



# 11

## Meginflokkar jarðvegs á Íslandi





**Mynd 11.1.** Skorradalur. Birkiskógurinn tórir fjær og er mjög ríkur af lífrænum efnum (*brúnjörð*). Nær eru jarðvegsflokkar sem hafa háa jarðvatnsstöðu en mismikið af lífrænum efnum og spanna *votjörð*, *svartjörð* og *mójörð* (í mýri næst vatninu). Einnig eru þarna rýrir þurrlendismóar. Margir jarðvegsflokkar koma fyrir á fremur litlu svæði – sem er einkennandi fyrir íslenska náttúru. Unnt er að greina þessa yfirflokka í undirflokka, byggt á magni og gerð lífrænna efna, leirinnihaldi, dýpt og fleiri þáttum.

## Heimkynni eldfjallajarðar

Eldfjallajörð myndast fyrst og fremst þar sem gjóska er meðal móðurefna.

Eldfjallajörð þróast einnig í basísk hraunlög og jafnvel í önnur móðurefni við sérstök umhverfisskilyrði. En víðfeðmustu svæðin þar sem eldfjallajörð er í yfirborði eru gjóskufallssvæði.

Í kaflanum um jarðvegsflokka heimsins var farið nokkrum orðum um mikilvægi þess að flokka jarðveg almennt og helstu atriði sem lögð eru því til grundvallar. Það er vitaskuld einnig nauðsynlegt að flokka íslenskan jarðveg, bæði til brúks innanlands og til að setja moldina okkar í alþjóðlegt samhengi.

Íslendingar orðlengja það gjarnan hversu margt sé sérstakt og jafnvel einstakt í íslenskri náttúru eða menningu miðað við aðstæður erlendis. Það er örugglega óhætt að bæta íslenskri mold á þann lista – miðað við náttúrufar og mold í nágrannalöndunum og jafnvel á heimsvísu. Hún er að stærstum hluta eldfjallajörð, sem er hinn sérstæði jarðvegur sem myndast í gjóskurík móðurefni. En aðstæður á Íslandi eru um margt aðrar en á öðrum eldvirkum svæðum. Þar má nefna mikla útbreiðslu votlendis, víðfeðmar auðnir, mikið áfok gjóskuefna og mikil áhrif kulferla (16. kafli) auk þess sem basísk gjóska er ekki mjög útbreidd annars staðar á jörðinni. Því teljast margir flokkar jarðvegs á Íslandi afar sérstakir miðað við aðra eldfjallajörð í heiminum. Víkið var að eiginleikum eldfjallajarðar í 10. kafla og flest sem þar er rakið á vitaskuld við um íslenska mold.

Það er tiltölulega stutt síðan náttúruvísindamenn tóku að flokka íslenska mold sem eldfjallajörð en um leið urðu margir eiginleikar jarðvegsins skiljanlegri. Það er eftirtektarvert að í samantekt Shoji o.fl. (1993)<sup>1</sup> um útbreiðslu eldfjallajarðar á jörðinni er Íslands ekki getið, enda þótt hún kunni að nema allt að 5% af heildarflatarmáli þessarar jarðvegsgerðar í heiminum. Þetta hefur þó breyst á undanförunum árum því gögn um íslenskan jarðveg eru nú hluti af alþjóðlegum kortagrunnum og gögnum, m.a. hinum evrópska jarðvegsatlas og atlas fyrir jarðveg á norðurhvara.

Björn Jóhannesson telst helsti frumkvöðull jarðvegsfræði á Íslandi, en hann lauk Ph.D.-prófi í jarðvegsfræði frá Cornell-háskóla í Bandaríkjunum 1945. Bók Björns, *Soils of Iceland* (1960), sem byggist á doktorsverkefni hans, er þekvirki þar sem lagður var grunnur að flokkun íslensks jarðvegs. Hún hefur komið út á íslensku (*Íslenskur jarðvegur*, 1960, endurprentuð 1988). Björn vann jarðvegskort í mælikvarðanum 1:750 000 ásamt Nygard (Nygard og Jóhannesson, 1959). Björn hvarf því miður fljótlega til starfa erlendis en á þeim tíma benti ýmislegt til þess að íslenskur jarðvegur hefði eiginleika á borð við aðra mold á eldvirkum svæðum, svo sem í Japan, enda er minnst á þann möguleika í eins konar eftirmála í riti hans (Tu 1960).

Af öðrum eldri tilraunum til að kortleggja jarðveg má m.a. telja vinnu Bjarna Helgasonar og Grétars Guðbergssonar (1977) og Grétars og Sigfúsar Ólafssonar (1978), sem að stórum hluta byggðist á flokkun Björns Jóhannessonar. Einnig er til mun eldra jarðvegskort frá 1912 í bók sem nefnist *Die Bodenkultur Islands*, en það byggist á kortlagningu danska herföngjaráðsins á Íslandi (Gruner 1912). Bókin ber þess merki með ýmsu móti að hafa komið út í árdaga jarðvegsfræðinnar.

Þorsteinn Guðmundsson (1994) þýddi og staðfærði eldri flokkun FAO (frá 1988; fyrirrennari WRB-kerfisins) og birti í fjölriti RALA. Meginflokkar Þorsteins voru eyrarjörð (Fluvisol), gljáajörð (Gleysol), frumjörð (Regosol), klapparjörð (Leptosol), sandjörð (Arenosol), móajörð (Andosol) og mýrajörð (Histosol).

Samkvæmt þessari staðfærslu Þorst- eins er jarðvegur auðna ekki flokkaður sem Andosol og jarðvegur votlendis flokkaður sem gljáajörð ef lífrænt kolefni er innan við <12% (þó háð öðrum þáttum á borð við leirinnihald) og mýrajörð ef % C er hærra en 12% (sjá

1. ÓA hitti Shoji í Japan árið 1990 og samið var um komu hans til landsins. En Flóabardagi kom í veg fyrir að japönskum vísindamönnum væri leyft að ferðast til útlanda – svo ekki varð af komunni og fyrirhugaðri samvinnu.



einnig bók Þorsteins Guðmundssonar, 2018). WRB/FAO-kerfið flokkar votlendi með sortueiginleika (e. andic diagnostic properties) sem Gleysol en Soil Taxonomy sem *eldfjallajörð* (Andisol) því það er metið sem svo í bandaríska kerfinu að sortueiginleikarnir séu meira ráðandi en jarðvegsvæta fyrir þessa jarðvegsgerð.

Votlendi með sortueiginleika eru sérstakir jarðvegsflokkar í kerfinu sem hér er kynnt en þessir flokkar eru jafnframt taldir til *eldfjallajarðar* – þ.e. farið er að dæmi Soil Taxonomy. Jarðvegur auðna fellur sömuleiðis undir skilgreiningar á *eldfjallajörð* samkvæmt Soil Taxonomy og stór hluti eða stærsti hlutinn samkvæmt WRB. Flokkunin sem hér er kynnt til sögunnar ber nokkurn keim af flokkunum Björns Jóhannessonar og Þorsteins Guðmundssonar en vísar þó frá þeim í nokkrum veigamiklum atriðum sem eru kynnt jafnharðan.

## 11.1. Íslenskir jarðvegsflokkar

Samkvæmt útbreiddustu flokkunarkerfum heims, hinu bandaríska Soil Taxonomy (Soil Survey Staff, 1999) og WRB-flokkun IUSS-FAO (IUSS Working Group WRB, 2022), telst stærsti hluti íslensks jarðvegs til *eldfjallajarðar* – Andisol (bandaríska kerfið) eða Andosol (WRB). Hlutdeild jarðvegs sem telst Andosol samkvæmt WRB er þó minni en samkvæmt Soil Taxonomy, eins og vikið er að í meðfylgjandi textaboxi.

Íslensk mold er eigi að síður afar margvísleg að gerð og er flokkuð í nokkrar megingerðir. Nánar er fjallað um þróun kerfisins og tengsl við önnur flokkunarkerfi í grein í *Náttúrufræðingnum* (ÓA og Hlynur Óskarsson, 2009). Eftirfarandi umfjöllun um íslenska jarðvegsflokkar er hliðstæð efnistöku í þeirri grein.

### Votlendi og flokkun WRB

Eins og áður hefur komið fram flokkast stór hluti *votjarðar* og *svartjarðar* á Íslandi sem **Gleysol** („grámajörð“) samkvæmt WRB.

Það er vegna þess að Gleysol er dregin út á undan Andosol samkvæmt greiningarlykli WRB. Til stóð að kanna hvort ástæða væri til að breyta þessu í WRB og þá til samræmis við Soil Taxonomy, sem síðan varð ekki af. Votlendisjarðvegur er ekki flokkaður sérstaklega á efsta þrepi Soil Taxonomy og því flokkast *votjörð* og *svartjörð* sem *eldfjallajörð* (Andisol) í því kerfi. Þegar jarðvegur er flokkaður sem Gleysol samkvæmt WRB er það gert ef ummerki sjást („grámaeinkenni“) um að grunnvatn standi „hátt“ (alltaf eða á tímabili) í jarðveginum – en jafnvel þótt það stjórnir ekki eiginleikum efsta lagsins (votlenseinkenni fyrir neðan t.d. efstu 30 cm moldarinnar).

Þetta er í raun bagalegt fyrir notkun kerfisins hérlandis, því út frá vistfræðilegu sjónarmiði ættu eiginleikar efsta hluta moldarinnar að ráða. Það er sú leið sem við höfum farið. Þá þarf iðulega að moka ansi djúpar holur til að ákvarða flokkunina á efsta stigi samkvæmt WRB. Að auki eru sortueiginleikarnir það ráðandi að mikilvægara er að draga þá fram á efsta stiginu (eins og gert er í Soil Taxonomy) en votlenseinkenni. *Votjörð* og *svartjörð* flokkast sem Aquand (blaut Andisol) í Soil Taxonomy – sem er glögg lýsing á jarðvegi votlendis á Íslandi en einnig Cryands utan láglandssvæðis (sjá síðar).

Vera má að Soil Taxonomy bæti votlendisjarðvegi í sína flokkun á efsta stigi (sambærilegt við Gleysol) í framtíðinni og þá verður fróðlegt að fylgjast með hvort *votjörðin* á Íslandi verði talin áfram til *eldfjallajarðar* eða teljist undirflokkur votlendisjarðvegs.

Við mótun kerfisins er horft til þeirra tveggja umhverfisþátta sem eru hvað mest ráðandi við myndun jarðvegs á Íslandi – áfoks og vatnsstöðu. Þessir þættir hafa áhrif á myndun leirs og lífrænna efna í moldinni, sem aftur á móti ráða jarðvegseiginleikum á borð við kornastærð, vatnseiginleika, sýrustig, jónrýmd o.fl. (mynd 11.2).

Við nafngiftir er leitast við að nota orð sem lýsa eiginleikum moldarinnar. Endingin -jörð er notuð í heitum





**Mynd 11.2.** Umhverfispættir á borð við áfok og vatnsstöðu móta innihald leirs og lífrænna efna, sem aftur á móti ráða mikilvægum jarðvegseiginleikum. Áfok og vatnsstaða eru því meginþemu við flokkun moldar í meginflokka. Myndin birtist einnig í Náttúrufræðingnum, ÓA og Hlynur Óskarsson 2009.

jarðvegsflokka, eins og áður fyrir alþjóðlegu kerfin, sbr. *mójjörð* og *brúnjörð*. Hugtökin „mýrajarðvegur“ eða „mýrajjörð“ eru ekki notuð, heldur *mójjörð* sem er samheiti við Histosol, jarðveg sem samanstendur einkum af lífrænum efnum, og hér er því fylgt alþjóðlegum skilgreiningum hvað það varðar. Þó er notað lægra kolefnishlutfall (20%) en í Soil Taxonomy (sem notar 25% C), sem er það sama og í WRB.

Jarðvegur með minna en 25% C flokkast sem *eldfjallajörð* samkvæmt Soil Taxonomy ef sortueiginleikar (e. andic properties) eru fyrir hendi. Bent hefur verið á að stundum hafa íslenskar jarðvegsgerðir verið flokkaðar í WRB-flokka á borð við Regosols, Arenosols, Gleysols og Histosols, jafnvel þótt þær falli undir *eldfjallajörð* bæði í Soil Taxonomy og að hluta til í WRB (sjá t.d. Gennadiev o.fl. 2007).

Litur er látinn ráða heiti *eldfjallajarðar* á þurrlendi, sem nefnd er *brúnjörð*.

