

Hálkuvarnarsandur

Niðurstöður prófana á aðsendum sýnum

Verkefnið er unnið á vegum stoðdeildar Vegagerðarinnar til stuðnings við Efnisgæðaritið

Júní 2023

Lykilsíða

Höfundur skýrslunnar bera ábyrgð á innihaldi hennar. Niðurstöður hennar ber ekki að túlka sem yfirlýsta stefnu Vegagerðarinnar eða álit þeirra stofnana eða fyrirtækja sem höfundar starfa hjá.

Númer skýrslu/gerð skýrslu	Fjöldi síðna	Dagsetning	Dreifing
1325VG-579-01	31	01.06.23	Opin
Heiti skýrslu			
Hálkuvarnarsandur – niðurstöður prófana			
Report Title in English			

Höfundur	Verkefnastjóri	Tengiliður Vegagerðarinnar
Pétur Pétursson, stoðdeild Vegagerðarinnar	Birkir Hrafn Jóakimsson	Pétur Pétursson
Styrktaraðili		Samvinnuaðilar
Rannsóknarsjóður Vegagerðarinnar Stoðdeild Vegagerðarinnar		Yfirverkstjórar þjónustustöðva Vg.

Útdráttur

Þessi skýrsla er unnin vegna ábendingar sem barst til fagnefndar stoðdeildar Vegagerðarinnar um afgreiðslu ábendinga, þess efnis að núgildandi markalínur Efnisgæðaritsins fyrir hálkuvarnarsand væru ekki allskostar réttar. Þessi rannsókn sýnir að aðsend sýni af hálkuvarnarsandi hafi flest verið með hagstæða kornadreifinu, en þó alls ekki öll. Sum sýnin reyndust of fingerð til að geta talist heppileg til hálkuvarna, en það bendir til þess að markalínur í Efnisgæðaritinu séu of víðar. Niðurstöður benda til þess að í sumum tilfellum væri nauðsynlegt að vinna sandinn meira, bæði til að fá hagstæða kornadreifingu, auka brothlutfall hans og kornalögun.

Abstract in English

Lykilorð	
Hálkuvarnarsandur, kornadreifing, berggreining, lögun, brothlutfall	
Undirskrift verkefnastjóra	Yfirfarið af
	BHJ/EMH

Efnisyfirlit

Lykilsíða	2
1 Inngangur	4
2 Niðurstöður prófana	8
2.1 Almenn um kornadreifingu aðsendra sýna	8
2.2 Hálkuvarnarsandur án salts	10
2.3 Hálkuvarnarsandur með saltíblöndun	11
2.4 Lauslegar berggreiningar og mat á öðrum efniseiginleikum	14
3 Samantekt	21
4 Tillögur að kröfum í Efnisgæðaritið	23
4.1 Almenn 23	
4.2 Kornadreifing	23
4.3 Lausleg berggreining, form, ávali, hrýfi og styrkur	25
Viðauki I Lauslegar berggreiningar	28

1 Inngangur

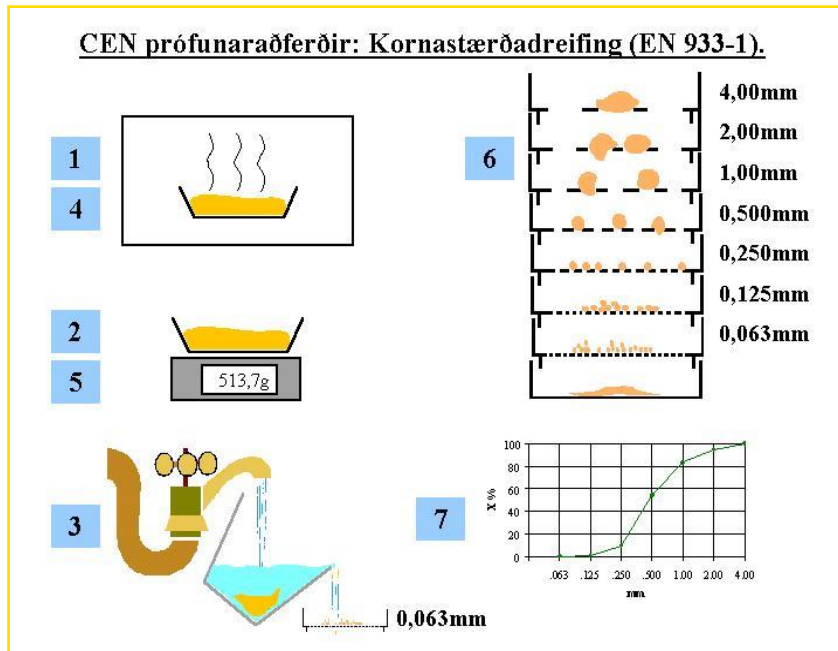
Hugmyndin að þessu verkefni var til komin þar sem ábending hafði borist til stoðdeildar Vegagerðarinnar, þess efnis að nógildandi markalínur Efnisgæðaritsins fyrir hálkuvarnarsand væru ekki allskostar réttar. Í framhaldi af því ákvað fagnefnd um ábendingar til stoðdeildar (Birkir Hrafn Jóakimsson, Gísli Gíslason og Pétur Pétursson) að fela höfundi þessarar greinargerðar að hafa samband við yfirverkstjóra þjónustuvæða Vegagerðarinnar um allt land og óska eftir sýnum af hálkuvarnarsandi.

