðu landi og nýta þau gögn til frekari afmörkunar.

Ræktaða landið var hnitað inn á tölvuskjá eftir SPOT 4 og SPOT 5 gervitunglamyndum sem teknar voru á árunum 2002-2006. SPOT myndirnar voru stækkaðar í mælikvarða u.þ.b. 1:10 000. Ræktaða landið var svo hnitað inn í samfelldum flákum, þ.e. ef aðeins skurðir, girðingar, vegir eða önnur fyrirferðalítill fyrirbæri aðskildu ræktarspildurnar voru þau einfaldlega teiknuð með inn í túnaflákann. Á 48. mynd er sýnt hvernig margar túnaspildur eru teiknaðar saman í einn fláka. Gulur litur sýnir svæði sem dregið var inn sem ræktað land. Liturinn er hafður hálf gegnsær þannig að sjá má í landið undir og þarna má sjá dæmi um að túnafláki nái yfir bæjarhús (rauðir hringir) og skurði (blár hringur).

Starfsmenn Landmælinga Íslands og Landbúnaðarháskólans hnituhu inn ræktaða landið. Kortlagningin var svo yfirfarin hjá LbhÍ.



48. mynd. Uppdráttur ræktaðs lands. Gulu flákarnir á myndinni sýna hvernig hver fláki er látin ná yfir margar spildur ræktaðs lands og í sumum tilfellum yfir bæjarhús (rauðir hringir), skurði (blár hringur) og fl.þ.h. Hnitun er ekki lokið innan ferningsins á myndinni.

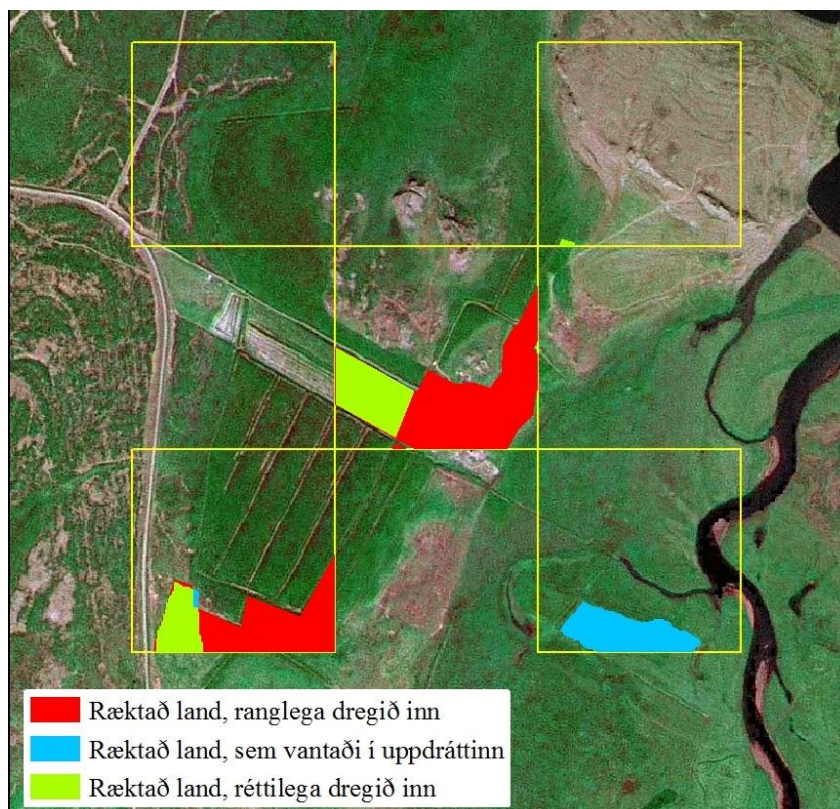
Til að laga hluta skekkjunnar sem orsakaðist af því að vegir lágu innan einstakra túnafláka, voru vegir og veghelgunarsvæði (Alþingi, 2007) klippt út úr kortlagningunni eftir á. Settur var 15 metra jaðar á stofnvegi og þjóðvegi og þau svæði fjarlægð úr uppdrættinum af ræktuðu landi. Flatarmál svæðanna sem hnitad hafði verið inn sem ræktað land minnkaði um 21 km² við þessa leiðréttingu. Skógar og skógræktarsvæði samkvæmt uppdrætti Skógræktar ríkisins (2013) og þéttbýli samkvæmt afmörkun Landmælinga Íslands (2013) var einnig klippt af túnauppdrættinum og minkaði flatarmálið þá um 29 km² til viðbótar.

7.6.1. Sannprófun á kortlagningu á ræktuðu lands

Gerð var úttekt á því hversu rétt kortlagningin á ræktarlandinu var.

Valið var 1% reita úr 500x500 m neti sem Landmælingar Íslands hafa útbúið fyrir landið (Landmælingar Íslands, 2014). Allir reitir ofan 200 m hæðar voru útilokaðir úr valinu, því lítið er af ræktuðu landi ofan 200 m hæðar. Úr þessu fyrsta vali var aftur valið 1% reita með slembiúrtaki og stóðu þá eftir 791 500x500 m reitir. Frá þessum 791 ramma voru dregnir allir ramma sem voru í meira en 1000 m frá vegi og þá stóðu eftir 412 ramma. Því næst var aftur valið með slembiúrtaki og nú 10% ramma þannig að eftir stóðu 41 rammi. Út frá hornum þessara 41 ramma voru útbúnir 4 ramma (sjá 49. mynd), þannig að til varð 5 ramma klasi. Þessi leið var farin til ná saman nokkrum úttektarrömmum á hverjum stað, því það sparar akstur og vinnutíma.

Túnakortlagning var síðan yfirfarin í þessum reitum á vettvangi. Ræktað land sem var ranglega teiknað inn var leiðrétt og ræktað land sem vantaði var teiknað inn.



49. mynd. Gæðaúttekt á uppdrættinum af ræktaðu landi. Allt svæði innan lokuðu reitanna var yfirfarið m.t.t. þess hvort ræktað land væri rétt teiknað. Upphaflegi uppdrátturinn af ræktaðu landi er sýndur með ljósgrænum lit. Innteiknað ræktarland sem ekki reyndist vera til staðar er sýnt með rauðum lit. Blár litur sýnir svæði þar sem vantaði ræktað land á uppdráttinn.

7.7. Flokkunarlykill Nytjalands einfaldaður

Eins og fyrr segir var ekki klárað að flokka landið í alla 12 Nytjalandsflokkana. Megin ástæður voru niðurfelling á fjárframlagi og starfsmannabreytingar hjá LbhÍ.

Landmælingar Íslands kölluðu eftir því að flokkun yrði lokið þannig að unnt væri að nota gögnin sem grundvöll að CORINE landflokun fyrir landið (Kolbeinn Árnason og Ingvar Matthíasson, 2009) og sem grunn fyrir gróðurfar í stafrænan kortagrunn stofnunarinnar (Landmælingar Íslands, 2013) (sjá kafla 4.10 og 4.11.). Til samræmis við CORINE flokkunarkerfið var ákveðið að einfalda þá flokkun sem búið var að gera með því að sameina flokka og flokka þau svæði sem uppá vantaði í færri flokka. Í einfaldari flokkuninni voru annars vegar sameinaðir flokkarnir, rýrt- og ríkt mólendi, mosi, graslendi, ræktað land og kjarr- og skóglendi og hins vegar flokkarnir votlendi og hálfdeigja. Flokkarnir lítt gróið land, hálfgróið land, vatn og jöklar og fannir héldust óbreyttir. Grunnurinn samanstendur því af 4 flokkum auk vatns, jökla og fanna, samtals 6 flokkar.

7.8. Samþætting Nytjalandsflokkunnar og annarra kortagagna

Ýmsum landupplýsingum hefur verið bætt inn í Nytjalandsflokkunina með það fyrir augum að bæta hana og/eða samræma við önnur kortagögn, s.s. upplýsingum um vatnsyfirborð, skóga og ræktað land. Í öðrum tilvikum hefur landupplýsingum verið bætt inn í tengslum við önnur verkefni og/eða í samræmi við það hvaða upplýsingum er verið að leita eftir. Þessi gagnasett fela t.d. í sér upplýsingar um, framræst land, hæð yfir sjávarmáli, rof og byggð svæði (sjá dæmi um verkefni í 4. kafla).

Þó svo að talað sé um að tilteknum landupplýsingum, t.d. uppdrætti af ræktuðu landi, hafi verið bætt inn í hin flokkuðu Nytjalandsgögn þá eru gögnin jafnframt alltaf geymd aðskilin. Með því móti er alltaf hægt að fara til baka, þ.e.a.s. skoða útkomuna áður en gögnum var blandað inn. Þannig er einnig hægt að uppfæra tiltekinn þátt, t.d. ef betri uppdráttur fæst af ræktuðu landi, þá má einfaldlega skipta þeim fyrri út.

Þegar landupplýsingapemu eru sett saman þá er þeim raðað eftir því hvaða þema á að vera ráðandi, eða hvaða myndeining á að útiloka aðra ef myndeiningarnar skarast. Það má hugsa þetta sem svo að þekjan eða myndeiningin sem er efst útilokar myndeiningar sem raðað er neðar. Þetta er unnt að gera með mismunandi aðferðum í upplýsingakerfunum sem kallast yfirlagsgreiningar (overlay analysis).

Gögnum sem bætt var inn í Nytjalandsgögnin voru í öllum tilvikum vigurgögn (sjá kafla 2.1.). Fyrst þurfti því að breyta öllum aðfengnum gögnum yfir á rastaformat, til samræmis við Nytjalandsgögnin. Þegar það er gert þá er valið að hafa allar myndeingar 15x15 metra á kant, sem er sama stærð og myndeiningarnar í Landsat myndunum, þegar búið var að setja svarthvíta bandið saman við fjölrásaböndin (sjá kafla 7.1.).

7.8.1. Vatnafar, jöklar og strandlína samræmt gögnum Landmælinga Íslands

Vegna áður nefndra vandkvæða við að flokka vatn á stafrænan hátt var ákveðið að skipta um vatnafarsupplýsingar í Nytjalandsgögnunum. Það var gert með því að öllum svæðum sem flokkast höfðu sem vatn var breytt í lítt gróið land en síðan var flákaþekja LMÍ fyrir vatn (Landmælingar Íslands, 2013) sett inn í Nytjalandsgögnin þannig að allar myndeingar sem vatnafarsþekjan dekkjaði fengu gildið sem stendur fyrir vatn.

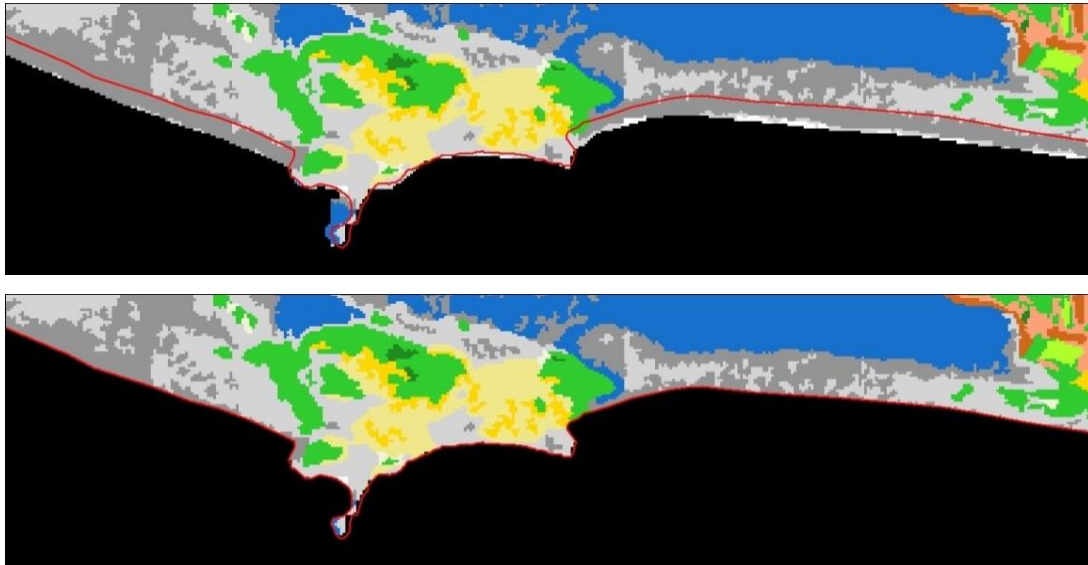
Þar sem aðeins vatnafarsflákaþekja var notuð til að leiðrétta vatn í Nytjalandsflokkuninni, þá hverfa út allar vatnslitlar eða fyrirferðarlitlar ár sem táknaðar eru með línunum en ekki flákum, í vatnafarsgrunni LMÍ (sjá kafla 5.6.). Flatarmál minni áa hverfur þar með út úr landflokknunum ár og vötn. En rétt er að minna á að greiniahæfni þeirra Landsat mynda sem notaðar voru við flokkunina á stærsta hluta landsins var 15m og því hefðu flestar þessar ár ekki verið taldar með ám og vötnum hvort sem er.

Vegna þess hve jöklar hafa hopað mikið frá því að þær myndir sem notaðar voru við flokkunina voru teknar, þótti rétta að laga Nytjalandsmýndirnar til samræmis við núverandi jökuljaðra. Öllum svæðum sem flokkast höfðu sem jöklar og fannir var breytt í lítt gróið land og síðan var jöklar eins og þeir eru afmarkaðir í þekju Landmælinga Íslands (2013) settir inn í staðinn. 50. mynd sýnir norðurjaðar Vatnajökuls. Ljósblár litur sýnir stærð jökulsins 2013 en hvíta svæðið við jökuljaðarinn var undir jökli á Landsat myndinni frá árinu 1999.



50. mynd. Dæmi um land sem komið hefur undan jökli frá því að flokkunin var unnin. Jökull hefur horfið af svæðinu sem er hvítt á myndinni frá árinu 1999. Slík svæði voru tekin úr flokknum jöklar og fannir og sett í flokkinn í lítt gróið land.

Snjór er í fjöllum á sumum gervitunglamyndunum sem flokkað var eftir. Slík svæði voru flokkuð sem fannir. Við úrvinnslu eftir á voru þessi svæði sett í flokkinn lítt gróið land. Strandlína landsins samkvæmt gögnum Landmælinga Íslands (2013) var notuð til að lagfæra strönd flokkuðu myndanna. Þegar gervitunglamyndirnar voru flokkaðar þá voru öll strandsvæði höfð með og náði flokkunin sums staðar nokkuð út fyrir landsteinanna samkvæmt afmörkun Landmælinga Íslands. Ástæða þess kann að vera sú að það hafi verið lágsjávað þegar gervitunglamyndirnar voru teknar, eða að grunn svæði við landsteinana gefi annað endurvarp en dýpri sjór. Þari á strandsvæðum gefur skýrt endurvarp sem kemur fram sem gróður. 51. mynd sýnir dæmi frá, Dyrhólaey og Reynisfjöru, um þá breytingu sem varð þegar flokkaða myndin var aðlöguð að strandlínu LMÍ.



51. mynd. Strandlína Nytjalandsgagna samræmd strandlínu Landmælinga Íslands (2013). Rauð lína sýnir strandlínuna samkvæmt kortagrunni LMÍ (2013). Flokkuð svæði sem eru sunnan strandlínurnar á efri myndinni voru fjarlægð úr Nytjalandgögnunum.

7.9. Samræming og samsetning 12 flokka flokkunnar og 6 flokka flokkunnar

Til að eiga heilstæða mynd af yfirborðsgerð landsins voru gerð tvö heildarkort á grunni þessara tveggja kortagrunna, þ.e.a.s. N12 og N6.

Þegar flokkuðu myndirnar eru settar saman í eina mynd þá var grófari upplausnin látin ráða, þ.e. flokkuðu gögnin af SPOT myndunum sem voru með 10 m myndeiningar var breytt í 15 m myndeiningar, þannig að heildarkortin eru með 15 m myndeiningum.

7.9.1. N8 grunnkort

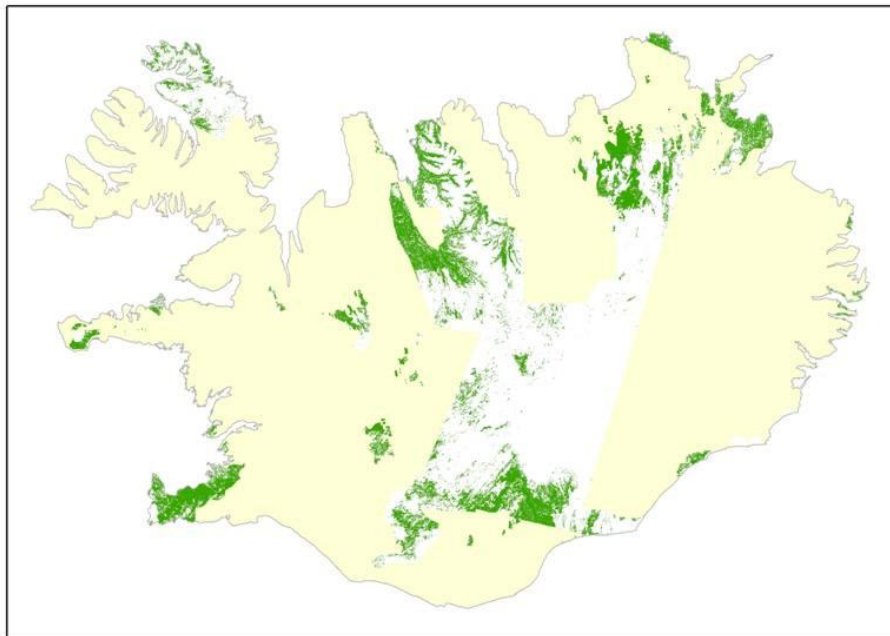
Uppdráttum af skógum og ræktuðu landi var bætt inn í grunnkortinu sem útbúið var með því að aðlaga N12 flokkunina að N6 flokkunarlyklinum (sjá kafla 7.9.) og þar með voru þessar tvær landgerðir aðgreindar frá öðru grónu landi. Þar með voru flokkarnir orðnir 8 og þess vegna er þessi útgáfa af Nytjalandi öllu jafna nefnd N8 flokkunnin. Flokkarnir eru: i) ræktað land, ii) skógar, iii) úthagi (annað gróið þurrlandi með gróðurþekju yfir 50%), iv) votlendi og hálfdeigjur, v) hálfgróið land (þekja gróðurs 20-50%) og vi) lítt gróið land (gróðurþekja < 20%). Þar að auki er flokkarnir vii) vatn og viii) jöklar/fannir.

Þegar skógaruppdrættinum var bætt inn var skipting Skógræktarinnar á skógum, í náttúrulegan birkiskóg og ræktaða skóga, látin halda sér, þannig að í raun eru flokkarnir í N8 útgáfu Nytjalands 9 talsins.

Rétt er að benda á notkun á orðinu úthagi sem samheiti yfir Nytjalandsflokkanna, graslendi, ríkt mólendi rýrt mólendi og moslendi ekki allskostar heppilegt, því skógar, hálfdeigjur og votlendi geta líka fallið innan úthaga, en ekkert eitt heiti þótti betur lýsandi fyrir þessar landgerðir.

7.9.2. N12 grunnkort

Búið var til N12 kort af landinu öllu sem að hluta byggir á N6 kortinu. Til að samræma flokkunarkerfin voru gerðar tvær alhæfingar. Í fyrsta lagi var flokkurinn í N6 sem sameinaði graslendi, mólendi, mosa, kjarr og skóglendi (samtals 7146 km², sjá 52. mynd) allur sameinaður flokknum rýrt mólendi í 12 flokka hlutanum. Í öðru lagi var flokkurinn votlendi og hálfdeigjur úr N6 (samtals 234 km²) allur sameinaður flokknum votlendi. Aðrir flokkar voru þeir sömu í báðum flokkunarlyklunum.



52. mynd. Úthagi, eða þurrland gróin svæði samkvæmt N6 flokkun. Græni liturinn sýnir svæði sem flokkuðust með gróðurþekju > 50% í N6 flokkuninni, að undanskyldum votlendum og hálfdegjum. Þessi landflokkur samsvarar flokkunum graslendi, ríkt og rýrt mólendi, kjarr- og skóglendi og moslendi í N12 flokkunnarlyklinum. Þessi svæði voru öll sameinuð flokknum rýrt mólendi í N12 grunnmyndinni.