Það var gert eftir talsverða yfirlegu og samráð við erlenda kollega (m.a. Allan Hewitt á Nýja-Sjálandi). Móa-hugtakið sem stundum hefur verið notað vísar til gróðurfars sem er langt frá því að vera lýsandi fyrir öll gróðurlendi *brúnjarðar* (móajarðar) og er mjög keimlíkt hugtakinu mó í *mójjörð* og því ekki talið góður kostur fyrir nafn á jarðvegsgerð.

Íslenskum jarðvegi er skipt í meginflokka eins og sýnt er á mynd 11.3.

*Glerjörð* er jarðvegur auðna þar sem gætir fremur lítillar veðrunar gjósku og nýmyndunar steinda og lítið er af lífrænum efnum. *Glerjörð* er skipt í fjóra undirflokka.

*Sortujörð* er mold undir gróðurhulu, jarðvegur þar sem efnaveðrun hefur mótað bergefnin, myndað nýjar steindir og lífræn efni hafa safnast fyrir, m.a. samkvæmt þeim leiðum sem einkenna sortuefni (e. andic properties). *Sortujörð* er skipt í fleiri flokka þar sem hraði eða magn áfoks og vatnsstaða skipta mestu (sjá neðar).

*Mójjörð* er lífrænn jarðvegur þar sem áfok er lítið og/eða vatnsstaða há, sem hamlar rotnun lífrænna efna. Sú getur einnig verið raunin hátt til fjalla vegna kulda.

Annar jarðvegur telur ýmsar aðrar jarðvegsgerðir, m.a. þar sem fínefni vantar í jarðveginn (*bergjörð*), jarðveg sífrerasvæða (*frerajörð*) og kalksvæði.

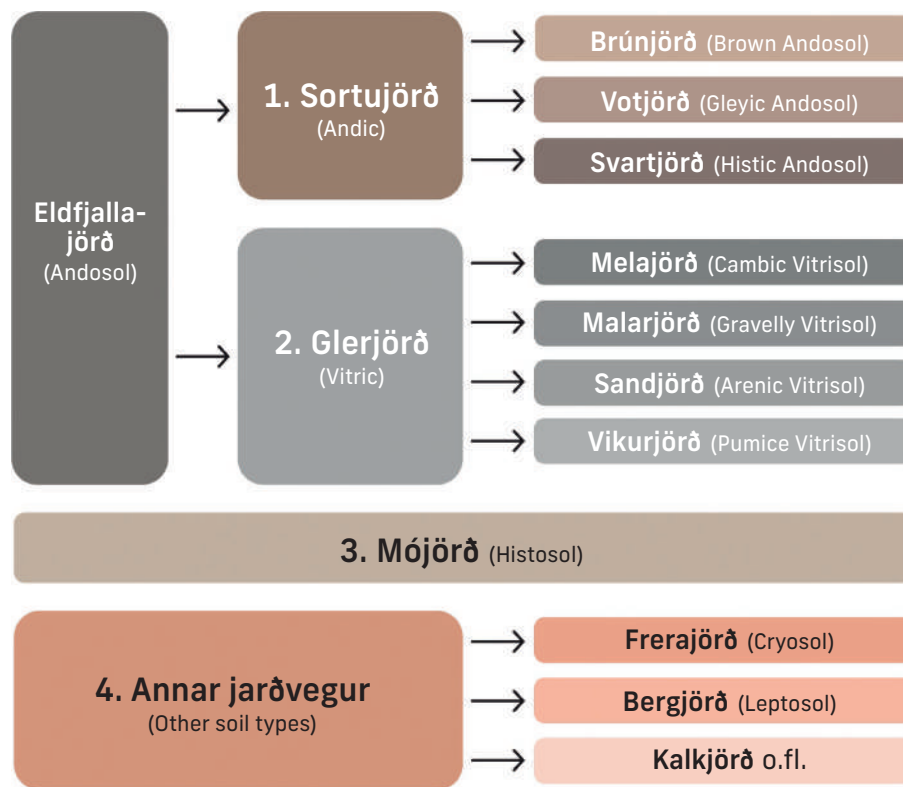
Greiningareinkenni helstu jarðvegsflokka og samsvörun við Soil Taxonomy og WRB er sýnd í töflu 11.1. Miðað er við meðaltal efstu 30 cm jarðvegs eða moldar sem situr ofan á lítt mótuðu bergi eða klöpp. Þannig eru ekki sett skilyrði um lágmarksdýpt fyrir einstaka flokka – þar er fylgt dæmi Soil Taxonomy – jarðvegurinn getur þessa vegna aðeins verið 5 cm djúpur ofan á klöpp eða jökulurð.

## 11.2. Sortujörð (eldfjallajörð undir gróðri)

### 11.2.1 Meginásar flokkunar á sortujörð

Rétt er að skoða mynd 11.3. til að átta sig á flokkuninni áður en lengra er haldið. Sortujörð er eldfjallajörð sem er þróuð, gagnstætt við glerjörð sem er lítið mótuð gjóska en flokkast eigi að síður nú sem eldfjallajörð samkvæmt Soil Taxonomy (og að stórum hluta samkvæmt WRB). Sortujörð finnst á grónu landi en glerjörð einkennir aftur á móti auðnir. Sortujörð er skipt í þrjá meginflokkar: brúnjörð, votjörð og svartjörð.

Megininntak þeirrar flokkunar á sortujörð sem hér er kynnt byggist á ráðandi áhrifum áfoks og jarðvatnsstöðu á jarðveg gróðurlendis. Segja má að þessir



**Mynd 11.3.** Flokkun jarðvegs í hnotskurn. Eldfjallajörð er skipt í (1) sortujörð (eldfjallajörð á grónu landi, „andic“-jarðvegur) og (2) glerjörð (jarðveg auðna). Báðum þessum flokkum er síðan skipt í nokkra undirflokkar. Mójörð (3) er ekki skipt frekar niður (í bili). Þá eru sýndir þrjú undirflokkar annars jarðvegs (4).

**Tafla 11.1.** Jarðvegsflokkar á Íslandi ásamt ensku heiti, skammstöfun og megingreiningareinkennum. Til hægri eru algengustu flokkar samkvæmt Soil Taxonomy og WRB.

HEITI	ALÞJÓÐAHEITI	TÁKN	GREINING	S.T.	WRB 2016
Mójörð	Histosol	H	>20% C	Histosol	Histosol
Svartjörð	Histic Andosol	HA	12–20% C	Aquand Cryand	Histic Gleysol Histic Andosol
Votjörð	Gleyic Andosol	GA	<12% C; grámi og/eða dílar	Aquand	Gleysol Gleyic Andosol
Brúnjörð	Brown Andosol	BA	<12% C, þurrt; >6% leir/MHK	Cryand Udand Vitrand	Mollic Silandic Andosol
Melajörð og Malarjörð	Cambic Vitrisol	MV /GV	<1,5% C <6% leir/MHK	Cryand Vitrand	Vitric Andosol / Regosol / Leptosol / Fluvisol / Cambisol
Sandjörð	Sandy Vitrisol	SV	Sandur <1,5% C	Cryand Vitrand	Vitric Andosol Arenosol Leptosol
Vikurjörð	Pumice Vitrisol	PV	Vikur >2 mm	Cryand Entisol	Arenosol Regosol
Bergjörð	Leptosol	L	Klöpp/urð	Entisol	Leptosol Regosol
Frerajörð	Cryosol	C	Sífreri	Gelisol	Cryosol



tveir þættir myndi þrjá ása í flokkun á *sortujörð* – jarðvegs undir gróðurlendi – en þeir falla einmitt vel að því megininntaki (e. central concept) sem ræður flokkun *eldfjallajarðar* samkvæmt Soil Taxonomy og WRB.

Þessir þrjú ásar eru **1.** glerás (vitric), **2.** lífrænn ás, lífræn efni og/eða málm-húmus-knippi ráðandi (e. metal-humus complexes; alu-andic) og **3.** leirás, allófan og ímógólít ráðandi (e. sil-andic) (sjá 10. kafla um *eldfjallajörð*). Þættirnir áfok og jarðvatnsstaða eru notaðir til að skýra inntakið í flokkun jarðvegsins á mynd 11.4, en einnig eru sýndir ofantaldir ásar *sortujarðar*.

Áfok á Íslandi er afar mikið, eins og víða er vikið að í síðari hluta þessa rits (sjá umfjöllun á næstu bls. og 17. kafla um auðnir og fok). Það má segja að íslenskur jarðvegur þróist að stórum hluta í eins konar teppi sem áfok og gjóskugos hafa lagt yfir allt landið. Áfokið er mest næst

gosbeltunum og þar er það oft grófast og blandað gjóskulögum.

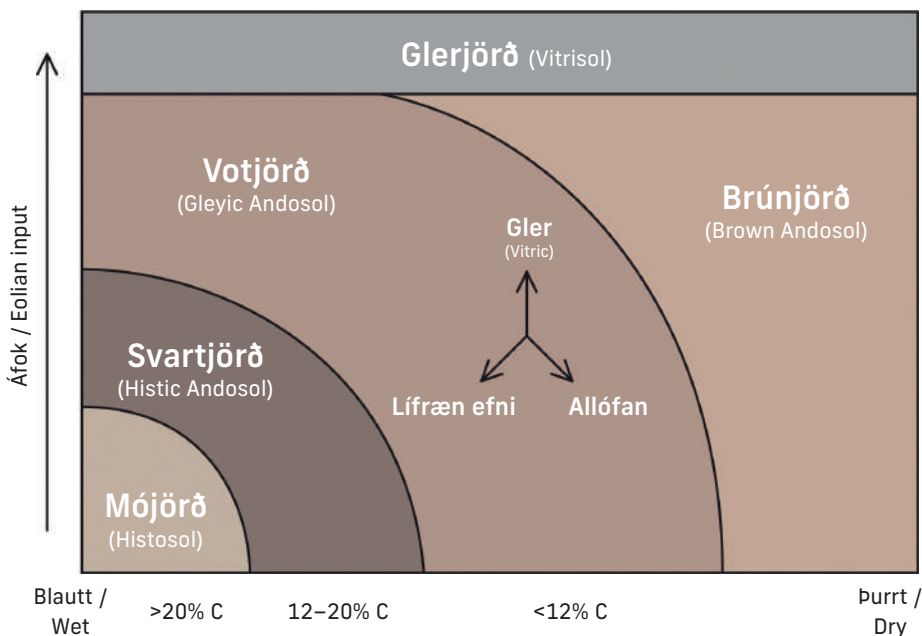
Gróf glerefni og gjóska veðrast hægar en fíngerð aska, en einnig getur mikið áfok grafið moldina það hratt að veðrun gengur ekki eins langt í hverju lagi fyrir sig en ef meiri „friður“ ríkti í umhverfinu, þ.e. minna áfok. Þar sem áfok er mikið og gróft í þurrlendi eða gjóskufall tíður atburður lendir moldin ofarlega á mynd 11.4. (glerásinn). Þar sem lítil gjóska fellur til á þurrlendi eru betri skilyrði fyrir myndun allófans og þar gildir því allófan-ás þríhyrningsins, niður til hægri á myndinni.

Lítið áfok og gjóskufall á svæði með hárra jarðvegsstöðu leiðir hins vegar til uppsöfnunar lífrænna efna í moldinni, sem myndar ásinn fyrir málm-húmus-knippi og lífræn efni almennt á þríhyrningnum á mynd 11.4 (niður til vinstri). Neðst til vinstri er síðan *mójörð* (Histosol) sem telst ekki til *eldfjallajarðar* – þar sem áhrif lífrænna efna eru orðin sterkari en sortueiginleikarnir (e. andic soil properties). Segja má að kuldi hátt yfir sjávarmáli hafi tilhneigingu til að ýta moldinni ofar á grafinu (minni veðrun) nema þar sem áfok er mjög lítið.

Til þess að skilja á milli meginflokka eru notaðir þættir til viðmiðunar sem hafa ráðandi áhrif á eiginleika moldarinnar: lífrænt innihald og leir. Aðrir þættir eru notaðir þegar brjóta á meginflokka niður í fleiri undirflokk.

### 11.2.2. *Brúnjörð* (Brown Andosol)

*Brúnjörð* er mold þurrlendis undir gróðri. Þetta er afar algengur jarðvegur en hann er nokkuð breytilegur að gerð. Fjarri gosbeltum er lítið af gjóskulögum í jarðveginum en oft mikið af leir – allófani og ferrihýdríti – hann er jafnvel meira en 25% af leirefnunum. Næst gosbeltunum og innan þeirra er jarðvegurinn þykkari vegna áfoks, oft yfir 1 m þykkur og þar



**Mynd 11.4.** Flokkun jarðvegs á grónu landi – megininntak. Magn áfoks eykst upp grafið (y-ás) en x-ásinn sýnir jarðvegsraka. Moldin er því blautari sem lengra er farið til vinstri, en þurrlendi (*brúnjörð*) stendur til hægri á myndinni. *Mójörðin* verður til þar sem moldin er blaut og áfok er lítið.