Alls bárust 18 sýni af hálkuvarnarsandi sem öll voru send til Eflu í kornadreifingarmælingu, en þau eru eftirfarandi (í þeirri röð sem þau bárust, nnr. merkir námunúmer):

1. Vesturland
 - a. Fossatún, án salts, nnr. 17046
 - b. Fossatún, með salti, nnr. 17046
2. Vestfirðir
 - a. Ofan Kleifabúa, með salti, nnr. 20380
3. Norðurland
 - a. Neðri Mýrar, án salts, nnr. 21369
 - b. Djúpadalsá, án salts, nnr. 15998
 - c. Bláhæð, með salti, nnr. 15908
 - d. Gunnólfsvík, með salti, nnr. 18418
 - e. Skjálfandafljót, með salti, Brekka, nnr. 18352
 - f. Skjálfandafljót, með salti, úr porti, nnr. 18352
 - g. Alda á Hólasandi, með salti, nnr. 22775
 - h. Skútar, með salti, nnr. 22511
 - i. Jökulsá í Kelduhverfi, með salti, nnr. 18370
4. Austurland
 - a. Grímsá, með salti, nnr. 18586
 - b. Eyjar í Breiðdal, með salti, nnr. 16170
 - c. Sléttuá Reyðarfirði, með salti, nnr. 18521
 - d. Brunahvammsháls, án salts, nnr. 22094
 - e. Litli Bakki, með salti, nnr. 20315
5. Suðurland
 - a. Klifandi ofan hringvegur, án salts, nnr. 22966

Eins og sjá má á þessum lista er algengast að hálkuvarnasandur sé blandaður salti í einhverjum mæli, en ekki liggja fyrir tölur um magn salts sem blandað er í sandinn. Alls eru 13 sýni sögð vera með salti í einhverjum mæli og 5 sýni án saltblöndunar. Ástæðan fyrir því að flest sýnin eru saltblönduð er væntanlega sú að saltblandaðir haugar eru víða aðgengilegir innan þjónustustöðva og auðvelt að taka sýni á staðnum. Einnig er hugsanlegt að vegna tíðarfars hefði reynst erfitt að afla sýna úr frosnum haugum af hreinum sandi, en auðveldara að taka sýni af saltblönduðum, ófrosnum sandi.

Það er mikilvægt að hafa í huga, með tilliti til saltblandaðs hálkuvarnarsands, hvernig mæling á kornadreifingu fer fram. Mynd 1 sýnir á myndrænan hátt hvernig kornadreifingarmæling fer fram, en myndin er tekin úr viðauka 1 í Efnisgæðariti Vegagerðarinnar.



SKÝRINGAR:

- 1 Þurrkað við 110°C í 24 klst. eða þar til þyngdarbreyting er hverfandi
- 2 Vigtað og þyngd skráð með einum aukastaf (tíundapart úr grammi)
- 3 Skolað með þvottasígti til að fjarlægja fínefni sem er < 0,063 mm
- 4 Þurrkað, sbr. 1
- 5 Vigtað, sbr. 2
- 6 Sett í sigtaröð og hrist (helst í hristara)
- 7 Vigtað af hverju sigti og fundið þungahlutfall sem smýgur viðkomandi sigti og sáldurferill dreginn upp