Ástæðan fyrir því að þessi fjölbreytilegi flokkur í N6 flokkunninni er allur settur í rýrt mólendi er sú að rýrt mólendi er langstærstur grónu flokkanna í N12 flokka flokkunninni og því mætti ætla að stærsti hluti þess lands sem er innan þessa flokks með grónum svæðum í N6 flokkunni sé einnig rýrt mólendi. Annað sem styður þessa alhæfingu er að svæðin sem N6 flokkunin nær til, eru að stærstum hluta á hálendi og/eða á rýrum svæðum, s.s utanverðu Reykjanesi, á Tröllaskaga og á Þingeysku heiðunum sem ekki eru gróskumikil svæði. Hornstrandir og Skagafjörður er þó undantekning þar á (sjá 51. mynd). Flokkurinn hálfdeigja og votlendi í N6 flokkunninni er lítill að flatarmáli (234 km²) og við skoðun á SPOT myndum á helstu svæðum innan þess flokks þótti réttara að sameina hann votlendi en hálfdeigju í N12 flokkunninni.

Til að leggja mat á það hversu rétt fjarkönnunarflokkunnin á ræktuðu landi og kjarr- og skóglendi væru samanborið við hnitúð gögnin voru útbúnaar tvær N12 myndir. Á annarri myndinni voru upprættirnir settir inn á landsvísu, það er N12-1 útgáfa. Áður en það var gert voru svæði sem flokkast höfðu sem ræktað land sameinuð flokknum graslendi og svæðum sem flokkast höfðu sem skóg- og kjarrlendi breytt í flokkinn ríkt mólendi. Á hinn myndinni voru upprættirnir af ræktuðu landi og skógum aðeins settir inn á svæðum sem flokkuð voru samkvæmt N6 flokkunar lyklinum. Gerðar voru Error Matrix greiningar á báðum myndunum, það er N12-0 útgáfa.

7.10. Mat á gæðum Nytjalandsgagnanna

Eins og fram hefur komið er Nytjaland til í mörgum útgáfum og samsetningum. Til að leggja mat á gæði hinnar upphaflegu flokkunar og hvernig gæðin breytast við leiðréttingar og innblöndum annarra gagna voru gerðar Error Matrix greiningar á afurðinni á ýmsum stigum. Error Matrix ber saman tengslin milli landflokknar sem gerð er á vettvangi og landflokknar sem gerð er á korti. Error Matrix greining skilar töflu sem hefur jafn marga dálka og línur (x og y ás) og landflokknir eru. Error Matrix töflurnar verða skýrðar nánar í kafla 8.3.

Í fjarkönnun gildir að kortlagningu er ekki lokið fyrir en búið er að leggja tölfræðilegt mat á gæði afurðarinnar (t.d. Giles og Atkinson, 2002; Lillesand og Kieffer, 1994) og haft hefur verið á orði að svo lengi sem ekki liggja fyrir tölfræðilegt mat á gæðum korts s.s. landflokka korts, þá sé það bara í besta falli falleg mynd.

- 1) Gerð var Error Matrix greining á niðurstöðu flokkunar fyrir hverja og eina mynd sem flokkuð var í 12 flokka. Einnig var gerð Error Matrix greining á 12 flokka gögnunum þegar búið var að skeyta þeim saman í eina mynd en að öðru leiti óbreyttar frá flokkunninni.
- 2) Gerð var Error Matrix greining á tveimur útgáfum af Nytjalandi með 12 flokkum. Annars vegar útgáfu þar sem upprættirnir af ræktuðu landi og skóglendi voru settir inn á landsvísu (N12-1) og hins vegar útgáfu þar sem upprættirnir voru aðeins settir inn á svæðum sem flokkuð höfðu verið í 6 flokka (N12-0).
- 3) Gerðar voru Error Matrix greiningar á N8 útgáfu Nytjlands.

Error Matrix greiningarnar á báðum N12 útgáfum Nytjlands voru gerðar tvisvar. Fyrst voru allir 6021 úttektarpunkturarnir notaðir, en í seinna skiptið höfðu allir úttektarpunktar sem merktir voru á vettvangi þannig að svæðið gæti réttilega tilheyrð fleiri en einum Nytjalandsflokki eða einhver augljós skýring gæti verið fyrir rangri flokkun svæðisins (sjá kafla 7.4.1.) verið fjarlægðir úr skránni. Samtals voru óvissir punktar 512.

8. Niðurstöður

Eins og fram hefur komið þá er Nytjalandsflokkunin ekki sambærileg fyrir allt landið. Þar að auki hefur ýmsum gögnum verið blandað inn í flokkuðu myndina með það að markmiði að leiðrétta tiltekna þætti innan flokkuðu myndarinnar, til að samræma við önnur kortagögn eða til að skoða ákveðna þætti m.t.t. Nytjalandsflokkunar. Þannig eru í raun til margar útgáfur. Teknar eru saman niðurstöður fyrir Nytjalandsgögnin í þremur útgáfum, þ.e. N12-0, N12-1 og N8. Einnig eru dregnar fram þær breytingar á gæðum og flatarmáli Nytjalandsflokkunar þegar öðrum gögnum er bætt inn.

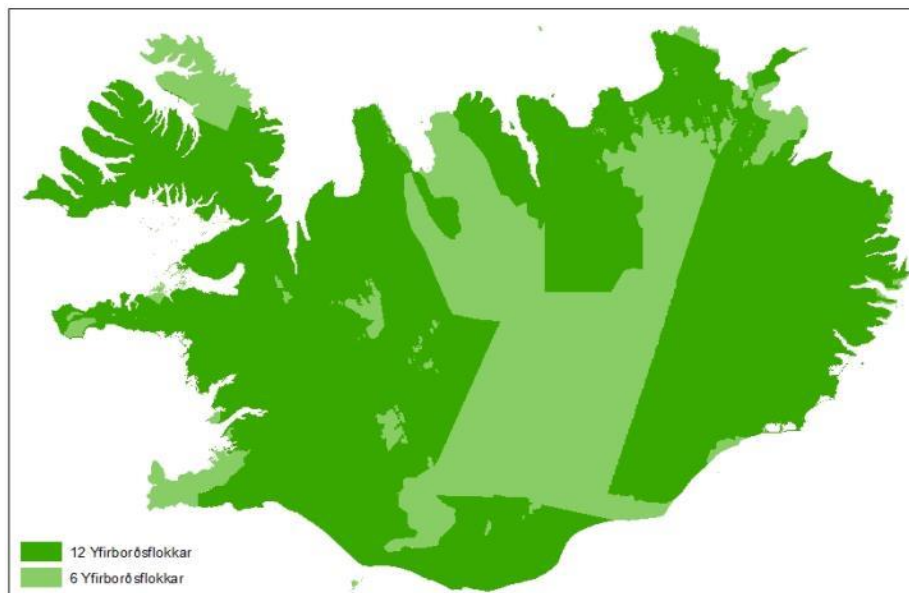
Mat var lagt á gæði gagnanna með svokallaðri Error Matrix greiningu. Sú greining er tvíþætt, annars vegar er um að ræða mat á fjarkönnunaraðferðunum sem beitt var og hins vegar mat á því hversu rétt lokaútgáfurnar eru, eftir sameiningu flokkunarlykla og innblöndun annarra gagna.

8.1. Flatarmál Nytjalandsflokka og viðbótar landeininga

Við gerð nýrra útgáfa af Nytjalandi voru gögnin aðlöguð að strandlínu eins og hún er í IS50V kortagrunni Landmælinga Íslands 2013. Stærð landsins er þar 102 592 km² og er það sú tala sem reiknað er með þegar landstærðir eru reiknaðar sem hlutfall. Eyjar umhverfis landið sem ekki hafa verið flokkaðar eru 104 km². Flatarmál jökla er 10 866 km² og stöðuvötn og ár þekja 2627 km². Samtals er þekja jökla og vatns 13 493 km² eða 13% flatarmáls landsins.

8.1.1. Flatarmál flokka sem flokkuð voru eftir N12 flokkunarlyklinum

Tæplega 73000 km² lands eru flokkaðir samkvæmt N12 flokkunarkerfinu, eða 71% landsins. Dekkri græni liturinn á 53. mynd sýnir hvaða svæði var lokið við að flokka í 12 flokka en svæðin með ljósari litnum voru flokkuð samkvæmt einfölduðu flokkunarkerfi, þ.e. N6. Tafla 6 sýnir flatarmál hvers flokks í ferkílómetrum sem flokkaðir voru samkvæmt N12. Engar breytingar voru gerðar á flokkuðu gögnunum áður en flatarmálstölurnar voru reiknaðar út.



53. mynd. Svæðaskipting flokkunarkerfa, N12 og N6. Dekkri liturinn sýnir þau svæði sem flokkuð voru samkvæmt 12 flokka lyklinum en ljósi liturinn sýnir þau svæði þar sem um er að ræða einfaldaða flokka af Nytjalandi, þ.e. N6. Það voru tæplega 73 000 km² lands flokkaðir samkvæmt 12 flokka og rúmlega 29 000 km² samkvæmt N6 flokkunarkerfinu.

Tafla 6. Flatarmál yfirborðsflokka á þeim svæðum sem flokkuð voru samkvæmt N12 flokka Nytjalandsflokkuninni.

Yfirborðsflokkur	km²
Graslendi	2907
Ríkt mólendi	6667
Ræktað land	1021
Rýrt mólendi	17705
Kjarr- og skóglendi	686
Mosi	3378
Hálfdeigja	1875
Votlendi	3816
Hálfgróið land	9119
Lítt gróið land	15307
Ár og vötn	1694
Jökla og fannir	8810
Samtals	72985

8.1.2. Flatarmál flokka í N12-0 og N12-1 útgáfum Nytjaland

Eins og greint var frá í kafla 7.9.2. voru gerðar tvær N12 myndir með það að markmiði að meta hversu vel flokkunin af ræktuðu landi og kjarr- og skóglendi hefði tekist og hvaða breytingar það hefði í för með sér að setja inn uppdrætti (vigurgögn) af ræktuðu landi og skógum í stað flokkunarinnar. Á annarri myndinni (N12-1) var uppdráttunum fyrir ræktað land og skóglendi sett inn á landsvísu. Á hinn myndinni (N12-0) voru uppdrættirnir aðeins settar inn á svæðum sem flokkuð voru eftir N6 flokkunarkerfinu. Flokkunin fyrir ræktað land og kjarr- og skóglendi var látin halda sér á svæðum sem flokkuð voru í 12 flokka. Grunnmyndin er í báðum tilvikum samsett mynd þar sem N6 flokkunin hefur verið aðlöguð að N12 flokkunarlyklinum og búið er að leiðrétta vatnafar, jökla og strandlínu.

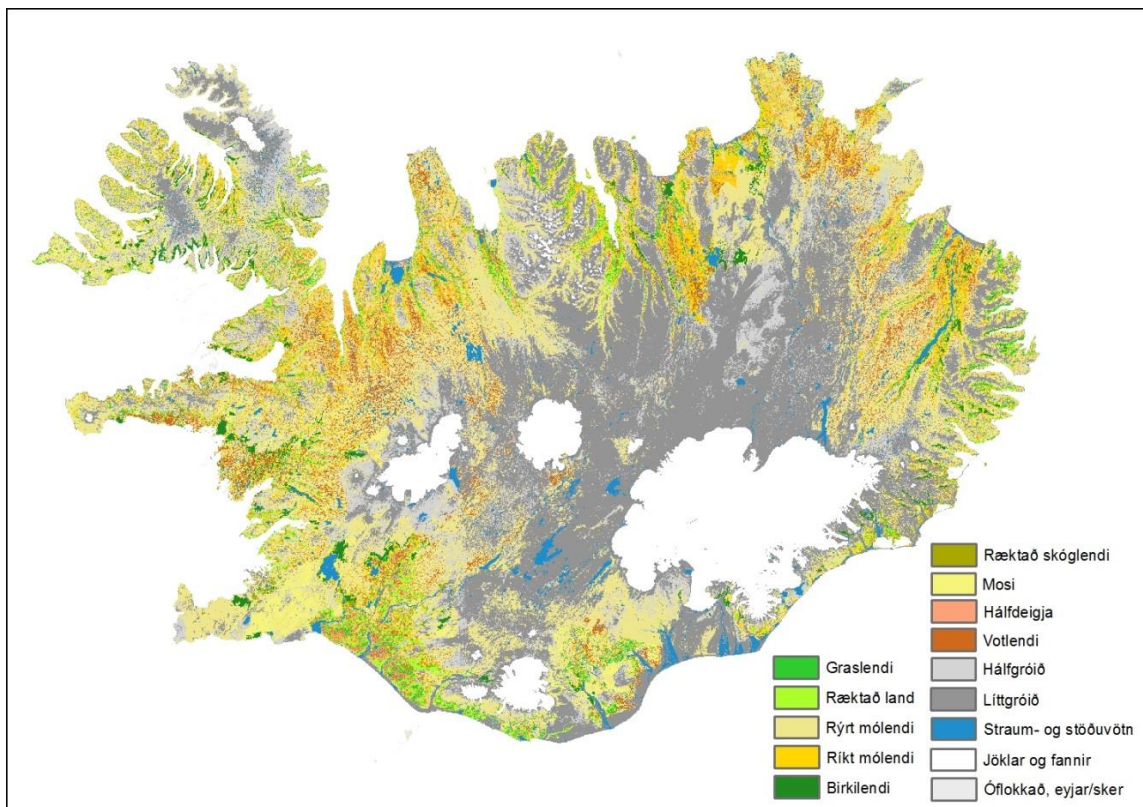
Flatarmál flokka í N12 myndunum er birt í töflu 7.

Flatarmál ræktaðs lands og skóglendis stækkar við það að uppdrættirnir séu settir inn á landsvísu. Uppdrættirnir af ræktuðu landi og skóglendi benda til að land í þessum flokkum sé mun stærra en flokkunin leiddi í ljós. Á N12-0 er flatarmál ræktaðs lands 1174 km². Þegar búið er að setja innteiknað ræktað land inn á landsvísu er flatarmál þess 1690 km². Flatarmál skóga eykst einnig verulega við það að setja uppdrátt Skógræktarinnar inn á landsvísu. Flatarmál skóga fer úr 886 km² í 1823 km². Þetta aukna flatarmál tekur yfir land sem flokkaðist til annarra flokka og minnka þeir samsvarandi. Mest minnar flatarmál graslendis eða um 480 km². Rýrt mólendi skerðist næst mest, svo ríkt mólendi (sjá töflu 7).

Á 54. mynd er N12-1 útgáfa af Nytjalandsgögnunum.

Tafla 7. Flatarmál yfirborðsflokka í útgáfum N12-0 og N12-1 af Nytjalandi. Fremri dálkurinn (N12-0) sýnir flatarmál (km²) flokka á mynd þar sem uppdráttum fyrir ræktað land og skóglendi hefur aðeins verið bætt inn á svæðum sem flokkuð voru eftir N6 flokkunarlyklinum. Aftari dálkurinn (N12-1) tilgreinir flatarmál flokka í myndinni þar sem hnituum þekjum fyrir ræktað land og skóglendi hefur verið bætt inn í myndina fyrir landið í heild. Í aftasta dálkinum koma fram breytingar á flatarmáli flokka sem verða þegar uppdrættirnir eru settir inn fyrir landið í heild.

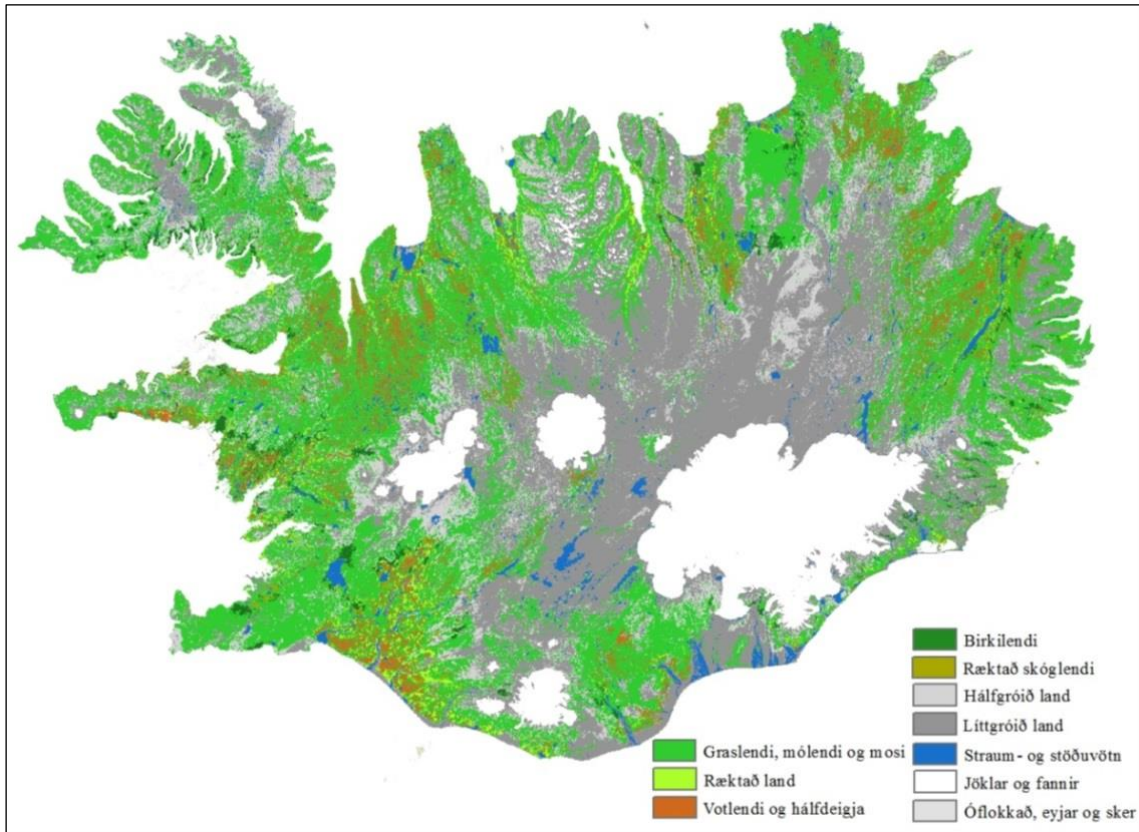
Flokkur	N12-0	N12-1	Mismunur km ²
Graslendi	2899	2418	-480
Ríkt mólendi	6646	6439	-207
Ræktað land	1174	1690	516
Rýrt mólendi	24838	24450	-388
Skóglendi	886	1823	937
Mosi	3372	3293	-80
Hálfdeigja	1870	1787	-83
Votlendi	4007	3948	-59
Hálfgróið land	13020	12922	-98
Lítt gróið land	30393	30337	-56
Straum- og stöðuvötn	2627	2623	-4
Jöklar	10866	10866	0
Óflokkað, eyjar og sker	104	104	0



54. mynd. Nytjalandsmynd, útgáfa N12-1. Flokkunarkerfin N6 og N12 hafa verið samræmd og gögnin aðlöguð að uppdráttum Landmælinga Íslands af vatnsyfirborði og jöklum (sjá kafla 7.8.1). Einnig hefur uppdráttum af ræktaðu landi og skógum verið bætt inn gögnin, á landsvísu.

8.1.3. Flatarmál yfirborðsflokka í N8 útgáfu af Nytjalandsgögnum

Nytjalandskýtingin sem var útbúin með því að aðlaga N12 flokkunina að N6 flokkunarlyklinum og setja uppdrættina af ræktuðu landi og skógum inn er sýnd á 55. mynd. Flatarmál yfirborðsflokka í þessari útgáfu koma fram í töflu 8. Náttúrulegt birkilendi og ræktað skóglendi er hér sýnt aðskilið þannig að í raun eru flokkarnir 9.



55. mynd. Nytjalandskýtingin, N8 útgáfa. N12 flokka kortlagningin var einfölduð til samræmis við N6 flokka flokkunarkerfið. Uppdráttum af ræktuðu landi og skógum var bætt inn í gögnin á landinu öllu.

Tafla 8. Flatarmál yfirborðsflokka í N8 útgáfu af Nytjaland.