*Votjörð* er þar sem er heldur þurrara og/eða áfokið það mikið að lífræn efni safnast ekki fyrir. Grafið er í góðu samræmi við hugmyndir um þrjá ása *eldfjallajarðar* sem sýndir eru á miðri mynd. Þegar áfokið er mjög mikið verður moldin glerkennd: *glerjörð* (einkum þar sem gróðurhulu vantar á yfirborðið).

eru gjóskulög iðulega áberandi (mynd 11.7). Fjær gosbeltunum verður moldin grynri og áfoksefnin fínkornóttari, sem verður til þess að leirefni myndast í hverju jarðvegslagi fyrir sig. Heildarmagn þeirra getur þó verið svipað eða meira í þykkum jarðvegi þar sem minna af leir (5) deilist á þykkari jarðveg – sjá 8. kafla um jarðvegsmýndun. Kolefnishlutfallið er einnig afar breytilegt og mun meira er af lífrænum efnum eftir því sem áfokið minnkar í hverju jarðvegslagi.

Gróðurhula og landnýting hafa vitaskuld einnig áhrif á lífræna innihaldið, en við kjöraðstæður er kolefnishlutfallið gjarnan >8% í yfirborðslögum og jafnvel ennþá hærra í öröskuðum birkiskógum, en oftast 1,5–3% á gosbeltunum og við þau. Gjóskulög geta gefið moldinni afar litskrúðugt svípmót, sérstaklega ljósu gjóskulögin úr Heklu, í bland við svört basísk gjóskulög og misrauð moldarlög. Þar sem eru gróf gjóskulög hafa þau mikil áhrif á vatnsleiðni, bæði niður í gegnum lögin og aftur upp til róta. Þau geta hins vegar leitt vatn við metnun en þornað síðan á ný og leitt súrefni í þurrkatið. Því er oft mikið af rauðu oxuðu járn í grófum gjóskulögum og umhverfis þau.

### 11.2.3. *Votjörð* (Gleyic Andosol)

*Votjörð* er votlendismold á eldvirka belti landsins og í jaðri þess þar sem mikið áfok eða gjóskufall mótast jarðveg með háa jarðvatnsstöðu. Hún hefur minna en 12% C í efstu 30 cm moldarinnar (meðaltal). Þetta mark (12% C) er ekki haft breytilegt eftir leirinnihaldi til að einfalda flokkunina, sem annars kallaði á mælingu á leirinnihaldi sem er fremur tímafrek og kostnaðarsöm. Áfok kemur í veg fyrir að mikið af lífrænum efnum safnist fyrir í *votjörð* í hverju jarðvegslagi fyrir sig, enda þykkar hún nokkuð ört við það að ný móðurefni bætast í sífellu ofan á yfirborðið. Algengt kolefnisinnihald er 2–6% þar sem áfok er mikið en leirinnihald er afar breytilegt og m.a. háð áfokshraðanum: því meira

## Áfok mótast íslenska náttúru

Áfok frá auðnum og rofsvæðum hefur lagt eins konar teppi yfir mest allt landið á síðastliðnum 9 þúsund árum frá því að ísa leysti. Gríðarlegt mistur getur borist af söndum landsins, t.d. Mýrdalssandi, Landeyjasandi, Skeiðarársandi og Dyngjusandi.



Mynd 11.5. Rykmistur í Eyjafjarðardölum, upprunið á Dyngjusandi í meira en 100 km fjarlægð. Rykið leggur til móðurefni moldarinnar á svæðinu.

Það er þetta mistur sem leggur til hvað drýgstan hluta áfoksins. Áður fyrr, en þó eftir landnám, var vindrof á jarðvegsleifum (jarðvegseyðing – uppblástur) einnig drjúgur hluti áfoks, en það hefur minnkað mikið á síðustu árum miðað við aukið fok frá ofurvirkum uppfoksreitum (e. dust hotspots). Áfokið sem leggst á jörðina er mest nærri auðnum og söndum gosbeltanna en minnst fjærst gosbeltunum og meginjöklum, t.d. á vestanverðu landinu og Vestfjörðum.

Áfokið hefur afgerandi áhrif á myndun íslensks jarðvegs því það færir að þau móðurefni sem moldin myndast í. Hraði eða magn áfoksins ræður miklu um jarðvegsgerðina. Þar sem er lítið áfok (<0,01 mm/ári) myndast mikið af leirsteindum á þurrlendi en lífrænum efnum í votlendi í hverju jarðvegslagi. Þar sem áfokið er meira verða áhrif gjóskunnar ráðandi. Fjallað er nánar um uppfok og áfok í 17. kafla. Áfok jókst að meðaltali 4–10 sinnum við þær umhverfisbreytingar sem urðu við landnámið (Sigurður Þórarinnsson 1961). Áfokshraði hefur oft verið túlkaður til að gefa mynd af umhverfisaðstæðum og þá sérstaklega jarðvegsrofi og eyðingu íslenskra vistkerfa.

Áfok hefur merkileg áhrif á moldina utan þess að vera móðurefni jarðvegsins. Stöðugt áfok hleður upp nýjum efnum sem taka að veðrast og við það losna basískar katjónir ( $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$  o.s.frv.). Þær hjálpa til að viðhalda sæmilega háu sýrustigi og frjósemi jarðvegsins. Hæfilegt áfok frá meginuppsprettum ryks í landinu hjálpar því til við að gera íslensk vistkerfi frjósöm.





**Mynd 11.6.** Ryk á þaki bíls í Mosfellsbæ eftir rykveður í einn dag. Meginhluti þess kom frá uppsprettum við suðurströndina. Margir tugir slíkra atburða verða ár hvert. Á þúsund árum verður efnismagnið ansi mikið.



**Mynd 11.7.** Djúp *brúnjörð* í nágrenni Blöndulóns á Auðkúluheiði. Ljós gjóskulög úr Heklu eru áberandi, m.a. H1 (gos árið 1104) ofarlega í sniðinu. Moldin ofan við H1 er mun grófari í sér en moldin sem þróaðist á forsögulegum tíma, enda var áfok þá mun minna en síðar á sögulegum tíma.

áfok, þeim mun lægra leirinnihald í hverju lagi eða dýptarbili.

*Votjörð* ber einkennandi litbrigði votlendismoldar, svo sem sterka rauða liti ferrihýdríts, sérstaklega þar sem eru skörp skil í kornastærð jarðvegsins, m.a. við gróf gjóskulög. Grámi (e. gleying) getur einnig verið einkennandi og bláir litir afoxaðs járns (mynd 11.7).

*Votjörðin* finnst einnig í jaðri votlenda þar sem *mójörð* og *svartjörð* er fyrir en *votjörðin* myndar eins konar jaðarbelti við hlið *brúnjarðar* á þurrlendinu. *Votjörð* hefur oft greinileg gjóskulög í sniðinu sem gera hana enn litríkari en ella. Flokkun á *votjörð* miðast við yfirborðslagið (efstu 30 cm). Eins og áður sagði jókst áfok mjög eftir landnám Íslands og því er moldin yfirleitt mun lífrænni neðan yfirborðslagsins. Hún hefur iðulega talist til *svartjarðar* eða *mójarðar* fyrir á öldum áður en áfokið tók að aukast á fyrstu öldum byggðar í landinu. Þetta á einnig við um *svartjörð* og *mójörð*; íslenskur jarðvegur var almennt lífrænni fyrir landnám en síðar meir. Undir yfirborðinu finnast jafnvel mólög sem hafa myndast við aðrar aðstæður (sjá umfjöllun um votlendi hér á eftir).

#### 11.2.4. Svartjörð (Histic Andosol)

*Svartjörð* er lífræn *sortujörð* með 12–20% C í yfirborðslögum. Hún er um margt sérstök jarðvegsgerð sem ber bæði einkenni *mójarðar* (Hisosol) og *sortujarðar/eldfjallajarðar*, en sortueiginleikarnir (e. andic soil properties) eru þó taldir ráðandi. Lífræn efni hafa mjög mótandi jarðvegseiginleika, svo sem vatnsheldni og jónrýmd. Enn er vakin athygli á því hve sérstakir og sterkir sortueiginleikarnir eru, sem sést best á því að skil við *mójörð* eru dregin við 20% C hér en við 12% C þegar um annan jarðveg en *eldfjallajörð* er að ræða. Soil Taxonomy miðar nú við 25%



fyrir samsvarandi skil, en ef það gildi væri notað hér á landi myndi útbreiðsla *mójarðar* minnka verulega, sem er ein af ástæðum þess að hér hefur verið tekið mið af 20% markinu.

*Svartjörð* er víða ráðandi í votlendi á Íslandi, fjarri eldvirka belt landsins, t.d. á vestanverðu Suðurlandi og í dölum á Norðurlandi. *Svartjörð* kemur einnig fyrir fjarri áfoksbeltinu þar sem þornar aðeins um, t.d. í hlíðum fjalla og hæða, og líklega er hún algengur jarðvegur gamalla birkiskóga.

*Eldfjallajörð*, rík af lífrænum efnum, er algeng utan Íslands, t.d. á Kanaríeyjum, Asoreyjum og í Suður-Ameríku, en aðstæður við myndun hennar eru um margt aðrar. Þar safnast lífræn efni fyrir í moldinni að mestu sem málm-húmusknippi (e. metal-humus complexes) og utan á leirefni, en hirlendis er það einnig kuldinn í súrefnissnauðu umhverfi sem stuðlar að uppsöfnun efnanna og því er *svartjörð* á Íslandi nokkuð sérstök í samanburði við *eldfjallajörð* annars staðar í heiminum.

*Svartjörð* einkennist af O-lögum (H-lögum) sem hafa >12% C. Samspil mikils magns lífrænna efna og áfoks, sem oft er nægjanlegt til að stuðla að sæmilega háu sýrustigi (>5), gerir það að verkum að *svartjörðin* er yfirleitt frjósöm mold. Gróf eða þykk gjóskulög sem hafa neikvæð áhrif á vatnsbúskap eru sjaldnar í *svartjörð* en í *votjörð*.

### 11.3. Mójörð (Histosol)

*Mójörð* telst ekki til *eldfjallajarðar* heldur til sérstaks flokks lífræns jarðvegs. *Mójörð* er gerð af hverju O-laginu ofan á öðru sem hvert um sig hefur mismunandi eiginleika eftir myndunar- aðstæðum. *Mójörð* finnst í votlendi fjærst gosbeltunum þar sem áfok er hvað minnst á landinu, einkum á þéttum tertíer-bergrunni þar sem vatnsstaða



Mynd 11.8. Litabrigði í mýrlandi. Blái liturinn stafar af afoxuðu jární en rauðu litirnir eru ferrihýdrít og fleiri járn sambönd.



Mynd 11.9. *Svartjörð* á Möðruvöllum í Hörgárdal. Flokkunin byggist á yfirborðslögum en undir er *mójörð*, sem er algengt. Lægra kolefnishlutfall í yfirborðinu stafar bæði af áfoki og framræslu mýrarinnar.



er há. Stærstu svæðin eru á Mýrum á Vesturlandi og allt út á Snæfellsnes, en *mójröð* er einnig algeng á Vestfjörðum, norðarlega á Norðvesturlandi og Norðurlandi. Þar sem áfok er minna á þessum svæðum er sýrustigið lægra en í öðrum jarðvegi, getur jafnvel farið niður fyrir 4 á einstaka stað, sem telst afar súr mold.

Víðfeðm svæði á norðurhvara eru þakin *mójröð*, svo sem í Finnlandi, Rússlandi, Kanada og Alaska. Þar safnast lífræn efni fyrir vegna kulda og súrefnisskortis.

Þetta eru hinar eiginlegu mómyrar heimsins. Á Íslandi hafa mómyrar mótast af eldfjallaáhrifum vegna áfoks og gjóskufalls, jafnvel fjarri gosbeltunum. Lífrænt innihald hennar hérlendis er því mun minna en gengur og gerist í *mójröð*, t.d. í Finnlandi.