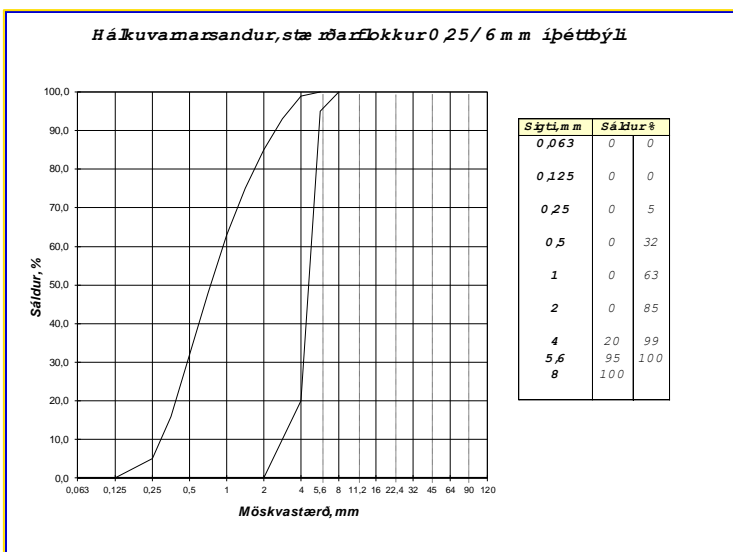
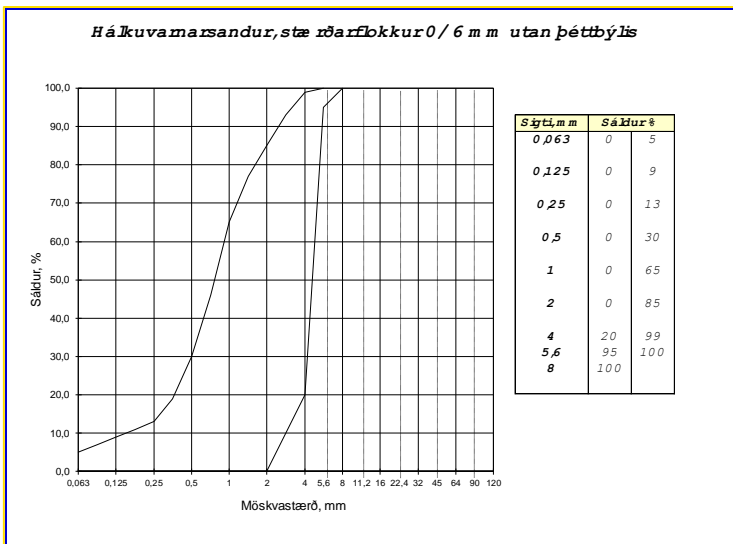
Mynd 1:

Framkvæmd mælingar á kornadreifingu

Eins og sjá má á myndinni er fyrsta skrefið að þurrka sýnið (eftir að hafa skipt aðsendum sandi til að fá marktækt sýni) til að vigta þyngd áður en nokkuð annað er gert (skref 2). Næsta skref (skref 3) felst í því að skola sýnið til að losna við megnið af fínefni, þ.e.a.s. efnis sem er < 0,063 mm. Síðan er sýnið aftur þurrkað (skref 4) og síðan vigtað (skref 5) til fá upplýsingar um magn fínefna og gera sýnið tilbúið til sigtunar á sigtaseríu (skref 6). Að lokum er vigtað hversu mikið situr eftir á hverju sigti og þar með er hægt að tekna upp kornadreifinguna með upplýsingum um hversu mikið smýgur hvert sigti (skref 7).

Af ofangreindu má ráða að salt, hversu mikill hluti sem það er af sýninu, leysist upp í skrefi 3 og **reiknast þar með sem fínefni**, sem það augljóslega er ekki. Þurrsigtun án skolunar gæfi í sjálfu sér líka rangar upplýsingar um kornadreifingu steinefnisins eins og sér, þar sem kornadreifing saltsins væri þá óþekkt stærð, svo og magn salts af heildarsýninu. Af þessum sökum er hér um að ræða könnun á e.t.v. stærra verkefni, þar sem tekið yrði betur á því hver kornastærð steinefnis skuli vera

fyrir saltblöndun, svo og einhver ákvæði um magn salts til íblöndunar í hálkuvarnarsand. Eins og fyrr segir eru einungis 5 sýni af 18 án saltblöndunar, en þau gefa þá rétta mynd af kornadreifingu hálkuvarnarsandsins, en hin 13 geta einungis verið túlkuð að vissu marki, án þess að hægt sé að fullyrða hvort þau myndu standast kröfur um kornadreifingu í Efnisgæðaritinu. Mynd 2 a) og b) hér að neðan sýnir hvernig markalínur eru settar fram í síðustu útgáfu ritsins frá 2023, annars vegar fyrir hálkuvarnarsand utan þéttbýlis og hins vegar innan þéttbýlis.



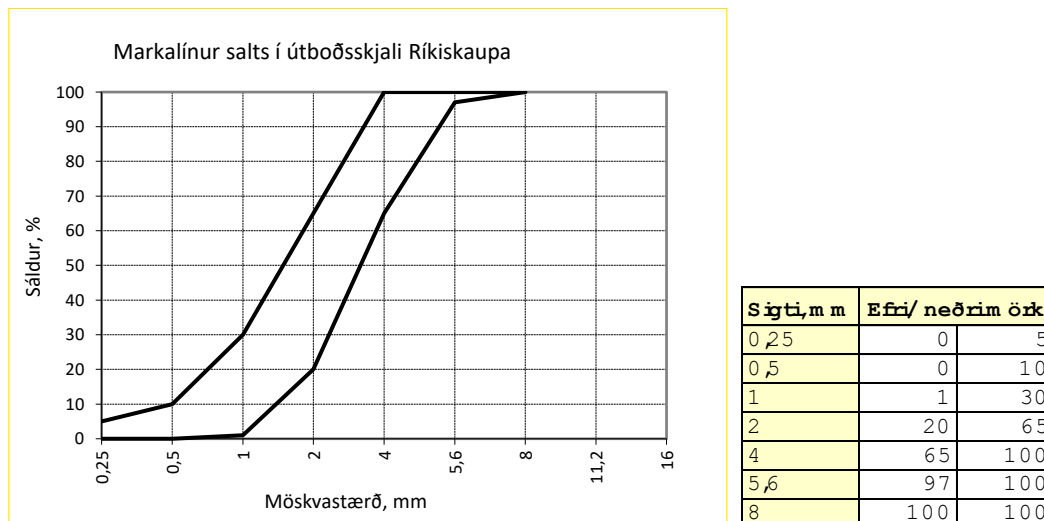
Mynd 2 a) og b):