Yfirborðsflokkur	km ²
Úthagi (grasl., mól., moslendi)	37143
Votlendi og hálfdeigja	5396
Ræktað land	1739
Birkilendi	1358
Ræktað skóglendi	447
Hálfgróið land	12676
Lítt gróið land	30355
Straum- og stöðuvötn	2627
Jöklar og fannir	10866
Óflokkað, eyjar/sker	110
Samtals	102713

8.2. Niðurstöður úttektar á uppdrættinum af ræktaðu landi

Heildar flatarmál ræktaðs lands er 1699 km², samkvæmt uppdrætti Landbúnaðarháskólans og LMÍ þegar búið var að fjarlægja úr uppdrættinum helstu vegi og svæði sem eru innan skóga á uppdrætti Skógræktar ríkisins (sjá kafla 7.6). Flatarmál úttektarreitanna sem voru yfirfarnir til að leggja mat á gæði uppdráttarins af ræktaðu landi var 9187 hektarar. Úttektin leiddi í ljós að 216 ha af þeim 998 ha sem dregnir höfðu verið inn sem ræktað land innan úttektarreita, reyndust ekki vera ræktað land. Hins vegar höfðu 38 ha eða 4% ræktaðs lands ekki verið hnitáð inn. Samkvæmt úttektinni þá sýnir uppdrátturinn ræktaða landið um 20% stærra að flatarmáli en það raunverulega er (Wöll o.fl., 2014). Það er því um 1360 km² í stað 1699 km². Er sú flatarmálstala meira í samræmi við það sem haldið hefur verið fram um stærð ræktaðs lands, fram til þessa. Í tengslum við gerð, *Skýrslu nefndar um landnotkun* (Arnór Snæbjörnsson o.fl., 2010) voru gerðar tvær áætlanir fyrir stærð ræktaðs lands á Íslandi. Óttar Geirsson, jarðræktarráðunautur hjá Bændasamtökum Íslands, áætlaði stærð ræktaðs lands 1280 km² og þau Áslaug Helgadóttir og Jónatan Hermannsson hjá Landbúnaðarháskóla Íslands áætluðu flatarmál ræktaðs lands 1200 km². Í Hagtölum landbúnaðarins (Bændasamtök Íslands, 2010) er stærð ræktaðs lands sögð vera 1290 km².

Það munar því um 100 km² á flatarmáli ræktaðs lands samkvæmt úttektinni og þeim áætlunum sem fyrir liggja (<8%). Þann mun má að einhverju leiti skýra með því þegar uppdrátturinn var gerður og í úttektarvinnunni var miðað við að halda tünnum sem hætt er að nota inni sem ræktaðu landi. Ekki er ljóst hvort fyrrnefndar áætlanir miði við allt land sem ræktað hefur verið eða aðeins við ræktað land í notkun.

8.3. Úttekt á gæðum Nytjalands

Til þess að leggja mat á gæði Nytjalandsflokknar voru lagðir út 6550 úttektarpunktur. Þar af féllu 529 punktar út vegna ýmissa ástæðna, s.s að ekki var hægt að komast í punkt, punktur féll utan strandlínu, punktur féll á jökla eða fönn, skráning misfórst eða var villandi o.s.frv. Samtals voru 6021 úttektarpunktur skráðir í tiltekinn Nytjalandsflokk. Tafla 9 tilgreinir hversu margir úttektarpunktur greindust á vettvangi í hvern flokk.

Tafla 9. Fjöldi úttektarpunkta sem greindist í hvern Nytjalandsflokk á vettvangi

Graslendi	707
Ríkt mólendi	1007
Ræktað land	424
Rýrt mólendi	1126
Kjarr og skóglendi	278
Moslendi	290
Hálfdeigja	420
Votlendi	414
Hálfgróið land	569
Lítt gróið land	591
Ár og vötn	195
Samtals	6021

Matið á gæðum Nytjalandsgagnanna er tvíþætt. Annars vegar er um að ræða Error Matrix greiningar á 12 flokka flokkunninni áður en nokkrum öðrum landupplýsingagögnum var bætt við. Hins vegar er um að ræða Error Matrix greiningar á samsettu myndunum þremur, N12-0, N12-1 og N8 (sjá kafla 7.9.1. og 7.9.2.), þar sem flokkunarkerfin 2 höfðu verið samræmd og búið var að bæta inn öðrum landupplýsingagögnum.

8.3.1. Niðurstaða Error Matrix greiningar fyrir afmörkuð svæði sem flokkuð voru í 12 yfirborðsflokka

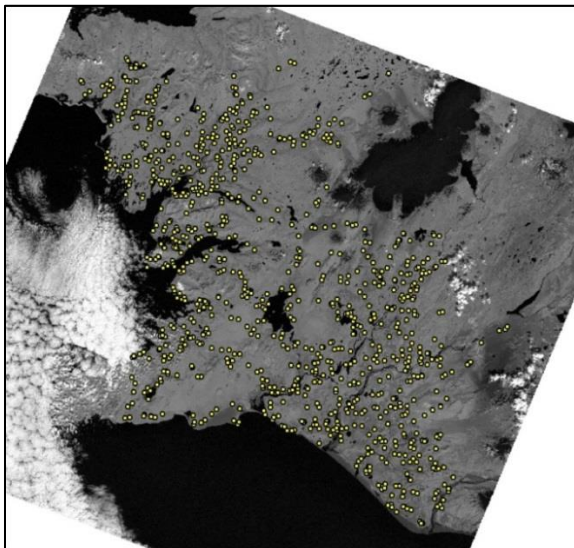
Svæðinu sem flokkað var í 12 yfirborðsflokka var skipt niður í nokkur svæði og fer skiptingin að mestu saman við afmörkun myndanna sem flokkaðar voru. Það er þó ekki alveg algilt því á sumum svæðum var stuðst við fleiri en eina gervihnattamynd. Sá hluti Vestfjarða sem flokkaður var í 12 flokka er t.d. tekinn saman sem heild þó að þar hafi verið stuðst við nokkrar SPOT 5 myndir.

Þann fyrirvara verður að hafa varðandi þrjá landshluta, þ.e. Norðvesturland, Norðausturland og Suðausturland, að búið var að einfalda flokkunina (sjá kafla 2.6) áður er Error Matrix greiningin var gerð. Það skilyrði var sett, að hvergi væru færri en 10 eins myndeiningar saman. Sú aðgerð hefur það í för með sér að úttektarpunktar sem staðsettir voru á svæðum sem fengu annað gildi þegar einföldunin var gerð, koma fram sem rangt flokkaðir. Þegar Error Matrix er gerð í þeim tilgangi sem hér er verið að gera, þ.e. að sannreyna hversu vel flokkunin hefur tekist, þá á að gera það áður en Clump aðgerðin er framkvæmd. En því miður þá glataðist upprunalega útgáfa flokkunarinnar á þessum svæðum. Einnig var gerð Error Matrix greining fyrir svæðið sem flokkað var í 12 flokka sem heild og er sú Error Matrix tafla notuð sem samantekt á því hversu vel aðferðirnar gáfust til að greina milli Nyttjalandsflokkanna 12.

Hér verður fyrst farið yfir Error Matrix töfluna fyrir Suðvesturland og jafnframt útskýrt hvaða upplýsingar má lesa út úr slíkum töflum. Síðan verður fjallað stuttlega um útkomuna fyrir hverja mynd sem flokkuð var.

8.3.1.1. Suðvesturland, Error Matrix greining

Á 56. mynd er sýnt hvernig Suðvesturland afmarkast og dreifingu 901 úttektarpunkts sem farið var í á þessu svæði.



56. mynd. Afmörkun Suðvesturlands og dreifing úttektarpunkta. Alls var farið í 901 úttektarpunkt á þessu svæði.

Í töflu 10 má sjá niðurstöðu Error Matrix greiningarinnar fyrir Suðvesturland. Lóðrétti ásinn, y ás, tilgreinir flokkun á korti og lárétti ásinn tilgreinir flokkun á vettvangi. Þar sem landflokkur fer saman lóðrétt og lárétt kemur fram fjöldi úttektarpunkta sem flokkast með fjarkönnunninni í sama flokk og svæðið var greint í á vettvangi, þ.e. rétt kortlagðir punktar. Rétt kortlagðir úttektarpunktar eru auðkenndir með feitletruðu letri og raða sér á ská niður eftir töflunni. Efst línan og fremsti dálkurinn sýnir t.d. að 40 úttektarpunktar reyndust vera graslendi þar sem svæðið hafði flokkast í graslendi. Dálkur 2 og lína eitt sýna að 7 úttektarpunktar flokkuðust sem ríkt mólendi en greindust sem graslendi á vettvangi. Lína tvö

og dálkur eitt sýnir aftur á móti að 4 punktar greinast á vettvangi sem ríkt mólendi en svæðið flokkaðist sem graslendi í fjarkönnunninni. Þannig má lesa út úr töflunni hversu mikið er rétt og hvernig flokkarnir eru að ruglast saman.

Á grundvelli Error Matrix töflunnar, eru reiknaðir út ýmsir lýsandi stuðlar (Lillesand og Kiefer, 1994). Einn þeirra lýsir niðurstöðu Error matrix greiningarinnar í heild, en það er *Overall Accuracy* eða heildar nákvæmni. Overall Accuracy er reiknað út með því að leggja saman fjölda allra rétt flokkaðara punkta og deila í þá tölu með heildarfjölda úttektarpunkta. Dæmi frá Suðvesturlandi: $40+46+69+152+25+48+29+50+79+31+29+1=598/901=0,66 \times 100=66\%$.

Aðrir stuðlar sem gjarnan eru notaðir til að leggja mat á hversu vel flokkunin hefur tekist fyrir hvern og einn flokk eru *User's Accuracy*, *Producer accuracy* og *Mean accuracy* og eru þeir sýndir í öllum Error Matrix töflunum sem birtar eru hér á eftir. Tafla 11 er samantektartafla fyrir töflu 10 eða Error Matrix töfluna fyrir Suðvesturland. Samantektartaflan er sýnd í þeim tilgangi að skýra stuðlana *User's Accuracy*, *Producer accuracy* og *Mean accuracy*, en þeir eru reiknaðir út á grundvelli samantektartöflunnar.

User's Accuracy ((A/C) sjá töflu 10) tilgreinir líkur þess að tilviljunarkennt valinn punktur á korti sé í sama flokk og hann flokkast á vettvangi. *User's accuracies* er reiknað með því að deila fjölda rétt kortlagðara úttektarpunkta í tilteknum landflokki með heildarfjölda punkta sem flokkuðust í þann sama landflokk (kemur fram í töflu 11). Dæmi; *User Accuracy* fyrir graslendisflokkinn á Suðvesturlandi er 61% $((40/66) \times 100)$. Í 40 úttektarpunktum fór saman flokkun á korti og flokkun á vettvangi. Hins vegar höfðu 26 úttektarstaðir í viðbót flokkast sem graslendi á korti en greindust til annara landflokka á vettvangi.

Producer accuracy ((A/B) sjá töflu 10) skýrir frá líkum þess að tilviljunarkennt valinn punktur á vettvangi falli í réttan flokk á korti. *Producer's accuracies* Er reiknað með því að deila í fjölda rétt kortlagðra punkta í hverjum landflokki með fjölda úttektarpunkta sem lent höfðu í viðkomandi flokki. Dæmi. *Producer accuracy* fyrir graslendisflokkinn á Suðvesturlandi er 68%. $((40/59) \times 100)$. Nefnarinn, 40, er rétt kortlagðir punktar og 59 er fjöldi úttektarpunkta sem féll í landflokkinn graslendi.

Mean accuracy $((2 \times A/B + C)$, sjá töflu x)) skýrir það, að hve miklu leyti flokkun fellur á milli *User's accuracies* og *Producer's accuracies*.

Tafla 10. Error Matrix tafla fyrir Suðvesturland. Y ás tilgreinir flokkun á korti og x ás tilgreinir flokkun á vettvangi. Feitletruðu tölurnar sem raða sér á ská niður eftir töflunni sýna fjölda athugunarpunkta í hverjum flokki sem reyndust rétt flokkaðir. Gr = graslendi, Mó = ríkt mólendi, Ræ = ræktað land, Rý = rýrt mólendi, Sk = skóglendi, Ms = moslendi, Hd = hálfdeigja, Vo = votlendi, Hg = hálfgróið land, Lí = lítt gróið land, Va = vatn. U.a% = User's Accuracy, tilgreinir líkur þess að tilviljunarkennt valinn punktur á korti sé í sama flokk og hann flokkast á vettvangi. P.a% = Producer accuracy skýrir frá líkum þess að tilviljunarkennt valinn punktur á vettvangi falli í réttan flokk á korti. c) M.a% = Mean accuracy skýrir að hve miklu leyti flokkun fellur á milli User object accuracy og Producer accuracy.

	Gr	Mó	Ræ	Rý	Sk	Ms	Hd	Vo	Hg	Lí	Va	U.a%	P.a%	M.a%
Gr	40	7	8	1	1	0	2	0	0	0	0	61	68	64
Mó	4	46	14	10	6	0	8	5	0	0	0	41	50	45
Ræ	7	2	69	0	0	0	0	0	1	0	0	60	87	71
Rý	0	21	12	152	2	35	7	7	12	0	0	78	61	69
Sk	2	18	5	0	25	0	8	0	1	0	0	71	42	53
Ms	0	1	2	13	0	48	0	0	3	0	0	51	72	60
Ha	13	10	0	1	0	0	29	1	0	0	0	49	54	51
Vo	0	3	0	11	0	4	5	50	0	0	0	79	69	74
Ha	0	3	5	8	1	7	0	0	79	0	0	81	71	76
Lí	0	0	0	0	0	0	0	0	2	31	1	76	91	83
Va	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	100	97	100

Tafla 11. Samantekt fyrir Error Matrix töflu af Suðvesturlandi. Dálkur A sýnir fjölda punkta sem greindust á vettvangi í sama flokk og svæðið flokkaðist í, þ.e. rétt kortlagðir punktar. Dálkur B segir til um hversu margir punktar greindust í viðkomandi flokk á vettvangi. Dálkur C stendur fyrir fjölda athugunarpunkta sem lentu í viðkomandi flokk samkvæmt flokkuninni. Stuðlarnir U.a., P.a. og M.a. sem sýndir eru í 10 töflu, eru reiknaðir út á grundvelli þessarar samantektartöflu. U.a. = User object Accuracy (A/C), P.a. = Producer Accuracy (A/B) og M.a. = Mean Accuracy ($2 * A/B + C$)

	A	B	C
Graslendi	40	59	66
Ríkt mólendi	46	93	111
Ræktað land	69	79	115
Rýrt mólendi	152	248	196
Kjarr og skóglendi	25	59	35
Moslendi	48	67	94
Hálfdeigja	29	54	59
Votlendi	50	73	63
Hálfgróið land	79	111	98
Lítt gróið land	31	34	41
Vatn	31	32	30

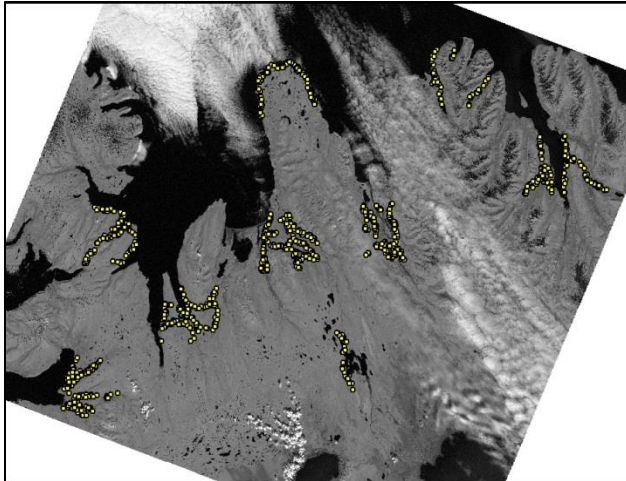
Ríkt mólendi er sá flokkur sem er með lægstu meðalnákvæmnina (45%). Aðeins 41% úttektarpunkta reyndist rétt flokkaður við vettvangsgreiningu (sjá U.a. talfa 10). Stærsti hluti úttektarpunkanna sem höfðu ranglega flokkast sem ríkt mólendi reyndust rýrt mólendi (21 úttektarpunktar) og kjarr- og skóglendi (18). Í 14 tilfellum höfðu svæði sem greindust sem ríkt mólendi á vettvangi verið flokkað sem ræktað land og í 10 tilfellum sem rýrt mólendi.

Hæsta talan sem fram kemur í Error Matrix töflunni fyrir Suðvesturland er sú, að af 248 úttektarpunktum (sjá töflu 11) sem greindust sem rýrt mólendi á vettvangi þá höfðu 35 flokkast sem moslendi. Öndverð skörun er minni, þar sem 13 úttektarpunktar sem greindust sem moslendi á vettvangi, höfðu fallið á svæði sem flokkaðist sem rýrt mólendi og 10 úttektarpunktar sem greindust ríkt mólendi á vettvangi höfðu flokkast sem rýrt mólendi. Samanburður á stuðlunum *Users Accuracy* og *Producer accuracy* sýna að skörunin er ekki jöfn á báða bóga, samanber dæmið hér að framan, þá er *Users Accuracy* lægra en *Producer Accuracy* bæði fyrir ríkt mólendi og moslendi þar sem fleiri úttektarpunktar úr þessum landflokki, greindust á vettvangi til annara landflokka, en á hinn bóginn. Hvernig aðrir flokkar eru að skarast má skoða í töflu 10.

Heildar nákvæmni (Overall accuracy) fyrir flokkunina á þessu svæði er 66%.

8.3.1.2. Norðvesturland, Error Matrix greining

Á 57. mynd er sýnt hvernig Norðvesturland afmarkast á gervitunglamyndinni sem notuð var við flokkunina og dreifing úttektarpunkta á svæðinu. Heildarfjöldi úttektarpunkta fyrir þessa mynd var 881. Hafa verður í huga þegar niðurstaðan er skoðuð að búið var að einfalda flokkunina áður en Error Matrix greiningin var gerð, þannig að það voru aldrei minna en 10 eins myndeyningar saman (sjá kafla 2.6.).



57. mynd. Afmörkun Norðvesturlands og dreifing úttektarpunkta. Fjöldi úttektarpunkta á þessu svæði var 881.

Heildar nákvæmni eða Overall Accuracy fyrir þennan landshluta er 69%.

Á Norðvesturlandi kemur ræktaða landið út með lægstu meðal nákvæmnina, eða 61,3% (sjá töflu 12). Það er einkum P.a. stuðullinn sem er lágur eða 55% og bendir það til þess að fleiri úttektarpunktar (44) reyndust vera ræktað land á vettvangi (höfðu flokkast til annarra landflokka) en að svæði væru ranglega að flokkast sem ræktað land (23). Ræktað

land skarast mest við graslendi og er skörunin á báða bóga. 36 punktar (af 172) sem flokkast höfðu sem graslendi reyndust ræktað land við úttekt á vettvangi og 17 punktar (af 76) sem höfðu flokkast sem ræktað land, reyndust vera graslendi (sjá töflur 12 og 13). Mólendisflokkarnir tveir eru einnig talsvert að skarast þar sem 17 úttektarpunktar flokkast sem ríkt mólendi en eru rýrt mólendi og aðrir 17 úttektarpunktar flokkast á hinn bóginn, þ.e. flokkast sem rýrt mólendi en reyndust vera ríkt mólendi á vettvangi (sjá töflu 12).

Tafla 12. Norðvesturland, Error Matrix tafla. Sjá skýringar með töflu 10.

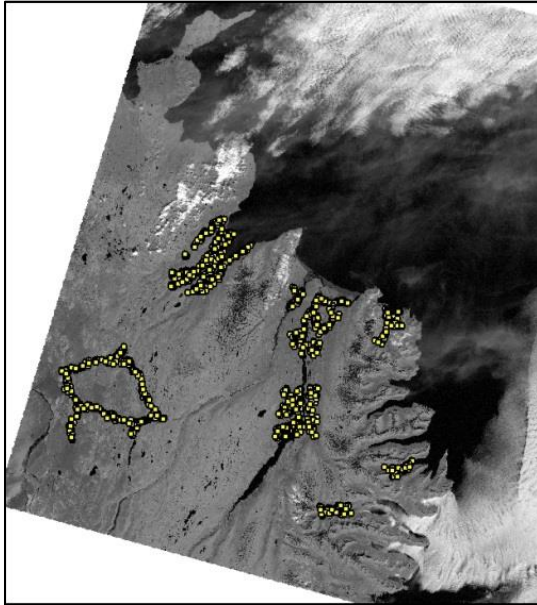
	Gr	Mó	Ræ	Rý	Sk	Ms	Hd	Vo	Hg	Lí	Va	U.a%	P.a%	M.a%
Gr	115	11	17	2	0	0	4	2	0	0	0	67	76	71
Mó	14	142	3	17	0	0	14	8	7	3	0	74	68	71
Ræ	36	2	53	1	0	0	1	4	0	0	0	70	55	61
Rý	2	17	0	99	0	3	0	4	6	5	1	67	72	70
Sk	3	4	1	5	0	0	0	13	0	0	0	-	-	-
Ms	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-
Ha	1	6	2	1	0	0	43	1	0	1	0	68	71	69
Vo	0	6	0	8	1	0	1	47	0	0	0	58	75	65
Ha	0	3	0	9	0	0	0	1	42	6	0	69	69	69
Lí	1	1	0	5	0	0	0	0	5	43	0	72	78	75
Va	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	24	96	86	91

Tafla 13. Samantekt fyrir Error Matrix töflu af Norðvesturlandi. Sjá skýringar við töflu 11.

