

### **Viðauki 3: Jarðmyndanir og notkunarhæfni þeirra til vegagerðar**

#### 1. Inngangur

Námuvinnsla er talsvert umfangsmikil atvinnugrein hér á landi enda eru jarðefni, bæði setlög og berg, mikilvæg í byggingariðnaðinum. Notkun malar er mjög mikil hér á landi eða um 37 tonn fyrir hvern íbúa landsins. Til samanburðar er notkun malar á bilinu 5 – 10 tonn á íbúa á hinum Norðurlöndunum. Hinsvegar er notkun grjóts hlutfallslega mun meiri þar en hér á landi m.a. vegna þess að aðgengileg laus jarðefni hafa sums staðar gengið til þurrðar en einnig má vænta þess að betra efni fái oft við vinnslu grjóts. Um 60% af efninu er notað við vegagerð sem er svipað hlutfall og annarsstaðar á Norðurlöndum.

Skilgreina má efnistöku til vegagerðar með tvennum hætti. Annars vegar er efni úr skeringum þar sem lega vegarins kallar á lækun yfirborðs landsins. Hins vegar úr námum þaðan sem efni er tekið og flutt á framkvæmdastað. Þessar aðferðir við efnistöku eru ólíkar í lagalegu tilliti þar sem efnistaka úr námum fellur undir sérstök ákvæði laga um umhverfismat en efnisflutningur úr skeringum skoðast sem hluti af framkvæmdum. Þar sem skeringarstaðir eru yfirleitt ekki valdir með tilliti til efnisgæða er algengt að skeringarefnið nýtist fyrst og fremst í fyllingar og fláafleyga. Námostaðir eru hinsvegar fyrst og fremst valdir, að teknu tilliti til umhverfissjónarmiða, með hliðsjón af gæðum þess efnis sem þar finnst og vegalengd frá námunni að veginum sem á að byggja.

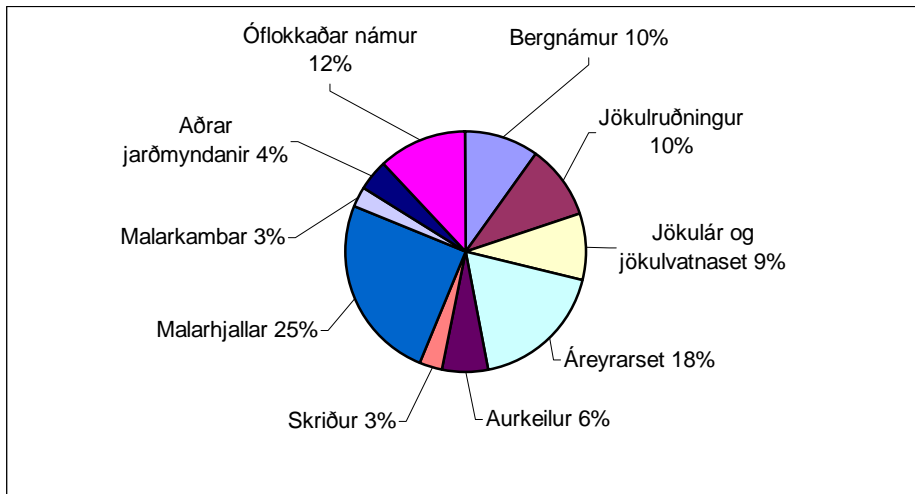
#### 2. Yfirlit yfir helstu jarðmyndanir

Jarðmyndunum má skipta í fast berg annars vegar og laus jarðlög hinsvegar. Ofan á jarðlögum er svo víða jarðvegur þ.e. mold, mór og önnur laus jarðefni með lífrænum leifum.

**Bergtegundum** má skipta í þrjá meginflokka eftir uppruna þ.e. **storkuberg**, **setberg** og **myndbreytt berg**. *Gosberg* er storkuberg sem storknað hefur á yfirborði. Ef hinsvegar bergkvika storknar á nokkru dýpi kallast bergið *djúpberg* en *gangberg* ef það storknar í sprungum á minna dýpi. Mismunandi gerðir basalts (þ.e. basíks gosbergs) eru 80 – 90% af öllu storkubergi hérlendis en einnig má nefna bergtegundir eins og líparít (súrt gosberg), andesít (ísúrt gosberg) og gabbró (basískt djúpberg). Á ísöld varð *móbergsmýndunin* til við gos undir jökli og þá myndaðist m.a. móberg og bólstraberg. Þessari myndun tilheyra líka dyngjur og grágrýtishraunlög. *Hraun* eru storkubergmyndanir sem hafa myndast eftir ísöld og eru því yngri en u.þ.b. 10 þúsund ára. **Setberg** myndast m.a. úr setlögum við samlímingu þeirra og hörðun. Sem dæmi um setberg má nefna harðnaðan jökulruðning (*jökulberg*). **Myndbreyting bergs** er fremur lítil hér á landi og er algengara að tala um að berg sé *ummyndað* t.d. þannig að einstakar steindir bergsins hafa ummyndast yfir í leirsteindir. Ummyndun bergs ræður miklu um gæði bergsins til mannvirkjagerðar. Til eru ágæt kort af berggrunni landsins í mælikvarða 1:500.000 og einnig nokkur landshlutakort í mælikvarða 1:250.000. Nákvæmari kort í mælikvarða 1:50.000 eru einungis til af örfáum svæðum.