Markalínur fyrir hálkuvarnarsand utan þéttbýlis og í þéttbýlis
 Hugmyndin með því að hafa efri mörk sandsins stífari í þéttbýli (0,25 mm sandur með allt að 5% < 0,25 mm) en utan þéttbýlis (0/6 mm sandur með allt að 5% fínefni) er að sporna gegn svifryksmyndum af völdum hálkuvarna í þéttbýlinu. Í kafla um ályktanir af þessari rannsókn hér að neðan er umfjöllun um að breyta þessum markalínunum á grundvelli þeirra niðurstaðna sem fengust úr þessu verkefni. Það felst fyrst of fremst í því að leyfa að nánast ekkert af sandinum sé < 2 mm, sem hefur verið sett inn í útgáfuna frá janúar 2023 en var < 1 mm í fyrri útgáfum. Til greina kemur að breyta markalínunum enn frekar í næstu útgáfu og þá í þá átt að leyfa ekki of finan sand eins og efri mörkin leyfa, en þar má lesa út að leyfilegt sé að allt að 85% efnisins megi vera < 2 mm, sem

telst varla raunhæft. Því má búast við að við næstu endurskoðun Efnisgæðaritsins verði þessar markalínur þrengdar talsvert hvað varðar fínleika sandsins.

Þess skal getið að ekki hefur verið fjallað sérstaklega um saltblöndun í hálkuvarnarsand í Efnisgæðaritinu, en upplýsingar um saltblöndun sem bárust með sýnunum í þessari forrannsókn benda til að full ástæða sé til að fjalla um og setja fram kröfur um magn (og kornadreifingu) salts sem notað er til íblöndunar. Einnig þarf að taka afstöðu til þess hvort saltblöndun skuli vera krafa eða valkvæð hjá þjónustustöðvum Vegagerðarinnar. Þá má reikna með að sett yrðu fram ákvæði um geymsluskilyrði á saltblönduðum hálkuvarnarsandi, þannig að saltið leysist ekki upp og hverfi úr saltblönduðum haugum í rigningum.

Í nýlegu útboðsskjali um saltkaup Vegagerðarinnar (Ríkiskaup 2020) koma fram ákveðnar kröfur til saltsins sem notað er til íblöndunar, meðal annars um hver kornadreifing þess skuli vera. Að vísu eru þær kröfur sem settar eru fram aðeins misvísandi, þar sem í texta eru gerðar stífar kröfur til kornadreifingar saltsins en í töflu með tölugildum markalína. Ef tekið er mark á textanum og markalínurnar teiknaðar upp samkvæmt því, eru kröfurnar eins og sjá má á mynd 3 hér að neðan.



Mynd 3

Markalínur innflutts hálkuvarnarsalts

2 Niðurstöður prófana

2.1 Almennt um kornadreifingu aðsendra sýna

Eins og fram kom í inngangi bárust 18 sýni frá þjónustustöðvum Vegagerðarinnar, þar af 5 sýni án saltblöndunar og 13 sýni sem sögð voru saltblönduð (án upplýsinga um magn eða aðferðir við saltblöndun). Tafla 1 sýnir niðurstöður mælinga Eflu á kornadreifingu allra sýnanna.

Tafla 1:

Kornadreifing sýna af hálkuvarnarsandi

Sigti, mm	Skjálf- andafljót, salt, port, 18352	Skjálf- anda-fljót, salt, Brekka, 18352	Djúpa- dalsá, án salts, 15998	Jökulsá, Keldu- hverfi, salt, 18370	Gunnólfs- vík, salt, 18418	Brunahv.- háls, án salts, 22094	Alda Hóla- sandi, salt, 22511	Neðri Mýrar, án salts, 21369	Skútar, salt, 22511
0,063	10,1	7,0	0,8	11,9	6,9	7,8	7,8	0,6	8,5
0,125	11	8	1	14	8	10	14	1	9
0,25	16	13	1	20	12	15	22	1	9
0,5	31	31	2	35	25	21	33	1	9
1	49	47	9	54	38	33	50	5	10
2	63	63	31	75	55	51	70	25	14
4	80	82	71	90	77	78	94	68	35
5,6	91	96	93	96	93	94	98	93	88
8	100	100	99	99	100	100	99	100	100
11,2			100	100			100		

