



Berggreining

Leiðbeiningar við prófunaraðferð og gæðaflokkun

Október 2023

Lykilsíða

Höfundar skýrslunnar bera alla ábyrgð.

Númer skýrslu/gerð skýrslu	Fjöldi síðna	Dagsetning	Útgáfa
LEI-3410	42	Október 2023	1
Heiti leiðbeiningarits			
Berggreining -leiðbeiningarit			
Höfundur/ar	Verkefnastjóri	Tengiliður Vegagerðarinnar	
Porgeir S. Helgason Pétur Pétursson Gunnar Bjarnason	Birkir Hrafn Jóakimsson	Birkir Hrafn Jóakimsson	
Ábyrgð		Samvinnuaðilar	
Stoðdeild Vegagerðarinnar			

Það sem birtist hér sem sérstakt leiðbeiningarit Vegagerðarinnar, LEI-3410, hafði efnislega áður verið birt sem viðauki 10 í Efnisgæðaritinu.

Lykilorð

berggreining, berggreiningarkerfið, gæðaflokkun, ÍST EN 932-3, bergbrigði, lögun.

Undirskrift verkefnastjóra

Yfirfarið af

BHJ

Efnisyfirlit

Inngangur	5
1 Berggreiningarkerfið.....	7
1.1 Gildissvið (e. Scope).....	7
1.2 *Tilvísanir í staðla (e. Normative references).....	7
1.3 Orðanotkun og skilgreiningar (e. Terms and definitions).....	7
1.3.1 Berggrunnur (e. massive rock).....	8
1.3.2 Jarðgrunnur (e. unconsolidated rock).....	8
1.3.3 Storkuberg (e. igneous rock).....	8
1.3.4 Setberg (e. sedimentary rock).....	8
1.3.5 Myndbreytt berg (e. metamorphic rock).....	8
1.3.6 Náttúruleg létt steinefni (e. natural lightweight aggregate).....	8
1.3.7 Sýni til greiningar (e. laboratory sample).....	8
1.3.8 Prófsýni (e. test portion).....	8
1.3.9 Möl (e. gravel).....	8
1.3.10 Ýmsar skilgreiningar.....	8
1.3.11 Bergbrigði.....	9
1.3.12 Ummyndun og ummyndunarstig	9
1.3.13 Þéttleiki og þéttleikastig.....	10
1.3.14 Önnur einkenni.....	12
1.3.15 Lýsing á nokkrum bergbrigðum.....	13
1.3.16 Lögun korna	17
1.3.17 Fínefnasmurning á kornum	19
1.4 *Áhöld (e. Reagent and apparatus).....	20
1.5 Sýni til greiningar (e. Laboratory sample).....	20
1.6 Prófunaraðferð (e. Test procedure).....	20
1.6.1 Lýsing á bergsýni (e. Description of a massive rock sample).....	20
1.6.2 Lýsing á steinefnasýni (e. Description of an aggregate sample).....	20
1.6.3 Almennt.....	21
1.6.4 Greining.....	21
1.7 *Skýrsla (e. Test report).....	21
1.7.1 Almennt.....	22
1.7.2 Almennar upplýsingar um sýni	22
1.7.3 Bergbrigði sýnis	22
Viðauki A (upplýsandí): Orðanotkun (e. Annex A (informative) Nomenclature) ..	25
Viðauki B: Númer fyrir tölvuskráningu	26
B-1 Almennt.....	26
B-2 Kornastærð berggreind.....	26
B-3 Gerð sýnis.....	26
B-4 Bergbrigði sýnis.....	27
B-4.1 Bergtegund eða steindartegund.....	27
B-4.2 Ummyndunarstig.....	28
B-4.3 Þéttleikastig	28

B-4.4 Önnur einkenni.....	29
B-5 Lögun korna (form, ávali, hrýfi).....	29
B-6 Fínefnasmurning	30
B-7 Jarðmyndun.....	30
B-8 Jarðsögutímabil.....	31
2 Gæðaflokkun steinefna á grunni berggreiningar.....	32
2.1 Almenn.....	32
2.2 Gæðaflokkun einstakra bergbrigða	33
2.3 Gæðaflokkun heildarsýnis steinefnis	37
Viðauki I: Nákvæmni berggreiningar og gæðaflokkunar.....	39
I-1 Nákvæmnisathugun frá 2001	39
I-2 Tilviljanakennt frávik í hlutfalli bergbrigðis	40

Inngangur

Á Rannsóknastofnun byggingariðnaðarins (Rb) var þróað berggreiningarkerfi¹ sem byggir á því að greina bergtegund, ummyndunarstig og þéttleikastig steinefna og þar með fá fram það sem kallað er *bergbrigði*, auk þess að gefa upplýsingar um *lög* eða *ásýnd* (*form*, *ávala* og *hrýfi*) steinefnismolanna.

Berggreining er grundvöllur gæðaflokkunar sem byggir á reynslu af notkun viðkomandi bergbrigða í mannvirkjagerð. Gæðaflokkunin tekur mið af fyrirhugaðri notkun steinefnisins í steinsteypu, bikbundin slitlög eða óbundin lög, eða sambærilega notkun, en á grundvelli hennar hafa verið settar fram leiðbeinandi efniskröfur sem taka mið af áætlaðri áraun við notkun í mismunandi mannvirki.

Almennt er talið æskilegt að berggreining sé gerð áður en ráðist er í umfangsmeiri og dýrari prófanir, þar sem niðurstöður hennar gefa upplýsingar um hvort og hvaða aðrar prófunaraðferðir er rétt að framkvæma í framhaldinu.

Í skýrslu Efnisgæðanefndar BUSL samstarfsins nr. E-26 frá árinu 2000² eru settar fram leiðbeiningar við evrópskan staðal um einfaldaða berggreiningu, ÍST EN 932-3. Tilgangurinn með því verkefni var fyrst og fremst að innleiða Evrópustaðalinn og aðlaga áður nefnda íslenska aðferð við berggreiningu staðlinum, þannig að ákvæði hans væru uppfyllt.

Evrópustaðallinn, ÍST EN 932-3, sem gildir hér og annars staðar á evrópska efnahagssvæðinu nefnist á ensku: *Tests for general properties of aggregates – Part 3: Procedure and terminology for simplified petrographic description*.

Hér er lagt til að íslenskt heiti staðalsins verði: *Prófanir á almennum eiginleikum steinefna - 3. hluti: Aðferðir og orðanotkun við einfaldaða berggreiningu*.

Þess ber að geta að þessu leiðbeiningariti er skipt niður í tvo aðskilda hluta, kafla 1 og kafla 2.

Kafla 1 er að mestum hluta tekinn úr skýrslu E-26, en þar er um að ræða nánari og ýtarlegri lýsingar á berggreiningu hérlendis, en þó í fullu samræmi við staðalinn ÍST EN 932-3 um einfaldaða berggreiningu. Staðallinn hefur ekki verið þýddur á íslensku. Það er nauðsynlegt að útlista nánar hvernig berggreint er vegna þess að hér tíðkast að berggreina sýni í mun fleiri undirflokkum en staðallinn nefnir. Sem dæmi má nefna

¹ Þorgeir S. Helgason og Guðmundur H. Guðfinnsson 1989: Berggreiningarkerfi Rannsóknastofnunar byggingariðnaðarins – flokkun og gæðamat steinefna. Keldnaholti, 3. útgáfa.

² Þorgeir S. Helgason, Ásbjörn Jóhannesson, Guðmundur Sveinsson og Margrét I. Kjartansdóttir 2000: Berggreining – Leiðbeiningar Efnisgæðanefndar við staðalinn ÍST EN 932-3: 1996, áfangaskýrsla 2. Efnisgæðanefnd BUSL samstarfsins, skýrsla E-26.

að *bergtegundin* basalt er flokkuð áfram í nokkra undirflokka, þar sem *þéttleiki* og *ummyndunarstig* hvers efniskorns er metinn og flokkaður; þannig verða til það sem kallað er *bergbrigði* (en áður nefnt *berggerð*, í fyrrgreindu berggreiningarkerfi Rb). Því eru sett fram viðbótarákvæði við staðalinn varðandi mismunandi bergbrigði, byggð á þéttleika, ummyndun og stundum öðrum einkennum korna, svo sem veðrunarhúð, holufyllingum, palagóníthúð, dílum og fleiru. Einnig má nefna viðbætur vegna ýtarlegra mats á lögun korna og fínefnasmurningi en gert er ráð fyrir í staðlinum.

Kafla 2 snýr að gæðaflokkun steinefna, en hún byggist á berggreiningunni sjálfri sem lýst er í kafla 1. Kafla 2 er sömuleiðis að mestu byggður á áðurnefndri skýrslu BUSL samstarfsins nr. E-26 frá árinu 2000, sem aftur byggði að stórum hluta á skýrslu Rb frá 1989.

Leiðbeinandi gæðaflokkun steinefnis með tilliti til notkunar í steinsteypu, bikbundið slitlag eða óbundið burðar- eða styrktarlag, er ekki í samræmi við ÍST EN 932-3 og er alfarið þróuð héraðs og fyrst birt með berggreiningarkerfi Rb. Gæðaflokkunin felst í því að flokka hvert korn eða mola í prófsýninu í einn af þremur gæðaflokkum og ræðst sú flokkun af samsetningu bergbrigðisins og notkun þess í steinsteypu, bikbundið slitlag eða óbundið burðar- eða styrktarlag. Í framhaldi fær allt prófsýnið og þar með steinefnið í heild, gæðaflokkadreifingu, þ.e.a.s tiltekið hlutfall gæðaflokks 1, hlutfall gæðaflokks 2 og hlutfall gæðaflokks 3 (%).

Höfundar þessa leiðbeiningarits eru Gunnar Bjarnason, Pétur Pétursson og Þorgeir S. Helgason og er það von þeirra að berggreiningu og gæðaflokkun verði áfram beitt sem mati á gæðum steinefna.

1 Berggreiningarkerfið

Hér á eftir eru undirkaflaheiti í samræmi við kaflaheiti í staðlinum ÍST EN 932-3, í upprunalegri útgáfu 1996 með viðbót, A1 frá 2003. Til dæmis er undirkafli 1.1 *Gildissvið* samsvarandi kafla 1 *Scope* í staðlinum. Staðallinn hefur ekki verið þýddur og er hér miðað við enska útgáfu hans, en auk hans gilda frönsku og þýsku útgáfurnar sem frumútgáfur textans.

Eins og fram hefur komið er íslenska berggreiningarkerfið mun ítarlegra en staðall ÍST EN 932-3 um einfaldaða berggreiningu en þó í samræmi við grundvallarþætti hans en farið dýpra í vissa þætti sem eiga við íslenskar aðstæður. Því er nauðsynlegt að sá sem vinnur við berggreiningar kynni sér staðalinn vel, þar sem þar er að finna ýmis ákvæði og upplýsingar sem ekki eru þýdd og sett beint inn í þennan viðauka.

Ekki er lokið við að uppfæra neðangreinda lýsingu að nýrri útgáfu staðalsins, frá 2022, en þar sem það hefur verið gert er sett stjarna * framan við kafla- eða undirkaflaheitið (en engu að síður kann númerið að vera annað í nýju útgáfunni), en engar meiriháttar breytingar hafa verið gerðar á staðlinum við uppfærsluna.

ÍST EN 932-3: Simplified petrographic description

1.1 Gildissvið (e. Scope)

Í kafla 2 í ÍST EN 932-3 kemur m.a. fram að staðallinn nái aðeins yfir náttúruleg steinefni og að sá sem berggreinir skuli vera jarðfræðimenntaður og með reynslu af mannvirkjagerð.

1.2 *Tilvísanir í staðla (e. Normative references)

Vísað er í eftirfarandi staðla undir kafla 2 í ÍST EN 932-3:

EN 932-1, Tests for general properties of aggregates - Part 1: Methods for sampling.