	A	B	C
Graslendi	115	152	172
Ríkt mólendi	142	208	192
Ræktað land	53	97	76
Rýrt mólendi	99	137	148
Kjarr og skóglendi	0	26	1
Moslendi	0	0	3
Hálfdeigja	43	61	63
Votlendi	47	63	81
Hálfgróið land	42	61	61
Lítt gróið land	43	55	60
Vatn	24	28	25

8.3.1.3. Norðausturland, Error Matrix greining

Á 58. mynd er sýnt hvernig Norðausturland afmarkast og dreifingu úttektarpunktanna sem voru samtals 977. Búið var að einfalda flokkunina (kortaeining =>10 myndeiningar) áður en Error Matrix greiningin var gerð. Niðurstaða Error Matrix greiningarinnar kemur fram í töflum 14 og 15.



58. mynd. Afmörkun Norðausturlands og dreifing úttektarpunkta. Heildar fjöldi úttektarpunkta á þessu svæði var 977.

Tafla 14. Norðausturland, Error Matrix tafla. Sjá skýringu við töflu 10.

	Gr	Mó	Ræ	Rý	Sk	Ms	Hd	Vo	Hg	Lí	Va	U.a%	P.a%	M.a%
Gr	38	15	35	3	5	0	6	0	0	0	0	60	37	46
Mó	3	138	1	23	0	0	31	3	0	0	0	72	70	70
Ræ	6	0	46	0	0	0	0	0	0	0	0	51	89	65
Rý	7	3	2	190	2	0	2	1	6	6	0	79	87	82
Sk	6	5	4	0	13	0	1	1	0	0	0	65	43	52
Ms	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-
Ha	4	30	1	9	0	0	52	6	0	0	0	57	51	54
Vo	0	2	1	12	0	0	0	41	0	1	0	79	72	75
Ha	0	0	0	3	0	0	0	0	25	11	0	63	64	63
Lí	0	0	0	2	0	0	0	0	9	139	0	89	93	91
Va	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	100	100	100

Tafla 15. Samantekt á Error Matrix töflu fyrir Norðausturland. Sjá skýringu við töflu 11.

	A	B	C
Graslendi	38	102	64
Ríkt mólendi	138	199	193
Ræktað land	46	52	90
Rýrt mólendi	190	219	242
Kjarr og skóglendi	13	30	20
Moslendi	-	-	-
Hálfdeigja	52	102	92
Votlendi	41	57	52
Hálfgróið land	25	39	40
Lítt gróið land	139	150	157
Vatn	27	27	27

Hlutfallslegur fjöldi athugunarpunkta (Overall Accuracy) sem eru rétt kortlagðir er 73%.

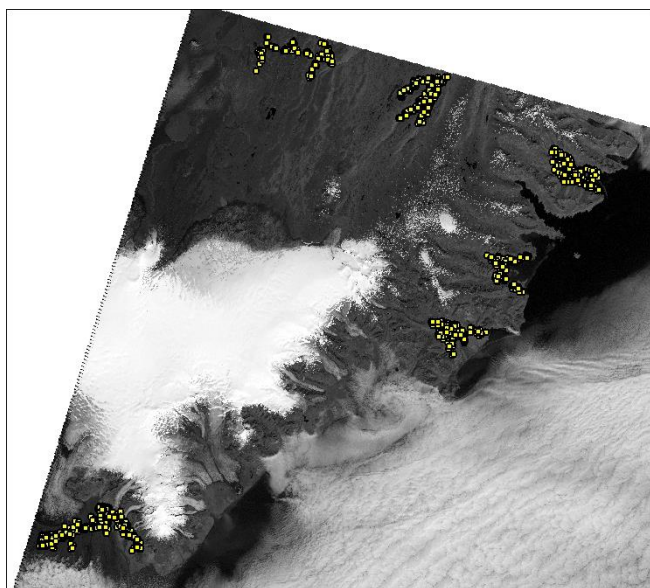
Á þessu svæði skarast flokkarnir ríkt mólendi og hálfdeigja mest. Af 102 úttektarpunktum sem reyndust hálfdeigja á vettvangi höfðu 30 ranglega flokkast sem ríkt mólendi og 31 punktur (af 199) sem reyndust ríkt mólendi höfðu ranglega flokkast sem hálfdeigja (sjá töflur 14 og 15). 35 úttektarpunktar (af 90) sem flokkuðust sem ræktað land og 15 punktar (af 193) sem flokkuðust sem ríkt mólendi reyndust graslendi við skoðun á vettvangi. Skörunin var minni á hinn bóginn þar sem svæði sem flokkast hafði sem graslendi reyndist vera ræktað land á 6 stöðum og á 3 stöðum sem ríkt mólendi. Þessi mismunur kemur skýrt fram í töflu 14, þar sem P.a stuðullinn fyrir graslendi er 23% lægri en U.a. stuðullinn.

Lágur P.a. stuðull fyrir skóglendi skýrist að mestu leiti af því hvað skóglendi var vanmetið í flokkuninni á þessu svæði og þ.a.l. lentu aðeins 20 úttektarstaðir á landi sem flokkast hafði sem kjarr- og skóglendi (sjá töflu 14). 13 þeirra reyndust rétt flokkaðir við vettvangsúttekt en til viðbótar greindust 17 úttektarstaðir til kjarr- og skóglendis (sjá töflu 14).

Engin svæði flokkuðust sem moslendi á þessu svæði.

8.3.1.4. Suðausturland, Error Matrix greining

Myndin sem Suðausturland var flokkað eftir (sjá 59. mynd) er úr sömu fluglínu og myndin af Norðausturlandi, þ.e. þær voru teknar sama daginn. Það sama gildir um flokkunina hér og á Norðausturlandi að búið var að einfalda flokkunina (kortaeining => 10 myndeiningar) áður en Error Matrix greiningin var gerð.



59. mynd. Afmörkun Suðausturlands og dreifing úttektarpunkta. Heildarfjöldi úttektarpunkta á þessu svæði var 876.

Hlutfallslegur fjöldi rétt kortlagðra punkta er hér 59%. Graslendisflokkurinn er aðeins með 38% meðal nákvæmni. Graslendið skarast aðallega við ræktað land og kjarr- og skóglendi (sjá töflu 16). Öllu verri villa er hins vegar hversu mikið rýrt mólendi er hér að skarast við hálfdeigju og votlendi. 23 úttektarpunktar (af 151, sjá töflu 17) sem flokkast höfðu sem rýrt mólendi reyndust vera hálfdeigja og 12 til viðbótar reyndust votlendi. Skörunin á hinn bóginn er mun minni þar sem samtals 8 punktar sem flokkast höfðu sem hálfdeigja og votlendi reyndust vera rýrt mólendi. Kemur þessi munur fram í mjög lágum P.a. stuðlum fyrir hálfdeigju og votlendi og lágum U.a. gildi fyrir rýrt mólendi (sjá töflu 16). Aðrar villur á þessu svæði eru aðallega milli yfirborðsflokka með óljós mörk, s.s. lítt gróið land og hálfgróið land.

Tafla 16. Suðausturland, Error Matrix tafla. Sjá skýringar við töflu 10.

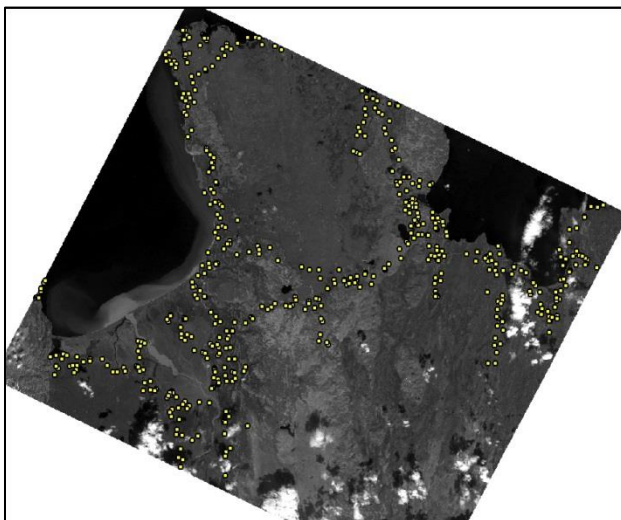
	Gr	Mó	Ræ	Rý	Sk	Ms	Hd	Vo	Hg	Lí	Va	U.a%	P.a%	M.a%
Gr	33	5	11	2	21	0	0	3	0	1	0	33	43	38
Mó	9	55	4	10	2	0	10	3	1	1	0	55	58	56
Ræ	34	2	29	0	3	0	0	0	0	0	0	60	43	50
Rý	0	7	0	82	1	2	1	7	7	11	0	54	70	61
Sk	16	3	5	2	37	0	0	2	0	0	0	52	57	54
Ms	0	0	0	4	0	53	0	0	1	1	0	79	90	84
Hd	5	13	0	23	3	2	13	6	0	0	0	42	20	27
Vo	2	14	0	12	3	0	7	22	0	3	0	51	35	41
Hg	0	1	0	15	2	10	0	0	52	23	0	64	51	57
Lí	1	1	0	1	0	0	0	0	20	117	1	63	83	72
Va	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	100	100	100

Tafla 17. Samantekt á Error Matrix töflu fyrir Suðausturland. Sjá skýringar við töflu 11.

	A	B	C
Graslendi	33	76	100
Ríkt mólendi	55	95	101
Ræktað land	29	68	49
Rýrt mólendi	82	118	151
Kjarr og skóglendi	37	65	72
Moslendi	53	59	67
Hálfdeigja	13	65	31
Votlendi	22	63	43
Hálfgróið land	52	103	81
Lítt gróið land	117	141	185
Vatn	23	23	23

8.3.1.5. Norður-Pingeyjarsýsla, Error Matrix greining

Hluti Norður Pingeyjarsýslu var flokkaður eftir Spot 4 mynd og var það eina Spot 4 myndin sem var notuð við flokkun Nyttjaland. Á 60. mynd má sjá hvernig svæðið afmarkast og dreifingu úttektarpunktanna sem voru 419 talsins.



60. mynd. Afmörkun Norður-Pingeyjar-sýslu og dreifing úttektarpunkta. Heildarfjöldi úttektarpunkta á þessu svæði er 419. Talsvert er um ský og skugga á suðurhluta myndarinnar og austast í Þistilfirði.

Suð- og austur hluti myndarinnar er talsvert skýjaður og er það sýnt á 59. mynd hvernig skýin og skuggar þeirra voru klipptir burt. Notaðar voru Spot 5 myndir til að flokka svæði sem ekki náðist að flokka eftir þessari mynd og voru þau flokkuð eftir N6 flokkunarkerfinu. Hlutfallslegur fjöldi rétt kortlagðra punkta á þessu svæði 69%.

Engar stórar né slæmar villur koma fram í Error Matrix töflunni (sjá töflu 18). Flokkarnir sem svolítið eru að skarast eru graslendi og ræktað land, rýrt- og ríkt mólendi, hálfdeigja og ríkt mólendi og hálfgróið land og rýrt mólendi. Allt eru þetta flokkar sem hafa óljós mörk í náttúrunni og er því eðlilegt að um einhverja skörun sé að ræða.

Tafla 18. Norður-Þingeyjarsýsla, Error Matrix tafla. Sjá skýringar við töflu 10

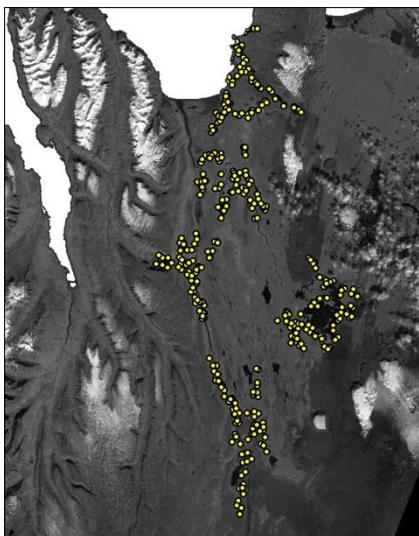
	Gr	Mó	Ræ	Rý	Sk	Ms	Hd	Vo	Hg	Lí	Va	U.a%	P.a%	M.a%
Gr	16	1	10	0	2	0	0	0	0	0	0	55	55	55
Mó	5	59	1	11	8	0	6	0	2	0	0	71	64	67
Ræ	2	0	19	1	0	0	0	0	0	0	0	63	86	73
Rý	3	3	0	58	3	0	0	0	0	0	0	67	81	73
Sk	0	4	0	1	21	0	0	0	0	0	0	60	81	69
Ms	0	2	0	2	0	16	0	0	6	0	0	80	64	71
Ha	1	10	0	1	0	0	10	2	0	0	0	53	42	47
Vo	0	3	0	0	1	0	3	19	0	0	0	91	73	81
Ha	2	0	0	10	0	4	0	0	24	8	0	62	50	55
Lí	0	2	0	1	0	0	0	0	3	37	2	82	84	83
Va	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	83	91	87

Tafla 19. Samantekt á Error Matrix töflu fyrir Norður-Þingeyjarsýslu. Sjá skýringar við töflu 11.

	A	B	C
Graslendi	16	29	29
Ríkt mólendi	59	92	83
Ræktað land	19	22	30
Rýrt mólendi	58	72	86
Kjarr og skóglendi	21	26	35
Moslendi	16	25	20
Hálfdeigja	10	24	19
Votlendi	19	26	21
Hálfgróið land	24	48	39
Lítt gróið land	37	44	45
Vatn	10	11	12

8.3.1.6. Suður-Þingeyjarsýsla, Error Matrix greining

Dreifing úttektarpunktanna í Suður-Þingeyjarsýslu er sýnd á 61. mynd. Samtals eru úttektarstaðirnir 977 á þessu svæði.



61. mynd. Afmörkun Suður-Þingeyjarsýslu og dreifing úttektarpunkta. Heildar fjöldi úttektarpunkta var 977.

Hlutfallslegur fjöldi rétt kortlagðra punkta (Overall Accuracy) á þessu svæði er 73%.

Ríkt mólendi og hálfdeigja skarast annars vegar um 30 og hins vegar um 31 úttektarpunkt (sjá töflu 20). 23 punktar með ríku mólendi höfðu ranglega flokkast sem rýrt mólendi en aðeins 3 rýrir mólendispunktar höfðu ranglega flokkast sem ríkt mólendi. Landflokkurinn kjarr- og skóglendi er með lága nákvæmni stuðla. Samtals 16 (af 20) úttektarpunktar sem reyndust kjarr- og skóglendi við vettvangsskoðun höfðu ranglenga flokkast sem graslendi (6) ríkt mólendi (6) og rýrt mólendi (4) og skýrir það að mestu lágt P.a. fyrir skóglendi. Á þessu svæði flokkuðust samtals 21 úttektarpunktar sem rýrt mólendi en reyndust vera hálfdeigja (9) og votlendi (12) er á vettvang var komið (sjá töflur 20 og 21).

Tafla 20. Suður-Þingeyjarsýsla, Error Matrix tafla. Sjá skýringar við töflu 10

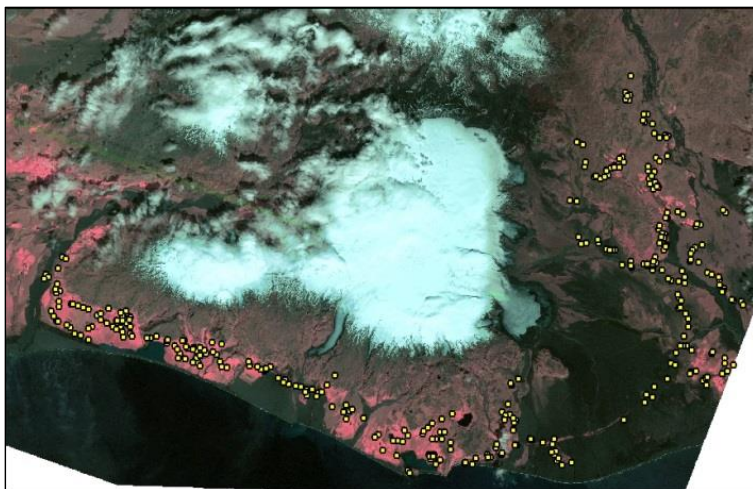
	Gr	Mó	Ræ	Rý	Sk	Ms	Hd	Vo	Hg	Lí	Va	U.a%	P.a%	M.a%
Gr	38	15	35	3	5	0	6	0	0	0	0	60	37	46
Mó	3	138	0	23	0	0	31	3	0	0	0	72	70	70
Ræ	6	0	46	0	0	0	0	0	0	0	0	51	89	65
Rý	7	3	2	190	2	0	2	1	6	6	0	79	87	82
Sk	6	6	4	0	13	0	1	1	0	0	0	65	43	52
Ms	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-
Ha	4	30	1	9	0	0	52	6	0	0	0	51	51	54
Vo	2	0	1	12	0	0	0	41	0	1	0	72	72	75
Ha	0	0	0	3	0	0	0	0	25	11	0	64	64	63
Lí	0	0	0	2	0	0	0	0	9	139	0	93	93	91
Va	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	100	100	100

Tafla 21. Samantekt á Error Matrix töflu fyrir Suður-Þingeyjarsýslu. Sjá skýringar við töflu 11.

	A	B	C
Graslendi	38	102	64
Ríkt mólendi	138	199	193
Ræktað land	46	52	90
Rýrt mólendi	190	219	242
Kjarr og skóglendi	13	30	20
Moslendi	0	0	0
Hálfdeigja	52	102	92
Votlendi	41	57	52
Hálfgróið land	25	39	40
Lítt gróið land	139	150	157
Vatn	27	27	27

8.3.1.7. Eyjafjöll, Error Matrix greining

Svæði kringum Mýrdalsjökul (sjá 62. mynd) var flokkað eftir búið úr Landsat 7 mynd. Alls var farið í 341 úttektarpunkt á svæðinu.



62. mynd. Dreifing úttektarpunkta undir Eyjafjöllum og í Skaftártungu. Heildarfjöldi athugunarpunkt á þessu svæði var 341. Grunnmyndin er innrauð Landsat 7 gervitunglamynd.

Úttektin leiddi í ljós að hlutfallslegur fjöldi rétt kortlagðra punkta var aðeins 57% sem er ekki gott sé einblítt á hlutfallstöluna. Ef litið er á hvaða flokkar eru að koma verst út samkvæmt Error Matrix greiningunni þá er rýrt mólendi og mosi með lægstu meðalnákvæmni (sjá töflu 22) þ.e. 39 og 40% en þessir tveir flokkar eru að skarast talsvert. Af 70 úttektarpunktum sem höfðu flokkast sem rýrt mólendi (sjá töflu 23) reyndust 19 vera moslendi og 12 hálfgróið land en á hinn bóginn voru aðeins 7 úttektarpunktar sem flokkuðust sem moslendi en reyndust rýrt mólendi. Sé skekkjutaflan skoðuð í heild, þá eru engar háar tölur en samt koma nákvæmnisstuðlarnir illa út. Ástæða þess er m.a. sú hversu fáir úttektarpunktarnir eru. Hver villa dregur stuðlana, U.a, P.a. og þ.a.l. M.a. hlutfalllega meira niður séu úttektarpunktarnir fáir (sjá töflu 22).

Tafla 22. Eyjafjöll og Skaftártunga, Error Matrix tafla. Sjá skýringar við töflu 10.

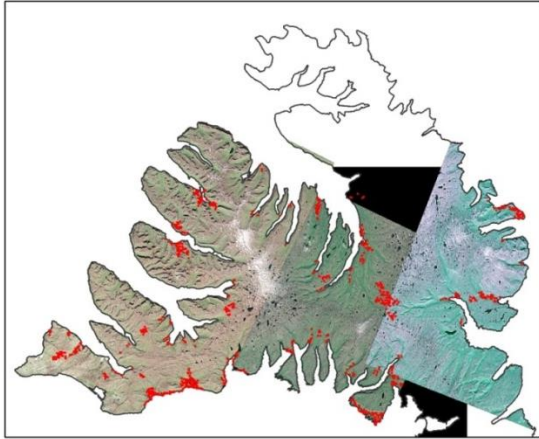
	Gr	Mó	Ræ	Rý	Sk	Ms	Hd	Vo	Hg	Lí	Va	U.a%	P.a%	M.a%
Gr	31	1	7	3	0	0	3	0	0	0	0	50	69	58
Mó	9	11	0	0	1	0	1	1	0	1	0	58	38	46
Ræ	1	0	31	0	0	0	0	0	0	0	0	67	67	80
Rý	10	2	1	23	1	7	1	1	0	0	0	33	50	40
Sk	2	1	0	3	13	1	3	0	1	1	0	65	52	58
Ms	1	0	0	19	0	11	0	0	3	1	0	52	31	39
Ha	6	0	3	0	2	0	20	0	0	0	0	69	65	67
Vo	2	3	1	4	3	0	2	9	2	1	0	82	33	47
Hg	0	1	3	12	0	2	0	0	15	6	0	52	39	44
Lí	0	0	0	1	0	0	0	0	7	29	0	74	78	76
Va	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-

Tafla 23. Samantekt á Error Matris töflu fyrir Eyjafjöll og Skarfártungu. Sjá skýringar við töflu 11.