*Mójröð* var áður nýtt til brennslu hérlendis eins og annars staðar í heiminum, en gæðin voru oft lítil – óhreinn bruni vegna öskuinnihalds olli mikilli mengun. Leifar af mógröfum má ennþá sjá víða um landið, eins og vikið er að síðar í þessum kafla.

Þar sem *mójröðin* myndast að stórum hluta af lífrænum efnum er rúmpyngd hennar lítil (0,15–0,4 g/cm<sup>3</sup>), en mikið holrými veldur því að vatn á greiða leið og vatnsmiðlun er auðveld. Einstök gróf set- eða gjóskulög geta þó skaðað þessa vatnsmiðlun, eins og fjallað er um í kaflanum um vatnseiginleika. Lífrænu efnin skila næringu aftur til plantna; þau hafa mjög mikla jónrýmd, en lágt sýrustig getur haft hamlandi áhrif á frjósemi þessa jarðvegs.

## 11.4. Glerjörð (Vitrisol)

### 11.4.1. Hugtök og inntak

Auðnirnar á Íslandi eru mjög útbreiddar – þær þekja 30–40 000 km<sup>2</sup>, sem er æði stór hluti landsins. Því er afar mikilvægt að greina jarðveg auðna frá öðrum jarðvegi á efsta stigi flokkunar og skipa honum í sérstakan flokk, og það er gert hér með skilgreiningu á *glerjörð* (Vitrisol). Eftirfarandi er stutt umfjöllun um flokkunarfræði er lýtur að *glerjörð* til að útskýra hugmyndafræðina á bak við þennan flokk og tengsl hans við stóru alþjóðlegu flokkunarkerfin. Hugtakið „*glerjörð*“ er notað af því að eðli ösku og glerkorna ræður oftast mestu um eiginleika hennar og um leið er fylgt alþjóðlegri hefð þar sem „*vit*“ í Vitrisol



Mynd 11.10. Fremur grunn *mójröð* á Vesturlandi með mikið rotnuðum lífrænum efnum.





**Mynd 11.11.** Auðnir eru afar útbreiddar á Íslandi. Mold þeirra telst til sérstaks flokks jarðvegs, *glerjarðar*, sem hefur sérstæða eiginleika. Þessi íslenski jarðvegsflokkur hefur sérstöðu á heimsvísu. *Glerjörð* er skipt í nokkra undirflokka. Myndin er af Kjalvegi.

merkir gler, en það er ættað úr latínu og notað í flokkunarfræðum um jarðveg.

Hugtakið „gler“ er látið ná til yfirborðs-einkenna hvers kyns gjóskukorna, en orðið „gjóska“ (tephra) er samheiti yfir loftborin gosefni. Með því að draga fram *glerjörð* með þessum hætti er vikið nokkuð frá Soil Taxonomy og WRB. Aðferðafræði Soil Taxonomy, sem notuð var til að móta hugmyndir um *eldfjallajörð*, tók einnig til *glerjarðar* á grundvelli sortueiginleika. Bæði *glerjörð* og *brúnjörð* flokkast iðulega sem Vitricryand samkvæmt Soil Taxonomy, þ.e. til sama jarðvegsflokksins. ÓA og Kimble (2001) bentu hins vegar á að í ljósi þess hve stór svæðin eru með tilliti til heildarútbreiðslu *eldfjallajarðar* væri rétt að endurskoða flokkun þessarar jarðvegsgerðar þannig að meira tillit yrði tekið til jarðvegs á auðnum Íslands. Ekki vannst tími til að fylgja þessu eftir þrátt fyrir að aðstandendur Soil Taxonomy hafi hvatt til þess.

WRB fylgdi Soil Taxonomy að mestu að málum hvað varðar skilgreiningu á *eldfjallajörð* – en aðstandendur kerfisins (Otto Spaargaren o.fl.) höfðu sömuleiðis hvatt ÓA til að gera tillögu um sérstakan jarðvegsflokk fyrir *glerjörð* – Vitrisol, en ekki gafst tími til að fylgja því eftir frekar en samskiptum við aðstandendur Soil Taxonomy, sem áður voru nefnd. Það býður betri tíma. Sú flokkun sem hér er kynnt fyrir íslenskan jarðveg tekur mið af eiginleikum *glerjarðar*, þ.e. „vitric“ eiginleikum, sem er eðlilegt að gera á Íslandi. Benda má á að samkvæmt meginhugmyndum WRB geta móðurefni ráðið flokkun jarðvegs ef þau eru mikilvægasta einkenni hans,<sup>2</sup> og það er einmitt gert hér.

Í Soil Taxonomy markast skilin sem notuð eru til að skilgreina Vitrand (Vitric Andosols) frá annarri *eldfjallajörð* af mun minna vatnsinnihaldi við visnunarmark en er einkennandi fyrir *sortujörð* (við 15 bara togspennu; 15% vatn mælt í sýnum sem hafa verið

2. „... at the higher categoric level classes are differentiated mainly according to the primary pedogenetic process that has produced the characteristic soil features, except where 'special' soil parent materials are of overriding importance“ (FAO-UNESCO 1998).



## Glerjörðin er Andisol samkvæmt Soil Taxonomy.

Rétt er að leggja áherslu á að jarðvegur í íslenskum auðnum, nema kannski að undanskildum vikri, stenst sannarlega þær skilgreiningar á *sortujörð* (e. andic soil properties) sem gengið er út frá í Soil Taxonomy og WRB, því  $(Al+\frac{1}{2}Fe)_{ox}$  er yfirleitt  $> 0,4\%$ .

WRB krefst þó lágmarksþykktar fyrir moldina eins og vikið er að hér á eftir.

þurrkuð en 30% í sýnum sem ekki hafa verið þurrkuð) (Soil Survey Staff 2003), en hafa að öðru leyti sortueiginleika ( $>0,4 (Al+\frac{1}{2}Fe)_{ox}$ ) ef mikið er af gleri/gjósku, eins og lýst er hér að ofan. Þessi aðferð miðast því við að mold sem hefur litla en þó einhverja sortueiginleika teljist til *sortujarðar* sem Vitrandis (Vitricryands á köldum svæðum).

Í þessu sambandi er rétt að geta þess að í flokkunarkerfi WRB eru „vitric soil properties“, þ.e. glereiginleikar, skilgreindir sérstaklega, en það eru efni sem hafa sortueiginleika (e. andic properties) en eru með á milli 0,4 og 2%  $(Al+\frac{1}{2}Fe)_{ox}$  og mikið af gleri eða ösku (sama og í Soil Taxonomy). Fosfórbinding o.fl. þættir eru jafnframt teknir til álita, en þar er einnig slakað á flokkunarkröfum með tilliti til *sortujarðar*. Í WRB eru „Tephric materials“ (gjóskuefni) einnig skilgreind, en notkun hugtakanna „vitric“ og „tephric“ í WRB er að mörgu leyti órökrétt; „tephra“ (gjóska) í jarðfræðilegum skilningi er í raun samnefnari sem innifelur „vitric“-efni og þannig er farið með þessi hugtök í þessari íslensku flokkun, a.m.k. í bili. Það skal ítrekað að eðlilegra er að flokka jarðveg auðna á Íslandi út frá eiginleikum berggefna sem ráða eiginleikum hans, þ.e. glerinu (e. vitric soil properties), en ekki skilgreiningum fyrir *sortujörð* (e. andic soil properties).

### 11.4.2. Glerjörð á Íslandi

Jarðvegur auðna á Íslandi verður að teljast afar sérstakur á heimsvísu. Hann samanstendur að stórum hluta af gjóskuefnum af ýmsu tagi, sem teljast einkum til basalts og andesíts að efnasamsetningu (lágt  $SiO_2$ -innihald). Gjóska með herra  $SiO_2$ -innihald er algengari á öðrum eldfjallasvæðum. Nær allur jarðvegur auðna á Íslandi er gerður af gjóskuefnum og telst því „vitric“, að undanskildum kalksteinssandi í fjörum og mold. Jarðvegur auðna á Íslandi hefur oftast nær  $>0,4\% (Al+\frac{1}{2}Fe)_{ox}$ , eins

og fyrr sagði, og mikið af gjóskugleri, sem er forsenda þess að moldin teljist til *eldfjallajarðar* samkvæmt þessum flokkunarkerfum. Jarðvegur auðna flokkast því sem Andisol/Andosol samkvæmt Soil Taxonomy og WRB en þykktartakmörk hamla því að sumir sandar á mishæðóttu undirlagi flokkist sem *sortujörð* samkvæmt WRB (miðað er við  $>30$  cm þykkun jarðveg).

Þykktartakmarkanir eru ekki til staðar í Soil Taxonomy og þær eru ekki viðhafðar í þessu kerfi. Jarðvegur auðna er ýmist Vitricryands (á kaldari svæðum landsins) og Vitrandis á láglandi samkvæmt Soil Taxonomy<sup>3</sup> en Vitric Andosol samkvæmt WRB. *Glerjörð* hefur fjóra undirflokka sem stendur, en það gæti breyst eftir því sem flokkunin þróast. Flokkarnir draga dóm af jarðfræði yfirborðsins, sem er eðlilegt því þetta er mold sem er lítið mótuð.

Rétt er að vekja athygli á því að þessar mismunandi tegundir auðna eiga margt sameiginlegt er varðar eiginleika, gjóskan hefur t.a.m. fremur virkt yfirborð (jafnvel  $>10$  m<sup>2</sup>/g; Andri Stefánsson og Sigurður Gíslason 2001, Sigurður Gíslason 2008), sem ljær jarðveginum ákveðna frjósemi í formi vatnsheldni og jónrýmdar. En aðrir þættir hamla þó því að auðnin teljist góð með tilliti til vaxtarskilyrða, einkum skortur á lífrænum efnum og næringarefnum á borð við nitur, óstöðugleiki yfirborðsins, myndun ísnála og ör uppgufun.

Það er eftirtektarvert að efnaveðrun er ekki aðeins hröð í *sortujörð* þar sem gróður er á yfirborðinu, heldur getur hún einnig verið mjög ör í *glerjörð* á auðnum, eins og fjallað er um í kaflanum um jarðvegsmyndun.

Nokkuð hefur verið skrifað um jarðveg auðna á Íslandi, m.a. í *American Journal of Soil Science* (ÓA og John Kimble 2001), en auk þess hafa margvíslegar greinar um einstaka þætti birst í

3. Skilin á milli „cryic“ og „frigid“ loftslagsbeltta samkvæmt Soil Taxonomy liggja líklega oftast um láglandissvæði landsins. Það er afar bagalegt að Soil Taxonomy-kerfið sé notað á Íslandi því þessi skil ráða flokkun á næstefsta stigi, sbr. skilin á milli Vitriands og Cryands á auðnum (en enginn munur á jarðveginum), Cryand og Aquand á blautum láglandissvæðum og Cryand og Udand á þurrlandi þar sem skilin geta legið um girðingar (því gróður mótar jarðvegshita, skilgreiningin breytist eftir því hvort O-lag er til staðar og hvort moldin er blaut eða ekki).

Ómögulegt kann að reynast að skera úr um hvort á við þegar á hólminn er komið. Raunar liggja ekki nægar upplýsingar um jarðvegshita á Íslandi fyrir til að gera þessa aðgreiningu mögulega almennt. Þetta vandamál hefur komið upp víðar en á Íslandi, m.a. í Finnlandi.



ráðstefnuritinu *Fræðaping landbúnaðarins* og greinum sem tengjast landgræðslu, kolefnisbindingu og vistheimt. Fjallað er sérstaklega um landnýtingu, uppgræðslu, kolefnis-uppsöfnun o.fl. í 18.–23. kafla.

### 11.4.3. Melajörð (Cambic Vitrisol)

*Melajörð* er ólífrænn jarðvegur auðna með grýttu yfirborði en fínkornóttara jarðvegslagi undir yfirborðinu (mynd 11.12). Þetta er veikt þróað B-lag, svokallað Bw-lag (e. cambic horizon), og inniheldur nokkur prósent leirs sem hafa veruleg áhrif á efnavirkni jarðvegsins. *Melajörð* er jarðvegur sem myndast í hinni dæmigerðu jökulurð sem þekur stór svæði á hálendi landsins, en hefur einnig komið í ljós þar sem jarðvegsrof hefur flett gróðurhulunni af yfirborðinu.

Rætur gróðurs standa gjarnan í fínkornótta laginu sem hefur að geyma meira vatn og fleiri næringarefni en önnur jarðvegslög. Þetta er oft sérhæfður melagróður með djúpstætt rótarkerfi, t.d. lambagras. Malarlaginu á yfirborði er viðhaldið með frostlyftingu á vetrum sem ýtir völlum upp á yfirborðið.