**Laus jarðlög** myndast við niðurbrot þ.e. veðrun bergsins. Efnið flyst til frá veðrunarstað af völdum jökla, fallvatna, sjávar, hruns eða með vindi og mynda jarðmyndanir lausra jarðlaga sem við nefnum setmyndanir. Samkvæmt námuskrá Vegagerðarinnar eru um 90 % allra náma á landinu jarðgrunnsnámur og um 10 %

náma berggrunnsnámur. Á kökuritinu sést hlutfallsleg skipting náma á landinu eftir meginflokkum jarðmyndana.



Mynd. Hlutfallsleg skipting náma á Íslandi

Mestur hluti setmyndana hér á landi hefur orðið til í lok ísaldar og byrjun nútíma. Í lok síðasta jökulskeiðs var setmyndun mjög hröð enda voru jökulár þá mjög vatnsmiklar og báru fram mikið efni þegar ísaldarjökullinn bráðnaði. Á sama tíma og jöklarnir hopuðu frá ströndinni jókst mjög vatnsmagn í höfunum þannig að sjór flæddi yfir land sem áður var hulið jökli. Sjávarstaðan varð hæst á bilinu 30 – 125 m hærri en hún er nú, og mynduðust því sjávarkambar og óseyrar þar sem nú er þurrlendi. Hæst varð sjávarstaðan þar sem farg (þykkt) jökulsins hafði verið mest á síðasta kuldaskaiði ísaldar. Þegar fargi jöklanna létti reis landið en við það lækkaði sjávarstaðan smám saman og því er talsvert af strandseti og sjávarseti á yfirborði milli núverandi sjávarmáls og hæstu strandlínumarka. Mest er af skoluðum setlögum með lágt hlutfall fínefna neðan við hæstu strandlínu en ofan hennar er helst að leita að skoluðum efnum í áreyrum og í fjölbreyttum setmyndunum sem myndast hafa við framburð jökulvatns.

Heildarmagn lausra jarðlaga hér á landi er óþekkt enda hefur jarðgrunnurinn ekki enn verið kortlagður. Það er þó vel þekkt að magninu er mjög misskipt og að skortur er í sumum landshlutum en yfirdrifið efni í öðrum. Mjög brýnt er að gefin verði út jarðgrunnskort af landinu en slík kort hafa nær einungis verið gefin út af virkjanasvæðum. Nákvæmari vitneskja um magn og dreifingu lausra jarðlaga myndi stuðla að hagkvæmari og umhverfisvænni nýtingu þeirra þannig að t.d. hágæðaeefni og merkilegar setmyndanir séu ekki ofnýttar. Bergnámur eru eins og áður sagði einungis um 10% af heildarfjölda náma á landinu. Notkun grjóts fer smám saman vaxandi m.a. vegna þess að auðveldara er að tryggja jöfn gæði efnis í góðri grjótnámu en í setnámu þar sem efnið í setnámu er oft samsett af margvíslegum bergtegundum af misjöfnum gæðum.

### 3. Notkun efnis úr mismunandi jarðmyndunum við vegagerð

Hér á eftir er yfirlit yfir helstu flokka jarðmyndana og það hvernig efni úr þeim nýtist til vegagerðar. Þess ber að geta að nokkrar jarðmyndanir t.d. hraun, gervíggar og eldgígar njóta sérstakrar verndar samkvæmt lögum um náttúruvernd (sjá ritið Námur – efnistaka og frágangur)

## Storkuberg

**Basalt** er langalgengasta bergtegundin hér á landi og er fremur óalgengt að berg af öðrum bergtegundum sé unnið til vegagerðar. Aðrar bergtegundir en basalt hafa lítið verið rannsakaðar m.t.t. vinnslu burðarlagsefna og slitlagsefna en gabbró hefur verið notað sem rofvarnargrjót og reynst vel.