EN 932-2, Tests for general properties of aggregates - Part 2: Methods for reducing laboratory samples. EN 933-2, Tests for geometrical properties of aggregates – Part 2: Determination of particle size distribution - Test sieves, nominal size of apertures.

1.3 Orðanotkun og skilgreiningar (e. Terms and definitions)

Í kafla 3 í ÍST EN 932-3 eru eftirfarandi hugtök og skilgreiningar teknar fyrir:

- 1.3.1 Berggrunnur (e. massive rock)
- 1.3.2 Jarðgrunnur (e. unconsolidated rock)
- 1.3.3 Storkuberg (e. igneous rock)
- 1.3.4 Setberg (e. sedimentary rock)
- 1.3.5 Myndbreytt berg (e. metamorphic rock)
- 1.3.6 Náttúruleg létt steinefni (e. natural lightweight aggregate)
- 1.3.7 Sýni til greiningar (e. laboratory sample)
- 1.3.8 Prófsýni (e. test portion)
- 1.3.9 Möl (e. gravel)

Til viðbótar við þessar skilgreiningar eru eftirfarandi skilgreiningar settar fram vegna íslenska berggreiningarkerfisins:

1.3.10 Ýmsar skilgreiningar

Gler/glerkennt

Lýsir kristöllumarástandi steinefnis. Gler er ókristallað efni eða fasi í grunnmassa korna og hefur einnig verið kallað steindalíki. Venjulega er umtalsvert magn af kristölluðum fösum eða steindum eins og fljótandi í glerinu, stundum meirihluti rúmmálsins. Dæmi um bergbrigði úr gleri er basaltgler, hrafninnna og vikur, sbr. lýsingar í kafla 1.3.15.

Hér er miðað við að í „glerkenndu“ steinefni eða korni sé hlutfall glerfasa minna og steinda meira en í gler-bergbrigðunum, sem lýst er síðar í þessum viðauka.

Korn/moli

Hver eining í safni steinefna eru hér oftast nefnd korn en stærri eining en sandstærð getur verið nefnd moli.

Mulningur

Malað berg eða malað set.

Set/laus jarðlög

Efni sem safnast hefur fyrir við lágan hita og þrýsting á yfirborði jarðar, t.d. leir, sandur og möl.

Steinefni

Samheiti yfir efni sem unnið er úr jarðgrunni eða berggrunni og hefur oftast farið í gegnum vinnsluferli. Steinefni hefur sömu merkingu og orðið „aggregates“.

1.3.11 Bergbrigði³

Eftirfarandi skilgreiningar eru notaðar á Íslandi um bergsýni og steinefni til að greina það sem kallað er bergbrigði:

- Bergbrigði er afbrigði *steindar eða bergtegundar*⁴. Afbrigði er skilgreint á grundvelli eftirfarandi einkenna:
- *Ummyndun* (eða ummyndunarstig - ferskt, nokkuð ummyndað, mjög ummyndað)
- *Þéttleiki* (eða þéttleikastig - þétt, nokkuð blöðrótt, mjög blöðrótt)

Stundum er auk ummyndunar og þéttleika greint frá öðrum einkennum afbrigðisins:

- *Önnur einkenni* (t.d. kristalkornastærð, dílar, holufyllingar)

Hverju bergbrigði tilheyrir því safn korna af sömu bergtegund eða sömu steintegund á sama ummyndunar- og þéttleikastigi.

1.3.12 Ummyndun og ummyndunarstig**Almennt**

Með ummyndun er átt við niðurbrot á frumsteindum og glerfasa í bergi og nýmyndun annarra steinda. Hér er ummyndun notuð sem samheiti yfir bæði veðrun og ummyndun. Veðrun er niðurbrot og breyting bergs nálægt yfirborði jarðar vegna t.d. úrkomu, hitabreytinga og/eða efnahvarfa. Ummyndun er niðurbrot og breyting bergs vegna hærri hita og/eða þrýstings eða breyttrar jarðvatnssamsetningar.

Eftirfarandi skilgreiningar gilda um ummyndunarstigin, en í viðauka B-4.2 er upptalning á ummyndunarstigunum og hverju fyrir sig er gefið númer til skráningar.

Ferskt eða lítt ummyndað

Korn sem er laust við alla ummyndun á frumsteindum og glerfasa eða hefur ummyndast að takmörkuðu leyti og án þess að það hafi áhrif á styrk þess, veðrunarþol og lit að nokkru marki. Í bergi sem hefur ólivíndíla, er mögulegt að sú steind hafi dökknað (dökkrauð, dökkbrún, dökkgrá) en ekki ummyndast yfir í leirsteindir. Í berginu geta verið lághitaholufyllingar, en stórar blöðrur eru yfirleitt ekki fylltar.

Við skoðun í bergfræðismásjá sést að ólivín- og glerfasar eru oft vatnaðir, en plagíóklas- og pýroxensteindir sýna almennt lítil sem engin merki breytingar. Ummyndun í grunnmassa, ef hún er einhver, er staðbundin og yfirleitt tengd

³ Nefnt berggerð í berggreiningarkerfi Rb frá 1989.

⁴ Hér má rifja upp, að steintegund eða steind (e. mineral) er kristallað efnasamband sem finnst í náttúrunni og að bergtegund er oftast gerð úr mörgum steindum. Stærri steindir í storkubergi nefnast dílar.

smásæjum sprungum í steindakornum eða blöðrum. Málmur getur verið byrjaður að oxast.

Nokkuð ummyndað

Korn sem er farið að breyta um lit og áhrifanna m.a. farið að gæta í lækkuðum styrk. Ólivíndílar í ummynduðu bergi eru orðnir að leirsteindum. Málmur í grunnmassa er verulega ummyndaður og reikna má með að plagíóklas- og pýroxensteindir séu byrjaðar að ummyndast og bergið haldi meirihluta upprunalegs styrks. Mjög algengt er að allar blöðrur séu fylltar. Holufyllingar geta verið margskonar: Seólítar (geislasteinar), leirsteindir, kvarssteindir o.fl.

Við skoðun í bergfræðismásjá sést að ólivín og glerfasar eru að fullu ummyndað og orðið að ummyndunarsteindum. Plagíóklas- og pýroxensteindir eru almennt byrjaðir að veikjast vegna útskolunar (uppleysing og tilfærsla efnis) og sprungur og kleyfnifletir þeirra eru oft litaðir. Ummyndun í grunnmassa er umtalsverð.

Mjög ummyndað

Korn þar sem frumsteindirnar eru að verulegu leyti ummyndaðar og áhrifa þess gætir m.a. í lágum styrk. Hiti hefur verið nógu hár til að bæði plagíóklas og pýroxen hafa ummyndast. Oft er svo mikill leir í sýninu að það hnoðast undir hamri. Yfirleitt eru ekki seólítar í mjög ummynduðu bergi. Algengustu holufyllingar eru kvarssteindir og kalsít.

Við skoðun í bergfræðismásjá sést að plagíóklas- og pýroxensteindir eru almennt mikið ummyndaðar út frá sprungum, kleyfniflötum og jöðrum. Grunnmassi er oft illa farinn af leirsteindum og öðrum ummyndunarfösum.

Í þennan flokk eru stundum sett korn, sem eru ummynduð en ekki mjög ummynduð skv. framangreindum skilgreiningum, en eru eingöngu með veikum holufyllingum og eru af þeim sökum mjög ótraust. Sömuleiðis korn sem hafa verið mjög ólivínrík en ólivínið ummyndast í leir og kornin orðið veik af þeim sökum, þótt aðrar steindir séu lítt ummyndaðir.

Óskilgreind ummyndun

Kornin hafa ekki verið flokkuð með tilliti til ummyndunar.

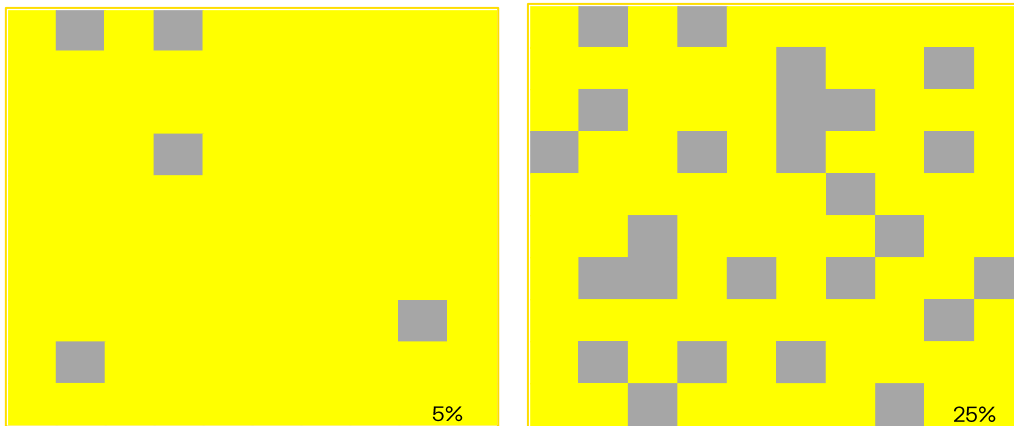
1.3.13 Þéttleiki og þéttleikastig

Almennt

Eftirfarandi skilgreiningar gilda um þéttleika, en í viðauka B-4.3 er upptalning á þéttleikastigunum og hverju fyrir sig gefið númer til skráningar.

Almennt gildir að með blöðrum/gropum er hér átt við ófylltar, óreglulegar eða ávalar holur, en einnig ófylltar, kantaðar holur á milli steinda í tilviki opinnar steindabyggingar sbr. hér á eftir, með dýpt meiri en þvermál og með þvermál meira en 0,2 mm.

Til aðstoðar við mat á hlutfallstölum hér að neðan má hafa stuðning af dreifimyndum eins og t.d. þeirri á mynd 1.1.

**Mynd 1.1**

Hlutfall grárra eininga á gulum fleti, t.d. bláðra/gropa

Þétt eða lítt blöðrótt

Blöðrur skv. framangreindri skilgreiningu eru á minna en 5%⁵ af yfirborði hvers korns. Undir þetta stig falla einnig korn með blöðrur með þvermál minna en u.þ.b. 0,1 til 0,2 mm, þ.e.a.s. blöðrur sem eru ógreinanlegar með berum augum.

Nokkuð blöðrótt

Blöðrur skv. framangreindri skilgreiningu eru á 5% - 25% af yfirborði hvers korns.

Mjög blöðrótt

Blöðrur skv. framangreindri skilgreiningu eru á meira en 25% af yfirborði hvers korns. Einnig teljast finblöðrótt korn falla best undir þetta stig.

Opin steindabygging

Opin steindabygging, þ.e.a.s. ófylltar, kantaðar holur á milli steinda, á meira en 25% af yfirborði hvers korns. Þessar holur myndast á síðari stigum kristöllumunar bergkvikunnar og ræðst lögun holrýmisins af steindum sem vaxið hafa áður en storknun lýkur.

Óskilgreindur þéttleiki

Kornin hafa ekki verið flokkuð með tilliti til þéttleika.

⁵ Í berggreiningarkerfi Rb frá 1989 var þetta hlutfall 20%.

1.3.14 Önnur einkenni

Almennt

Auk ummyndunar og þéttleika er stöku sinnum greint frá öðrum einkennum bergbrigðisins. Hér á eftir er lýst nokkrum „öðrum einkennum“ bergbrigða, en í viðauka B-4.4 eru þessi einkenni talin upp og hverju fyrir sig gefið númer til skráningar.

Meirihluti með palagónihúð

Meirihluti kornanna í þessu safni korna hefur húð af palagóníti (mógleri)⁶. Þetta eru alltaf korn gerð úr basaltgleri eða basaltgjalli. Yfirborð korna sem hafa palagónihúð, er brúnt eða rauðbrúnt, en undir yfirborðinu eru þau svört eins og sést í brotsári.