	A	B	C
Graslendi	31	45	62
Ríkt mólendi	11	29	19
Ræktað land	31	32	46
Rýrt mólendi	23	46	70
Kjarr og skóglendi	13	25	20
Moslendi	11	35	21
Hálfdeigja	20	31	29
Votlendi	9	27	11
Hálfgróið land	15	39	29
Lítt gróið land	29	37	39
Vatn	-	-	-

8.3.1.8. Vestfirðir, Error Matrix greining

Vestfirðir voru flokkaðir eftir nokkrum Spot 5 myndum (sjá 63. mynd). Gerð var ein Error Matrix greining fyrir flokkunina á þessu svæði. Samanlagður fjöldi úttektarpunkta á þessu svæði var 935. Heildar nákvæmni á flokkunni á þessu svæði er 76%.



63. mynd. Afmörkun svæðis á Vestfjörðum sem flokkuð voru í 12 flokka og dreifing úttektarpunktanna, 935.

Tafla 24. Vestfirðir, Error Matrix tafla. Sjá skýringar við töflu 10.

	Gr	Mó	Ræ	Rý	Sk	Ms	Hd	Vo	Hg	Lí	Va	U.a%	P.a%	M.a%
Gr	128	14	0	3	6	3	1	0	6	1	0	72	61	66
Mó	12	140	0	14	9	0	2	2	3	0	0	77	77	77
Ræ	9	4	30	8	1	0	0	0	0	0	0	94	58	71
Rý	11	10	1	151	0	9	0	2	8	3	0	73	89	81
Sk	0	2	0	3	17	0	0	0	0	1	0	57	74	64
Ms	2	2	0	13	0	54	0	0	3	2	0	75	72	73
Hd	1	4	0	3	0	0	26	1	1	0	0	81	72	77
Vo	1	4	0	6	0	0	3	28	0	0	0	85	67	75
Hg	0	4	0	3	0	4	0	1	81	9	0	72	80	76
Lí	0	0	0	1	0	2	0	0	9	37	1	45	74	56
Va	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	96	86	91

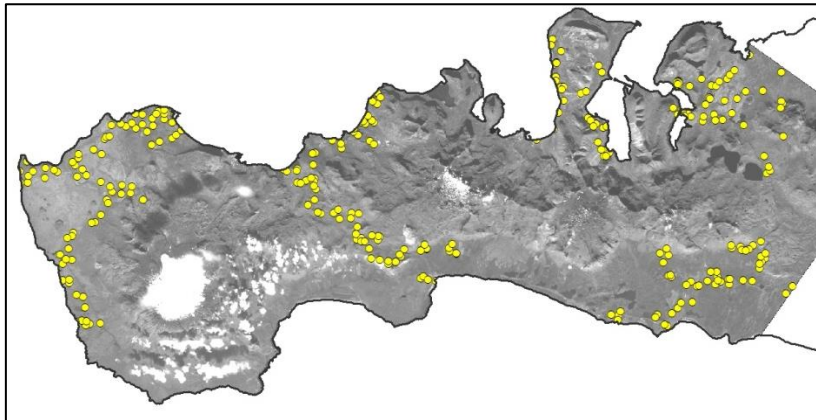
Lítt gróið land er sá flokkur sem lægsta hefur meðalnákvæmnina á þessu svæði og stafar það mest megnis af skörun við hálfgróið land sem er skiljanleg skörun vegna þess hve óskýr mörk þessir flokkar hafa. Það eru þó ekki nema 9 punktar (sjá töflu 24) sem eru að greinast hálfgrónir í stað lítt gróins lands og aðrir 9 sem greinast lítt grónir í stað hálfgróins lands. Ríkt mólendi er að skarast talsvert við graslendi og rýrt mólendi. Að frátaldri sköruninni á milli þessara skildu flokka er lítið um villur (sjá töflur 24 og 25).

Tafla 25. Samantekt á Error Matrix töflu fyrir Vestfirði. Sjá skýringar við töflu 11.

	A	B	C
Graslendi	128	153	128
Ríkt mólendi	140	181	183
Ræktað land	30	52	32
Rýrt mólendi	151	169	208
Kjarr og skóglendi	17	23	30
Moslendi	54	75	72
Hálfdeigja	26	36	32
Votlendi	28	42	33
Hálfgróið land	81	102	112
Lítt gróið land	64	50	82
Vatn	25	29	26

8.3.1.9. Snæfellsnes, Error Matrix greining

Snæfellsnes var flokkað eftir SPOT 5 mynd og afmarkast hún eins og sýnt er á 64. mynd. Fjöldi úttektarpunkta á þessu svæði var 276.



64. mynd. Dreifing úttektarpunkta á Snæfellsnesi. Samtals var farið í 276 punkt á þessu svæði.

Hlutfallslegur fjöldi rétt kortlagðra punkta á þessu svæði er 86%, sem staðfestir að flokkunin kom best út á þessu svæði.

Landflokkurinn vatn kemur verst út sé M.a. stuðulinn skoðaður. Er það vegna þess að 2 af þeim 5 úttektarpunktum sem féllu í landflokkinn vatn á flokkuðu myndinni þá reyndust 2 þeirra vera lítt gróið land. Þetta dæmi sýnir vel hvaða afleiðingar það getur haft fyrir nákvæmnisstuðlana ef úttektarpunktarnir eru mjög fáir, 2 villur og meðal nákvæmni fer niður í 67%. En burtséð frá landflokknum vatn þá eru það rýrt mólendi og hálfgróið land sem hafa lægstu meðal nákvæmni á þessu svæði og er það vegna skörunar á milli þeirra tveggja (sjá töflu 26).

Austurhluti Snæfellsness var einnig flokkaður samkvæmt N12 flokkunarlyklinum (sjá 53. mynd) en ekki var farið í úttektarpunkta á því svæði.

Tafla 26. Snæfellsnes Error Matrix tafla. Sjá skýringar við töflu 10.

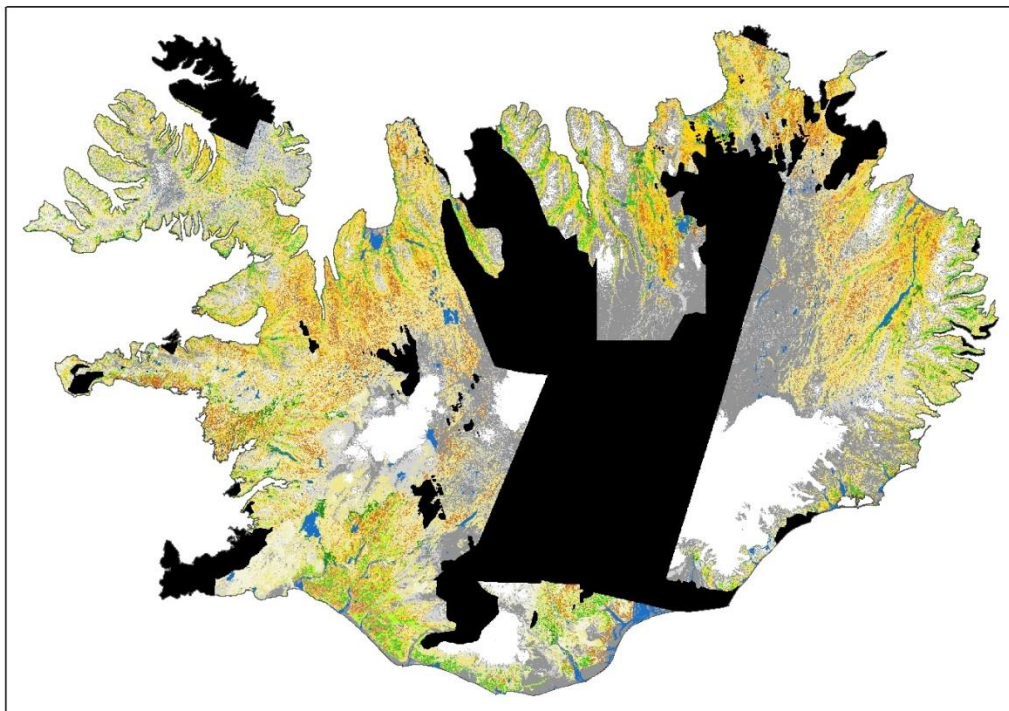
	Gr	Mó	Ræ	Rý	Sk	Ms	Hd	Vo	Hg	Lí	Va	U.a%	P.a%	M.a%
Gr	25	0	2	2	0	0	1	0	0	0	0	96	83	89
Mó	0	24	1	2	0	0	2	0	0	1	0	89	80	84
Ræ	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	83	100	91
Rý	0	1	0	49	0	2	1	0	5	0	0	76	85	80
Sk	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-
Ms	0	0	0	0	0	27	0	0	1	0	0	90	96	93
Ha	0	0	0	0	0	0	19	0	0	0	0	82	66	73
Vo	0	1	0	3	0	0	0	25	0	0	0	100	86	93
Ha	1	0	0	7	0	1	0	0	20	0	0	74	69	71
Lí	0	0	0	2	0	0	0	0	1	30	2	94	86	90
Va	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	60	75	67

Tafla 27. Samantekt á Error Matrix töflu fyrir Snæfellsnes. Sjá skýringar við töflu 11.

	A	B	C
Graslendi	25	30	26
Ríkt mólendi	24	30	27
Ræktað land	15	15	18
Rýrt mólendi	49	58	65
Kjarr og skóglendi	0	0	0
Moslendi	27	28	30
Hálfdeigja	19	29	23
Votlendi	25	29	25
Hálfgróið land	20	29	27
Lítt gróið land	30	35	32
Vatn	3	4	5

8.3.2. Samsett mynd af öllum svæðum sem flokkuð voru í 12 flokka, Error Matrix greining

Þegar lokið er við að flokka tvö eða fleiri svæði er afrakstri flokkunarinnar skeytt saman. Útkoman er sýnd 65. mynd þegar flokkun allra N12 svæða hafði verið sameinuð, samtals um 71% af flatarmáli landsins. Svæðin sem flokkuð voru samkvæmt N6 flokkunarlyklinum eru sýnd með svörtum lit á 65. mynd.



65. mynd. Sameinuð flokkun allra svæða sem flokkuð voru í 12 flokka. Tæplega 71% af flatarmáli landsins var flokkað í 12 flokka og eru þau svæði lituð á myndinni. Svæði sem flokkuð voru í 6 flokka eru auðkennd með svörtum lit.

Gerð var Error Matrix greining á N12 gögnunum þegar þeim hafði verið skeytt saman og er sú tafla, einkonar samantekt á þeim Error Matrix töflum sem þegar hafa verið kynntar. Niðurstaða Error Matrix greiningarinnar er sýnd í töflum 28 og 29. Heildar fjöldi úttektarpunkta sem greindir voru á vettvangi voru 6021.

Hlutfallslegur fjöldi athugunarpunkt (Overall Accuracy) sem eru rétt kortlagðir 70%. 30% úttektarpunktanna eða samtals 1875 punktar greindur á vettvangi í annan flokk en þeir höfðu flokkast í við fjarkönnunnina.

Tafla 28. Öll svæði sem flokkuð voru í 12 flokka, Error Matrix tafla. Sjá skýringar við töflu 10.

	Gr	Mó	Ræ	Rý	Sk	Ms	Hd	Vo	Hg	Lí	Va	U.a%	P.a%	M.a%
Gr	474	54	91	19	32	3	18	5	6	3	1	67	67	67
Mó	56	683	24	96	26	0	79	23	14	6	0	69	68	78
Ræ	97	10	295	10	4	0	2	4	1	0	0	64	70	67
Rý	34	68	16	830	10	58	11	24	50	25	2	69	74	71
Sk	30	38	15	14	149	1	12	16	2	2	0	63	53	58
Ms	3	3	2	51	0	209	0	0	17	4	0	68	72	70
Hd	33	77	6	38	5	2	238	17	1	1	1	63	57	60
Vo	6	40	2	65	9	4	21	258	3	6	0	74	62	78
Hg	4	13	8	69	3	28	0	2	371	70	0	71	65	68
Lí	3	4	0	13	0	2	0	0	59	502	8	80	89	80
Va	0	0	0	2	0	0	0	1	2	29	163	87	83	87

Tafla 29. Samantekt á Error Matrix töflu fyrir öll svæði sem flokkuð voru í 12 flokka. Sjá skýringar við töflu 11.

	A	B	C
Graslendi	474	706	714
Ríkt mólendi	683	1007	990
Ræktað land	295	423	459
Rýrt mólendi	830	1128	1207
Kjarr og skóglendi	149	279	238
Moslendi	209	289	307
Hálfdeigja	238	419	381
Votlendi	258	414	350
Hálfgróið land	371	569	526
Lítt gróið land	502	565	683
Vatn	163	197	178

Á töflu 28 má sjá hvaða flokkar eru að skarast mest. Séu hæstu tölurnar skoðaðar (fyrir utan þær réttu sem eru feitletraðar) kemur í ljós að þar er nánast alltaf skörun milli líkra flokka að ræða, eða flokka sem hafa óljós mörk í náttúrunni, (sjá skilgreiningu yfirborðsflokka í 6. kafla). Því má segja að flokkunin sé mun betri en þessi 70% nákvæmni gefur til kynna þegar á heildina er litið. Eftirtaldir flokkar skarast mest.

Af 714 úttektarpunkum sem höfðu flokkast sem graslendi reyndust 97 vera ræktað land.

Af 459 úttektarpunkum sem höfðu flokkast sem ræktað land reyndust 91 vera graslendi.

Af 1207 úttektarpunkum sem höfðu flokkast sem rýrt mólendi reyndust 96 ríkt mólendi.

Af 990 úttektarpunkum sem höfðu flokkast sem ríkt mólendi reyndust 68 vera rýrt mólendi.

Af 990 úttektarpunkum sem ríkt mólendi reyndust 77 vera hálfdeigja.

Af 381 úttektarpunkum sem flokkuðust sem hálfdeigja reyndust 79 vera ríkt mólendi.

Af 526 úttektarpunkum sem flokkuðust sem hálfgróið land reyndust 59 vera lítt gróið land.

Af 683 úttektarpunkum sem flokkuðust sem lítt gróið land reyndust 70 vera hálfgróið land.

Af 526 úttektarpunkum sem flokkuðust hálfgróið land reyndust 50 vera rýrt mólendi.

Af 1207 úttektarpunkum sem flokkuðust sem rýrt mólendi reyndust 69 vera hálfgróið land.

Af 990 úttektarpunkum sem flokkuðust sem ríkt mólendi reyndust 54 vera graslendi.

Af 714 úttektarpunkum sem flokkuðust sem graslendi reyndust 56 vera ríkt mólendi.
Af 1207 úttektarpunkum sem flokkuðust sem rýrt mólendi reyndust 51 vera moslendi.
Af 307 úttektarpunkum sem flokkuðust sem moslendi reyndust 58 vera rýrt mólendi.

Af 238 punktum sem flokkuðust sem kjarr- og skóglendi reyndust 26 vera ríkt mólendi.
Af 990 úttektarpunkum sem flokkuðust sem ríkt mólendi reyndust 38 kjarr- og skóglendi.

Af 238 úttektarpunkum sem flokkast höfðu sem kjarr- og skóglendi reyndust 32 vera graslendi.
Af 714 úttektarpunkum sem flokkast höfðu sem graslendi reyndust 30 vera kjarr- og skóglendi.

Af 318 úttektarpunkum sem flokkuðust sem hálfdeigja reyndust 18 vera graslendi.
Af 714 úttektarpunkum sem flokkuðust sem graslendi reyndust 33 vera hálfdeigja.

Af 350 úttektarpunkum sem flokkuðust sem votlendi reyndust 17 vera hálfdeigja.
Af 381 úttektarpunkum sem flokkuðust sem hálfdeigja reyndust 21 vera votlendi.

Af 526 úttektarpunkum sem flokkuðust sem hálfgróið land reyndust 17 vera moslendi.
Af 307 úttektarpunkum sem flokkuðust sem moslendi reyndust 28 vera hálfgróið land.

Það sem einkennir skörunina er að yfirborðsflokkarnir í hverju pari hafa ekki skýr mörk í náttúrunni og eru vistfræðilega líkir, eins og áður segir og því er ekkert skrítið að um nokkra skörun sé að ræða. Fleiri dæmi en þau sem hér voru talin upp er að finna um skörun á milli líkra landflokka (sjá töflu 28). Þessar algengustu sem hér voru taldar fela í sér samtals 1245 úttektarpunkta af þeim 1875 þar sem ekki bar saman flokkun og skoðun á vettvangi.

Sé leitað eftir villum í töflu 28 sem vart geta talist skörum milli líkra flokka þá bera þar hæst ruglingur á rýru mólendi annars vegar og votlendi og hálfdeigju hins vegar. Af 419 (sjá töflu 29) úttektarpunktum sem reyndust hálfdeigja við vettvangsskoðun höfðu 69 flokkast sem rýrt mólendi og af 414 punktum sem reyndust votlendi höfðu 65 flokkast sem rýrt mólendi.

Öndverð skörun er mun fátíðari. Af 1128 úttektarpunktum sem greindust sem rýrt mólendi á vettvangi höfðu 24 flokkast sem votlendi og 11 sem hálfdeigja.

8.3.3. Samsettar Nytjalands myndir, Error Matrix greiningar

Error Matrix greiningarnar sem nú hafa verið kynntar gefa sýn á gæði Nytjalandsgagnanna áður en nokkrum öðrum gögnum var bætt inn. Þær greiningar voru gerðar með öllum 6021 úttektarpunktunum sem farið var í. Nú verðar kynntar niðurstöður Error Matrix greininga á þremur útgáfum af Nytjaland, þar sem flokkunarkerfin tvö, N12 og N6 hafa verið sameinuð og ýmsum öðrum gögnum hefur verið bætt inn (vatnyfirborð, jöklar, ræktða land og skógur).

Error Matrix greiningarnar sem hér eru kynntar voru gerðar með 5509 úttektarpunktum. Höfðu þá verið teknir út úr úttektarpunktaskránni allir punktar sem skráð hafði verið við á vettvangi að landflokkur væri ekki einhlýtur eða að innan úttektarsvæðisins væri eitthvað sem truflað gæti endurvarpið (samaltals 512 úttektarpunktar). Til þess að athuga hvaða afleiðingar þessi fækkun á úttektarpunktum hefði á útkomuna var einnig gerð Error Matrix greining á N12_0 útgáfu með öllum 6021 úttektarpunktunum. Niðurstaðan var heildrónkvæmni hækkaði aðeins um 1%.

Útgáfurnar 3 sem um ræðir eru; tvær útgáfur af N12 flokkunninni sem eru eins nema að því leiti að á annari var uppdráttum af ræktuðu landi og skóglendi blandað inn í Nytjalandsgögnin á öllu landinu (N12-1) og hins vegar aðeins á þeim svæðum sem flokkuð vour í 6 flokka (N12-0). Þriðja útgáfan er N8 flokkunin.

8.3.3.1. Samsett N12-0 útgáfa af Nytjalandsgögnunum

Niðurstaða Error Matrix greiningar fyrir N12-0 útgáfu Nytjalandsgagnanna er sýnd í töflum 30 og 31. Heildar nákvæmni þessarar samsetningar er 66%.

Tafla 30. Nytjaland í útgáfu N12-0, Error Matrix tafla. Uppdráttum af skógum og ræktuðu landi var bætt inn í myndina á þeim svæðum sem flokkuð voru í 6 flokka. Sjá skýringar við töflu 10.

	Gr	Mó	Ræ	Rý	Sk	Ms	Hd	Vo	Hg	Lí	Va	U.a%	P.a%	M.a%
Gr	466	50	77	54	15	1	9	5	3	2	0	67	68	68
Mó	44	538	20	110	16	4	52	17	9	3	1	69	66	68
Ræ	121	15	325	10	4	1	1	5	3	0	0	72	67	70
Rý	26	61	9	800	8	63	7	22	48	16	5	66	75	70
Sk	17	39	15	12	135	7	7	14	0	1	0	69	56	62
Ms	2	2	0	81	2	184	1	3	10	6	0	64	63	63
Hd	15	49	3	55	1	4	192	24	0	0	0	67	56	61
Vo	1	23	0	42	5	6	18	219	0	2	2	70	69	70
Hg	0	2	2	40	6	21	0	1	374	58	3	75	74	75
Lí	0	2	0	5	3	5	0	0	50	485	26	83	84	84
Va	0	0	0	0	0	0	0	1	0	9	141	80	93	86

Tafla 31. Samantekt á Error Matrix töflu fyrir útgáfu N12-0 af Nytjalandi. Sjá skýringar við töflu 11.