Fyrir utan grjót úr skeringum og það grjót sem tínt er laust t.d. úr skriðum er nánast allt grjót unnið úr námum þar sem efni er yfirleitt losað úr bergi með sprengiefni. Vegagerðin nýtir berg í grjótnámum einkum fyrir rofvarnir, sem fyllingarefni og í auknum mæli í styrktarlag, burðarlag og slitlög.

Í brim- og rofvarnir þarf yfirleitt hátt hlutfall af stóru grjóti en sé efnið malað er heppilegra að hlutfall grjóts yfir 1 tonni sé lægra, helst innan við 10%. Ekki er óalgengt við byggingu rofvarnagarða að nota grjót í ýmsum stærðarflokkum auk sprengds kjarna, en sprengdur kjarni er það sem eftir verður af sprengda salvanum þegar búið er að flokka grjótið frá. Yfirleitt verður afgangur í slíkum grjótnámum af smáu grjóti sem nýtist ekki í rofvarnargarð en getur hinsvegar nýst til vegagerðar m.a. til vinnslu burðarlagsefna og klæðingarefna.

Algengara er þó að valdar séu bergnámur fyrir mölun grjóts í burðarlög og slitlög þar sem sprungumynstur bergsins er tiltölulega fíngert þannig að grjótið springur að miklu leyti í hæfilegar stærðir fyrir forbrjót mölunarsamstæðu. Mikilvægt er að velja sterkt berg til vinnslu efstu laga veghlotsins en minni kröfur eru hinsvegar gerðar til bergs sem nota á neðar í veghlotinu. Styrkur bergs fer m.a. eftir kornastærð þess, þéttleika og ummyndun. Blöðrótt berg hefur að öðru jöfnu minni styrk en þétt berg. Ummyndun bergs er einnig mjög ráðandi þáttur varðandi gæði bergs til mannvirkjagerðar þar sem veðrunarþol bergs minnkar með aukinni ummyndun. Basískt gosberg frá tertíertímabilinu (blágrýti), þ.e. 3 – 15 milljón ára er oft talsvert ummyndað en basaltlög frá ísöld (grágrýti), þ.e. 0,1 – 3 milljón ára eru tiltölulega lítið ummynduð.

Algengt er að grjót hafi verið unnið úr **hraunum** sem runnið hafa eftir ísöld þ.e. yngri en 10 þúsund ára. Mest hefur verið tekið úr gjallhluta apalhrauna þ.e. efstu 2 – 3 m hraunsins, sem auðvelt hefur verið að losa. Þetta efni hefur verið nýtt bæði í styrktarlag og sem fyllingarefni. Í vaxandi mæli hefur á undanförunum árum einnig verið unnið dýpra í hraunið enda fæst þá ferskt þ.e. mjög lítið ummyndað grjót, sem þó er oft talsvert blöðrótt, til vinnslu í burðarlag, klæðingu og rofvarnir.

**Móberg** og **bólstraberg** eru yfirleitt úr basískum gosfnum sem myndast hefur við gos í vatni, undir jökli eða í sjó. Móberg (túff) myndast þannig, að heit bergkvika snöggkælist í vatni, og myndar glersalla sem hleðst upp kringum gosopið. Þannig myndast hrúga af vatnsósa, lausri gosösku. Með tíð og tíma ummyndast glersallinn í brúnt og samlímt berg, móbergstúff. Bólstraberg myndast hins vegar við gos undir miklum þrýstingi t.d. djúpt í sjó eða vatni og undir þykkum jökli. Við vinnslu brotnar móbergstúffið niður í sand og malarstærðir og nýtist í styrktarlög og fyllingar í vegagerð. Bólstrabergið brotnar niður í fremur smáa steina úr fersku basalti og er slíkt efni mjög gott í styrktarlag og kemur til álita til vinnslu burðarlags og jafnvel slitlags ef það er ekki of blöðrótt.

**Setberg** myndast m.a. úr setlögum við samlímingu þeirra og hörðnun. Sem dæmi má nefna jökulberg (harðnaður jökulruðningur), sandstein og sylvastein sem vegagerðarmenn nefna oft móhellu.