Meirihluti með veðrunarhúð

Meirihluti korna í þessu safni korna er veðraður á yfirborði, og lýsir sér þannig að þau korn sem hafa veðrunarhúð, eru öðruvísi á litinn á yfirborði en í brotsári.

Meirihluti með holufyllingar

Meirihluti korna í þessu safni korna hafa ummyndunarsteindir í holum.

Að hluta glerjað

Hluti hvers korns í þessu safni korna er gler, en að öðru leyti er það kristallað. Hvert korn er því glergljáandi að hluta. Algengt er að bólstraberg og set úr bólstrabergi sé að hluta glerjað.

Glerkennt

Grunnmassi hvers korns í þessu safni korna er að hluta til glerjaður, en að öðru leyti kristallaður. Basalt og íslandít (andesít) sem er glerkennt er mjög dökkt, en þó ekki glergljáandi.

Dílótt

Á víð og dreif um kornið í þessu safni korna eru steindir sem eru stærri en steindirnar í grunnmassanum í kring og hlutfall dílana er meira en 5% (eða annað tiltekið hlutfall) af flatarmáli kornsins. Ef dílarnir eru aðeins úr einni steind, þá kallað stakdílótt.

Dulkornótt/ fínkornótt/ smákornótt/ grófkornótt korn

Þessi orð lýsa steindakornastærð í grunnmassa storkubergs. Með steindakornastærð er hér átt við meðalþvermál steinda í grunnmassa að dílum undanskildum. Eftirfarandi flokkaskipting er notuð hér:

⁶ Sveinn Jakobsson 2007: Jarðfræði – myndun móberg. Surtsey-heimasíða Surtseyjarfélagsins.

<u>Stærðarflokkar grunmassa steinda</u>	<u>Þvermál steinda í grunmassa</u>
Dulkornótt	$d < 0,1 \text{ mm}$
Fínkornótt	$d = 0,1 - 1 \text{ mm}$
Smáskornótt	$d = 1 - 5 \text{ mm}$
Grófkornótt	$d > 5 \text{ mm}$

Straumflögótt

Blöðrustraumflögótt; blöðrur raðast upp vegna flæðis.

Steindastraumflögótt; steindir raðast upp vegna flæðis.

1.3.15 Lýsing á nokkrum bergbrigðum***Almennt***

Hafa má eftirfarandi lýsingar til hliðsjónar þegar bergbrigði á Íslandi eru ákvörðuð. Þau eru í stafrófsröð, og listinn er ekki tæmandi og sumpart tilfallandi hvaða bergbrigðum er lýst og hverjum ekki. Lýsingarnar eiga fyrst og fremst við einkenni sem sjást við litla sem enga stækkun, en síður þau sem þarf að greina í þunnsneið með bergfræðismásjá.

Einkennin sem lýst er fyrir hvert bergbrigði eru þessi:

- brotflötur (gildir um nýtt brotsár)
- gljái (gildir um nýtt brotsár)
- litur
- þéttleiki
- kristalkornastærð (segir til um stærð kristalkorna og stundum innbyrðis afstöðu kristalla eða aðra innri uppbyggingu)
- veðrunarhúð
- skýring

Ef óbreytt lýsing gildir að hluta til um bergbrigði sem á eftir kemur, er endurtekningu textans sleppt. Einnig er lýsingum á einstökum þáttum sleppt, ef þeir eru ekki þekktir.

Í viðauka B er skrá um númer eða kóta sem gilda um hin ýmsu atriði sem greind eru við berggreiningu og þar af gildir kafli B-4 um skráningu bergbrigða.

Basalt – ferskt

Gljái: Mattur.

Litur: Grár - dökkgrár.

Þéttleiki: Oft með blöðrur, eða opna kristal- eða steindabyggingu (og er þá gjarnan ljósara að sjá en ella).

Kristalkornastærð: Dul- eða fínkornótt. Stundum dílótt.

Veðrunarhúð: Gráleit eða brúngrá.

Skýring: Í bergfræðilegri flokkun er basalti skipt í undirtegundir, einkum ólívínþóleiít og þóleiít. Dólerít og gabbró hafa sömu efnasamsetningu og basalt en aðra kristalkornastærð, sbr. lýsingar hér að neðan. Ef kornið er úr gleri flokkast það sem basaltgler eða gjall, sbr. lýsingar síðar. Grágrýti og blágrýti eru nöfn yfir ásýnd á

basalti en eru ekki notuð í þessu kerfi. Stundum getur reynst erfitt að greina á milli íslandíts (andesíts) og basalts.

Basalt - nokkuð ummyndað

Litur: Grásvart, brúnsvart eða brúngrátt.

Skýring: Holufyllingar algengar.

Basaltgler - ferskt

Brotflötur: Ýmist reglulegur eða óreglulegur.

Gljái: Glergljái.

Litur: Svartur.

Kristalkornastærð: Oft dílótt.

Veðrunarhúð: Grá, brún eða rauðbrún.

Skýring: Samstofna basalti, sbr. lýsingar á því að framan en gert úr gleri. Basaltgler sem er mjög blöðrótt og með þunna blöðruveggi og lága rúmpýngd flokkast sem gjall, sbr. lýsingu á því að neðan. Í smásjá má greina tvær undirgerðir basaltglers, síderómelan og takkylýt (oft utan á bólstrum).

Basaltgler - nokkuð ummyndað

Litur: Brúnn eða rauðbrúnn.

Skýring: Ummyndað basaltgler (a.m.k. síderómelan-undirtegundin) nefnist öðru nafni palagónít og ummyndunarferillinn palagónítisering.

Dólerít - ferskt

Brotflötur: Óreglulegur.

Gljái: Mattur.

Litur: Ljósgrár - dökkgrár.

Kristalkornastærð: Smákornótt. Stundum dílótt.

Skýring: Greinist frá basalti og gabbrói á kristallastærð, en efnasamsetning er sú sama, sbr. lýsingar á þeim bergbrigðum. Annað nafn er míkrogabbró. Nokkuð ummyndað og mjög ummyndað dólerít er einnig nefnt díabas.

Dólerít - nokkuð ummyndað

Litur: Dökkt eða grænleitt.

Skýring: Annað nafn á ummynduðu dóleríti er díabas.

Frumsteindir

Skýring: Hér er átt við upprunalegar steindir storkubergs. Fyrst og fremst plagióklas-, pýroxen-, ólívín- og títánómagnetít-kristallar.

Gabbró - ferskt

Brotflötur: Óreglulegur.

Gljái: Mattur.

Litur: Grásvartur. Ræðst af hlutfalli dökkra og ljósra steinda. Oft flekkóttur.

Þéttleiki: Oftast þétt.

Kristalkornastærð: Grófkornótt.

Skýring: Sama efnasamsetning og í basalti og dóleríti en greinist frá þeim á kristallastærð, sbr. lýsingar á þeim bergbrigðum.

Gabbró - nokkuð ummyndað

Litur: Dökkar við ummyndun. Fær oft grænleitan eða bláleitan blæ.

Gjall

Brotflötur: Óreglulegur.

Gljái: Mattur.

Litur: Rauður, svar-blár.

Þéttleiki: Mjög blöðrótt.

Kristalkornastærð: Stundum dílótt.

Skýring: Samstofna basalti, sbr. lýsingar á því að framan en flest eða öll korn eru úr gleri. Er með þunna blöðruveggi og lága rúmpyngd. Önnur nöfn eru t.d. hraungjall og rauðamöl.

Granófýr - ferskt

Brotflötur: Óreglulegur.

Gljái: Mattur.

Litur: Ljósgrár, ljósbleikur.

Þéttleiki: Oftast þétt.

Kristalkornastærð: Smákornótt. Plagióklas- og kvarsríkt.

Skýring: Svipuð efnasamsetning og í ríólíti (líparíti), sbr. lýsingu á því, en önnur kristalkornastærð (stærri korn).

Hraftinna - fersk

Brotflötur: Báróttur.

Gljái: Glergljái.

Litur: Svartur.

Þéttleiki: Oftast þétt.

Skýring: Samstofna ríólíti (líparíti) (kristallað) en gert úr gleri, sbr. lýsingar á því. Sjá einnig lýsingu á bergbrigðinu ríólitgler (líparitgler). Verður matt við veðrun.

Holufyllingar

Skýring: Ýmsar tegundir af steindum (seólítar, kvarssteindir, kalsít, leirsteindir o.fl.) sem hafa myndast í holrými storkubergs einhvern tíma eftir að það storknaði, venjulega á hundruðum eða þúsundum ára, en hafa síðar losnað úr því.

Íslandít (andesít) - ferskt

Brotflötur: Báróttur.

Gljái: Mattur eða hálfmattur.

Litur: Dökkgrár. Oft fjólublá slikja og stundum rauðleitir taumar.

Kristalkornastærð: Dulkornótt. Oft glerkennt og straumflögótt.

Veðrunarhúð: Brún. Stundum rauðfjólublár blær.

Skýring: Í bergfræðilegri flokkun er íslandíti skipt í undirtegundir. Stundum getur reynst erfitt að greina á milli íslandíts (andesíts) og basalts.

Íslandít (andesít) - nokkuð ummyndað

Litur: Grásvartur.

Móberg

Brotflötur: Óreglulegur.

Gljái: Mattur.

Þéttleiki: Oft blöðrótt, en hefur líka oft þést af holufyllingum.

Litur: Brúnn, rauðbrúnn, stundum ljósgrár vegna holufyllinga.

Kristalkornastærð: Gert úr kornum af basaltgleri, sbr. lýsingu á því bergbrigði og eru þau límd saman og meirihluti þeirra er ummyndaður, sbr. lýsingu á bergbrigðinu basaltgler-nokkuð ummyndað. Kornin eru oft dílótt.

Skýring: Í móbergsmyndun geta verið ýmsar ásýndir bergs, t.d. (móbergs-)túff, bólstraberg, brota- eða þursaberg, bólstrabrotaberg og kubbaberg.

Óþekkt bergbrigði

Skýring: Í þennan flokk eru sett ýmis bergbrigði, sem eru lítið hlutfall af heildarsýninu (0-5%) og ekki er hægt að greina án umtalsverðrar fyrirhafnar.

Ríólít (líparít) - ferskt

Litur: Ljósgrár, bleikur eða gulur.

Kristalkornastærð: Dulkornótt. Oft dílótt og þá stundum með kýlingum. Oftast straumflögótt.

Skýring: Í bergfræðilegri flokkun er ríólíti skipt í undirtegundir. Ríólítgler (líparítgler), hrafninnu eða vikur er ókristölluð bergbrigði (gler), samstofna ríólíti (líparíti), sbr. lýsingar á þessum bergbrigðum. Granófýr hefur svipaða efnasamsetningu og ríólít (líparít), en aðra kristalkornastærð.

Ríólít (líparít) - nokkuð ummyndað

Litur: Ljósbrúnn, rauðleitur.

Ríólítgler (líparítgler)

Skýring: Heitið ríólítgler (líparítgler) er notað þegar ekki er hægt að flokka kornið í hrafninnu eða vikur, sbr. lýsingar á þeim. Þessir erfiðleikar eru mest áberandi í greiningu í þunnsneið.

Setberg

Gljái: Mattur.

Kristalkornastærð: Setberg er samsett af samlímdum kornum og/eða steindum.