Ástæður fyrir tilvist Bw-lagsins geta verið margvíslegar: þetta fíngræða efni gæti hafa fokið í moldina, verið leifar fyrri jarðvegs eða hafa myndast á staðnum. *Melajörð* verður fyrir áfoki eins og annar jarðvegur landsins, sem veldur því að yfirborðið er sums staðar smám saman að hækka – sérstaklega þar sem ekki er mikið vind- og vatnsrof sem fjarlægir efnin jafnharðan. Þar sem áfokið er mikið tekur jarðvegurinn á sig mynd *sandjarðar* í sendnum melum (sandmelum; sjá 17. kafla um rof). Það veldur því að skilin á milli *sandjarðar* og *melajarðar* eru oft ekki mjög skýr, en Bw-lagið og meira af lífrænum efnunum í *melajörð* skilur á milli.



**Mynd 11.12. A:** *Melajörð*. Hér er greinilegt Bw-lag undir yfirborðinu með nokkuð af leir og meira af lífrænum efnunum en gengur og gerist í jarðvegi auðna. Rætur melaplantna ná gjarnan niður úr sandlaginu á yfirborðinu niður í Bw-lagið.

**B:** Langar rætur lambagras fara vítt um moldina til að safna vatni og næringu sem er af skornum skammti. Rótin er yfir 50 cm löng. Mynd: Ása L. Aradóttir.



Frostáhrif eru yfirleitt mjög áberandi í *melajörð*, m.a. í formi melatígla. Kornastærðin einkennist af silti sem er mjög frostnæmt efni og á sinn þátt í miklum frosthreyfingum. Frostnæmið veldur því að erfitt er að rækta svæði sem einkennast af *melajörð* fyrr en búið er að loka yfirborðinu, auk þess sem lágt innihald lífrænna efna (þar með skortur á nitri) gerir moldina ófrjóa til að byrja með. Að auki myndast mjög þéttur klaki í jörðu á vetrum (Berglind Orradóttir o.fl. 2008, Zaqout o.fl. 2022) sem veldur miklu yfirborðsrennsli þegar vatn skilar sér ekki niður í moldina eða grunnvatn á vetrum, og því er hætta á rofi sem og flóðum í ám og lækjum.

#### 11.4.4. *Malarjörð* (Gravelly Vitrisol)

*Malarjörð* er *glerjörð* (Vitrisol) á auðnum þar sem lítið er af fínefnum en mikið af malarefnum. Hér vantar Bw-lagið sem einkennir *melajörð*. *Malarjörð* er oft að finna á flæðisléttum, bæði við dragár og jökulvötn en einnig í hlíðum og malarhjöllum sem mynduðust við hæstu sjávarstöðu í ísaldarlok. Þetta er því nokkuð útbreidd jarðvegsgerð, t.d. á Suðurlandi og Suðausturlandi (Markarfljótsaurar, aurar undir Vatnajökli) sem og á malarhjöllum á Vesturlandi. *Malarjörð* er oft þéttur jarðvegur og erfiður í ræktun þar sem frosthreyfingar eru ennfremur miklar. Sjálfgræðsla á slíku svæði er af þessum sökum iðulaga mjög hæg þrátt fyrir að það hafi verið friðað fyrir beit; loka þarf yfirborðinu til að ýta undir framvindu. Að öðru leyti svipar *malarjörð* til *melajarðar* hér að ofan.

#### 11.4.5. *Sandjörð* (Arenic Vitrisol)

*Sandjörð* hefur mikla útbreiðslu á Íslandi (mynd 11.13), enda teljast sendin svæði vera samtals yfir 20 000 km<sup>2</sup>. Sandefni og silt eru ráðandi. Hún telst til *glerjarðar*, sem flokkast undir *eldfjallajörð* (Andisol) samkvæmt Soil Taxonomy og einnig samkvæmt WRB að mestu. Yfirborðið er óstöðugt og hætt við rofi, bæði af völdum vatns og vinda. Þar sem leirefni og lífræn efni skortir í moldina er þetta ófrjó jörð samanborið við *sortujörðina* (þ.e. *brúnjörð*, *votjörð*, *svartjörð*); það skortir lífræn næringarefni og þá einkum nitur í *sandjörðina*. Vatnsheldni er ennfremur lítil og uppgufunarhraði mikill þegar dökkt yfirborðið hitnar í sólskini. Dæmi eru um að það mælist >50 °C í yfirborðinu í sterku sólskini. Slíkur hiti hefur ennfremur mjög slæm áhrif á lífríkið sem þarna nemur land, svo sem örverustarfsemi og nýgræðing.



**Mynd 11.13.** *Sandjörð*. Myndin er tekin í hlaupfarvegi Gjalpargossins (1996). Athygli vekur að efnaveðrun hefur náð að lita efsta lagið brúnt á fimm árum (mynd tekin árið 2001).





**Mynd 11.14.** Yfirborð vikurfláka í nágrenni Heklu. *Vikurjörð* er ófrjósöm, helst illa á vatni og veðrast hægt ef vikurinn er súr (líparít). Því gróa svæði af þessu tagi afar hægt og illa.

Sandar myndast iðulega og stækka við það að sandefni berast út yfir landið frá upprunastað, t.d. í grennd við jökla og jökulár en einnig við gjóskufall. Sandefnin hvíla á misjöfnu undirlagi – sandurinn getur hafa safnast í mela eða sandefni borist yfir hraun. „Sandhraun“ eru ákaflega algeng landslagsgerð á Íslandi (sjá 17. kafla um sandauðnir).

Sandlag og þar með *sandjörð* er misþykk í mishæðóttum hraunum, allt frá fáum cm upp í marga metra. Flokkunarkerfið sem hér er lýst tiltekur ekki þykktartakmarkanir og því telst allt yfirborð þessarar landslagsgerðar hafa *sandjörð*, þótt misþykk sé. Sem fyrr sagði skilgreinir WRB lágmarksþykkt fyrir flokka á borð við *eldfjallajörð* (30 cm), en slík þykktartakmörk myndu gera kortlagningu jarðvegs á sandhraunum afar erfiða (raunar einnig á *melajörð* og *malarjörð*) þar sem þykktin reikar frá fáum sentimetrum til margra metra á fremur litlu svæði. Soil Taxonomy tiltekur

ekki slík lágörk fyrir þykkt jarðvegs. Sendinn jarðvegur hefur mikla útbreiðslu á jörðinni, en slíkir sandar eru yfirleitt kvarssandar ( $\text{SiO}_2$ ) en stundum kalksandar ( $\text{CaCO}_3$ ) og jafnvel gifssandar ( $\text{CaSO}_4$ ). Kvars og kalk eru mjög óvirk efni með lítið yfirborð ( $<0,1\text{m}^2/\text{g}$ ) og jarðvegurinn telst til *frumjarðar* (Entisol í Soil Taxonomy).

Gjóskuefni íslenskra sanda hafa umtalsvert yfirborð og því er gjóskuefnið virkara með tilliti til vatnsheldni, vatnsmiðlunar og jónrýmdar. Það má segja að íslenskar sandauðnir séu mjög sérstakar samanborið við önnur sandsvæði í heiminum. Þær eru í eðli sínu frjórri og auðveldari í ræktun samanborið við kvarssandinn; mesti vandinn fylgir því að gera yfirborðið stöðugt þannig að gróður geti numið land og þróast, og að koma lífrænum efnum í hringrás í kerfinu (sjá *Að lesa og lækna landið*, ÓA og Ása L. Aradóttir 2015 og 23. kafla).



### 11.4.6. Vikurjörð (Pumice Vitrisol)

Vikurjörð er að finna í nágrenni virkustu eldfjallanna, svo sem við Heklu, á Veiðivatnasvæðinu, í nágrenni Öskju og víðar (mynd 11.14.). Vikur getur bæði verið basískur eða kísilríkur (súr gjóska). Hann er að stærstum hluta meira en 2 mm í þvermál og *vikurjörðin* er skilgreind á grunni vikursins en ekki með tilliti til efnafræðilegra eða annarra flokkunarfræðilegra skilyrða.

Súr vikur (t.d. ljós líparítvikur) er mun erfiðari með tilliti til ræktunar og landgræðslu en basískur vikur. Meira er af lausum katjónum í basíska vikrinum, sem veðrast einnig mun hraðar en hinn súri eftir að hann hefur fengið á sig gróðurhulu. Þá getur jarðvegur á svæðum með kísilríkum vikri orðið súr, ekki síst þar sem úrkoma er mikil, t.d. í Öræfasveit. *Vikurjörð* nær iðulega ekki þeim mörkum sem erlend flokkunar-

kerfi setja fyrir *eldfjallajörð* (t.d.  $<0,4\% (Al+\frac{1}{2}Fe)_{ox}$  sem er skilgreining á tilvist allófans og/eða lífrænna fjölliða) en telst eigi að síður vera undirflokkur *glerjarðar* í þessu kerfi; flokkurinn er einvörðungu skilgreindur á grunni vikursins, sem fyrr sagði.

## 11.5. Annar jarðvegur

Á mynd 11.3 er yfirlit yfir flokkun íslenskrar moldar í fjóra flokka: **1. glerjörð**, **2. sortujörð** (sem telur *brúnjörð*, *votjörð* og *svartjörð*), **3. mójörð** og að lokum **4. annan jarðveg**. Í þessum síðastnefnda flokki eru nokkrar jarðvegsgerðir, en þær hafa yfirleitt lítið verið rannsakaðar hérlandis. Helstar þeirra eru *frerajörð*, *bergjörð* og *kalkjörð*.

### 11.5.1. Frerajörð (Cryosol)

*Frerajörð* er jarðvegur þar sem frost er í jörðu árið um kring. Yfirborðið þiðnar



**Mynd 11.15.** *Frerajörð* á Hofsafrétt, norðvestan Hofsjökuls, svokallaðar Orravatnusrústir. Þær eru yfirleitt 2–4 m háar með þurrlandismóa ofan á rústunum. Nokkrir tugir cm eru niður á sífrera, sem síðan nær niður á margra metra dýpi (sjá Þorstein Sæmundsson o.fl. 2012). Hlýnun jarðar er farin að hafa mikil áhrif á rústasvæði landsins – rústirnar minnka og virka lagið ofan sífrerans dýpkar með árunum.