## Laus gosefni

**Gosaska** myndast þegar heit bergkvika snöggkælist í vatni og myndar gleragnir sem geta borist mjög langt frá eldstöðinni. **Vikur** nefnast molar úr frauðkenndri, storknaðri bergkviku. Líparítvikur er ljós á litinn, en basaltvikur dökkur. Vikur hefur m.a. verið notaður í vegfyllingar. Vikur er að mestu í sandstærðum en þar sem kornin eru mjög köntótt hefur basaltvikur oft góða stæðni og hefur því reynst ágætlega í styrktarlag á umferðarlitla vegi þrátt fyrir að sandkornin séu blöðrótt og brotni því niður við völtun og vinnuumferð. **Gjall** er glerkennt og blöðrótt eða frauðkennt og annaðhvort er það rautt eða svart. Það er einkum að finna í og við eldgíga og gervigíga. Gjall hefur verið notað sem fyllingarefni en einnig í styrktarlög og jafnvel í malarslitlög á vegum þó að efnið hafi bæði lágan styrk og samloðun sem eru þó mikilvægir eiginleikar malarslitlags.

## Setlög

Heildarmagn setlaga hérlendis er óþekkt, en magn þeirra er mismunandi eftir landshlutum. Vitneskja um magn og dreifingu lausra jarðlaga á landinu myndi stuðla að hagkvæmari og markvissari nýtingu efnisins miðað við mismunandi aðstæður og gæðakröfur. Hér er nánar fjallað um jarðmyndanir setlaga og fjallað um það hvernig efni þessara jarðmyndana geta nýst til vegagerðar. Í því sambandi er einungis gert ráð fyrir vinnsluáðferðum sem eru innan hóflegra kostnaðarmarka.

**Jökulruðningur:** (botnruðningur, leysingarúðningur). Í jökulruðningi ægir saman öllum kornastærðum, allt frá leir og upp í stórgrýti. Jökulruðningur er oftast fínefnaríkur og er mest notaður í vegfyllingar en hann er einnig oft unninn í malarslitlög á vegum. Hinsvegar er mest af fínefnunum yfirleitt af syltarstærðum en lítið um leirstærðir sem veldur því að malarslitlag sem unnið er úr jökulruðningi er yfirleitt rokgjarnt þar sem fínefnin hafa lága samloðun og litla þjálmi. Lágur þjálnistuðull veldur því að efnið heldur illa í sér raka og rýkur því auðveldlega úr veginum.

**Jökulár- og jökulvatnaset:** (malarásar, svelgásar, jaðarhjallar, jökuláraurar, árhjallar, dalfyllur). Set jökuláa hleðst upp við breytilegar aðstæður, sem ráða miklu um mismunandi kornastærðardreifingu, lagskiptingu og útbreiðslu. Algengast er að efnið sé nokkuð hrein sandrík mól, sem er mikið notuð í styrktarlög vega og ef berggæði eru nægileg og efnið nægilega gróft er oft einnig hægt að vinna þetta efni í burðarlög og bundin slitlög. Grófleiki er mikilvægur þar sem hæfilegur fjöldi steina verður að vera til staðar í efni sem á að mala til að malaða efnið hafi nægilega hátt brothlutfall og hagstæða kornalögun.

**Árset (Áreyrar):** (grjótsvæði, eyrasvæði, bugðusvæði, ósasvæði). Áreyrar eru algengastu jarðmyndanir ársets. Árfarvegir mótast af rennsli, aurburði, botngerð og halla árfarvega. Oft er þetta nokkuð hreint efni en misgróft þ.e. sandur, mól, gróf mól og stórgrýtt mól háð straumbunga árinna. Sandur á lygnum svæðum getur verið nokkuð syltarblandaður. Algengast er að efnistaka í ám fari fram á eyrasvæðum, en þar er kornstærð efnisins breytilegust. Slíkt efni er oftast hæft í styrktarlag og ef berggæði eru góð og grófleiki hæfilegur er einnig hægt að vinna það í burðarlög og slitlög. Við efnistöku úr ám og áreyrum er mjög algengt að í ljós komi moldarlög sem spilla notagildi efnisins þannig að það er einungis hæft sem fyllingarefni. Þessi moldarlög myndast við það að áreyrin nær að gróa upp á tímabilum sem áin rennur um annað svæði. Þegar áin rennur svo aftur í fyrri farvegi setur hún af sér mól yfir moldina. Efnistaka úr árbotni veldur því að hann kemst úr jafnvægi og er mikilvægt

að gæta þess að botnskrið í ánni skemmi ekki, uppeldisstöðvar eða veiðistaði t.d. þannig að hyljir í ám fyllist í grennd við efnistökusvæði eða að lækkun árbotns valdi því að það grafist undan brúarsökklum. Mikilvægt er að haft sé samráð við fulltrúa Veiðimálastofnunar ef fyrirhuguð er efnistaka úr veiðiam (sjá ritið Námur – efnistaka og frágangur).