Skýring: Setberg er samheiti, sem nær yfir ýmsar bergtegundir. Í undantekningar-tilvikum eru kornin flokkuð skv. þessu, en meðal setbergstegunda eru þessar:

- Leirsteinn. Ríkjandi korn eru minni en 0,002 mm í þvermál.
- Syltarsteinn. Ríkjandi korn eru 0,002 - 0,063 mm. Í leirsteini og syltarsteini sjást einstök korn ekki með berum augum.
- Sandsteinn. Ríkjandi korn eru 0,063 - 4 mm.
- Völuberg. Ríkjandi korn eru 4 - 250 mm.
- Hnullungaberg. Ríkjandi korn eru stærri en 250 mm.
- Jökulberg. Harðnaður jökulruðningur (móreng). Einkennandi er syltar- eða leirkenndur grunnur, sandkorn og vökur af ýmsum stærðum.

- Leirsteinsvöluberg. Einkennandi er syltar eða leirkenndur grunnur, sandkorn og völu af ýmsum stærðum.
- Rauðaberg⁷. Ummynduð gjóska og mold í rauðum millilögum.

Það skal tekið fram að þessi stærðarflokkun er samkvæmt flokkun setlagafraeði og er að hluta til önnur en sú sem er notuð í Efnisgæðaritinu, sbr. kafla 2 Inngangur.

Vikur - ferskur

Brotflötur: Ýmist reglulegur eða óreglulegur.

Gljá: Mattur.

Litur: Ljósgrár, bleikur eða gulur.

Þéttleiki: Blöðrótt.

Kristalkornastærð: Smákornótt, stundum dílótt.

Skýring: Samstofna ríólíti (líparíti) (kristallað) og hrafninnu (gler) og gert úr gleri, sbr. lýsingar á þeim bergbrigðum. Sjá einnig lýsingu á bergbrigðinu ríólítgler (líparítgler).

Er með þunna blöðruveggi og svo lága rúmpýngd að vikur flýtur á vatni.

Ýmis bergbrigði

Sjá kafla 1.7.3 varðandi Ýmis bergbrigði (góð og meðalgóð) og Ýmis bergbrigði (lökust).

1.3.16 Lögum korna

1.3.16.1 Almennt

Ytri gerð eða lögun/ásýnd korna er lýst út frá þrenns konar eiginleikum eða þáttum; formi, ávala og hrýfi (yfirborðsáferð) korna.

Við mat á lögun/ásýnd korna skal greina a.m.k. 150 korn, eða öll korn sem eru berggreind. Þessa þætti þarf að greina/sjónmeta í upphafi berggreiningar, áður en korn eru brotin til nánari greiningar.

1.3.16.2 Lögunarþáttur – form⁸

Til grundvallar ákvörðunar forms eins og sú greining er gerð hér liggur ímynduð mæling á þremur innbyrðis hornréttum ásum fyrir minnsta mögulega umliggjandi kassa (prisma) kornsins⁹:

- a-ás eða langás (L) er lengsti hugsanlegi ás kassans,
- b-ás eða miðás (I) er lengsti ás kassans þvert á a-ás, og
- c-ás eða skammás (S) er þvert á hina tvo.

⁷ Kristján Sæmundsson og Einar Gunnlaugsson 1999. Íslenska steinabókin. Mál og menning.

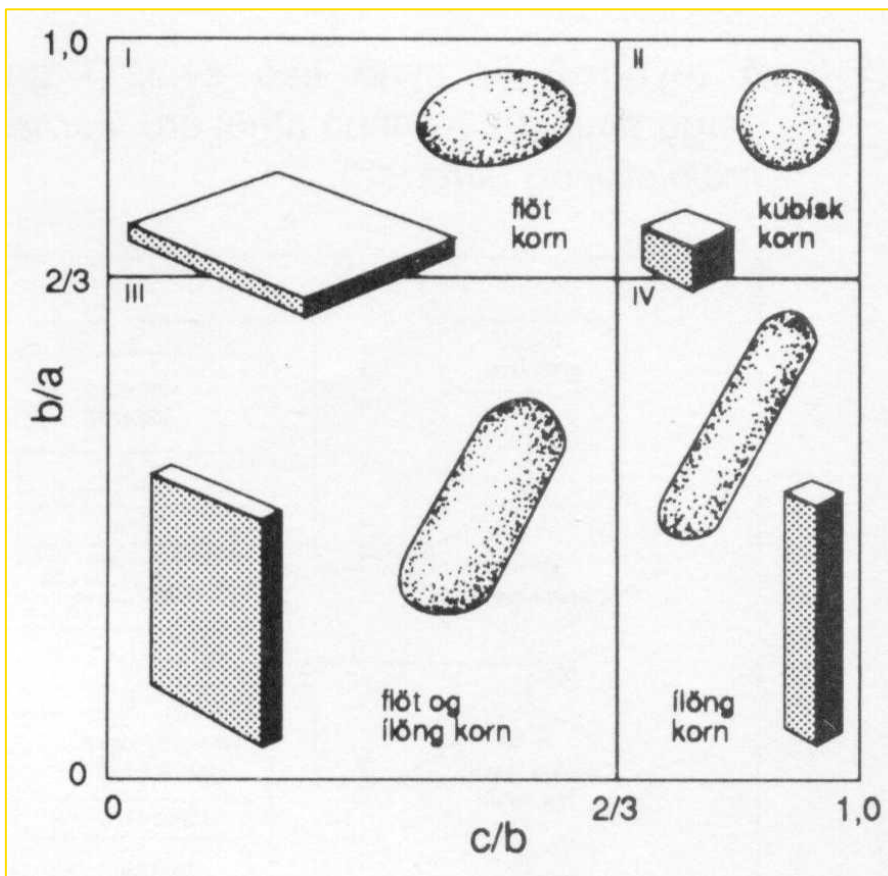
⁸ Nefnt kýlni í berggreiningarkerfi Rb frá 1989.

⁹ Dansk standardiseringsråd 1978. DS 405.6. Prøvningsmetoder for sand-, grus og stenmaterialer. Kornform.

Lengdarhlutföllin í lengd = b/a (I/L) og flögun = c/b (S/I) eru notuð til að skilgreina fjóra mismunandi formflokka:

- I Flöt korn
- II Teningslaga/kúbísk korn
- III Flöt og ílöng korn
- IV Ílöng korn

Hér dugar þó oftast að styðjast við mynd af mismunandi formflokkum, sjá mynd 1.2, og ákvarða í hvaða formflokka kornin lenda, sbr. viðauka B-5.



Mynd 1.2

Form – einn þáttur lögunar¹⁰

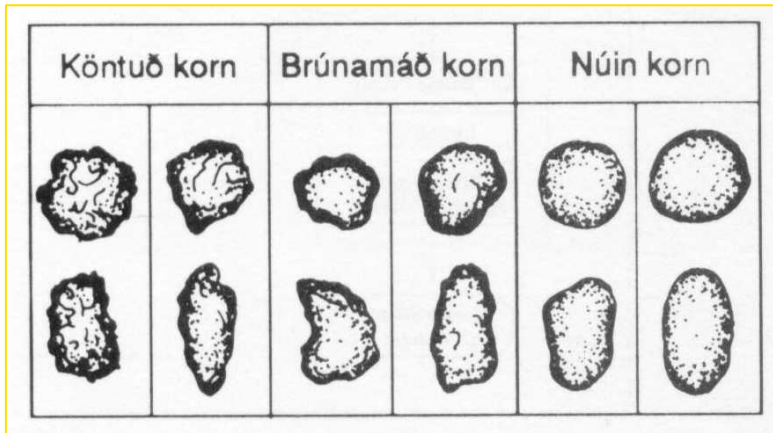
1.3.16.3 Lögunarþáttur – ávali

Með ávala (e. roundness eða angularity) er átt við hversu skarpar brúnir og horn eru á kornum. Eftirtaldir ávalaflokkar eru afmarkaðir:

- Köntuð korn
- Brúnamáð korn
- Núin korn

¹⁰ Ozol, M.A. 1978: Shape, surface texture, surface area and coatings. Kafli 35 í bókinni: Significance of tests and properties of concrete and concrete-making materials, ASTM Special Technical Publication 1698, bls. 584-628.

Til að ákvarða ávala er notuð mynd, sjá mynd 1.3, og ákvarðað í hvaða ávalaflokka kornin lenda, sbr. viðauka B-5¹¹.



Mynd 1.3

Ávali – einn þáttur lögunar¹²

1.3.16.4 Lögunarþáttur – hrýfi

Hrýfi (e. roughness) lýsir því hversu hrjúft yfirborð korna er. Kornum er skipt í tvo flokka eftir hrýfi, sem er hér fyrst og fremst metið með snertiskyni:

- Hrjúf korn.
- Slétt korn.

Ákvarðað er í hvaða hrýfisflokk korna lendir, eða talið og reiknuð hlutfallsleg dreifing, sbr. viðauka B-5.

1.3.17 Fínefnasmurning á kornum

Fínefnasmurning lýsir því hversu mikið er af fínefni, þ.e.a.s. sylti og leir, á yfirborði korna. Fyrir hvert sýni er ákvarðað í hvern eftirtalinna flokka stærsti hluti korna lendir, sbr. viðauka B-6:

- Hreint. Kornid er laust við fínefni.
- Fínefnasmitað. Kornid smitar frá sér fínefni af yfirborði og auðvelt er að bursta það af.
- Fínefnasmurt. Kornid er með fínefni á yfirborði sem losnar ekki af nema við skolun.
- Fínefnakleprað. Á yfirborði kornsins er fínefni sem losnar ekki af nema beitt sé skolun og burstun.

¹¹ Ef óskað er eftir greiningu í hvern af hinum sex flokkum má nota þessi heiti, sbr. Powers, M.C. 1953: A new roundness scale for sedimentary particles. Jour. Sed. Petrology, 23, bls. 117-119.: Mjög köntuð korn, köntuð, hlutaköntuð, hlutanúin, núin, mjög núin korn.

¹² Byggt á: Powers, M.C. 1953: A new roundness scale for sedimentary particles. Jour. Sed. Petrology, 23, bls. 117-119.

1.4 *Áhöld (e. Reagent and apparatus)

Í kafla 4 í ÍST EN 932-3 eru eftirfarandi áhöld nefnd í staðlinum:

- Sigti (e. Test sieve)
- Stækkunargler (e. Hand lens)
- Vasahnífur (e. Pen knife)
- Víðsjá (e. Stereoscopic microscope)
- Bergfræðismásjá (e. Polarizing microscope; valkvæð)
- Saltsýra (e. Reagent, diluted hydrochloric acid)
- Segull (e. Magnet; valkvæður)

Til viðbótar við ofangreind áhöld eru eftirfarandi áhöld tekin fram vegna íslenska berggreiningarkerfisins:

- Lítill hamar.
- Öryggisgleraugu.
- Stálplata eða önnur hörð undirstaða.
- Góð lýsing.

1.5 Sýni til greiningar (e. Laboratory sample)

Sem dæmi má nefna að í kafla 5 um sýnatöku (e. sampling) í staðli ÍST EN 932-3 kemur m.a. fram að sýni geta verið úr námuvegg, borkjarna eða úr framleiddu steinefni. Einnig kemur fram að sýnastærð er háð hámarks-kornastærð og vísað í bæði ÍST EN 932-1 (sýnataka) og ÍST EN 933-1 (aðferð við sigtun).

1.6 Prófunaraðferð (e. Test procedure)

1.6.1 Lýsing á bergsýni (e. Description of a massive rock sample)

Kafla 6.1 í staðli ÍST EN 932-3 lýsir því hvernig skoðun á sýni fer fram, annars vegar á bergsýni (e. massive rock sample) og hins vegar á unnu jarðefni, þ.e.a.s. steinefni. Þar er meðal annars tekið fram að lýsa skuli bergsýni með steindastærð, áferð, gropu, lit og fleiru. Einnig gerðir steinda (kvars, feldspat o.s.frv.) og hlutföll þeirra, auk ummyndunar og veðrunar.