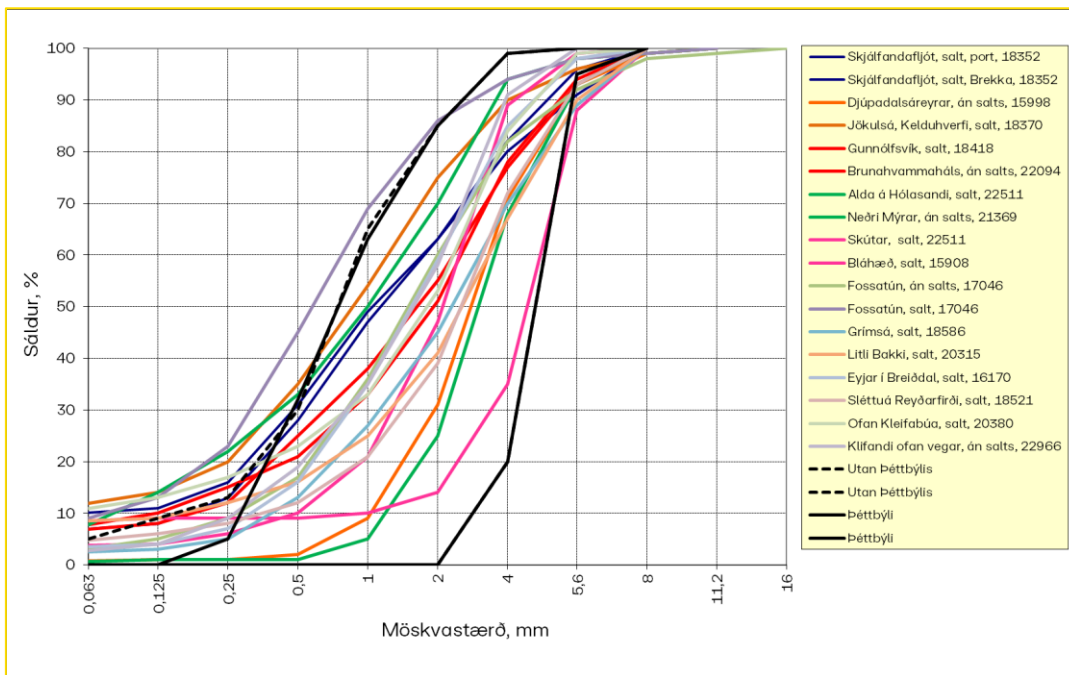
Sjá framhald á töflu á næstu síðu:

Tafla 1, framhald:

Kornadreifing sýna af hálkuvarnarsandi

Sigti, mm	Bláhæð, salt, 15908	Fossa-tún, án salts, 17046	Fossa-tún, salt, 17046	Grímsá, salt, 18586	Litli Bakki, salt, 20315	Eyjar Breiðdal, salt, 16170	Sléttuá Reyðarfirði, salt, 18521	Ofan Kleifabúa, salt, 20380	Klifandi ofan vegar, án salts, 22966
0,063	3,8	3,2	9,1	2,5	8,6	3,5	4,8	10,9	2,8
0,125	4	5	13	3	9	4	6	13	4
0,25	6	9	23	5	12	7	8	17	9
0,5	10	17	45	13	16	16	12	23	19
1	21	36	69	27	25	35	21	33	35
2	47	60	86	45	41	59	39	53	58
4	89	82	94	70	67	85	72	84	91
5,6	99	92	98	89	90	98	93	99	100
8	100	98	99	100	100	100	100	100	
11,2		99	100						

Í töflu 1 er sýnunum ekki raðað á skipulagðan hátt, heldur er kornadreifingin sett fram í þeirri röð sem sýnin bárust. Sama er að segja um mynd 4 hér að neðan, þar sem allar 18 kornakúrfurnar eru settar fram á einni mynd, óháð því hvort um er að ræða saltblandaðan sand eða ekki. Markalínur innan og utan þéttbýlis eins og þær eru nú í Efnisgæðaritinu eru hafðar með til hliðsjónar.