	A	B	C
Graslendi	466	682	692
Ríkt mólendi	538	814	781
Ræktað land	325	485	450
Rýrt mólendi	800	1065	1210
Kjarr og skóglendi	135	240	195
Moslendi	184	291	289
Hálfdeigja	192	342	287
Votlendi	219	316	311
Hálfgróið land	374	507	497
Lítt gróið land	485	576	582
Vatn	141	152	176

Sé horft á Mean Accuracy (M.a) þá sker enginn flokkur sig verulega út. Algengast skörunin er milli ræktaðs lands og graslendis. Ríkt- og rýrt mólendi skarast einnig mikið. Flokkurinn ríkt mólendi skarast við alla flokka sem liggja næst honum vistfræðilega séð, þ.e. við rýrt mólendi, graslendi, hálfdeigju og kjarr- og skóglendi. Uppskeruminni flokkarnir eru líka talsvert að skarast t.d. flokkarnir hálfgróið land og lítt gróið land og flokkarnir rýrt mólendi og moslendi. Eina áberandi villan sem kemur fram og ekki er hægt skýra með skörun milli líkra flokka er sem fyrr milli flokkanna rýrt mólendis annars vegar og votlendis og hálfdeigju hins vegar (sjá töflu 30).

8.3.3.2. Samsett N12-1 útgáfa af Nytjalandsgögnunum

Í N12-1 útgáfunni voru uppdrættirnir af skógum og ræktuðu landi settir inn fyrir landið í heild (sjá kafla 7.9.2). Niðurstaða Error Matrix greiningar er sýnd í töflum 32 og 33. Heildar nákvæmni fyrir þessa útgáfu er 68%.

Tafla 32. Nytjaland í N12-1 útgáfu, Error Matrix tafla. Sjá skýringar við töflu 10.

	Gr	Mó	Ræ	Rý	Sk	Ms	Hd	Vo	Hg	Lí	Va	U.a%	P.a%	M.a%
Gr	356	45	179	49	38	1	6	4	3	1	0	68	52	59
Mó	42	498	35	99	60	4	50	15	8	3	0	70	61	65
Ræ	68	8	394	2	9	1	0	0	3	0	0	60	81	69
Rý	28	54	11	758	57	61	6	22	48	15	5	67	71	69
Sk	15	36	17	5	150	0	6	10	1	1	1	39	63	48
Ms	2	2	0	78	10	179	1	3	10	6	0	64	62	63
Hd	12	42	13	53	16	4	180	22	0	0	0	68	53	59
Vo	1	24	5	40	9	6	17	214	0	0	0	74	68	71
Hg	0	2	2	38	28	21	0	0	361	52	3	75	71	73
Lí	0	3	1	4	7	5	0	0	50	480	26	85	83	84
Va	0	0	0	0	0	0	0	1	0	9	141	81	93	86

Tafla 33. Samantektá Error Matrix töflu fyrir útgáfu N12-1. Sjá skýringar við töflu 11.

	A	B	C
Graslendi	356	682	524
Ríkt mólendi	498	814	714
Ræktað land	394	485	657
Rýrt mólendi	758	1065	1127
Kjarr og skóglendi	150	240	384
Moslendi	179	291	282
Hálfdeigja	180	342	266
Votlendi	214	316	291
Hálfgróið land	361	507	483
Lítt gróið land	480	576	567
Vatn	141	152	175

Eins og við var að búast þá kemur Error Matrix greining fyrir N12-1 útgáfu áþekk út og fyrir N12-0 útgáfunna. En það að skipta út flokkuðu ræktarlandi og flokkuðu skóglendi fyrir uppdrætti af þessum landgerðum breytir þó flestum flokkun eitthvað.

Athyglisvert er að meðalnákvæmni fyrir ræktað land lækkar um eitt prósent, en flatarmál ræktaðs lands er 516 km² stærra á N12-1 myndinni en á N12-0 myndinni. Sé breytingin skoðuð með tilliti til annarra landfokka í Error Matrix töflunum (tafla 32 og tafla 33), þá fjölga verulega úttektarpunktum sem greinast á vettvangi sem graslendi en falla innan uppdráttarins af ræktuðu landi, eða úr 77 í 179. Að sama skapi fækka punktum sem greindir höfðu ranglega flokkast sem graslendi í stað ræktaðs lands (121 í 68).

Flatarmál skóglendis stækkaði um 937 km² (sjá töflu 7) við það að breyta flokkuðum skógum í ríkt mólendi og setja uppdrátt af skógum inn í staðin (sjá kafla 7.8). Öfugt við það sem búist var við þá lækkar meðalnákvæmni (Ma) fyrir skóga úr 62% í 48% við breytinguna (sjá töflur 30 og 32). Það voru samtals 242 úttektarsvæði sem greindust sem skóglendi á vettvangi. Af þeim féllu 150 innan landflokksins skóglendi í uppdrætti Skógræktarinnar. Þeir 92 úttektarpunktar sem greindust sem skóglendi á vettvangi en lenda ekki innan skógræktaruppdráttarinnar falla flestir í landflokka ríkt mólendi (36), ræktað land (17), graslendi (15) og votlendi (10). Af þeim 224 úttektarpunktum sem lenda innan uppdráttarinnar af skóglendi en greindust á vettvangi til annarra landflokka eru flestir rýrt mólendi (57), ríkt mólendi,

graslendi (38) og hálfgróið (28). Það er þessi síðastnefndi liður sem á stærstan þátt í að nákvæmnisstuðlarnir lækka við það að skógaruppdrátturinn sé settur inn fyrir landið í heild, þ.e. hann tekur yfir 224 úttektarpunkta sem greindust til annarra landflokka í vettvangsgreiningu.

8.3.3.3. Samsett N8 útgáfa af Nytjalandsgögnunum

Myndin sem nefnd hefur verið N8 útgáfa Nytjaland er í grunninn 6 flokkar sem greint var á milli með fjarkönnun og svo ræktað land og skógar sem var aðgreint samkvæmt uppdráttum (sjá 55. mynd). Niðurstaða Error Matrix greiningar er sýnd í töflum 34 og 35.

Tafla 34. Nytjaland í N8 útgáfu, Error Matrix tafla. Sjá skýringar við töflu 10.

	Úthagi	Ræ	Sk	Hd/Vo	Hg	Lí	Va	U.a%	P.a%	M.a%
Úthagi	2244	227	165	120	61	30	6	83	79	81
Ræktað	77	398	9	0	1	0	0	60	82	70
Skógur	56	15	151	16	0	1	1	40	63	48
Hd/Vo	201	18	26	409	3	1	0	75	62	68
Hálfgróið	96	2	27	2	317	60	3	73	63	67
Lítt gróið	19	1	6	1	53	472	23	82	82	82
Vatn	0	0	0	1	0	10	140	81	92	86

Tafla 35. Samantekt á Error Matrix töflu fyrir útgáfu N8. Sjá skýringar við töflu 11.

	A	B	C
Graslendi	2244	2853	2693
Ræktað land	398	485	661
Skógur	151	240	384
Hálfdeigja/Votlendi	409	658	549
Hálfgróið	317	507	435
Lítt gróið	472	576	574
Ár og vötn	140	152	173

Heildarnákvæmni fyrir N8 útgáfuna af Nytjalandsgögnunum er 76%. Flokkarnir eru færri en í N12 útgáfunni og þ.a.l. fækkar möguleikum á skörun og nákvæmnisstuðlarnir eru allir heldur hærri, ef frá eru taldir nákvæmnisstuðlarnir fyrir ræktað land og skóglendi sem eru eins og í N12-1 útgáfunni. Mest eru flokkarnir úthagi og ræktað land að skarast og þá einkanlega falla margir úttektarpunktar innan uppdráttarins sem greindir voru sem graslendi á vettvangi (227). Á hinn bóginn, eru 77 úttektarpunktar sem greindir eru sem ræktað land á vettvangi ekki innan ræktaðs lands samkvæmt uppdrættinum. Úthaginn skarast líka við landflokkinn hálfdeigjur og votlendi og landflokkinn hálfgróið land (sjá töflu 34).

9. Umræður

Úrvinnsla og varðveisla landupplýsinga í landupplýsingakerfum felur í sér að unnt er að breyta og/eða uppfæra einstaka þemu gagnanna. Hvert þema er geymt aðskilið og alltaf eru töflur tengdar gögnunum geymdar í sér skráum. Sem dæmi má nefna að ef óskað er að kalla fram kort sem eingöngu sýnir votlendi þá er einfalt að aðgreina það frá öðrum upplýsingum. Eða ef betri upplýsingar fást síðar um útbreiðslu votlendis þá væri einfaldlega hægt að skipta þeim eldri út. Landupplýsingakerfi hafa einnig þann kost að hægt er að setja saman mismunandi gögn á þann hátt sem hentar hverju sinni. Þegar landupplýsingagögn eru sameinuð eða eitt þema látið taka yfir annað þá verða flatarmálsbreytingar á flestum flokkum, þar sem viðbótarþekjan tekur yfir þær myndeiningar sem við hana skarast. Það er því ekki um að ræða eitt kort og eina niðurstöðu, heldur eru margvíslegir möguleikar á samsetningu og framsetningu.

9.1. Gæði fjarkönnunaraðferðanna til að greina milli Nytjalandsflokka, N12

Kosið var að nota Error Matrix greiningu við gæðamatið en fleiri aðferðir koma til greina. Aðferðirnar hafa allar sína kosti og galla og Error Matrix greiningin er á ýmsan hátt umdeilanleg (Congalton og Green, 2009). Þá geta aðferðir við úttekt á vettvangi skipt miklu varðandi niðurstöðu Error Matrix greiningar. Í ljósi þessa er rétt að líta á nákvæmnisstuðla Error Matrix greiningarinnar sem vísbendingar um gæði kortagagna fremur en að um einhlítan sannleik sé að ræða.

Til að leggja mat á hversu vel myndgögnin og fjarkönnunnar aðferðirnar nýttust til að greina milli Nytjalandsflokka 12 voru gerðar Error Matrix greiningar á flokkun, af einstökum myndum og einnig var gerð Error Matrix greining á N12 svæðunum í heild.

Þessi hluti Error Matrix greininganna var gerður áður en breytingar voru gerðar á flokkun gögnunum, þ.e. áður en strandlína, vatnsyfirborð og jöklar var samræmt við kortagrunn Landmælinga Íslands (2013) og áður en úttektarpunktunum var fækkað (sjá kafla 7.10). Niðurstöður Error Matrix greininganna eru sýndar í kafla 8.

9.2. Gæði fjarkönnunarflokkunar á einstakra myndum og einstaka yfirborðflokkum

Útkoman úr Error Matrix greiningunum sýnir mun á milli mynda er varða hversu rétt flokkunin er og einnig kemur fram hvaða flokkar eru mest að skarast. Allar Error Matrix greiningarnar leiddu þó í ljós að mest er um skaranir milli flokka sem ekki hafa skýr mörk í náttúrunni, eins og fjallað var um í kafla 8.3.2. Stærsta hlut skekkjurnar má rekja til þess að mörk milli flokka eru ekki skýr í náttúrunni og í raun ógerlegt að draga línu sem aðgreinir klárlega hvern flokk. Skörunin er á milli flokka sem eru vistfræðilega líkir og gróska þeirra áþekk, en eitt af markmiðum Nytjalands var að skipta landinu niður í flokka eftir gróskunni sem endurspeglar gæði landsins til landbúnaðar. Í ljósi þessa teljum við árangur vera fullnægjandi fyrir flesta þá notkun sem hugsuð var í upphafi.

Sé eingöngu horft á hlutfallslegan fjölda rétt kortlagðra punkta (Overall Accuracy) á einstaka myndum eða landshlutum er útkoman úr Error Matrix á bilinu 57 til 86% og meðaltalið er 70%. Svæði sem nær m.a. yfir Eyjafjöll og Skaftártungu og flokkað var eftir búið úr Landsat mynd (sjá 61. mynd) er með slökustu útkomuna. Ekkert sérstakt kemur fram í Error Matrix töflunni sem skýrir þessa lágu útkomu. Rýrt mólendi er einna mest að skarast við moslendi og hálfgróið land. Einna helst má skýra hina lágu nákvæmnisstuðla (sjá töflu 22) með því hversu fáir úttektarpunktar voru á svæðinu (341). Því færri sem þeir eru því meira

vægi hefur hver villa á mælistuðlana. Flokkunin af Suðausturlandi kemur ekki mikið betur út þar sem hlutfallslegur fjöldi rétt kortlagðra punkta er 59%. Graslendi og kjarr- og skóglendi skarast þar mjög mikið (sjá töflu 16). Líklegasta ástæðan er sú að þar sé land sem búið er að planta í trjám en endurvarpið endurspeglir það ekki. Á þessu svæði er einnig áberandi villa þar sem hálfdeigjur flokkuðust sem rýrt mólendi (12 úttektarpunktur). Flokkunin af Suðausturlandi hafði verið einfölduð áður en Error Matrix greiningin var gerð (minsta kortaeining ≥ 10 myndeiningar) og á það sinn þátt í hversu lágir mælistuðlarnir eru fyrir þessari mynd. Flokkunin af Snæfellsnesi kemur best út, þar sem hlutfallslegur fjöldi rétt kortlagðra punkta er 86%. Allir flokkar koma þar vel út. Error Matrix greining fyrir Vestfirði kemur einnig vel út ef horft er á einstaka flokka.

Það hefur áður verið talið upp hvað flokkar skarast mest samkvæmt Error Matrix greiningunni sem gerð var fyrir öll svæði sem flokkuð voru í 12 flokka (sjá kafla 8.3.2.). Af þeirri upptalningu má sjá að mest er um skörun milli flokka sem eru vistfræðilega líkir eins og áður var getið um. Það á þó ekki við um þá villu sem finna má í einhverjum mæli á öllum svæðum sem flokkuð voru í 12 flokka, þar sem rýrt mólendi skarast við hálfdeigjur og votlendi. Ástæða þessa er ekki einhlít. Endurvarp frá votlendi er blanda endurvarps frá gróðri og vatni. Nemi gervitunglsins skráir einskonar meðaltal hinna ólíku bylgjulengda sem berast frá þessari blöndu vatns og gróðurs. Við vissar aðstæður (gróður/vatn) er endurvarpið áþekkt endurvarpi sumra rýrra mólendissvæða. En fleira kemur til. Almennu eru votlendi og hálfdeigjur gróskumikil svæði með grösum og störum en rýrt mólendi er það ekki. Sum svæði sem greinast á vettvangi sem votlendi eða hálfdeigja vegna hárrar vatnsstöðu og votlendistegunda, geta verið rýr t.d. votlendi á hálendinu og sum votlendi á láglandi þar sem lítill lífrænn jarðvegur hefur myndast, heldur er undirlagið sandur og fíngerð mól, en jarðvegsgerð hefur áhrif á endurvarpið. Mikil beit í hálfdeigjum og votlendum getur einnig breitt endurvarpinu þannig að svæðið lenti í öðrum flokki (sjá 66. mynd).



66. mynd. *Votlendi sem hefur verið bitið að hluta til. Mikil beit á votlendissvæðum eins og því sem sjá má hægra megin á myndinni getur breytt endurvarpinu þannig að landið flokkast ranglega, t.d. sem rýrt mólendi.*

Einnig er rétt að nefna það að hluti úttektarpunkta sem greinast á vettvangi til annars flokks en svæðið flokkaðist í, voru staðsettir nálægt mörkum þessara landsvæða t.d. þar sem votlendissvæði myndast milli rýra holta (sjá 67. mynd). Úttektarpunkturinn getur því verið greindur í hvorn flokkinn sem er, þar sem bæði GPS tækið og stærðin á myndeiningunum fela í sér skekkju upp á minnst 15 metra.



67. mynd. Úttektarpunktar á mörkum votlendis og rýrs mólendis. Gulur hringur afmarkar u.þ.b. úttektar svæðið. Á myndinni til vinstri er úttektarpunkturinn á votum tjarnarbakka en rýrt grýtt svæði er fjær bakkannum. Á myndinni til hægri er úttektarsvæðið á mörkum votlendrar lænu og grjótpústar. Endurvarp beggja úttektarsvæðanna kann að vera blandað í myndeiningu sem er 15 m á kannt.

Skörunin milli rýrs mólendis annars vegar og hálfdeigju og votlendis hins vegar er sú eina sem ekki getur talist milli skyldra gróðurlenda, ef frá eru taldar stakar óútskýrðar villur. Ýmsar leiðir voru reyndar til að greina á milli með skýrari hætti en niðurstaðan var sú að líklega þyrfti að afmarka votlendi og hálfdeigjur eftir öðrum leiðum s.s. hnita svæðin inn eftir gervitunglamyndum eða kortleggja á vettvangi.

Flokkarnir lítt gróið land og ár og vötn skarast svolítið. 29 úttektarpunktar sem flokkast höfðu sem lítt gróið land reyndust vera vatn á vettvangi og 8 vatnspunktar reyndust lítt gróið land (sjá töflu 28). Þessi ruglingur skýrist eflaust að mestu af breytilegri vatnshæð í ám og vötnum (sjá 68. mynd) og af breytilegum árfarvegum. Einnig spilar þarna inn í innbyggð skekkja í GPS tækjum (0-15 metrar), það að stærð myndeininga er 15 m og að búið var að einfalda flokkunina af hluta landsins.

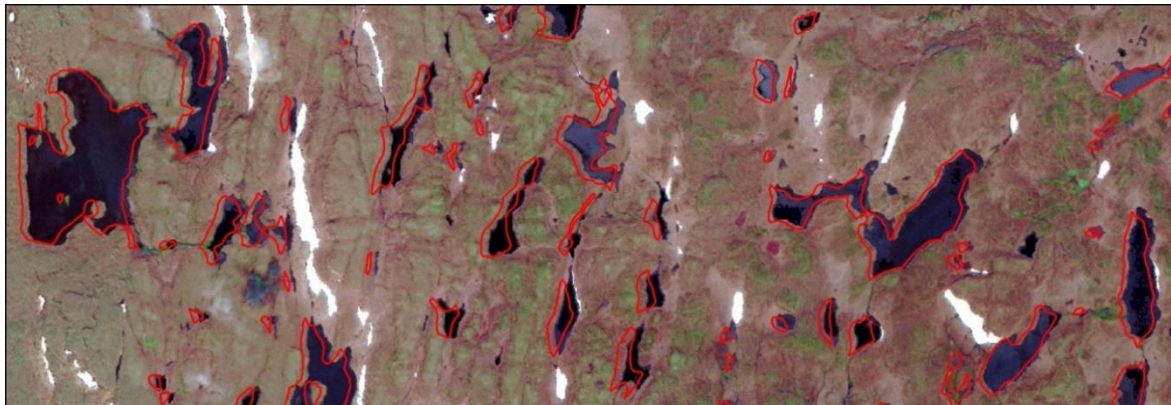


68. mynd. Úttektarpunktur á áreyri. Skörum milli flokkana vatn og lítt gróið stafar m.a. af misháu yfirborði í ám og vötnum. Það var úttektarpunktur þar sem maðurinn stendur á myndinni. Vatn flæðir stundum yfir grýtta svæðið næst ánni.

Fyrirhugað var að flokka uppgræðslur með ræktuðu landi en vegna þess hve gróður er oft rýr á uppgræðslusvæðum þá blönduðust uppgræðslur í flokkunninni inn í rýrt mólendi, moslendi, hálfgróið land og lítt gróið land. Uppgræðslur eru hins vegar ekki útbreiddur landflokkur þannig að þetta hefur lítil áhrif á gæðastuðlana fyrir ræktað land. Endurvarp frá lúpinu sem einnig er algeng á uppgræðslusvæðum er aftur á móti allt öðruvísi og líkara ríku mólendi eða graslendi.

9.3. Breyting á ám, vötnum, jöklum og snævi þöktum svæðum

Landmælingar Íslands hafa unnið að því undanfarin ár að lagfærra staðsetningu vatnafyrirbæra. Uppdrátturinn var í upphafi dreginn upp eftir grunnmyndum sem ekki voru jafn nákvæmlega staðsettar og seinni tíma kort. Þar sem lagfæringum er ekki lokið, t.d. á Vestfjörðum, birtist þessi staðsetningarvilla á kortunum eins og hliðrun eins og sýnd er á 69. mynd. Þegar öllum svæðum sem flokkast höfðu sem vatn var breytt í lítt gróið land og vatnaþekjan sett inn í staðin, þá veldur þessi hliðrun svolítilli skekkju í flatarmáli yfirborðsflokka. Hins vegar fyrirhuga Landmælingar Íslands að gera frekari lagfæringar á vatnafarsgrunninum og er þá tiltölulega auðvelt að endurtaka innblöndun vatnafarsins og þar með lagfæra skekkjuna sem af þessu hlýst.