1.6.2 Lýsing á steinefnasýni (e. Description of an aggregate sample)

Steinefni á stærðarbilinu 0,1 mm til 63 mm skal lýst með tilliti til lögunar korna, hrýfis og áferðar, auk bergbrigða með talningu nægilega margra efniskorna. Hér er litið svo á að sýni sem er stærra en 63 mm flokkist með bergsýni.

Til viðbótar við þessar lýsingar á berggreiningu eru eftirfarandi atriði sett fram hér vegna íslenska berggreiningarkerfisins, sem sagt í köflum 1.6.3 og 1.6.4:

1.6.3 Almennt

Steinefni þarf oft að þvo, en gæta skal þess að skilja eftir óþvegið efni til að kanna hreinleika korna. Áður en efni er berggreint er það sigtað í mismunandi kornastærðir eftir skiptingu (splittun). Þó aðeins sé greind ein kornastærð er æskilegt að berggreinandinn fái sem flestar kornastærðir í hendur, aðallega til að hægt sé að meta hvort breyting verði á samsetningu efnisins eftir kornastærð. Ef það er metið svo er ástæða til að geta þess í athugasemdum á eyðublaði.

1.6.4 Greining

Grófkorna steinefni

Korn sem eru stærri en 4 mm eða stærri en 5,6 mm er oft hægt að greina án víðsjár, en oftast er hún þó notuð. Heppilegar stærðir korna við greiningu á grófgerðu steinefni eru t.d. 5,6/8 mm, 8/11,2 mm og 11,2/16 mm.

Fínefnasmurning á kornunum þarf að greina áður en sýnið er þvegið á rannsóknastofu og ákvarðað er í hvaða flokk stærsti hluti kornanna fellur, sjá grein 1.3.17.

Greind er lögun/ásýnd kornanna, áður en bergbrigðagreiningin fer fram, þ.e.a.s. þættirnir form, ávali og hrýfi, sjá grein 1.3.16.

Loks eru kornin greind m.t.t. bergbrigðis, þ.e.a.s. bergtegundar eða steintegundar (steindar), ummyndunar, þéttleika og stundum annarra einkenna.

Kornastærðardreifing sýnisins er höfð til hliðsjónar við val á stærð til greiningar, og þarf stundum að greina fleiri en eina kornastærð. Greiningin fer þannig fram að tekin eru nokkrir tugir upp í nokkur hundruð korn, allt eftir því hve nákvæm greiningin á að vera, en skv. gildandi staðli skal að lágmarki greina 150 korn. Fyrst eru kornin flokkuð í sundur eftir steintegund eða bergtegund. Síðan er hver tegund sundurgreind eftir bergbrigðum í ljósi ummyndunar og þéttleika. Ummyndunarstig er best metið í fersku brotsári. Sum sýni, sérstaklega möluð og ferskleg sýni, er hægt að greina með berum augum, en oftast þarf að brjóta mikinn hluta kornanna og skoða í víðsjá. Korn af sama bergbrigði eru talin saman og skráð.

Finkorna steinefni

Þegar greina á steinefni af minni kornastærð 0,1 mm til 4 mm verður yfirleitt að greina kornin í þunnsneið í bergfræðismásjá. Talning í þunnsneiðum fer þannig fram að farið er yfir sneiðina með fyrirfram ákveðinni færslu og þau korn greind og talin sem lenda í miðju krosshári smásjárinnar. Algengt er að greind séu 400 korn. Að öðru leyti gildir hér flest það sem segir um grófgerð steinefni að framan. Þó má geta þess að erfitt getur verið að greina blöðrumagn í þunnsneið og gæðaflokkun efnis í þunnsneið er því ekki alveg sambærileg við handsýni.

1.7 *Skýrsla (e. Test report)

Kafla 7 í staðli ÍST EN 932-3 lýsir því hvernig setja á fram niðurstöður berggreiningar. Þar kemur meðal annars fram að vísa skal til staðalsins, hvaðan sýnið er komið, heiti prófunarstofu, dagsetning greiningar, niðurstöður berggreiningar og frávik frá greiningaraðferðinni ef einhver eru og einnig óvenjulega eiginleika efnisins. Einnig má

til viðbótar setja fram upplýsingar um sýnatöku, skiptingu sýna, þyngd sýna og jarðfræðilegar upplýsingar, svo sem jarðmyndun skv. B-7 og jarðsögutímabil skv. B-8.

Til viðbótar við þær upplýsingar sem staðallinn tiltekur eru eftirfarandi atriði sett fram vegna íslenska berggreiningarkerfisins:

1.7.1 Almenn

Niðurstöðurnar sem birtar eru í prófunarskýrslu eru einkum þessar:

- Almennar upplýsingar um sýni, sjá kafla 1.7.2.
- Bergbrigði korna, lögun og fínefnasmurning.
- Jarðfræðilegar upplýsingar, sjá viðauka B.
- Athugasemdir, t.d. ef augljósar breytingar verða á hlutfalli bergbrigða með stærð korna eða óvæntar niðurstöður.

1.7.2 Almennar upplýsingar um sýni

Meðal þeirra upplýsinga sem æskilegt er að skrá eru eftirfarandi:

- Verkkaupi (greiðandi).
- Fulltrúi verkkaupa.
- Nafn prófunarstofu.
- Númer verks eða prófunar (rannsóknar).
- Dagsetning prófunar.
- Nafn eða upphafsstafir greinanda.
- Sýnisnúmer innan verks.
- Sýnisgerð, sbr. viðauka B-3.
- Hvernig sýnið er greint, sbr. viðauka B-3.
- Númer þunnsneiðar ef við á.
- Númer þeirrar kornastærðar sem greind er, sbr. viðauka B-2.
- Nafn námu og námunúmer Vegagerðarinnar.
- Nafn vinnslustaðar.
- Staðsetning eða hnit námu eða vinnslustaðar.
- Sýnatökustaður innan námu eða vinnslustaðar (t.d. af færibandí, úr vinnsluhaug).
- Dagsetning sýnatöku.
- Efnisgerð eða vöruheiti (t.d. 0/22 burðarlag, 8/11 klæðing).

1.7.3 Bergbrigði sýnis

Bergbrigði

Við skráningu niðurstaðna fær hvert bergbrigði eina línu. Hver lína skiptist í nokkra dálka:

- Heiti bergbrigðis.
- Fjöldi greindra korna og hlutfall sem hundradshluti með einum aukastaf.
- Númer bergbrigðis, sbr. viðauka B-4.
- Þriggja stafa númer fyrir bergtegund eða steintegund (steind), sjá viðauka B-4.1.
- Einn stafur fyrir ummyndunarstig, sjá viðauka B-4.2.
- Einn stafur fyrir þéttleikastig, sjá viðauka B-4.3.

→ (Tveir stafir fyrir önnur einkenni ef þau eru skráð, sjá viðauka B-4.4). Þegar samanlagt hlutfall tveggja eða fleiri bergbrigða í sýni er lítið (innan við 5% samanlagt), getur verið ástæða til að takan saman í hóp mismunandi bergbrigði. Eftirfarandi hópar hafa verið skilgreindir:

Ýmis bergbrigði (góð og meðalgóð)

Skýring: Þau bergbrigði sem sett eru undir þennan flokk, eru þannig að þau geta talist góð eða meðalgóð við mannvirkjagerð¹³.

Ýmis bergbrigði (lökust)

Skýring: Þau bergbrigði sem sett eru undir þennan flokk, eru þannig að þau geta talist varasöm við mannvirkjagerð¹⁴.

Ýmis bergbrigði (óskilgreind gæði)

Skýring: Þau bergbrigði sem sett eru undir þennan flokk, eru þannig að gæði þeirra eru óskilgreind við mannvirkjagerð¹⁵.

¹³ Flokkast sem 2. flokks korn í gæðaflokkun.

¹⁴ Flokkast sem 3. flokks korn í gæðaflokkun.

¹⁵ Flokkast sem 3. flokks korn í gæðaflokkun.

Í töflu 1.1 er dæmi um skráningu niðurstaðna berggreiningar.

Tafla 1.1

Dæmi um skráningu niðurstaðna berggreiningar

Bergbrigði: bergtegund eða tegund steindar- ummyndunarstig- þéttleikastig- (önnur einkenni)	Fjöldi korna n (-)	Hlutfall korna x (%)	Nr. bergbrigðis: bergtegund eða tegund steindar-ummyndunarstig- þéttleikastig- (önnur einkenni)
Basalt-ferskt eða lítt ummyndað-nokkuð blöðrótt	126	52,5	001-1-2
Basalt-nokkuð ummyndað- þétt eða lítt blöðrótt (meiri hluti með holufyllingar)	57	23,8	001-2-1(-15)
Basaltgler-ferskt eða lítt ummyndað-nokkuð blöðrótt	33	13,8	009-1-2
Gjall-nokkuð ummyndað-mjög blöðrótt	17	7,0	011-2-3
Plagióklas-óskilgreind ummyndun-óskilgreindur þéttleiki	2	0,8	062-5-5
Ýmis bergbrigði (lökust)- óskilgreind ummyndun- óskilgreindur þéttleiki	5	2,1	024-5-5
Fjöldi og hlutfall alls	240	100,0	

Lögun (kornalögun)

Skráðar eru niðurstöður um form, ávala og hrýfi, sbr. viðauka B-5.

Fínefnasmurning Skráðar eru niðurstöður um fínefnasmurning stærsta hluta kornanna, sbr. viðauka B-6.

Viðauki A (upplýsandi): Orðanotkun (e. Annex A (informative) Nomenclature)

Viðaukinn hefur upplýsingagildi og lýsir helstu flokkum (e. nomenclature) berggerða og skiptist í storkuberg (e. igneous rocks), setberg (e. sedimentary rocks) og myndbreytt berg (e. metamorphic rocks).

Heimildir og ýtarefni (e. Bibliography)

Í listanum er vísað til ýmissa staðla og rita sem fjalla um berggreiningu og bergfræði.

Til viðbótar við þær heimildir sem staðallinn tiltekur eru eftirfarandi heimildir tilgreindar vegna íslenska berggreiningarkerfisins:

Porgeir S. Helgason, Ásbjörn Jóhannesson, Guðmundur Sveinsson og Margrét I. Kjartansdóttir 2000: Berggreining – Leiðbeiningar Efnisgæðanefndar við staðalinn ÍST EN 932-3: 1996, áfangaskýrsla 2. Efnisgæðanefnd BUSL samstarfsins, skýrsla E-26 Vegagerðin.

Ásbjörn Jóhannesson og Pétur Pétursson 2001: Berggreining – áfangaskýrsla 3: Athugun á nákvæmni berggreininga gerðum í samræmi við ÍST EN 932-3 og leiðbeiningum Efnisgæðanefndar. Efnisgæðanefnd BUSL samstarfsins, skýrsla E-43. Vegagerðin.

Kristján Sæmundsson og Einar Gunnlaugsson 1999. Íslenska steinabókin. Mál og menning.

Powers, M.C. 1953: A new roundness scale for sedimentary particles. Jour. Sed. Petrology, 23, bls. 117-119.

Viðauki B: Númer fyrir tölvuskráningu

B-1 Almennt

Í ÍST EN 932-3 er ekki um að ræða viðauka B, en í leiðbeiningum Efnisgæðanefndar í BUSL samstarfinu, E-26, er sett fram kerfi til tölvuskráningar. Æskilegt að sömu lykklar séu notaðir um einstaka þætti berggreiningarkerfisins á prófunarstofum, þannig að hægt sé að rekja þættina á útskriftum berggreininga. Í töflunum hér að neðan eru þessir lykklar settir fram. Bent skal á að í sumum tilfellum er númeraröðin (lyklarnir) ekki samfelld, þ.e.a.s. að eyður myndast í samfelldu röðina. Meginskýringin á þessu er að sumir lykklar hafa verið felldir út og má sem dæmi nefna að lykklar fyrir kornastærðir í B-2 sem byggðust á ASTM sigtaröðinni hafa verið felldir út þar sem lykklar byggðir á EN sigtum gilda nú. Engu að síður er númerið í gildi hvað snertir eldri niðurstöður.