Mynd 4

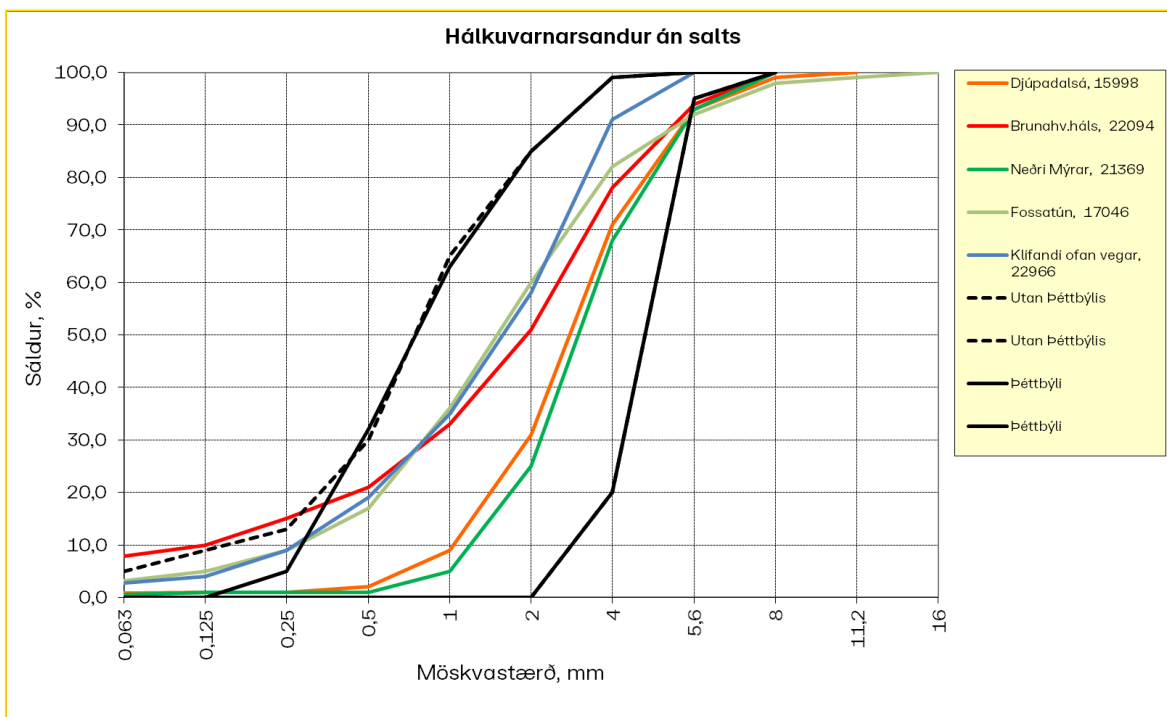
Kornadreifing 18 sýna af hálkuvarnarsandi með og án salts

Bent skal á að töluleg gildi fyrir allar kornakúrfurnar er að finna í töflu 1 hér að framan. Markalínurnar (utan þéttbýlis og í þéttbýli) eru teknar beint úr Efnisgæðariti Vegagerðarinnar frá 2023, en eins og fram hefur komið var þeim breytt við síðustu endurskoðun ritsins í janúar 2023. Tekið skal fram hér að fjallað er um það í samantekt þessarar skýrslu hvort þetta verkefni gefi tilefni til að leggja til breytingar á þessum markalínum á einhvern hátt, auk frekari krafna til hálkuvarnarefna.

Eins og mynd 4 ber með sér er kornadreifing hálkuvarnarsands sem notaður er hérlandis afar breytileg. Í inngangi var bent á að saltblöndun hefur áhrif á mælt fínefnamagn þar sem þyngd saltsins mælist sem fínefni þegar það leysist upp. Það verður því að taka fínefnamagn saltblandaðs sands með fyrirvara, en reynt er að meta lauslega hvort fínefni í saltblönduðum sandi hafi verið til staðar eða ekki. Í þeim 13 tilfellum af 18, þar sem salti er blandað í sandinn, liggja ekki fyrir mælingar á kornadreifingu sandsins fyrir íblöndun salts. Vera má að kornadreifing sandsins liggja fyrir í einhverjum tilfellum fyrir íblöndun, en ekki verður farið í frekari sýnatöku á þessu stigi þessarar rannsóknar. Hins vegar eru settar fram ákveðnar hugmyndir um meðhöndlun hálkuvarnarsands og íblöndun salts í hann ef svo ber undir í lokakafla þessarar skýrslu.

2.2 Hálkuvarnarsandur án salts

Fimm sýni af þeim 18 sem bárust af hálkuvarnarsandi voru án íblöndunar salts. Kornadreifing sýnanna er sýnd á mynd 5 hér að neðan.