69. mynd. Skekkja í staðsetningu vatna samanborið við SPOT 5 mynd. Rauðu línurnar sýna útlínur vatna eins og þær eru í kortagrunni Landmæling Íslands. Í bakgrunni er SPOT 5 mynd sem svæðið var flokkað eftir. Á nokkrum svæðum, einkum á Vestfjörðum, stemmir staðsetning vatna ekki við staðsetningu vatna á SPOT myndunum sem flokkunin var unnið eftir.

Áður en upplýsingar um útbreyðslu jökla (Landmælingar Íslands, 2013) var bætt inn í Nytjalandsgögnin var flokkurinn jökla og snjór fyrst sameinaður lítt grónu landi. Slíkt felur í sér ákveðna alhæfingu. Langstærsti hluti þess svæðis sem þakið var snjó á gervitunglamyndunum sem flokkað var eftir eru há fjöll og landið umhverfis fannirnar að mestu í flokknum lítt gróið land, þá getur verið að einhver hluti snæviþöktu svæðanna ættu heima í öðrum yfirborðsflokki. Land sem komið hafa undan jökli á undanförunum 15 árum eru hins vegar í flestum tilfellum ógróin og eiga þar af leiðandi heima í flokknum lítt gróið land. Ef fram heldur sem horfir þá munu jökla halda áfram að dragast saman, flatarmál þeirra að minnka og flatarmál ógróins lands að stækka að sama skapi.

9.4. Fjarkönnuð skógarsvæði samanborið við uppdrátt Skógræktar ríkisins

Mikill stærðarmunur er á skógaruppdrætti Skógræktarinnar og þess lands sem flokkaðist sem skóg- og kjarrlendi í Nytjalandi en það á sér skýringar. Megin ástæðan felst í ólíkum skilgreiningum á hvað teljist til skógar. Í vettvangsúttekt Nytjalands var tekið mið að því að svæði þyrfti að hafa 50% þekju skógarplantna og þær þurftu að jafnaði að vera hnéháar til að svæðið teldist til kjarrs- og skóglendis. Við gerð uppdráttar af birkiskógum landsins hefur Skógrækt ríkisins miðað við að birki þurfi að þekja 10% landsins, óháð hæð, til að geta talist birkiskógur (Björn Traustason, 2014, munnleg heimild). En fleira kemur til: niðurstaða verkefnisins Íslensk skógarúttekt hefur staðfest að ekki er skógur á öllum svæðum sem merkt eru sem skógur á uppdrætti Skógræktar ríkisins. Þar er um að ræða land sem tekið hefur verið frá til skógræktar en ekki hefur enn verið gróðursett í (Björn Traustason, 2014, munnleg

heimild). Þriðja ástæðan sem eflaust á nokkurn þátt í stærðarmuninum, er sú staðreynd að smáar skógarplöntur hafa lítil áhrif á endurvarpið og flokkast slík svæði því í flestum tilfellum til þess landflokks sem svæðið tilheyrði áður en útplöntun átti sér stað. Enn fremur kann lítill hluti skýringarinnar að vera sú að vettvangsúttektin fyrir Nytjaland var unnin á árunum 2000-2006 en skógræktaruppdrátturinn sem bætt var inn í Nytjalandsgögnin er frá árinu 2013. Svæði sem plantað var í, á árunum þarna á milli flokkast ekki sem skógur og eru heldur ekki greind sem kjarr- og skóglendi á vettvangi. Náttúrulegir birkiskógar hafa einnig aukið útbreiðslu sína á þessu tímabili, en ólíklegt verður að teljast að mikið af slíkum birkinýgræðum hafi, á ekki lengri tíma, náð skilgreiningu Nytjlands, þ.e. 50% þekja af hnéháum trjáplöntum.

Error Matrix greining sýndi fram á að meðal nákvæmni fyrir flokkinn kjarr- og skóglendi lækkaði út 62% í 48% við það að uppdráttur Skógræktar ríkisins (2013) var settur inn í Nytjalandsgögnin á þeim svæðum sem flokkuð voru í 12 flokka (sjá töflur 30 og 32).

Hinn lági „*Producer Accuracy*“ stuðull (39, sjá töflu 32) kemur til af því að skógræktar uppdrátturinn tekur yfir samtals 234 úttektarpunkta sem greindir voru á vettvangi til annarra flokka. Þar af höfðu 60 verið greindir sem ríkt mólendi, 57 sem rýrt mólendi, 38 sem graslendi og 28 sem hálfdeigja. Skýrist þetta eflaust að stærstum hluta af fyrnefndum ástæðum.

Lágt „*User Accuracy*“ (63) kemur að mestu til af því að 92 úttektarpunktar (af 247) sem greinast sem kjarr- og skóglendi á vettvangi lenda ekki innan uppdráttarinnar frá Skógrækt ríkisins. Kann það að einhverju leiti að skýrast af því að endurskoðun kortlagningar á náttúrulegum birkiskógum var ekki lokið á um 20% landsins, þegar 2013 útgáfan var gerð (Björn Traustason, 2014, munnleg heimild). Ekki er fyrir hendi nein úttekt á nákvæmni uppdráttarinnar af skóglendi en svo virðist vera að eitthvað vanti upp á að uppdrátturinn nái yfir öll svæði sem greind voru sem kjarr- og skóglendi í vettvangsúttekt Nytjlands.

Lága meðalnákvæmni má einnig að hluta til skýra með því hversu fáir úttektarpunktar voru fyrir flokkinn. Úttektarpunktum var m.a. dreift með tilliti til flatarmáli hvers flokks og hefur kjarr- og skóglendi minnst flatarmál Nytjalandsflokkanna. Samtals dreifðust 238 úttektarpunktar á kjarr- og skóglendi, en 247 punktar (eftir að vafatriði voru tekin úr skránni, sjá kafla 7.10) flokkuðust sem kjarr- og skóglendi við athugun á vettvangi.

Sé niðurstaða vettvangsúttektar Nytjlands borin saman við skógræktaruppdráttinn, þá eru 234 úttektarpunktar sem greindir voru á vettvangi til annara flokka en kjarrs- og skóglendis innan uppdráttarinnar. Samanburðurinn sýnir einnig að 92 úttektarpunktar sem flokkaðir voru sem kjarr- og skóglendi á vettvangi eru ekki innan uppdráttarinnar.

Það má því ljóst vera að flokkun Nytjlands á kjarr- og skóglendi gefur talsvert aðra niðurstöðu en uppdráttur Skógræktar ríkisins, enda eru skilgreiningarnar að baki flokkanna ólíkar og því ekki óeðlilegt að útkoman sé ólík.

Flatarmál skóglendis fer að sjálfsögðu eftir skilgreiningunni á því hvað skuli teljast skógur.

Sé miðað við skilgreiningu Nytjlands á því hvað þurfi til að svæði flokkist sem kjarr- og skóglendi þá er flatarmál kjarr- og skóglendis líklega eitthvað stærra en niðurstaða Nytjalandsflokkunarinnar bendir til (>886 km²).

9.5. Fjarkannað ræktarland samanborið við uppdrátt af ræktuðu landi

Birtar tölur um stærð ræktaðs lands, benda til þess að við gerð uppdráttarinnar af ræktuðu landi hafi ræktað land verið ofmetið um 25% - 30% (Bændasamtök Íslands, 2010, Arnór Snæbjörnsson o.fl. 2010, Hagstofa Íslands, 2014, Landmælingar Íslands, 2014). Gæðaúttekt á uppdrættinum leiddi í ljós að ræktað land var oftmetið u.þ.b. um 20% (sjá kafla 8.2.).

Við gerð uppdráttarins og í úttektinni var miðað við að hafa inni allt land sem hafði verið ræktað, þó svo það hafi ekki verið nýtt um árábil. Hins vegar er ekki ljóst hvort ræktarland sem hætt er að nýta sé talið með í áætlunum sem fyrir liggja.

Ástæðan fyrir skekkjum sem fram komu við úttekt á uppdrættinum af ræktuðu landi er fyrst og fremst sú að í mörgum tilvikum er erfitt að greina það á SPOT 4 og 5 gervitunglamyndunum hvort um ræktað land sé að ræða. Í öðru lagi stafar ofmatið af því að ræktað land er dregið inn sem stórir flákar sem ná í mörgum tilfellum yfir vegi, byggingar og ýmis óræktað svæði sem eru inn á milli ræktunarspildna. Á þessu þyrfti að gera bragabót ef það ætti að staðsetja ræktaða landið nákvæmar og fá nákvæmari flatarmálstölu. Það væri hægur vandi með grunnmyndum sem unnt væri að vinna með í stærri mælikvarða.

Fyrirfram hafði verið búist við því að erfitt yrði að flokka ræktað land með fjarkönnunar-aðferðum (sjá kafla 2.7.2.). Það kom því á óvart að ræktaða landið kemur ekkert ver út er hver annar flokkur sé litið á niðurstöður Error Matrix greininganna, fyrir öll svæði sem flokkuð voru í 12 flokka. Meðal nákvæmnin fyrir ræktað land er 69% (sjá töflu 28).

Breytingin sem gerð var þegar öllum svæðum sem fokkað höfðu sem ræktað land var breytt í graslendi og uppdrátturinn af ræktuðu landi var settur inn í Nytjalandsgögnum í staðin (sjá kafla 7.9.2.) breytti niðurstöðu Error Matrix nánast ekki neitt. Meðalnákvæmni fyrir ræktað land fór út 69% í 70,% sem gefur til kynna að flokkunin á ræktuðu landi kemur álíka rétt út og uppdrátturinn, sé aðeins horft til þess hversu margir úttektarpunktur greinast réttir á vettvangi.

Ræktað land og graslendi eru þeir flokkar sem skarast einna mest samkvæmt öllum Error Matrix greiningum, enda er endurvarpið áþekkt t.d. frá gróskumiklu vallendi og óslegnu túni og/eða túnnum sem hætt er að nýta. Ef ekki hefði verið reynt að aðgreina þá flokka hefði heildarnákvæmnin hækkað umtalsvert.

9.6. Mismunur á N12-0 og N12-1 útgáfunum af Nytjalandsgögnum

Þegar hafist var handa við að búa til heildarkort af landinu bæði samkvæmt N12 flokkunninni og N6 flokkunninni var ekki alveg ljóst hvaða leiðréttingar eða breytingar skyldi gera. Þess vegna voru gerðar ýmsar tilraunir með samsetningar og á þeim gerðar villuprófanir með Error Matrix greiningum. Sumar breytingar sem gerðar voru á Nytjalandsgögnum voru gerðar til að samræma þau að öðrum landupplýsingum, s.s. útgefnum uppdráttum af strandlínu, vatnsyfirborði og jöklum (Landmælingar Íslands, 2013).

Flatarmál yfirborðsflokka í útgáfunum tveimur er svolítið mismunandi (sjá töflu x). Þar veldur mestu hinn mikli stærðarmunur sem er annars vegar á flokkuðu ræktarlandi og skógum og hins vegar á uppdráttum þessara yfirborðsflokka.

Error Matrix greiningarnar á N12 útgáfunum tveimur leiddu í ljós að heildarnákvæmnin fyrir N12-1 útgáfunna var 2% réttari en útgáfan þar sem uppdrættirnir af ræktuðu landi og skógum voru aðeins settir inn á svæðum sem flokkuð voru samkvæmt 6 flokka kerfinu, þ.e. útgáfa N12-0. Hin formlega 2014 útgáfa af Nytjalandi er því N12-1 þar sem uppdrættirnir af skógum og ræktuðu landi gilda í stað flokkaðra gagna af þessum landgerðum. Við þá breytingu, þá á skilgreining Nytjaland á flokknum kjarr- og skóglendi ekki lengur við heldur gilda skilgreining Skógræktarinnar á ræktuðum skógum og náttúrulegum birkiskógum. Jafnframt á niðurstæða úttektarpunktanna ekki lengur við, því að við vettvangs skoðum var svæði flokkað samkvæmt skilgreiningu Nytjaland. Það þarf því að skoða heildarnákvæmnina fyrir Nytjaland í ljósi þess. Error Matrix greining fyrir N12-1 útgáfunna sýndi að meðalnákvæmnin er lægst fyrir landflokkinn skóg. Ef allir úttektarpunktur sem flokkuðust sem skógur, annað hvort á korti eða á vettvangi voru fjarlægðir út Error Matrix greiningunni fyrir N12-1 þá hækkar meðalnákvæmnin úr 68% í 71%.

Það er ekki þar með sagt að sú útgáfa af N12-1 sem hér er fjallað um sé endanleg. Unnið er að endurbótum á skógræktaruppdrættinum og fyrir hendi eru nýjar gervitunglamyndir sem unnt væri að nýta til að endurbæta uppdráttinn af ræktuðu landi. Náttúrufræðistofnun Íslands vinnur að flokkun vistgerða og mun afrakstur þeirrar vinnu án efa getað komið að notum við skýrari afmörkun tiltekinna landgerða, t.d. votlenda. Vonandi verður Nytjaland því uppfært þegar tilefni gefst til.

9.7. Gæðaúttekt á samsettri N8 mynd

Aðgerðin sem fól í sér að sameina flokka úr N12 flokkunninni og aðlaga þá að N6 flokkunninni fól ekki í sér neinn tilflutning á milli flokka. Flokkarnir sem voru sameinaðir höfðu hliðstæðu í N6 flokkunninni.

Heildarnákvæmni N8 útgáfunnar reyndist vera 76% eða 8% hærri en fyrir N12-1 myndina. Það er eðlilegt að heildarnákvæmnin hækki samfara því að flokkunum fækki.

9.8. N12 útgáfa og/eða N8 útgáfa af Nytjalandsgögnunum

Útgáfurnar tvær af Nytjalandsgögnunum sem hér hafa verið kynntar, þ.e. N12 og N8 henta misvel eftir viðfangsefni. Sé verið að leita eftir upplýsingum um mismunandi gerðir gróins lands er N12 útgáfan heppilegri, en ef tegundir gróðurs skipta ekki máli heldur eingöngu gróður þekja eða yfirliti um útbreiðslu gróðurs þá er N8 útgáfan heppilegri, svo dæmi sé tekið. Í öllu falli er nauðsynlegt að halda gögnum aðskildum eða í öllu falli þarf að vera ljóst hvaða gögnum sé verið að blanda saman og hvaða einfaldanir eða alhæfingar eru gerðar hverju sinni.

9.9. Samanburður flatarmáls yfirborðsflokka Nytjalands við Gróðurkort og Gróðurmynd

Eins og kom fram í fyrsta kafla er þessu riti fyrst og fremst ætlað að gera grein fyrir aðferðafræði verkefnisins. Hér er því ekki verið að gera grein fyrir niðurstöðum kortlagningarinnar, né hvað þær segja okkur um grósku og notagildi landsins fyrir landbúnað. Okkur lét þó forvitni á að vita hvernig niðurstöðurnar samræmdust fyrri upplýsingum um gróðurfar.

Skilgreiningar flokka og mælikvarði er ekki eins í Nytjalandi og á Gróðurkortu NÍ (1:500 000, sjá kafla 3.1. Guðmundur Guðjónsson og Einar Gíslason, 1998) né á Gróðurmyndinni (1:600 000, sjá kafla 3.2. Landmælingar Íslands, 1993) og því er allur samanburður hæpinn og ber að líta á niðurstöður samanburðar sem vísbendingar fremur en staðreyndir. En séu N12 útgáfa Nytjalands borin sama við Gróðurkort NÍ (sjá kafla 3.1) kemur eftirfarandi í ljós: Gróskumestu yfirborðsflokkarnir í Nytjalandi þ.e.ræktað land, graslendi, ríkt mólendi, hálf-deigja, votlendi og skóglendi þekja samtals 16 596 km² lands. Rýrt mólendi og mosavaxið land eru samtals 28 210 km². Land í þessum flokkum er ekki uppskerumikið og gróðurþekjan allvíða rofin, en gróður þekur þó í öllum tilvikum meira en helming yfirborðsins. Samtals er gróið land með meira en 50% gróðurþekju í Nytjalandsgögnunum 45 691 km². (Samsvarandi tala í N8 gögnunum er 46 083 km²). Á Gróðurkortu af Íslandi er land með meiri en 50% gróðurhulu 47 625 km².

Á Gróðurmyndinni (Landmælingar Íslands, 1993, sjá kafla 3.2) eru flokkarnir „vel gróið land“ og „allvel gróið land“ sagðir með gróðurhulu meiri en 50%. Samtals er land í þeim flokkum 28 500 km². Í flokknum „fremur rýrt land“ eru 15 600 km² lands sem sagðir eru með gróðurhulu meiri en 1/3. Á Gróðurmyndinni er því land með meiri en 33,3% gróðurhulu 44 100 km².

Á Gróðurkortu NÍ er í einum flokki allt land með gróðurþekju innan við 50% og er sá flokkur 42 475 km², samanborði við 43 259 km² í N12-1 Nyttjalandsgögnunni, sé flatarmál flokkanna hálfgróið land og lítt gróið land lagt saman, – aftur munar fremur litlu.

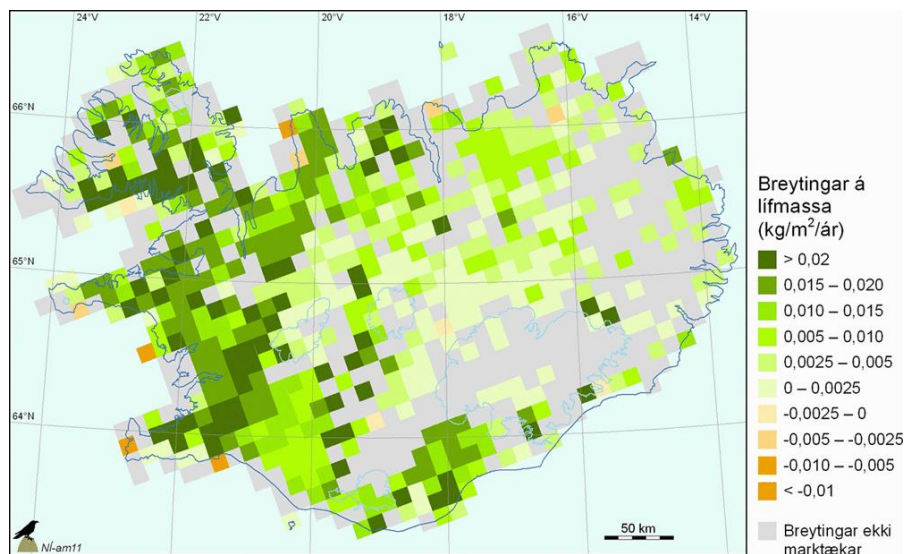
Jöklar eru 312 km² minni á Nyttjalandskortinu en á Gróðurkortinu og bætist það flatarmál við flokkinn lítt gróið land í Nyttjalandsgögnunum. Vatnsyfirborð er aftur á móti 274 km² stærra í Nyttjalandsgögnunum en á Gróðurkortu NÍ.

Niðurstöðum Nyttjaland ber í það heila allvel saman við niðurstöðu Gróðurkorts NÍ. Þann mun sem fram kemur má auðveldlega skýra með mismunandi flokkunaraðferðum. Gróðurmyndin sýnir hins vegar heldur minni gróður. Það getur einnig stafað af mismunandi aðferðum og einnig að einhverju leiti af því að gróður hafi aukist á landinu síðan sú mynd var gerð (1993).

Hin opinbera tala um gróðurþekju í landinu hefur hins vegar verið óbreytt lengi sem segir gróið land á Íslandi vera 23 805 km² (Hagstofa Íslands, 2014, Landmælingar Íslands, 2014).

Rannsóknarniðurstöður víðsvegar frá norðurheimskautssvæðinu benda til aukinnar gróðurframleiðni frá því um 1980 (sjá t.d. Elmendorf, S. C. o.fl. 2012; Hudson og Henry 2009; Hills og Henry, 2011). Ástæða gróðuraukningarinnar er fyrst og fremst rakin til hækkandi sumarhita.

Rannsókn sem Martha K. Reynolds gerði, í samstarfi við Náttúrufræðistofnun Íslands (2011), og fólst samanburði á gervitunglamundum bendir til þess að gróður hafi aukist, víðast hvar, á Íslandi á árabílinu 1982 til 2010 (sjá 69. mynd) sem endurspeglar meiri grasgrænu (vöxt gróðurs) og e.t.v. að einhverju leiti meiri útbriðslu gróðurs. Mesta aukningin er á Vesturlandi þar sem beitaraðlag hefur minkað mikið jafnframt loftlagshlýnum.



70. mynd. Vísbendingar um aukningu lífmassa á Íslandi á árabílinu 1982 til 2010. Greiningin byggir á samanburði á gervitunglamyndum og þá einkum á samanburði á NDVI gróðurstuðli sem er mælikvarði á blaðgrænu og grósku á yfirborðinu. Áður birt á vef Náttúrufræðistofnunar Íslands 26. maí 2011.