B-2 Kornastærð berggreind

Nr.	Kornastærð, mm
00	Sjá athugasemdir
19	8-11,2
20	11,2-12,5
31	0,125-0,25
32	0,25-0,5
33	0,5-1
34	1-2
35	2-4
36	4-8
37	8-16
38	16-31,5

Nr.	Kornastærð, mm
39	31,5-63
40	> 63
41	63-125
42	> 125
50	5,6-11,2
61	8-10
62	10-14
63	14-16
64	5,6-8
65	4-6,3
66	11,2-16

B-3 Gerð sýnis

Sýnisgerð

Nr.	Texti
0	Sjá athugasemdir
1	Set
2	Malað set
3	Bergbrot
4	Malað berg
5	Steinsteypa

Greint í

Nr.	Texti
0	Sjá athugasemdir
1	Handsýni
2	Punnsneið
3	Víðsjá

B-4 Bergbrigði sýnis**B-4.1 Bergtegund eða steindartegund**

Nr.	Berg- eða steindartegund
000	Ýmis bergbrigði (góð og meðalgóð)
001	Basalt
002	Íslandít (andesít)
003	Ríólít (líparít)
004	Móberg
005	Setberg
006	Holufyllingar
007	Skeljabrot
009	Basaltgler
010	Ríólítgler (líparítgler)
011	Gjall
012	Óþekkt bergbrigði
014	Hrafntinna
015	Biksteinn
017	Vikur
018	Leirsteinn
019	Syltarsteinn
020	Sandsteinn
021	Völuberg
022	Leirsteinsvöluberg
023	Jökulberg
024	Ýmis bergbrigði (lökust)
025	Dólerít
026	Granófýr
027	Gabbró

Nr.	Berg- eða steindartegund
061	Ólivín
062	Plagióklas
063	Kalífeldspat
064	Apatít
065	Spínill
066	Oxíð
067	Ilmenít
068	Magnetít
069	Hematít
070	Seólítar
071	Kabasít
072	Thomsonít
073	Analsím
074	Skólesít
075	Mesólít
076	Mordenít
077	Stilbít
078	Heulandít
079	Laumontít
080	Wairakít
081	Leirsteindir
082	Myndlaus brúnn leir
083	Smekít
084	Illít
085	Þenjanlegt klórít

028	Díórít	086	Klórít
029	Granít	087	Ummyndunarsteindir
048	Sementsefja	089	Kísilsteindir
049	Sementssteindir	090	Kalsedón
050	Píkrít - basalt	091	Ópall
051	Ólivínþóleíft - basalt	092	Kalsít
052	Þóleíft - basalt	093	Aragónít
053	Basaltískt íslandít	094	Epidót
054	Íslandít	095	Prenít
055	Dasít	096	Granat
057	Loftbólur, ekki notað	097	Amfiból
058	Frumsteindir	098	Wollastónít
059	Kvars	099	Pýrít
060	Pýroxen	100	Rauðaberg (rauð millilög)
		101	Ýmis bergbrigði (óskilgreind gæði)

ATH 1: Nr. 008, 013 og 016 hafa fallið úr gildi og flokkast nú undir öðrum númerum

ATH 2: Nr. 030 til 086 eru yfirleitt greind í þunnsneið. (Heiti og lýsingar má sjá í heimild¹⁶).

B-4.2 Ummyndunarstig

Nr.	Texti
0	Sjá athugasemdir
1	Ferskt eða lítt ummyndað
2	Nokkuð ummyndað
3	Mjög ummyndað
4	Óskilgreind ummyndun
5	Sjá athugasemdir

B-4.3 Þéttleikastig

Nr.	Texti
0	Sjá athugasemdir
1	Þétt eða lítt blöðrótt
2	Nokkuð blöðrótt
3	Mjög blöðrótt

¹⁶ Þorgeir S. Helgason og Guðmundur H. Guðfinnsson 1989: Berggreiningarkerfi Rannsóknastofnunar byggingariðnaðarinnar – flokkun og gæðamat steinefna. Keldnaholti, 3. útgáfa.

4	Opin steindarbygging
5	Óskilgreindur þéttleiki

B-4.4 Önnur einkenni

Eftirfarandi skammstafanir eru notaðar:

Mrh: meirihluti
m/: með

Nr.	Texti
03	Mrh. m/palagónihúð
05	Mrh. m/veðrunarhúð
15	Mrh. m/holufyllingarum
17	Mrh. m/fínefnakleprum
30	Að hluta glerjað
31	Glerkennt
40	Dilótt
48	Dulkornóttur
49	Finkornóttur
50	Smácornóttur
51	Grófkornóttur

B-5 Lögur korna (form, ávali, hrýfi)**Form**

Nr.	Texti
5	Flöt korn
6	Teningslaga korn
7	Flöt og ílöng korn
8	Ílöng korn

Ávali

Nr.	Texti
4	Köntuð korn
5	Brúnamáð korn
6	Núnin korn
7	Mjög köntuð korn
8	Köntuð korn
9	Hlutaköntuð korn
10	Hlutanúin korn
11	Núin korn
12	Mjög núin korn

Hrýfi

Nr.	Texti
3	Hrjúf korn
4	Slétt korn

B-6 Fínefnasmurning

Nr.	Texti
1	Mest er af hreinum kornum
2	Mest er af fínefnasmituðum kornum
3	Mest er af fínefnasmurðum kornum
4	Mest er af fínefnaklepruðum kornum

B-7 Jarðmyndun

Nr.	Berg- eða steindartegund	Nr.	Berg- eða steindartegund
001	Árkeila	16	Óseyri
002	Árset	17	Sjávarset
003	Árslétta	18	Strandset
004	Berghlaup	19	Stöðuvatnaset
005	Skriður	20	Veðrunarset
006	Fokjarðvegur	21	Vikrar
007	Foksandur	22	Þurrendisjarðvegur
008	Hraun	23	Hraunkargi
009	Hvarfleir	24	Malarhjalli
010	Jökulárset	25	Bólstraberg
011	Jökulruðningur (móreina)	26	Gangberg
012	Jökulumhverfi	27	Óskilgreindur berggrunnur
013	Móhella (hálfharðnað set)	29	Sjá athugasemdir
014	(Mannvistarlag)	30	Óskilgreind jarðmyndun
015	Mýrarjarðvegur		

B-8 Jarðsögutímabil

Nr.	Berg- eða steindartegund	Nr.	Berg- eða steindartegund
001	Tertíer (neógen og paleógen)	14	Trías
002	Kvarter	15	Júra
003	Fyrri hluti ísaldar	16	Krít
004	Síðari hluti ísaldar	17	Paleósen
005	Síðjökultími (ísaldarlök)	18	Eósen
006	Upphaf nútíma	19	Ólígósen
007	Forkambríum	20	Míósen
008	Kambríum	21	Plíósen
009	Ordóvisíum	22	Pleistósen
010	Silúr	23	Nútími
011	Devon	26	Sjá athugasemdir
012	Kol	27	Óskilgreint jarðsögutímabil
013	Perm		

2 Gæðaflokkun steinefna á grunni berggreiningar

2.1 Almennt

Eins og kemur fram í inngangi þessa leiðbeiningarits, að þegar berggreiningarkerfi Rannsóknastofnunar byggingariðnaðarins, Rb var þróað til fullnustu og gefið út á prenti árið 1989 þá var ákveðið að setja sérhvern mola í ákveðinn svokallaðan gæðaflokk, einn af þremur mögulegum, á grundvelli gæða bergbrigðisins og með tilliti til notkunar í hefðbundna steinsteypu annars vegar og hins vegar í bikbundið slitlag (eða sambærilegt efnislag). Þar með var hægt að gefa sýni sem kom til prófunar leiðbeinandi mat á heildargæðum sýnisins. Þessi flokkun byggði á reynslu og ágiskun starfsmanna Rb á þeim tíma.

Með Rb-blaði Yp1.004.1 „Berggreining í samræmi við Evrópustaðal ÍST EN 932-3“, var bætt við gæðaflokkun með tilliti til notkunar í óbundið burðar- eða styrktarlag og sambærileg efnislög.

Yfirleitt eru greind á milli 150 og 200 korn í heppilegum kornastærðum til að greina bergbrigðin og þar með til að leggja fram gæðaflokkun. Í viðauka I við þennan kafla leiðbeininganna er fjallað um nákvæmni gæðaflokkunar.

2.2 Gæðaflokkun einstakra bergbrigða

Gæðaflokkun bergbrigðanna er fengin á eftirfarandi hátt:

- Hverri berg- eða steindartegund er raðað í flokk miðað við gæði hennar og tiltekna notkun;
 - 1. flokkur (sem er bestur)
 - 2. flokkur (sem er meðalgóður)
 - 3. flokkur (sem er lakastur).
- Algengustu berg- og steindartegundundum hefur verið raðað í gæðaflokk, en ekki öllumenn sem komið er.
 - Sjá töflu 2.1.
- Hverju ummyndunarstigi er raðað í gæðaflokk.
 - Sjá töflu 2.2.
- Hverju þéttleikastigi er raðað í gæðaflokk.
 - Sjá töflu 2.3.

Gæðaflokkur bergbrigðis verður síðan skv. hæsta númeri eða gæðaflokki, 1, 2 að 3, sem fæst út úr flokkuninni hér að ofan.

Bent skal á að í sumum tilfellum er númeraröðin (lyklarnir) ekki samfelld í framangreindum töflum, þ.e.a.s. að eyður myndast í samfelldu röðina. Meginskýringin á þessu er að sumir lykjar hafa verið felldir út, annað hvort vegna „úreldingar“ eða að þeir eru ekki taldir eiga við varðandi gæðaflokkunina. Engu að síður er númerið í gildi hvað snertir eldri niðurstöður og því hlaupið yfir það en því ekki eytt.

Gæðaflokkun helstu bergbrigða er sýnd í töflu 2.4. Hér eru korn flokkuð í einn af 25 algengustu bergbrigðaflokkum, en eins og gefur að skilja eru basaltflokkarnir algengastir. Heildarniðurstaða gæðaflokkunar steinefnis er reiknuð sem hlutfall (%) korna í hverjum gæðaflokki, með tilliti til notkunar í steinsteypu, bikbundin slitlög og óbundin burðar- eða styrktarlög.

Tafla 2.1 sýnir gæðaflokkun berg- eða steindartegundar vegna notkunar í bikbundið slitlag, í steinsteypu og burðar- eða styrktarlag. 1. gæðaflokkur er bestur, 2. gæðaflokkur er meðalgóður og 3. gæðaflokkur er lakastur. Hér eru ekki allar berg- eða steintegundir sýndar sem taldar eru upp í þessum leiðbeiningum um berggreiningu.