Mynd 5

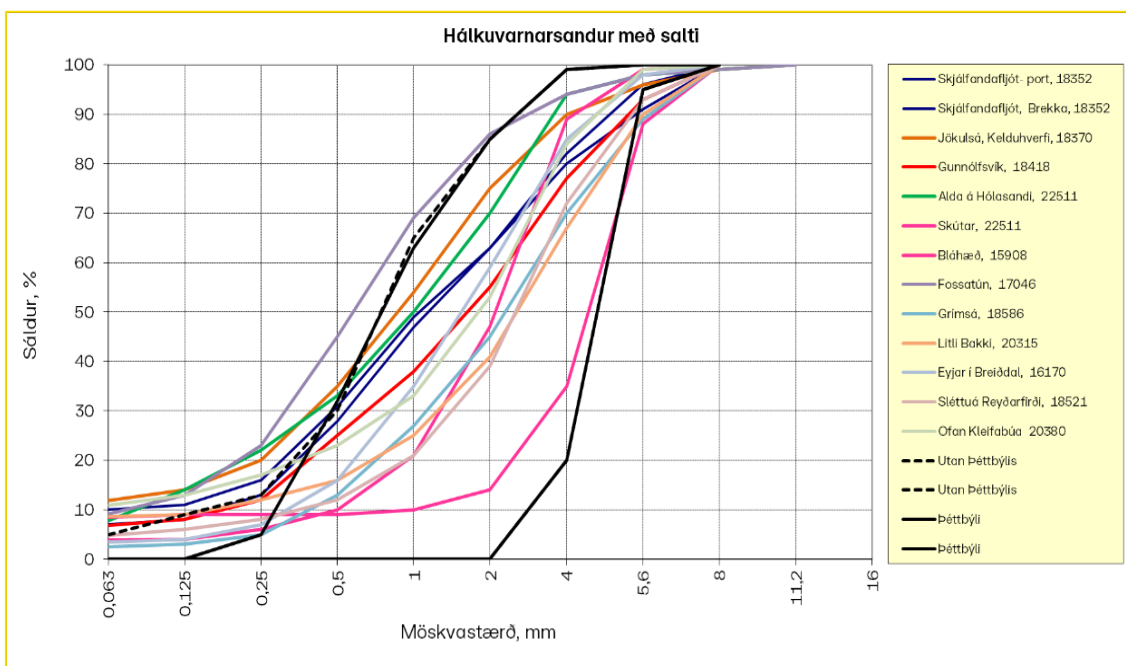
Kornadreifing 5 sýna af hálkuvarnarsandi án salts

Eins og sést á myndinni eru tvö sýni nokkuð vel flokkuð og með lítið af steinefni undir 0,5 mm, en það eru sýni af Norðursvæði, Djúpadalsá og Neðri Mýrar. Í þessum tilfellum hefur greinilega verið tekið undan mesta fínefnið, en reyndar eru um 7% efnisins > 5,6 mm, sem er ívið meira en nógildandi markalínur gera ráð fyrir, en mörkin eru nú að 5% að hámarki megi vera stærri en 5,6

mm. Þó má segja að kornadreifing þessara tveggja sýna sé að mestu innan marka fyrir hálkuvarnarsand í þéttbýli. Kornadreifing sýnanna frá Fossatúni og Klifanda ofan vegar eru nokkurn veginn innan markalína sem gilda fyrir sand utan þéttbýlis með um 3% fínefni (< 0,063 mm), en leyfilegt magn fínefna er 5% samkvæmt núgildandi ákvæðum í Efnisgæðaritinu. Sýnið frá Brunahvammshálsi er með um 8% fínefni, sem er nokkuð yfir mörkum Efnisgæðaritsins. Að mati höfundar er varla svigrúm til að leyfa aukið magn fínefna í hálkuvarnarsandi, en óvíst er hvort mörkin verði jafnvel þrengd. Það myndi kalla á frekari vinnslu sands til hálkuvarna og þá með því að harpa fínasta efnið frá fyrir notkun á sandinum.

2.3 Hálkuvarnarsandur með saltíblöndun

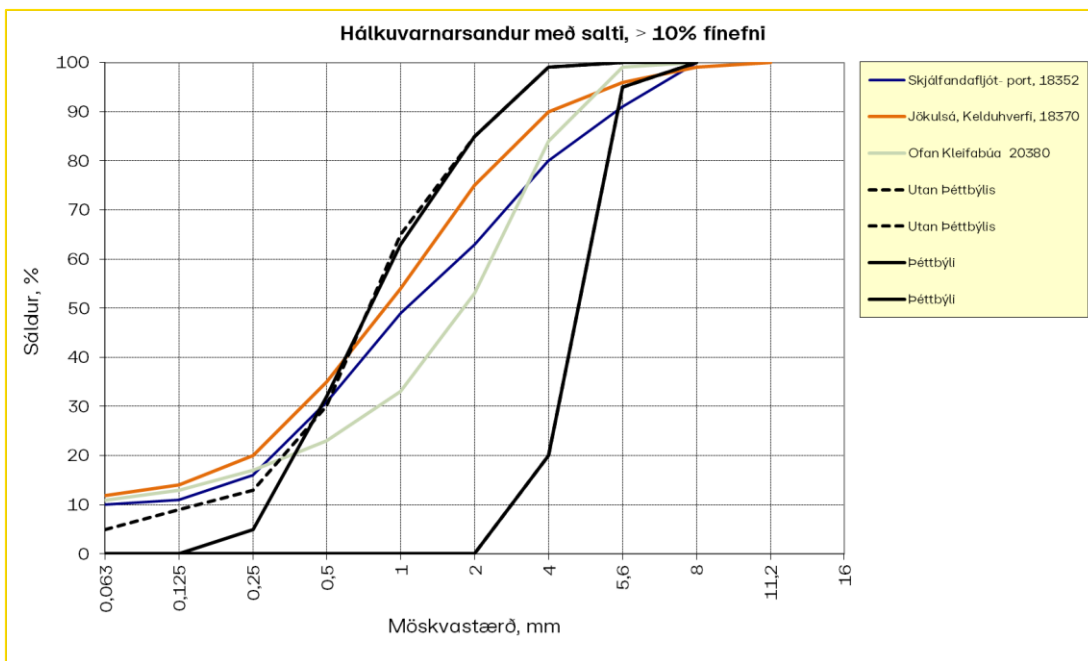
Þegar kemur að túlkun gagna á hálkuvarnarsandi með saltíblöndun vandast málin, þar sem salt reiknast sem fínefni (óháð kornadreifingu saltsins) þegar kornadreifing er mæld. Eitt og annað má þó lesa úr kornakúrfunum á mynd 6, án þess að hægt sé að magngreina beint hvað af fínefnunum er í raun fínefni og hversu mikið er salt. Til dæmis má gera ráð fyrir að þar sem kornakúrfan er lárétt frá fínefnagildinu (0,063 mm sigti) og eitthvað í átt að grófara efni sé í raun mæling á salti. Það er þá ekki fyrir en kúrfan fer að halla í átt að grófara efni sé um að ræða fínefni. Sumar kúrfurnar halla strax frá fínefnasigtinu og því má ætla að í þeim tilfellum sé um að ræða fínefni að einhverju marki, en ekki hægt að áætla hversu mikið það er.