10. Framhald verkefnisins

Vinna við Nyttjaland hefur legið niðri frá árinu 2008, ef frá er talið nýtinga þeirra gagna sem þegar liggja fyrir og fjallað var um í 4. kafla. Í tengslum við þessa greinargerð var gerð gangskör í að setja saman nýjar útgáfur af Nyttjalandsgögnunum og leggja mat á það hversu áreiðanleg gögnin eru.

Sem stendur eru ekki í bígerð að halda áfram og ljúka flokkun landsins í 12 flokka. Eftir því sem lengra líður frá því að vinnan hætti, því óraunhæfari verður hugmyndin um að klára þá flokkun. Þá væri megnið að gögnunum orðin u.þ.b. 10 ára gömul og sumar myndirnar sem flokkað var eftir enn eldri. Skynsamlegra yrði þá að gera nýja flokkun á grunni nýrra mynda. Ný sambærileg flokkun myndi gefa áhugverðar upplýsingar um breytingar á yfirborði landsins.

Þó svo að ekki verði um frekari flokkun að ræða samkvæmt hinum skilgreindu Nyttjalandsflokkun, þá er fyrirhugað að uppfæra gögnin þegar nýjar og betri upplýsingar fást, t.d. um ræktað land og skóga. Náttúrufræðistofnun Íslands er að vinna að gerð vistgerðarkorta af landinu. Vistgerð er skilgreind sem landeining sem býr yfir ákveðnum eiginleikum hvað varðar loftslag, berggrunn, jarðveg, gróður og dýralíf (Náttúrufræðistofnun Íslands, 2014 b). Þar er því um annars konar flokkun að ræða og þau kort munu ekki koma í staðinn fyrir Nyttjaland. En vel má vera að unnt verði að afmarka tiltekna landflokka í Nyttjalandi með hliðsjón af vistgerðarkortinu.

Nyttjalandsgögnin eru aðgengileg hverjum sem er og verður eflaust haldið áfram að nota þau í margvíslegum tilgangi.

Lokaorð

Yfirborðsflokkun með aðferðum fjarkönnunar hefur marga kosti umfram hefðbundna kortlagningar aðferðir. Til að mynda er aðferðin fljótlegri og þar með ódýrari en hefðbundnar kortlagningar aðferðir. Einnig er kortlagningarferlið að mestu laust við hlutlægt mat einstakra starfsmanna.

Eftirvinna flokkunarinnar getur þó verið tímafrek og alltaf er spurning um hvenær sé nóg gert. Markmiðið við vinnu Nyttjaland var að ná gögnunum 85% réttum. Error Matrix greiningarnar sýna að því markmiði var ekki náð, en jafnframt sýna greiningarnar að það eru fyrst og fremst líkir flokkar sem blandast saman og kemur það því ekki að mikilli sök þar sem meginmarkmið Nyttjaland var að kortleggja grósku landsins.

Vonandi hefur þessi samantekt varpað ljósi á hvað búi að baki Nyttjalandsgögnum, kostum þeirra og göllum. Markmiðið með þessari samantekt var einnig að sýna fram á margþætta notkunarmöguleika landupplýsingagagna og hvernig unnt er að samtvinna gögnin þannig að alltaf sé verið að vinna með bestu útgáfu hvers þema.

Heimildir

- Airbus Defence & Space 2014. SPOT Image. Sótt október 2014: <http://www.geo-airbusds.com/>
- Alþingi 1999. Lög um landshlutabundin skógræktarverkefni. Nr. 56. 19. Sótt október 2014: <http://www.althingi.is/lagas/132a/1999056.html>
- Alþingi, 2002. Lög um breytingu á lögum nr. 99/1993, um framleiðslu, verðlagningu og sölu á búvörum, með síðari breytingum. Sótt október 2014: <http://www.althingi.is/altext/stjt/2002.101.html>
- Alþingi, 2006. Lög um landshlutaverkefni í skógrækt nr. 95. Sótt október 2014: <http://www.althingi.is/altext/132/s/1439.html>.
- Alþingi, 2007. Vegalög 2007 nr. 80. Sótt október 2014: <http://www.althingi.is/lagas/140a/2007080.html>
- Al-Ahmadi, F. S. og A. S. Hames, 2009. Comparison of Four Classification Methods to Extract Land Use and Land Cover from Raw Satellite Images for Some Remote Arid Areas, Kingdom of Saudi Arabia. JKAU; *Earth Science*, 20. 1.
- Anderson, James R., Ernest, E. Hardy, John T. Roach og Richard E. Witmer, 1976. *A Land Use and Land Cover Classification System for Use with Remote Sensor Data*. Geological Survey Professional Paper 964. United States Government Printing Office. Washington.
- Arnór Snorrason og Bjarki Þór Kjartansson, 2004. Íslensk skógarúttekt. Verkefni um landsúttekt á skóglendum á Íslandi. Kynning og fyrstu niðurstöður. *Skógræktarritið 2004*, 2. Skógræktarfélag Íslands.
- Arnór Snæbjörnsson, Drífa Hjartardóttir, Eiríkur Blöndal, Jón Geir Pétursson, Ólafur Eggertsson og Þórólfur Halldórsson, 2010. *Skýrsla nefndar um landnotkun. Athugun á notkun og varðveislu ræktanlegs lands*. Sjávarútvegs- og landbúnaðarráðuneytið. Reykjavík.
- Árni Magnússon og Páll Vídalín, 1990. *Jarðabók*. Hið Íslenska fræðafélag í Kaupmannahöfn. Reykjavík.
- Belleau P., Plamonkon, A.P., LaGace, R. og Pepin, S., 1992. Hydrodynamics of a drained black spruce stand. *Canadian Journal of Forest Research* 22. 8.
- Birna Sigrún Hallsdóttir, Kristín Harðardóttir og Jón Guðmundsson, 2008. *National Inventory Report. Iceland*. Submitted under the United Nations Framework Convention on Climate Change. Umhverfisstofnun.
- Björn H. Barkarson og Gústaf M. Ásbjörnsson 2006. Gæðastýring í sauðfjárrækt, landnýtingarþáttur. Áfangaskýrsla 2006. Landgræðsla ríkisins.
- Björn Jóhannesson, 1960. *Íslenskur jarðvegur*. Reykjavík
- Björn Traustason, Sigmar Metúsalemsson, Einar Grétarsson, Fanney Ósk Gísladóttir og Ólafur Arnalds, 2006. Gróðurmörk á Íslandi utan eldvirka beltisins. *Fræðaðing landbúnaðarins 2006*. Bændasamtök Íslands, Landbúnaðarháskóli Íslands, Landgræðsla ríkisins og Skógrækt ríkisins. Reykjavík.
- Björn Traustason, Ólafur Arnalds, Fanney Ósk Gísladóttir og Sigmar Metúsalemsson, 2007. Hlutdeild gróins lands á Íslandi. *Fræðaðing landbúnaðarins 2007*. Bændasamtök Íslands, Landbúnaðarháskóli Íslands, Landgræðsla ríkisins og Skógrækt ríkisins. Reykjavík.
- Björn Traustason og Fanney Ósk Gísladóttir, 2009. Hlutur skógræktar í ræktunarlandi framtíðarinnar. *Fræðaðing landbúnaðarins 2009*. Bændasamtök Íslands, Landbúnaðarháskóli Íslands, Landgræðsla ríkisins, Skógrækt ríkisins, Hólar, Veiðimálastofnun, Matvælastofnun, Hagþjónusta landbúnaðarins og Matís. Reykjavík.
- Björn Traustason, 2014. Sérfræðingur í landupplýsingum, Skógrækt ríkisins. Munnleg heimild.
- Bossard, M., Feranec, J. og Otahel, J. 2000. *CORINE land cover technical guide – Addendum 2000*. Technical report No. 40. European Environment Agency.
- Búnaðarsamband Eyjafjarðar, 1973. *Byggðir Eyjafjarðar*. Ritnefnd; Ármann Dalmannsson, Eggert Davíðsson og Sveinn Jónsson. Akureyri.
- Búnaðarsamband Suður-Þingeyjarsýslu, 1986. *Byggðir og bú Suður-Þingeyinga*. Ritnefnd: Helgi Jónsson, Jóhanna Á. Steingrímsdóttir og Erlingur Arnórsson. Reykjavík.
- Bændasamtök Íslands, 2010. *Hagtölur landbúnaðarins 2010*. Reykjavík.

- Congalton, Russell G. og Green, Kass, 2009. *Assessing the accuracy of Remotely Sensed Data: Principles and Practices*. 2. útg. CRC Press. Bandaríkin.
- Dzektser, Efim Semenovich, 1962. Experiment in draining a bog by widely spaced deep canals. *Gidrotekhnik i Melioratsiya*, 3.
- Einar Grétarsson, Ólafur Arnalds, Sigmar Metúsalemsson, Fanney Ósk Gísladóttir og Björn Traustason, 2006. Búfjárfjöldi og landgæði. Dæmi um notkun gagnagrunns Nytjaland. *Fræðaping landbúnaðarins* 2006. Bændasamtök Íslands, Landbúnaðarháskóli Íslands, Landgræðsla ríkisins og Skógrækt ríkisins. Reykjavík.
- Einar E. Sæmundsen, Gísli Gíslason og Yngvi Þór Loftsson, 1999. *Miðhálandi Íslands, svæðisskipulag 2015*. Umhverfissráðuneytið og Skipulagsstofnun. Reykjavík.
- Elmendorf, Sarah C., Gregory H. R. Henry, Robert D. Hollister, Robert G. Björk, Noémie Boulanger-Lapointe, Elisabeth J. Cooper, Johannes H. C. Cornelissen, Thomas A. Day, Ellen Dorrepaal, Tatiana G. Elumeeva, Mike Gill, William A. Gould, John Harte, David S. Hik, Annika Hofgaard, David R. Johnson, Jill F. Johnstone, Ingibjörg Svala Jónsdóttir, Janet C. Jorgenson, Kari Klanderud, Julia A. Klein, Saewan Koh, Gaku Kudo, Mark Lara, Esther Lévesque, Borgthor Magnússon, Jeremy L. May, Joel A. Mercado-Dí'az, Anders Michelsen, Ulf Molau, Isla H. Myers-Smith, Steven F. Oberbauer, Vladimir G. Onipchenko, Christian Rixen, Niels Martin Schmidt, Gaius R. Shaver, Marko J. Spasojevic, Þóra Ellen Þórhallsdóttir, Anne Tolvanen, Tiffany Troxler, Craig E. Tweedie, Sandra Villareal, Carl-Henrik Wahren, Xanthe Walker, Patrick J. Webber, Jeffrey M. Welker & Sonja Wipf 2012. Plot-scale evidence of tundra vegetation change and links to recent summer warming. *Nature Climate Change*, 2, 453-457
- Esri, 1914. Sótt október 2014: <http://www.esri.com/>
- Fanney Ósk Gísladóttir & Björn Traustason, 2003. Nytjaland - Jarðamörk. *Ráðunautafundur 2003*. Bændasamtök Íslands, Landbúnaðarháskólinn á Hvanneyri og Rannsóknastofnun landbúnaðarins.
- Fanney Ósk Gísladóttir, Sigmar Metúsalemsson og Hlynur Óskarsson, 2007. Áhrifasvæði skurða greining með fjarkönnunaraðferðum. *Fræðaping landbúnaðarins*, 2007. Bændasamtök Íslands, Landbúnaðarháskóli Íslands, Landgræðsla ríkisins og Skógrækt ríkisins. Reykjavík.
- Fierens, Freddy og Rosin Paul L. 1994. Filtering remote sensing data in the spatial and feature domains. *Image and Signal Processing for Remote Sensing*, Conference Volume, 2315.
- Forsætisráðuneytið, 2002. Úttekt á verkefninu Íslenska upplýsingasamfélagið. Unnið fyrir forsætisráðuneytið. IBM. Sótt október 2014: <http://www.innanrikisraduneyti.is/media/Skyrslur/utsamfelag-lokaskyrsla2002.pdf>
- Giles M. Foody, 2002. Status of land cover classification accuracy assessment. *Remote Sensing og Environment* 80, 185-201. ELSEVIER.
- Giles M. Foody og Peter M. Atkinson, 2002. *Uncertainty in remote sensing and GIS*. Wiley. Bandaríkin.
- Guðmundur Guðjónsson og Einar Gíslason 1998. *Gróðurkort af Íslandi*. 1:500 000. Yfirlitskort. Náttúrufræðistofnun Íslands. Reykjavík.
- Guðmundur Guðjónsson, 2010. Laege-scale Vegetation Mapping in Iceland. *Mapping and Monitoring of Nordic Vegetation and Landscapes*. Conference proceeding. Ritstjórar, Anders Bryn, Wenche Dramstad og Wendy Fjellstad. Skog og landskap, 1/10.
- Guðmundur Guðjónsson, Sigurður Kristinn Guðjohnsen og Rannveig Thoroddsen, 2014. *Stafrænt gróðurkort af miðhálandi Íslands*. Náttúrufræðistofnun Íslands. Sótt 20. ágúst 2014: <http://www.ni.is/midlun-og-thjonusta/hrafnathing/greinar/nr/14129>.
- Guðmundur Guðjónsson, 2014. Gróðurkort. Sótt september 2014: <http://www.ni.is/grodur/grodurkort/>
- Gylfi Már Guðbergsson, 1981. Gróðurkortagerð. *Íslenzkar landbúnaðarrannsóknir* 12,2. Rannsóknastofnun landbúnaðarins. Reykjavík.
- Hagstofa Íslands, 2014. Talnaefni, land og umhverfi. Sótt október 2014: <http://www.hagstofa.is/>
- Haukur Jóhannesson og Kristján Sæmundsson, 2009. *Jarðfræðikort af Íslandi*. Berggrunnur. Náttúrufræðistofnun Íslands.
- Hákon Bjarnason, 1942. Ábúð og örtröð. *Ársrit Skógræktarfélags Íslands*. Reykjavík.
- Hexagon Geospatial, 2014. Sótt október 2014: <http://www.hexagongeospatial.com/default>
- Hills, G.B. og Henry, G.H.R., 2011. High-Arctic Wet-Sedge Tundra Response to Regional Warming. *Global Change Biology* 17. Blackwell Publishing.

- Hlynur Óskarsson, 1998. Framræsla votlendis á Vesturlandi. Í: *Íslensk votlendi, verndun og nýting*. Ritstjóri Jón S. Ólafsson. Háskólaútgáfan. 212-130
- Hudson, J. M. G. og Henry, G. H. R., 2009. Increased plant biomass in a High Arctic heath community from 1981 to 2008. *Ecology*, 90.
- Ingvi Þorsteinsson, 1978. Gróður og landnýting. *Lesarkir Landverndar* 3. Landvernd, Reykjavík.
- Jón Guðmundsson og Hlynur Óskarsson, 2005. Landbúnaður og losun gróðurhúsalofttegunda. *Fræðaðing landbúnaðarins 2005*. 32-37. Bændasamtök Íslands, Landbúnaðarháskóli Íslands, Landgræðsla ríkisins og Skógrækt ríkisins.
- Jón Guðmundsson, Fanney Ósk Gísladóttir, Sigmundur Helgi Brink og Hlynur Óskarsson 2010. The Icelandic Geographic land use Database (IGLUD). *Mapping and Monitoring of Nordic Vegetation and Landscapes*. Conference proceeding. Ritstjórar, Andere Bryn, Wenche Dramstad og Wendy Fjellstand. Skog + Landskap. Norwegian Forest and Landscape Institute.
- Kolbeinn Árnason og Ingvar Mathíasson 2009. *CORINE-landflokkin á Íslandi. CLC2006, CLC2000 og CLC-Change 2000-2006*. Skýrsla nr. LMÍ-2009/01. Landmælingar Íslands.
- Landbúnaðarráðuneytið, 2003. Reglugerð um gæðastýrða sauðfjárframleiðslu. Reglugerð nr. 175/2003 Landmælingar Íslands 1993. *Gróðurmynd af Íslandi*, 1:600.000. Landmælingar Íslands, Rannsóknastofnun landbúnaðarins og Landgræðsla ríkisins. Reykjavík.
- Landmælingar Íslands 2013. IS50V kortagrunnur 2013.
- Landmælingar Íslands 2014. Sótt október 2014: <http://www.lmi.is/>
- Lilja Jóhannesdóttir, Ólafur Arnalds, Sigmundur Brink og Tómas Grétar Gunnarsson, 2014. Identifying important bird habitats in a sub-arctic area undergoing rapid land-use change. *Bird Study*, 1, 9. Taylor & Francis. England.
- Lillesand, T. M. og Kiefer, R.W. 1994. *Remote sensing and Image Interpretation*. 3. útg. John Wiley & Sons. Bandaríkin.
- National Aeronautics and Space Administration, 2014. Landsat Science. Sótt október 2014: <http://landsat.gsfc.nasa.gov/>
- Náttúrufræðistofnun Íslands, 2011. Gervitungl greina verulega aukningu gróðurs á Íslandi. Frétt á vef Náttúrufræðistofnunar 26.5.2011. Sótt október 2014: <http://www.ni.is/frettir/nr/13534>.
- Náttúrufræðistofnun Íslands, 2014 a. Jarðfræðikort 1:250 000. Sótt október 2014: <http://www.ni.is/>
- Náttúrufræðistofnun Íslands, 2014 b. Vistgerðir. Sótt október 2014: <http://www.ni.is/vistgerdir/>
- Ólafur Arnalds, Elín Fjóra Þórarinsdóttir, Sigmar Metúsalemsson, Ásgeir Jónsson, Einar Grétarsson og Arnór Arnórsson 1997. *Jarðvegsrof á Íslandi*. Landgræðsla ríkisins og Rannsóknastofnun landbúnaðarins. Reykjavík.
- Ólafur Arnalds og Björn Barkarson, 2003. Soil erosion and land use policy in Iceland in relation to sheep grazing and government subsidies. *Environmental Science and Policy* 6. 1. ELSVIER.
- Ólafur Arnalds, Jóhann Þórsson og Elín Fjóra Þórarinsdóttir, 2003. *Landnýting og vistvæn framleiðsla sauðfjárafurða. Fjölrit RALA nr. 211*. Rannsóknastofnun landbúnaðarins. Reykjavík.
- Ólafur Arnalds, 2011. Náttúrufar. Í: *Vistheimt á Íslandi*. Ritstjórar, Ása L. Aradóttir og Guðmundur Halldórsson. Landbúnaðarháskóli Íslands og Landgræðsla ríkisins.
- Ólafur Arnalds, 2014. *The Soils of Iceland*. World Soils Book Series. Dordrecht. Holland.
- Satellite Imaging Corporation, 2014. WorldView-2 Satellite Sensor. Sótt október 2014: <http://www.satimagingcorp.com/satellite-sensors/worldview-2/>
- Sigmar Metúsalemsson og Einar Grétarsson, 2003. *Nytjaland - Gróðurflokkun. Ráðunautafundur 2003*. Bændasamtök Íslands, Landbúnaðarháskólinn á Hvanneyri og Rannsóknastofnun landbúnaðarins.
- Sigmar Metúsalemsson, Ólafur Arnalds, Fanney Gísladóttir, Einar Grétarsson og Björn Traustason, 2006. Landgæði bújarða með tilliti til gróðurfars. *Fræðaðing landbúnaðarins 2006*. Bændasamtök Íslands, Landbúnaðarháskóli Íslands, Landgræðsla ríkisins og Skógrækt ríkisins. Reykjavík.
- Sigmundur Helgi Brink, 2009. *Sambætting á ræktun orkuplantna og landgræðslu. Greining með landfræðilegum upplýsingakerfum*. B.S. Verkefni. Landbúnaðarháskóli Íslands.
- Sigmundur Helgi Brink og Jón Guðmundsson, 2010. Greining mögulegra landsvæða fyrir sambættingu landgræðslu og ræktun orkuplantna. *Fræðaðing landbúnaðarins, 2010*. Bændasamtök Íslands, Landbúnaðarháskóli Íslands, Landgræðsla ríkisins, Skógrækt ríkisins, Hólar, Veiðimálastofnun, Matvælastofnun, Hagþjónusta landbúnaðarins og Matís. Reykjavík.

- Skógrækt ríkisins 2013. Íslensk skógarúttekt. Gagnagrunnur um náttúrulegt birkilendi og ræktað skóglendi.
- Swain, H. Philip og Davis, M. Shirley 1978. *Remote sensing. The quantitative approach*. McGraw-Hill, Yew York.
- Wöll, Christoph, Birna Sigrún Hallsdóttir, Jón Guðmundsson, Arnór Snorrason, Jóhann Þórsson, Páll Valdimar Kolka, Kristján Andrésón og Stefán Einarsson. 2014. *Emissions of greenhouse gases in Iceland from 1990 to 2012*. National Inventory Report 2014; Submitted under the United Nations Framework Convention on Climate Change and the Kyoto Protocol. Umhverfisstofnun.