Tafla 2.1

Gæðaflokkun berg- eða steindartegundar vegna mismunandi notkunar

Nr.	Berg- eða steindartegund	Gæðaflokkur í bikbundið slitlag	Gæðaflokkur í steinsteypu	Gæðaflokkur í burðar- eða styrktarlag
000	Ýmis bergbrigði (góð eða meðalgóð)	2	2	2
001	Basalt	1	1	1
002	Íslandít (andesít)	1	2	1
003	Ríólít (líparít)	2	2	2
004	Móberg	3	3	3
005	Setberg	3	3	3
006	Holufyllingar	3	3	3
007	Skeljabrot	2	2	2
009	Basaltgler	3	2	2
010	Ríólítgler (líparítgler)	3	3	2
011	Gjall	3	3	3
012	Óþekkt bergbrigði	3	3	3
014	Hrafninna	2	3	2
015	Biksteinn	2	3	2
017	Vikur	3	3	3
018	Leirsteinn	3	3	3
019	Syltarsteinn	3	3	3
020	Sandsteinn	3	3	3
021	Völuberg	3	3	2
022	Leirsteinsvöluberg	3	3	3
023	Jökulberg	3	3	2
024	Ýmis bergbrigði (lökust)	3	3	3
025	Dólerít	1	1	1
026	Granófýr	1	2	1
027	Gabbró	1	2	1
028	Díórít	1	2	1
029	Granít	1	1	1
055	Dasít	1	2	1
058	Frumsteindir	1	1	1
059	Kvars	1	2	1
063	Kalífeldspat	1	1	1
066	Oxíð	1	1	1
070	Seólítar	3	3	3
087	Ummyndunarsteindir	3	3	3
089	Kísilsteindir	1	2	1
100	Rauðaberg	3	3	3
101	Ýmis bergbrigði (óskilgreind gæði)	3	3	3

Tafla 2.2 sýnir gæðaflokkun ummyndunarstigs vegna notkunar í bikbundið slitlag, í steinsteypu eða í burðar- eða styrktarlag. 1. flokkur er bestur, 2. flokkur meðalgóður og 3. flokkur er lakastur.

Tafla 2.2

Gæðaflokkun ummyndunarstigs vegna mismunandi notkunar

Nr. ummyndunarstigs	Ummyndunarstig	Gæðaflokkur í bikbundið slitlag	Gæðaflokkur í steinsteypu	Gæðaflokkur í burðar- eða styrktarlag
1	Ferskt eða lítt ummyndað	1	1	1
2	Nokkuð ummyndað	2	2	2
3	Mjög ummyndað	3	3	3

Tafla 2.3 sýnir gæðaflokkun þéttleikastigs vegna notkunar í bikbundið slitlag, í steinsteypu eða í burðar- eða styrktarlag. 1. flokkur er bestur, 2. flokkur meðalgóður og 3. flokkur er lakastur.

Tafla 2.3

Gæðaflokkun þéttleikastigs vegna mismunandi notkunar

Nr. þéttleikastigs	Þéttleikastig	Gæðaflokkur í bikbundið slitlag	Gæðaflokkur í steinsteypu	Gæðaflokkur í burðar- eða styrktarlag
1	Þétt eða lítt blöðrótt	1	1	1
2	Nokkuð blöðrótt	2	1	1
3	Mjög blöðrótt	3	2	3
4	Opin steindarbygging	3	3	3

Tafla 2.4 sýnir dæmi um gæðaflokkun bergbrigða vegna notkunar í bikbundið slitlag, í steinsteypu eða í burðar- eða styrktarlag. 1. flokkur er bestur, 2. flokkur meðalgóður og 3. flokkur er lakastur. Hér eru ekki allar tegundir sýndar sem taldar eru upp í töflu B-4.1 í 1. kafla í þessum viðauka. Númer bergbrigða (t.d. 001-1-1) lýsa berg- eða steintegund, svo og ummyndunar- og þéttleikastigi ef við á.

Tafla 2.4

Gæðaflokkun algengustu bergbrigða

Bergbr. - númer	Bergbrigði - heiti	Gæðaflokkur í bikundið slitlag	Gæðaflokkur í steinsteypu	Gæðaflokkur í burðar- eða styrktarlag
001-1-1	Basalt-ferskt eða lítt ummyndað- þétt eða lítt blöðrótt	1	1	1
001-1-2	Basalt-ferskt eða lítt ummyndað-nokkuð blöðrótt	2	1	1
001-1-3	Basalt-ferskt eða lítt ummyndað-mjög blöðrótt	3	2	3
001-2-1	Basalt-nokkuð ummyndað-þétt eða lítt blöðrótt	2	2	2
001-2-2	Basalt-nokkuð ummyndað-nokkuð blöðrótt	2	2	2
001-3-1	Basalt-mjög ummyndað-þétt eða lítt blöðrótt	3	3	3
001-1-4	Basalt-ferskt eða lítt ummyndað-opin steindabygging	3	3	3
002-1-1	Íslandít (andesít)-ferskt eða lítt ummyndað-þétt eða lítt blöðrótt	2	1	1
002-2-1	Íslandít (andesít)-nokkuð ummyndað-þétt eða lítt blöðrótt	2	2	2
003-1-1	Ríólít (líparít)-ferskt eða lítt ummyndað-þétt eða lítt blöðrótt	2	2	2
003-2-1	Ríólít (líparít)-nokkuð ummyndað-þétt eða lítt blöðrótt	2	2	2
003-3	Ríólít (líparít)-mjög ummyndað	3	3	3
004	Móberg	3	3	3
005	Setberg	3	3	3
006	Holufyllingar	3	3	3
007	Skeljabrot	2	2	2
009-1-1	Basaltgler-ferskt eða lítt ummyndað-þétt eða lítt blöðrótt	3	2	2
011	Gjall	3	3	3
017	Víkur	3	3	3
025-1-1	Dólerít-ferskt eða lítt ummyndað-þétt eða lítt blöðrótt	1	1	1
025-2-1	Dólerít-nokkuð ummyndað-þétt eða lítt blöðrótt	2	2	2
026-1-1	Granófýr-ferskt eða lítt ummyndað-þétt eða lítt blöðrótt	2	1	1
026-2-1	Granófýr-nokkuð ummyndað-þétt eða lítt blöðrótt	2	2	2
027-1-1	Gabbro-ferskt eða lítt ummyndað-þétt eða lítt blöðrótt	2	1	1
027-2-1	Gabbro-nokkuð ummyndað-þétt eða lítt blöðrótt	2	2	2
000	Ýmis bergbrigði (góð eða meðalgóð)	2	2	2
024	Ýmis bergbrigði (lökust)	3	3	3

2.3 Gæðaflokkun heildarsýnis steinefnis

Eins og fram hefur komið í kafla 1 er tilgangur berggreiningarinnar fyrst og fremst að greina berggerðir steinefnasýna en það er fyrsta skrefið í mati á gæðum þeirra til notkunar í mannvirkjagerð. Bergbrigði geta verið sömu bergtegundar en ólík hvað varðar þéttleika og ummyndunarstig og tæknilegir eiginleikar þeirra þar með ólíkir. Til dæmis er vel þekkt að þéttleiki steinefna hefur veruleg áhrif á styrk þeirra og að ummyndunarstig hefur áhrif á veðrunarþol steinefna.

Hérlendis hefur tíðkast að gæðaflokka sýni, með tilliti til notkunar í bundin slitlög, í steinsteypu og í burðar- og styrktarlag. Gæðaflokkunin byggir á reynslu af gæðum mismunandi bergbrigða og er fyrst og fremst litið til ummyndunarstigs og þéttleika einstakra korna. Fyrsta flokks efni er yfirleitt ferskt og þétt basalt og annars flokks efni er yfirleitt einnig basalt, en ummyndað eða blöðrótt (gropið) að ákveðnu marki. Þó skal bent á að aðrar berggerðir en basalt geta lent í fyrsta og öðrum gæðaflokki, eins og skýrt kemur fram í kafla 2.2 hér að framan. Þriðja flokks efnið getur verið samsett úr mjög ummynduðu eða mjög blöðróttu basalti, en einnig ýmsum öðrum bergbrigðum, svo sem móbergi og brotum úr setbergi.

Oftast er litið fyrst og fremst til magns efnis sem lendir í þriðja gæðaflokki þegar nothæfi steinefnis er metið, en magn efnis í þeim flokki gefur oftast sterka hugmynd um hvort efnið muni standast aðrar kröfur sem gerðar eru til steinefnisins. Einnig er í vissum tilfellum litið til þess hversu mikið af efninu fer í 1. flokk, en það á sérstaklega við um steinefni sem ætlað er til nota í klæðingu eða malbik þar sem umferð er mjög mikil.

Bergbrigðadreifing úr berggreiningu ræður því í raun hvernig efnið flokkast í gæðaflokka, sem sagt gæðaflokkadreifingunni. Í Efnisgæðaritinu eru settar fram leiðbeinandi kröfur um gæðaflokkadreifingu úr berggreiningu fyrir mismunandi lög vega, en þær kröfur eru almennt strangari eftir því sem umferðarmagn eykst. Oftast er látið nægja að setja fram kröfuflokka um magn 3. flokks efnis, en þar sem umferð er mikil er einnig sett fram krafa um lágmarkshlutfall í 1. gæðaflokki fyrir klæðingu og malbik og auk þess fyrir steinefni í steinsteypu. Tafla 2.5 sýnir dæmi úr malbikskafli Efnisgæðaritsins, en þar er litið bæði til fyrsta flokks og þriðja flokks steinefnis fyrir umferðarmestu vegina.

Tafla 2.5

Dæmi um kröfur um leiðbeinandi gildi um gæðaflokkun skv. niðurstöðum berggreiningar, hér fyrir steinefni í malbik

Umferð (ÁDU)	Gæðaflokkur 1 AC og SMA, %	Gæðaflokkur 3 AC og SMA, %	Gæðaflokkur 1 BRL, %	Gæðaflokkur 3 BRL, %
< 3000	Ekki krafa	≤ 10	Ekki krafa	≤ 15
3000-8000	≥ 65	≤ 7	≥ 50	≤ 15
8000-15000	≥ 90	≤ 5	≥ 65	≤ 10
> 15000	≥ 90	≤ 3	≥ 65	≤ 10

Í töflunni stendur AC fyrir stífmalbik, SMA fyrir steinríkt malbik og BRL fyrir burðarlagsmalbik

Hafa ber í huga að leiðbeinandi kröfur geta verið misstrangar fyrir sambærilegt umferðarmagn, eftir því hvaða bergbrigði eru fyrir hendi í meirihluta í 3. gæðaflokki.

Athygli er vakin á tvenns konar kröfum um leyfilegt magn 3. flokks efnis samkvæmt berggreiningu þegar um styrktarlags- eða burðarlagssefni er að ræða, út frá ummyndunarstigi bergbrigðanna, sbr. dæmi í töflu 2.6.

Tafla 2.6

Dæmi um kröfur um leiðbeinandi gildi um gæðaflokkun skv. niðurstöðum berggreiningar, hér fyrir steinefni í burðarlag

Fjöldi þungra ökutækja	Hluti sýnis (%) í 3. gæðaflokki samkvæmt berggreiningu*	
	Mjög ummyndað steinefni	Ferskt eða lítt ummyndað steinefni
ÁDU _p	% í 3. flokki	% í 3. flokki
≥ 400	≤ 7	≤ 12
≥ 100	≤ 10	≤ 20
≥ 10	≤ 15 (20)	≤ 30 (35)
< 10	≤ 15 (25)	≤ 30 (40)

* Miðað er við að meirihluti þess efnis sem lendir í 3. gæðaflokki sé af viðkomandi berggerð. Kröfur innan sviga gilda fyrir burðarlag vega með malarlitlagi.

Munurinn á leiðbeinandi magni 3. flokks steinefnis í töflu 2.6 liggur í því að bergbrigði með ólíka eiginleika lenda í sama gæðaflokki samkvæmt kerfinu. Þar sem ummyndað bergbrigði eru talin mun óæskilegri fyrir styrktar- og burðarlög en fersk, eru gerðar rýmri kröfur til ferskra efna en ummyndaðra, jafnvel þótt þau séu fínblöðrott og brotni þar af leiðandi niður undan álagi. Ástæðan er sú að við niðurbrot mikið ummyndaðs bergs geta skaðlegar leirsteindir leyst úr læðingi, en við niðurbrot ferskra efna er afurð niðurbrotsins skaðlaus bergbrot fyrir burðarlag.

Að öðru leyti en því sem fjallað er um hér að ofan skal bent á að leiðbeinandi töflur um gæðaflokkun steinefna til mismunandi nota er að finna í kröfuköflum í viðkomandi köflum Efnisgæðaritsins. Dæmin sem tekin eru í töflum 2.5 og 2.6 sýna að full ástæða er til að kynna sér viðkomandi kröfukafla í Efnisgæðaritinu til að sjá hvernig kröfur til gæðaflokkunar steinefna skv. berggreiningu eru fyrir viðkomandi not.