**Mynd 11.16.** *Bergjörð* einkennir urðarskriður á borð við þær sem hér má sjá, en einnig yfirborð hrauna og klappa.

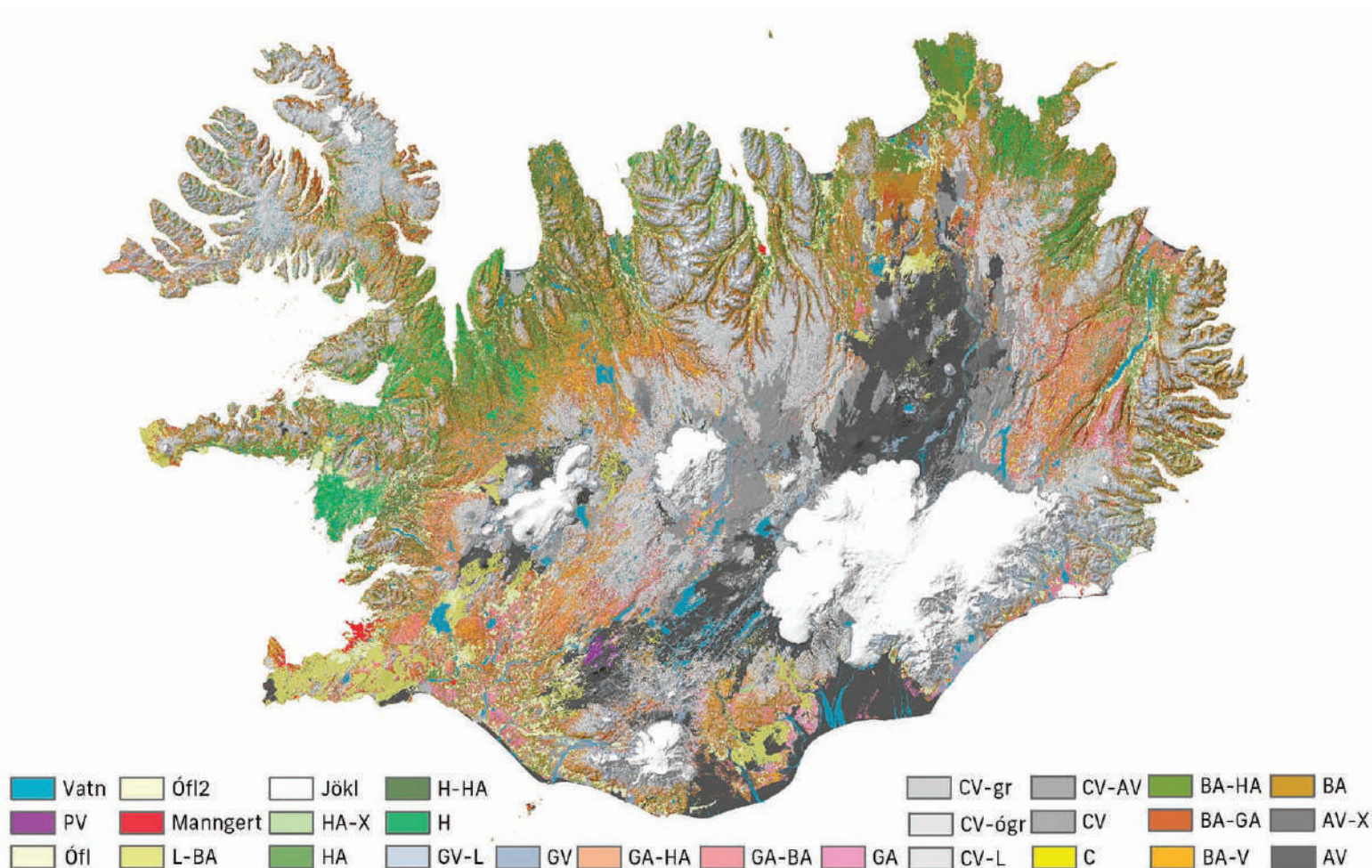
að einhverju leyti á sumrin og er lagið sem þiðnar nefnt „hið virka lag“ (e. active layer). Það er misjafnt hvað langt er niður á sífrerann og í erlendum flokkunarkerfum er gert ráð fyrir að hann sitji ekki neðar en 2 m til að moldin teljist til *frerajarðar*. Hið virka lag er oft afar mikið raskað af frosti. Þessi mold er einkennandi á rústasvæðum landsins (mynd 11.15, sjá kafla um kulferli) en er væntanlega einnig að finna í auðnum hátt til fjalla, sem m.a. sést á kortum sem byggjast á líkanagerð (Harris o.fl. 2007), en það hefur lítið verið rannsakað að öðru leyti.

Líkön sýna sífrera á hálendum svæðum á Norðurlandi, á milli Hofsjökuls og Langjökuls sem og á Tröllaskaga. Gera má því skóna að sífreri sé víða í jörðu á hálendi Vestfjarða. *Frerajörðin* íslenska er afskaplega margbreytileg því hún getur bæði verið með umtalsvert kolefni og leir í grónu landi á rústasvæðunum og kolefnissnauð í sífrera á auðnum landsins sem hæst standa.

### 11.5.2. *Bergjörð*

*Bergjörð* er lítið mótaður jarðvegur ofan á klöpp, grófum bergskriðum, hraunum o.s.frv. þar sem fínefni minni en 2 mm eru í litlum mæli (mynd 11.16). Jarðvegur þessara svæða er ófrjór því lítið er um moldaragnir sem geta miðlað næringu. Hraun eru afar útbreidd á landinu, sem og urðarskriður (e. scree), en þar er þessa jarðvegsgerð einkum að finna. Einnig má telja bergholt á Vesturlandi þar sem klöppin er í yfirborðinu, svo dæmi sé tekið. Eftir því sem meira safnast af áfoksefnum á slíkt yfirborð, t.d. hraun, breytist jarðvegsgerðin smám saman í *sandjörð* ef landið helst ógróið en *brúnjörð* þar sem gróður nemur land.

Ekki hefur ennþá verið ákvarðað hvenær lágmarksdýpt áfoks- og moldarefna er náð þannig að moldin teljist ekki lengur *bergjörð*, en meginhugsunin er sú að laus efni ættu að vera nægjanlega þykk til að háplöntur geti numið þar land (nokkrir mm eða cm). Sendin hraun eru á meðal algengustu landforma á Íslandi og þar skiptast á *sandjörð* og *bergjörð*.



**Mynd 11.17.** Jarðvegskort af Íslandi. Kortið byggist á útgáfunni frá 2009 en er nokkuð uppfært. Kortið er grunnur að notkun jarðvegsgagna frá Íslandi í alþjóðlegum gagnagrunnum um jarðveg í heiminum. Eldri kort eru í afar grófum mælikvarða og eru ekki nýtíleg til að ákvarða jarðvegsgerð fyrir hvern ákveðinn blett, en nýrri útgáfan sem hér birtist er í mun betri upplausn. Gerð verður nánari grein fyrir henni á heimasíðu ritsins. Skýringar á skammstöfunum jarðvegskloppa eru í töflu 11.1.

### 11.5.3. Kalkjörð

Viða inni á fjörðum er að finna kalksteinsfjörur, m.a. við sunnanvert Snæfellsnes, við Breiðafjörð og í sumum fjörðum Vestfjarða. Þessi sandur getur fokið alllangar leiðir og hefur þá áhrif á mold langt út fyrir útbreiðslusvæði sitt. Sandsvæðin teljast vera *kalkjörð* sem hefur allt aðra eiginleika en *eldfjallajörð* á borð við *glerjörð* annarra sandauðna á landinu.

## 11.6. Jarðvegskort

Fyrstu drög að nýju jarðvegskorti voru birt af Rannsóknarstofnun landbúnaðarins (Rala) á alþjóðlegri jarðvegsskráðstefnu á Íslandi 1998, en kortið var útskýrt nánar í ritryndri

grein árið 2004 (ÓA 2004) og varð aðgengilegt á netinu frá og með 1998. Það var birt með formlegri hætti í *Náttúrufræðingnum* árið 2009 (ÓA og Hlynur Óskarsson). Síðan þá hefur það verið uppfært reglulega. Lengst af var það þó í grunninn svipað og kortið frá 1998 og er í mælikvarðanum 1:350 000, sem er grófur mælikvarði. Því er ekki ætlað að sýna með nákvæmum hætti jarðvegsgerð á einhverjum tilteknum stað heldur meginrætti fyrir landið allt. Það sýnir meginfloppa jarðvegs á hverju svæði og breytileika þeirra eftir landshlutum. Nú er unnið að því að færa kortið upp í mun nákvæmari mælikvarða með notkun á öðrum gagnagrunnum, m.a. áfokskorti og vistgerðakorti Náttúrufræðistofnunar Íslands, en ný vinnuútgáfa af kortinu er birt á mynd 11.17.



Á kortinu sést að *brúnjörð* (BA) er áberandi í og við gosbeltin sunnanlands og norðan, sem og á svæði þar sem bæði *votjörð* (GA) og *brúnjörð* koma fyrir, t.d. á Suðurlandsundirlendinu. Samsettir flákar á kortinu endurspeglar grófan mælikvarða þess þar sem margar jarðvegsgerðir koma fyrir á hverju svæði. Samfelld svæði *mójarðar* (H) og þar sem *mójörð* og *brúnjörð* eru megingerðir eru á Vestur- og Norðvesturlandi. Samsetti flokkurinn *brúnjörð – svartjörð* (HA) – *votjörð* þekur víðfeðm svæði á Austur- og Norðvesturlandi, *svartjörðin* þar sem er blautast og/eða hlutfallslega minna áfok, en *votjörðin* er nær áfokinu og *brúnjörð* á þurrlandi. Það er einkennandi fyrir íslenskt landslag hvað breytileiki vistgerða og moldar getur verið mikill innan lítils svæðis, sem gerir kortlagningu af þessu tagi nokkuð flókna – yfirleitt þarf að grípa til samsettra flokka eins og gert er á þessu grófa korti, en jafnvel einnig á kortum sem eru í mun meiri upplausn (mynd 11.17).

Fyrirnefnt jarðvegskort, sem birt var í *Náttúrufræðingnum* árið 2009, er aðgengilegt hjá Landbúnaðarháskóla Íslands og hefur verið notað í margvíslegum tilgangi. Það er m.a. grunnurinn

að því að unnt sé að nýta upplýsingar um íslenska mold í alþjóðlegu samhengi. Þær koma fyrir á kortum sem sýna jarðveg norðurslóða (Jones o.fl. 2010) og Evrópu (Soil Bureau Network 2005) sem og á heimskortum á vegum FAO og USDA-NRCS (Soil Taxonomy). Góð samvinna er á milli stofnana og samtaka sem halda utan um flokkun jarðvegs og jarðvegskortlagningu á heimsvísu, og gögnum er hiklaust deilt á milli þeirra.

## 11.7. Frekari flokkun og nýtt jarðvegskort

### 11.7.1. Sortujörð

Jarðvegskort ÓA/Lbhí/Landgræðslunnar hefur þann agnúa að vera í grófum mælikvarða – því er einvörðungu ætlað að varpa ljósi á megindrætti íslensks jarðvegs. Unnt er að gera mun nákvæmara kort með þeirri einföldu flokkun sem hér hefur verið lýst, og er sú vinna þegar hafin en skort hefur nægjanlegt fjármagn til verksins. Nokkrar mikilvægar ástæður liggja til þess að nauðsyn er á að gera nýtt



**Mynd 11.18.** Dæmi um mósaík margra jarðvegsgerða á tiltölulega litlu svæði í landslaginu. Til vinstri er *mójörð* og *svartjörð* í dalbotninum sem þróast yfir í *brúnjörð* á þurrlandi með miklu lífrænu innihaldi (>10% C). *Brúnjörðin* smálækkar í hlíðum þar sem einnig koma fyrir *melajörð* og *bergjörð*, og hugsanlega *frerajörð* efst. Til hægri skiptast á *votjörð*, *brúnjörð* og *bergjörð* á mjög litlu svæði. Því er nauðsynlegt að grípa til samsettra jarðvegsflokka á kortum.

## Nýtt jarðvegskort er mikilvægt

- Mold er grunnþáttur vistkerfa og það er mjög bagalegt hve mjög skortir upplýsingar um jarðveg hinna ýmsu vistgerða landsins sem og skilning á eðli og útbreiðslu mismunandi jarðvegsgerða landsins.
- Nauðsynlegteraðráðastígerð nýs jarðvegskortstilað fá betri sýn á moldina í tengslum við kolefnishringrás landsins, m.a. kolefnisstöðu vistkerfa, losun og bindingu, þ. á m. áhrif landnýtingar á kolefnismagn moldarinnar og mögulega bindingu CO<sub>2</sub> í vistkerfum í framtíðinni með breyttri landnýtingu.
- Betri upplýsingar vantar um flokkun moldar og eiginleika hennar í tengslum við ræktun matvæla (jarðrækt, heyframleiðsla, skógrækt o.fl.) og einnig í tengslum við uppgæðslu.
- Betri skilnings er þörf á jarðvegsgerðum og útbreiðslu þeirra í tengslum við landgræðslu og vistheimtaraðgerðir, sem og við mat á ástandi lands, þar sem bera þarf núverandi ástand saman við mögulegt ástand („vistgeta“; e. potential), sbr. lög um landgræðslu 155/2018. Mikið vantar upp á að unnt sé að framfylgja lögnum að þessu leyti.

## Frekari skipting *brúnjarðar* gæti t.d. verið:

- Allófan (leirrík mold) *votjörð* og *brúnjörð*. Leirkennd *brúnjörð* (silandic).
- Siltrík, meðalleirrík *votjörð* og *brúnjörð* (siltmold – siltloam).
- Lífræn (histic) *brúnjörð*. >10 eða 12% C í efstu 15 cm í þurrlendi, t.d. birkiskógum.
- Gróf/sendin *votjörð* og *brúnjörð*.
- Gróflagskipt (mold með grófu lagi <30 cm frá yfirborðinu) sem hefur áhrif á vatnsbúskap og rofgirni.
- Grunn *brúnjörð* eða *votjörð* á sandi eða mel (t.d. landgræðslusvæði), mætir eiginleikum *glerjarðar* er varðar leirinnihald en hefur >1% C í a.m.k. 2 cm þykku yfirborðslagi.
- *Brúnjörð* þar sem stutt er niður á grunnvatn.

jarðvegskort með mun betri upplausn: Vonandi rennur upp sú tíð að skilningur vex á nauðsyn þess að gera ný og betri jarðvegskort fyrir landið. Höfundur ritsins hefur unnið að undirbúningi slíkrar kortagerðar, m.a. velt upp hvernig frekari flokkun moldarinnar gæti verið háttað. Tveir þættir, sem jafnframt eru ráðandi fyrir flesta aðra jarðvegseiginleika, ættu að ráða flokkun *brúnjarðar* og *votjarðar*: leirinnihald (eða kornastærð) og kolefnisinnihald. Dýpt jarðvegsins og gróf gjóskulög ættu einnig að móta frekari flokkun. Sjá kassa fyrir ofan sem dæmi um frekari flokkun *brúnjarðar*.