**Aurkeilur:** (árkeilur, skriðukeilur). Árkeilur myndast þar sem ár koma fram úr giljum en skriðukeilur þar sem vatn nær sjaldnar að renna yfir skriðuefni. Í raun er um að ræða fjölbreytt stig þessara jarðmyndana sem spanna jarðmyndanir milli brattrar áreyrar og skriðu, þar sem þáttur vatnsins minnkar en hrunsins vex. Eftir því sem vatnið á minni þátt í jarðmynduninni minnkar skolonin þannig að fínefnin verða meiri. Aurkeilur geta því verið misfínefnaríkar frá því að vera með litlum fínefnum og upp í það að vera talsvert fínefnaríkar. Jarðvegslög eru nokkuð algeng í aurkeilum af svipuðum ástæðum og á áreyrum. Efni með lágu fínefnainnihaldi úr aurkeilum geta verið hæf sem styrktarlagsefni en mun algengara er að þessi efni séu notuð í fyllingar. Algengt er einnig að aurkeiluefni sé unnið í malarslitlög enda eru þessi efni oft grjótrík og með hæfilegu magni fínefna fyrir malarslitlög. Ávallt þarf þó að kanna berggæði og eiginleika fínefna svo sem þjálni þeirra áður en vinnsla hefst.

**Skriður:** (hrunskriður, aurskriður, berghlaup, þelaurð). Skriður eru ein algengasta gerð lausra jarðlaga. Skriðuefni er helst notað í fyllingar og malarslitlag. Þar sem grjót í skriðum er köntótt er burðarþol skriðuefnis oft hlutfallslega hátt, þrátt fyrir nokkuð hátt hlutfall fínefna. Ef hlutfall fínefna í skriðum er tiltölulega lágt og rakastig hæfilegt getur efnið verið nothæft sem styrktarlagsefni. Bestu malarslitlög landsins eru unnin úr skriðum oft berghlaupum, sem hafa hæfilega mikil fínefni og leir, þar sem þjálni efnisins er þá oft hæfileg. Skriður sem eru blandaðar rauðum setlögum (millilög milli basaltlaga frá tertíer tímabilinu), reynast oft vel til vinnslu malarslitlags.

**Malarhjallar:** (forn óseyri, fornsjávarkambur). Malarhjallar er notað yfir þær jarðmyndanir sem hlaðist hafa upp við hærri sjávarstöðu en nú er. Í malarhjöllum skiptast á malarlög, sandlög og fínna efni, en efnið í heild er oftast sandkennd mól. Algengt er að þessi efni séu notuð í styrktarlög. Efni úr malarhjöllum er oft hæft til vinnslu bæði í burðarlög og bundin slitlög vega ef berggæði og hlutfall steina er hæfilegt. Í því sambandi er mikilvægt að brimið bæði við núverandi og fornar strendur hefur oft nægilega orku til að brjóta veikar bergtegundir niður í sand og fínefnastærðir en fínefnin flytjast síðan frá ströndinni út á meira sjávardýpi. Á malarhjallanum og malarkambinum sest því oft til efni sem hefur hátt hlutfall steina með góð berggæði. Þetta er þó háð því að orka brimsins sé nægjanleg og að hlutfall lélegra bergtegunda hafi ekki verið of hátt í því efni sem fluttist að ströndinni.

**Malarkambar (Strandset):** (fjara, fjörukambur, marbakki). Kamar efst í fjöru úr mól og lóbörðum hnúlungum sem brimið hleður upp (einnig nefndir sjávarkambar eða fjörukambar). Efni við stendur er mjög mismunandi eftir bratta strandarinnar og orku brimsins. Breiðar og flatar stendur eru sandríkar en algengt er að stendur hér við land séu mjóar og brattar með misgrófri mól og fjörur víða stórgrýttar. Algengt er að taka efni úr fjörum til notkunar í steypu en efni úr malarkömbum hefur einnig verið notað í öll lög vega með sama hætti og malarhjallar.

**Sjávarset:** Nokkuð er um að efni sé sótt á sjávarbotn vegna ýmissa framkvæmda hér á landi. Mest af efnistöku í sjó fer fram við SV-horn landsins, einkum í Faxaflóa. Þar er tekinn sandur og mól sem notuð er m.a. sem efni til vegagerðar á

höfuðborgarsvæðinu. Með réttum vinnsluaðferðum má vinna efni í öll lög vega úr efninu af Faxaflóasvæðinu.