Viðauki I: Nákvæmni berggreiningar og gæðaflokkunar

I-1 Nákvæmnisathugun frá 2001

Í 3. áfangaskýrslu Efnisgæðanefndar BUSL-samstarfsins um berggreiningu, E-43¹⁷ frá 2001, var fjallað um nákvæmni berggreiningar. Í ágrípi skýrslunnar segir:

Prettán jarðfræðingar greindu hver sín tvö sýni af dæmigerðu íslensku jarðseti, frá Hólalabru í Akraneshreppi. Jarðsetið er að langmestu leyti basalt, en blandað íslandíti og ríólíti. Basaltið er safn korna á mismunandi ummyndunar- og þéttleikastigum. Sýnin voru öll af sama stofni (skipt út úr einu og sama heildarsýninu) og þátttakendur greindu þau í samræmi við ÍST EN 932-3 og leiðbeiningar Efnisgæðanefndar. Niðurstöðurnar voru notaðar til að meta tvímælingagildi (e. repeatability) og samkvæmni (e. reproducibility) á hlutfalli bergtegunda, ummyndunarstigi og þéttleikastigi, svo og á hlutfalli þriggja algengra undirflokka (bergbrigða) í berggreiningum. Útreikningar á tvímælingagildi og samkvæmni voru gerðir í samræmi við ISO 5725-2, þó með nokkrum tilgreindum undantekningum. Auk þess er samræmi í mati þátttakenda á lögunarþáttum korna og fínefnasmurningu gerð nokkur skil.

Það skal tekið fram að þeir prettán jarðfræðingar sem tóku þátt í samanburðinum voru mjög mismikið þjálfaðir í berggreiningu og má segja að þess vegna hafi niðurstöður verið verri en búist var við. Niðurstöður skýrslunnar eru m.a. þessar:

- *Tvímælingagildi greininga eru á bilinu 1-8 (%) og samkvæmni á bilinu 2-16 (%). Gögnin eru ekki nægileg til að meta samband svörunarstigs (e. level) og tvímælingagilda, né heldur samband svörunarstigs og samkvæmni.*
- *Fyrirmæli ÍST EN 932-3 ásamt tilheyrandi leiðbeiningum, sem kveða á um greiningar til bergtegunda, og á ummyndun og þéttleika, eru nægilega skýr og ófullnægjandi nákvæmni í greiningum verður ekki rakin til þeirra.*
- *Greining til bergtegunda hefur viðunandi nákvæmni sem er sambærileg við nákvæmni á öðrum rannsóknnum á steinefnum.*
- *Nákvæmni á greiningu á ummyndun og þéttleika er ófullnægjandi, líklega vegna þess að mörkin milli flokka eru í eðli sínu ógreinileg og nákvæmari*

¹⁷ Ásbjörn Jóhannesson og Pétur Pétursson 2001: Berggreining – áfangaskýrsla 3: Athugun á nákvæmni berggreininga gerðum í samræmi við ÍST EN 932-3 og leiðbeiningar Efnisgæðanefndar. Efnisgæðanefnd BUSL samstarfsins, skýrsla E-43.

fyrirmæli um greiningar koma því ekki að gagni. Tilgreind staðalfrávik í þessari skýrslu eru fremur vanmat á nákvæmni greininganna en ofmat, meðal annars vegna þess að sýni af jarðsetum eru óhjákvæmilega sundurleit, og eftir skiptingu stofnsýnis í greiningarsýni verða þau misleit innbyrðis. Afleiðingin er sú að staðalfrávik tvímælingagildis og samkvæmni verða of há. Ef nákvæmnisrannsókn af þessu tagi verður endurtekin er æskilegt að rannsaka þessi áhrif sérstaklega og taka tillit til þeirra við mat á nákvæmni greininganna.

Í skýrslunni er bent á ýmiskonar not sem má hafa af niðurstöðunum. Meðal annars má nota þær til að reikna út öryggisbil fyrir niðurstöður greininga, til að meta hvort niðurstöður greininga eru marktækt frábrugðnar tilteknum kröfum í verklýsingum og til að meta nákvæmni afleiðdra stærða eins og gæðaflokkunar á steinefnum.

Það skal ítrekað að þetta eru niðurstöður nákvæmniathugunar frá 2001 og að sumir jarðfræðingarnir sem tóku þátt í athuguninni voru lítt þjálfaðir í berggreiningu. Ef farið verður í athugun á nákvæmni berggreiningarkerfisins aftur þarf að tryggja að allir sem taka þátt hafi góða reynslu af því að berggreina, jafnvel þótt fjöldi þátttakenda yrði verulega skertur miðað við fyrri athugun. Vonir standa til að endurskoðun á berggreiningarkerfinu sem sett er fram í þessum leiðbeiningariti geti leitt til þess að nákvæmni aðferðarinnar batni.

I-2 Tilviljanakennt frávik í hlutfalli bergbrigðis

Í Íðorðabankanum¹⁸, orðasafni um tölfræði, er nákvæmni skilgreind þannig:

Það hversu nálægar endurteknar mælingar með sömu aðferð eru hver annarri. Nákvæmni segir ekki til um hittni. Staðalfrávik er mælikvarði á nákvæmni. Minni nákvæmni birtist sem hærra staðalfrávik.

Í Íðorðabankanum er öryggisbil, CI (samheiti, vikmörk, öryggismörk, e. confidence interval) skilgreint þannig:

Bil sem umlykur með gefnum líkum stærð sem meta á. Hinar gefnu líkur nefnast öryggisstig. Sú fullyrðing að stærðin sé á öryggisbilinu er að jafnaði sönn í 95 af hverjum 100 tilvikum ef öryggisstigið er 95 %.

Ef fjöldi greindra korna eða mola í sýninu (n) er tiltölulega hár má með góðri nálgun reikna öryggisbil CI út frá normaldreifingu og oftast er þá miðað við 95 % öryggisstig. Til að reikna tvíhliða öryggisbil fyrir mælt hlutfall (%) bergbrigðis eða gæðaflokks má nota jöfnu I-1:

$$CI = x \pm (2 \cdot s) \quad (I-1)$$

¹⁸ Íðorðabankinn. (2023). Reykjavík: Stofnun Árna Magnússonar í íslenskum fræðum.

CI táknar öryggisbil mælinganna (%), hér tvíhliða; x táknar hlutfall viðkomandi bergbrigðis eða gæðaflokks í steinefnasýninu (%) og s táknar staðalfrávik (e. standard deviation; %).

Staðalfrávik í jöfnu I-1 má reikna út frá jöfnu I-2:

$$s = \sqrt{\frac{x \cdot (100 - x)}{n}} \quad (\text{I-2})$$

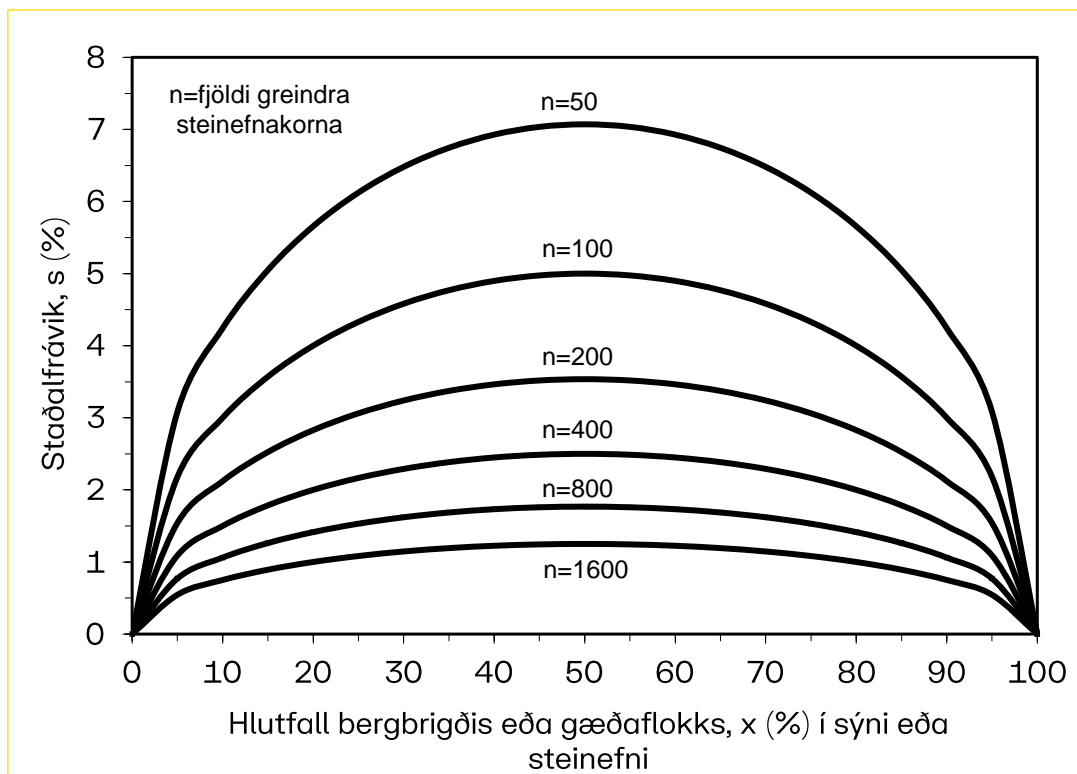
Í jöfnunni er s staðalfrávik (e. standard deviation) í %, x er hlutfall viðkomandi bergbrigðis eða gæðaflokks í % og n er fjöldi greindra korna.

Mynd I-1 sýnir staðalfrávik s sem fall af hlutfalli (%) bergbrigðis eða gæðaflokks og fjölda greindra korna eða mola n í sýni og steinefni. Þessa mynd má nota til að fara nærri um tilviljanakennt frávik í hlutfalli ákveðins bergbrigðis eða gæðaflokks í sýni, hvort sem frávikin stafa af breytileika í efninu eða af tilviljanakenndum breytingum í framkvæmd greiningarinnar.

Hér skal tekið dæmi: Greind voru 200 bergkorn alls úr sýni og 5 % þeirra greindust sem ríólít (líparít). Sé tekið mið af myndinni sést að fyrir hlutfallið 5 % fæst að staðalfrávik er 1,5 %. Því má segja að 95% líkur séu á því að við greiningar muni ríólít (líparít) reynast vera frá 2 % og upp í 8 % af sýninu.

Annað dæmi: Berggreind voru 200 korn eða molar úr sýni og gæðaflokkun þeirra með tilliti til notkunar í burðar- eða styrktarlag gaf að 30 % þeirra féllu í gæðaflokk 1, 50 % í gæðaflokk 2 og 20 % í gæðaflokk 3. Sé tekið mið af myndinni, eða reiknað út skv. jöfnu I-2, fæst staðalfrávik $s = 3,2$ %. Því má segja að 95 % líkur séu á því að við greiningar muni gæðaflokkur 1 í steinefninu, svo dæmi sé tekið, reynast vera innan öryggisbilsins eða vikmarkanna $CI = 30\% \pm (2 \times 3,2)\%$ eða frá 24 % og upp í 36 % af sýninu

Þessi frávik eru óvissa í ályktun um hlutföll í sýninu sem stafar af því að ályktunin byggist á takmörkuðum fjölda greindra korna. Hinu má ekki gleyma að við þessa óvissu bætist einstaklingsbundin óvissa vegna takmarkaðs áreiðanleika í greiningu.

**Mynd I-1:**

Staðalfrávik sem fall af hlutfalli bergbrigðis eða gæðaflokks og fjölda greindra korna (mola) í sýni eða steinefni.