Æskilegt er að slík skipting taki einnig mið af WRB-FAO-kerfinu þannig að fremur auðvelt sé að flytja íslensku jarðvegsflokkana undir tiltekna flokka WRB. En þó verður íslenskur veruleiki og þarfir landsmanna að hafa forgang. Hér voru ekki dregin nákvæm skil á milli undirflokka, t.d. með því að tilgreina ákveðna prósentu allófans eða skilgreina grófleikann nákvæmlega; þau skil þurfa að þróast við frekari mótun flokkunarinnar. Ennfremur geta aðrar leiðir komið til greina. Frekari flokkun gæti byggst á lífrænu innihaldi, t.d. kolefnisinnihaldi í efstu 15 cm



jarðvegsins, t.d. fyrir *brúnjörð* (sjá töflu 11.2).

Tafla 11.2. Frekari flokkun á grunni kolefnisinnihalds.

HLUTFALL	% C
Lágt	<2% C
Fremur lágt	2–4% C
Meðal	4–6% C
Fremur hátt	6–8% C
Hátt	>8% C
Histic	>10–12% C

### 11.7.2. Glerjörð

Mikilvægt er að aðgreina *glerjörð* betur en nú er gert. Sem dæmi má nefna *sandjörð* þar sem sandhraun og sandmelar eru t.d. mismunandi jarðvegsgerðir. Þá er einnig mikilvægt að skilja á milli sanda þar sem fíngert silt er stór hluti efnisins, t.d. á flæðum framan við jökla, og sanda þar sem hann er grófgerðari o.s.frv. Unnt er að skipta *melajörð* og *malarjörð* eftir kornastærð, yfirborðsgerð og lífrænu innihaldi, en einnig ummerkjum um flóð (fluvic í WRB), jarðsil o.fl. þáttum.

*Vikurjörð* að sama skapi eftir kornastærð og efnasamsetningu vikursins (t.d. kísílríkur eða basískur).

### 11.7.3. Landgræðslusvæði

Þar sem gróður nemur land, m.a. fyrir tilstuðlan landgræðsluaðgerða, myndast mjög áhugaverður jarðvegur til að byrja með. Oft og tíðum er þetta þunn motta sem inniheldur rætur og önnur lífræn efni ofan á sendnu eða malarkenndu yfirborði. Þessi motta ræður þó miklu um eiginleika vistkerfisins. Sum þessara svæða standa á sléttlendi þar sem grunnvatn er hátt og þar þróast votlendi með tímanum (mynd 11.19). Slík þróun frá svartri sandauðn til votlendis verður að teljast afar sérstök á heimsvísu.

Landgræðslusvæðin þurfa sérflokkun fyrir mold sem einkennist af þunnri mottu með virkri næringarefnahringrás ofan á óvirku efni. Skilin eru iðulega afar skörp, svo sem á sandsvæðum. Þessi svæði hafa bæði einkenni *sortugarðar* og *glerjarðar* og ættu að hljóta flokkun og heiti í samræmi við það, t.d. *sortuglerjörð*. Þar væri hægt að skilja enn frekar á milli með tilliti til lífræns innihalds. Hér vantar frekari þróun á flokkuninni og það er mikilvægt að hafin sé vinna í þá veru.



Mynd 11.19. Votlendi sem er að myndast í kjölfar uppgræðsluaðgerða á vatnasviði Hornafjarðarfliðs. Myndast hefur þunn gróðurmotta yfir sandinum. Myndun votlendis á svartri sandauðn er æði sérstakt fyrirbrigði á heimsvísu. Flokkun þess gæti t.d. verið nefnd „vot sortuglerjörð“ eða einfaldlega „grunn votjörð“.



# Viðauki – Nokkur snið flokkuð samkvæmt íslenska kerfinu, Soil Taxonomy og WRB

Hér á eftir birtast myndir af átta sniðum þar sem getið er flokkunar samkvæmt kerfi ÓA/Landbúnaðarháskólans (IS), Soil Taxonomy (ST) og WRB. Flokkun ST gerð af Curtis Monger o.fl. og tekin niður allt kerfið að undanskildu neðsta stiginu, sem væri „series“ sem nefnt er eftir svæðum eða stöðum (t.d. Korpa „series“ fyrir jarðveg svipuðum moldinni á Korpu (fyrsta myndin)). Tvær flokkanir fylgja Soil Taxonomy í mörgum tilfellum því ekki er ljóst hvort „frigid“ eða „cryic“ loftslagsbelti eiga við á mörgum svæðanna (sjá kassa í kaflanum). Ábyrgð á flokkun samkvæmt WRB: Peter Schad.

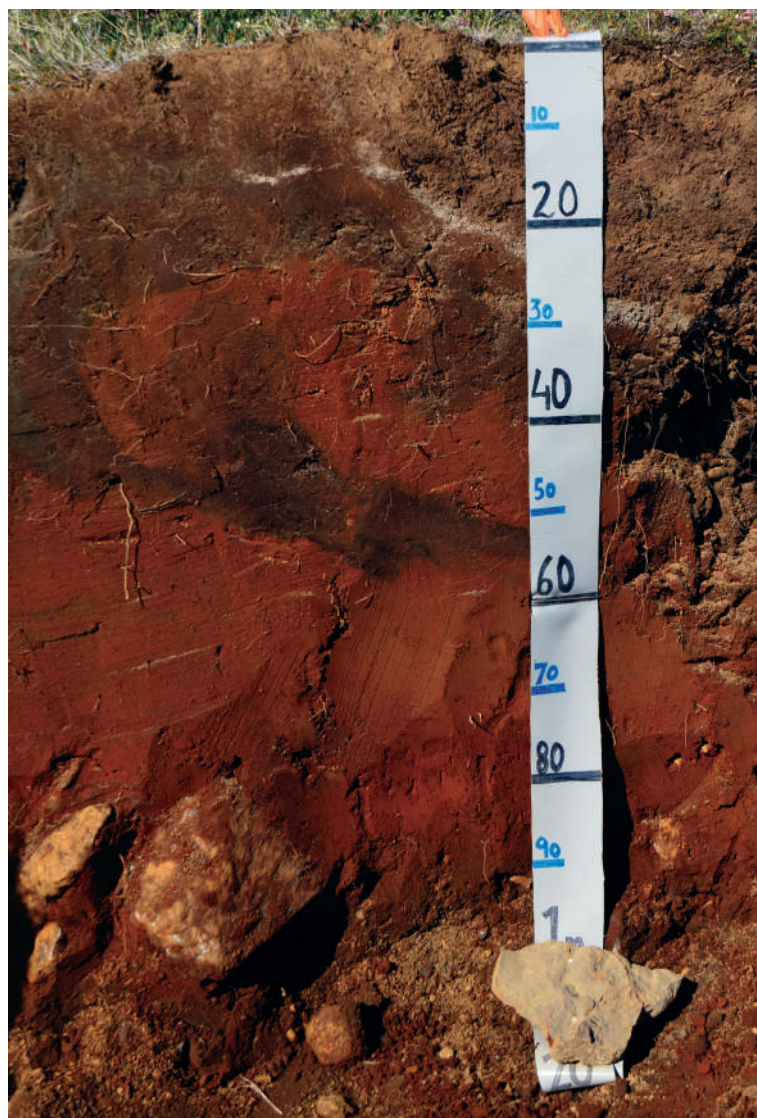
Fjallað er um sniðin Ós og Hella í ÓA o.fl. 2007, ÓA 2004, 2015. Sniðið við Þjóðfell: ÓA og Kimble 2001. Umfjöllun um önnur snið í ÓA o.fl. 2005 og mörg þeirra í ÓA 2015.

## 1. Korpa

Korpa, Reykjavík, á framræstu landi sem hefur verið plægt (tilraunaland). **IS:** Brúnjörð (Brown Andosol). Er á mörkum votjarðar en grunnvatn gengur upp að 40 cm dýpi (efstu 30 cm ráða flokkuninni). Grámi neðan 40 cm og rauðar járnútfellingar úr vatni neðan 50 cm, vottur af harðpönnu neðarlega í sniðinu („placic“ og „duric“ einkenni). **ST:** Hydrous over medial-skeletal, amorphic, frigid Duric Placaquand. **WRB:** Eurtric Katofluvic Epiandic Gleysol (Episiltic, Katoarenic, Drainic, Hyperhumic, Limonic, Endoskeletal).

## 2. Fell

Austan brúar yfir Lagarfljót. Mjög frosthreyft snið. **IS:** Dæmigerð brúnjörð (Brown Andosol). **ST:** Medial over ashy-skeletal, amorphic Vitric Haplocryand. **WRB:** Eutric Mollic Silandic Andosol (Siltic, Humic, Bathyskeletal, Endothixotropic, Turbic).





### 3. Þjóðfell

Auðn á öræfum austan Möðrudals-  
öræfa í >700 m hæð. **IS:** Glerjörð  
með sortueiginleika, nokkur merki  
jarðvegsþróunar (litur). **IS:** Melajörð  
(Cambic Vitrisol). **ST:** Ashy-skeletal,  
amorphic Typic Vitricryand. **WRB:**  
Eutric, Skeletic, Vitric Andosol  
(Arenic).



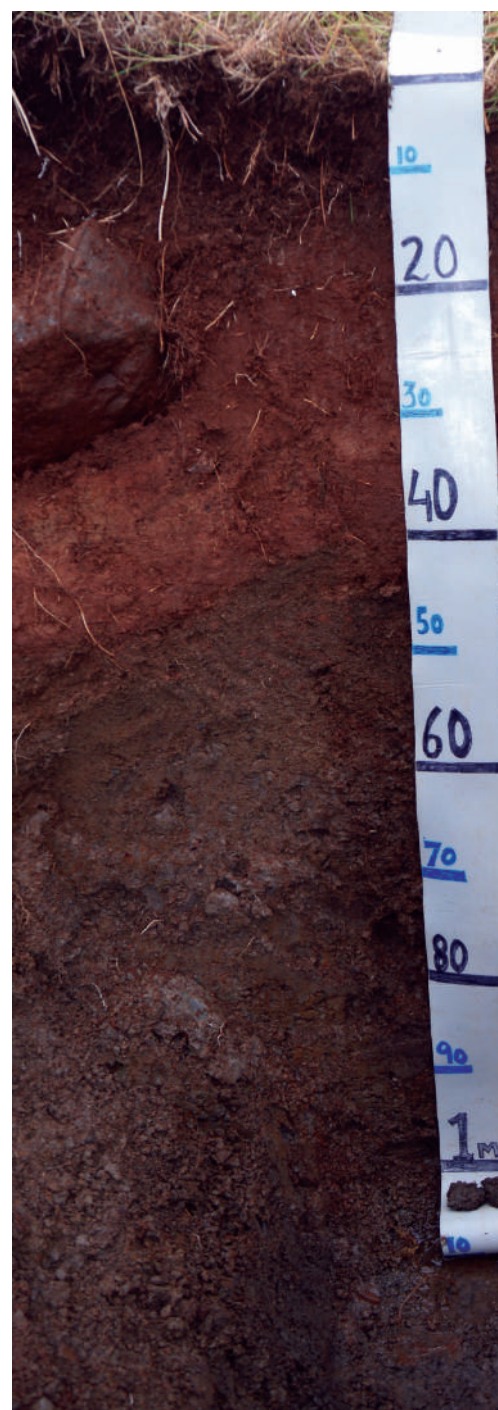
### 4. Hamar

Nálægt bænum Hamri í Hamarsfirði.  
Gætir einkenna hörðunar neðar í  
sniðinu (plagic). **IS:** Brúnjörð (Brown  
Andosol). **ST:** Er á mörkum frigid  
og cryic loftslagsbelta jarðvegs  
(trúlega frigid) og því eru hér tvær  
niðurstöður fyrir flokkun: ef cryic:  
medial, amorphic Aquic Vitricryand;  
ef frigid: medial, amorphic, frigid  
Aquic Placidand. **WRB:** Eutric,  
Mollic, Endogleyic, Silandic  
Andosol (Siltic, Bathyfluvic, Humic,  
Encothisotrophic).



### 5. Ós

Í Miðfirði, sunnan Hvammstanga í  
framræstu landi, fremur stutt niður  
á jökulurð. **IS:** Svartjörð (Histic  
Andosol). **ST:** Medial, amorphic Histic  
Cryaquand. **WRB:** Eutric Katogleyic  
Vitric, Silandic Andosol (Pantoloamic,  
Drainic, Humic, Thixotropic, Turbic).



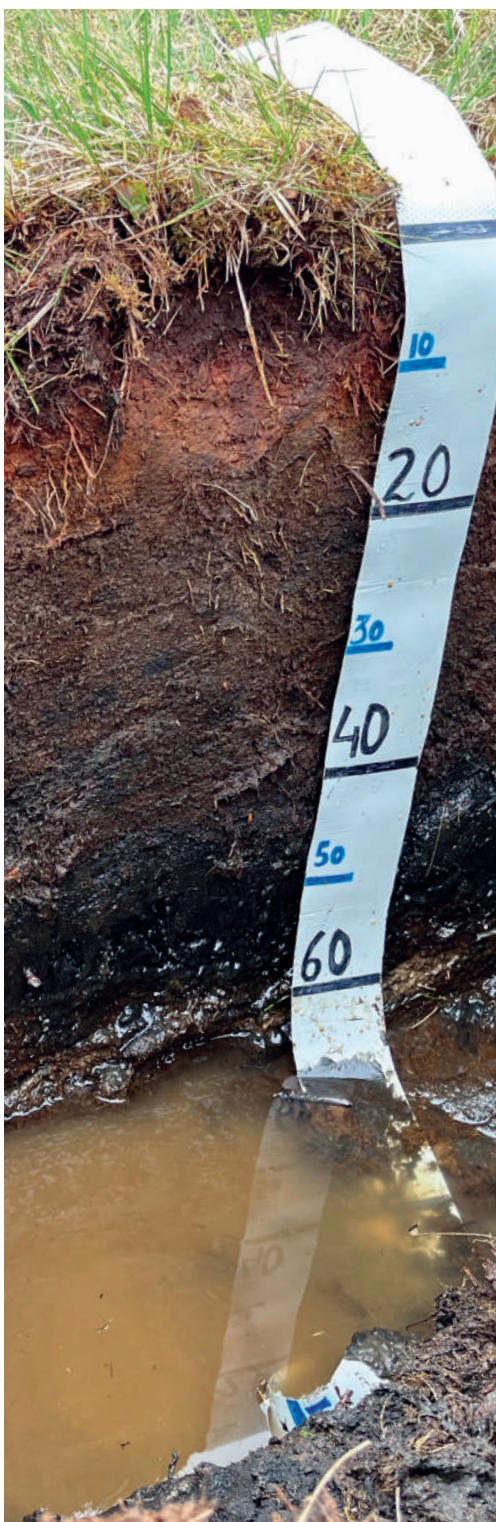


## 6. Viðborð

Á Mýrum, Hornafirði, óraskað votlendi, stutt niður á grunnvatn.

**IS:** Svartjörð (Histic Andosol).

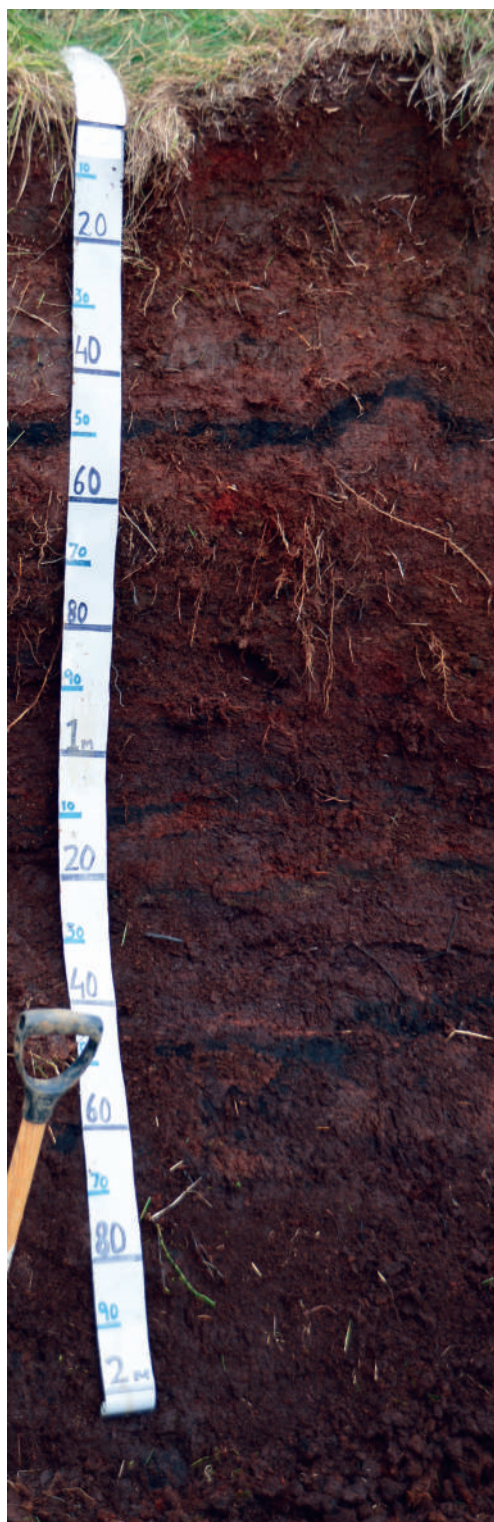
**ST:** Ashy, amorphous, frigid Histic Vitraquand. **WRB:** Vitric Rheic Fibric Histosol (Eutric). (Gert ráð fyrir >20% C sem er umdeilanlegt).



## 7. Hella

Skurður, framræst land nærri Rauðalæk. **IS:** Votjörð/svartjörð, á mörkum Gleyic/Histic Andosol.

**ST:** Ashy, amorphous Eutric Pachic Fulvudand. **WRB:** Andic Rheic Drainic Hemic Histosol (Eutric, Orthomineralic). (Gert ráð fyrir >20% C sem er umdeilanlegt – en ansi breytilegt eftir því hvar var verið í skurðinum).



## 8. Skeiðarársandur

Árið 1996 í hlaupfarvegi. **IS:** Glerjörð (Vitrisol), sandjörð (Arenic Vitrisol).

**ST:** Ashy-skeletal, amorphous, frigid Typic Udivitrand.

**WRB:** Eutric Tephric Skeletic Pantofluvic Fluvisol (Pantoarenic) (hér ræður jarðfræði/flóð frekar en sortueiginleikarnir, sem er umdeilanlegt).





# Heimildir

Andri Stefánsson og Sigurður Reynir Gíslason 2001. Chemical weathering of basalts, southwest Iceland: effect of rock crystallinity and secondary minerals on chemical fluxes to the ocean. *American Journal of Science* 301: 513–556.

Berglind Orradóttir, S.R. Archer, Ólafur Arnalds, L.P. Wilding og T.L. Thurow 2008. Infiltration in Icelandic Andisols: The role of vegetation and soil frost. *Arctic, Antarctic and Alpine Research* 40:412–421.

Bjarni Helgason og Grétar Guðbergsson 1977. Könnun á jarðvegi láglandssvæða umhverfis Lagarfljót. Rafmagnsveitur ríkisins, fjölrít, Reykjavík.

Björn Jóhannesson 1960. Soils of Iceland. Rit Atvinnudeildar Háskóla Íslands B-12. Reykjavík.

Björn Jóhannesson 1988. Íslenskur jarðvegur. Endurútgáfa á „Soils of Iceland“ með yfirlitsjarðvegskorti og nýjum viðauka. Rannsóknastofnun landbúnaðarins, Reykjavík.

FAO-UNESCO 1998. World Reference Base for Soil Resources. *World Soil Resources Reports* 84, FAO, Róm, Ítalía.

Gennadiev, A.N., A.R. Geptner, A.P. Zhidkin, S.S. Chernyanskii og Y.I. Pikovskii 2007. Exothermic and Endothermic Soils of Iceland. *Eurasian Soil Science* 40:595–607. Upprunalega á rússnesku í *Pochvovedenie* 2007:661–675.

Grétar Guðbergsson og Sigfús Ólafsson 1978. Jarðvegskort af Möðruvöllum í Hörgárdal. Fjölrit Rala nr. 16, Reykjavík.

Gruner, M. 1912. Die Bodenkultur Islands. *Archiv für Biontologie* Bd. R. Friedlländer & Sohn, Berlín, Þýskaland.

Harris, C. og 21 annar höfundur 2007. Permafrost and climate in Europe. Monitoring and modelling thermal, geomorphological and geotechnical responses. *Earth-Science Reviews* 92:117–171.

IUSS Working Group WRB 2022. World Reference Base for Soil Resources. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. 4. útg. International Union of Soil Sciences (IUSS), Vínarborg, Austurríki.

Jones, A., V. Stolbovov, C. Tarnocai, G. Broll, O. Spaargaren og L. Montanarella (ritstj.) 2010. Soil Atlas of the Northern Circumpolar Region. European Commission, Publications Office of the EU, Luxemburg.

Nygaard, I.J. og Björn Jóhannesson 1959. Soil map of Iceland. US Geological Survey. Birt með bók Björns Jóhannessonar 1960 (sjá þennan heimildalista).

Ólafur Arnalds 2004. Volcanic soils of Iceland. *Catena* 56:3–20.

Ólafur Arnalds 2015. The Soils of Iceland. *World Soils Book Series*. Springer, Dordrecht, Holland.

Ólafur Arnalds og Ása L. Aradóttir 2015. Að lesa og lækna landið. Landvernd, Landgræðsla ríkisins og Landbúnaðarháskóli Íslands, Reykjavík.

Ólafur Arnalds og Hlynur Óskarsson 2009. Íslenskt jarðvegskort. *Náttúrufræðingurinn* 78:141–153.

Ólafur Arnalds og J. Kimble 2001. Andisols of Icelandic deserts. *Soil Science Society of America Journal* 65:1778–1786.

Ólafur Arnalds, Bergrún Arna Óladóttir og Rannveig Guicharnaud 2005. Aðferðir við að lýsa jarðvegssniðum. Rit LbhÍ nr. 5. Landbúnaðarháskóli Íslands, Hvanneyri.

Ólafur Arnalds, F. Bartoli, P. Buurman, Hlynur Óskarsson, G. Stoops og E. García-Rodeja (ritstj.) 2007. *Soils of Volcanic Regions of Europe*. Springer, New York, USA.

Shoji, S., M. Nanzyo, R.A. Dahlgren og P. Quantin 1993. Evaluation and proposed revisions of criteria for Andosols in the World reference base for soil resources. *Soil Science* 161:604–615.

Sigurður Reynir Gíslason 2008. Weathering in Iceland. *Jökull* 58:387–408.

Sigurður Þórarinnsson 1961. Uppblástur á Íslandi í ljósi öskulagarannsóknna. *Árbók Skógræktarfélags Íslands* 1961:17–54.

Soil Bureau Network 2005. *Soil Atlas of Europe*. European Commission, Office for Official Publications of the European Communities, Luxemburg.

Soil Survey Staff 1999. *Soil Taxonomy. A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys*. 2. útg. Agriculture Handbook No. 436. USDA-NRCS, U.S. Government Printing Office, Washington DC, USA.

Soil Survey Staff 2003. *Keys to Soil Taxonomy*. 9. útg. USDA-NRCS, Lincoln, Nebraska, USA.

Tu, H.Y. 1960. Some mineralogical properties of Icelandic soils. Viðauki í Björn Jóhannesson 1960 (sjá þennan heimildalista).

Zaqout, T., Hrunn Ólöf Andradóttir og Ólafur Arnalds 2022. Infiltration capacity in urban areas undergoing frequent snow and freeze-thaw cycles: Implications on sustainable urban drainage systems. *Journal of Hydrology* 607:127495.

Þorsteinn Guðmundsson 1994. Jarðvegslökkun FAO með hliðsjón af íslenskum aðstæðum. Fjölrit RALA nr. 167. Reykjavík.

Þorsteinn Guðmundsson 2018. Jarðvegsfræði. Myndun, vist og nýting. Háskólaútgáfan, Reykjavík.

Þorsteinn Sæmundsson, Ólafur Arnalds, C. Kneisel, Helgi Páll Jónsson og A. Decaulne 2012. The Orravatnsrustir palsa site in Central Iceland – Palsas in an aeolian sedimentation environment. *Geomorphology* 167–168: 13–20.