Mynd 6

Kornadreifing 13 sýna af hálkuvarnarsandi með saltíblöndun

Eins og sjá má er kornadreifing sýnanna af saltblandaða sandinum æði misjöfn en, eins og fram hefur komið, skekkir saltið mælinguna þar sem það mælist sem fínefni og dregur þar með kúrfuna upp og út fyrir markalínurnar. Segja má að illmögulegt er að túlka mynd 7 eins og hún birtist í heild sinni og því eru hér að neðan settar fram sundurliðaðar, valdar kúrfur, nokkrar saman á hverri mynd. Fyrst eru teknar saman kornakúrfur sem mælast með > 10% fínefni, sjá mynd 7 hér að neðan.

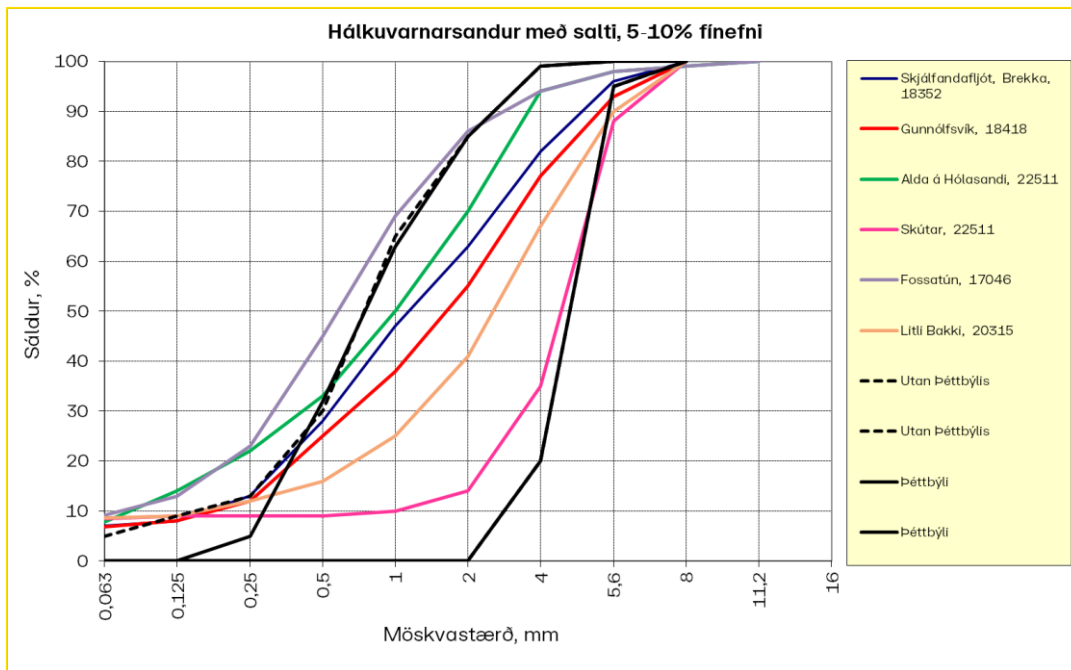


Mynd 7

Kornadreifing þriggja sýna af hálkuvarnarsandi með salti sem mælist með > 10% fínefni

Kornadreifing þessara þriggja sýna er nokkuð breytileg, þar sem sýni frá Jökulsá í Kelduhverfi er fíngerðust, sýni frá námu Ofan Kleifabúa er grófgerðust og sýnið frá Skjálfafljóti (port) er mitt á milli að stærstum hluta. Þó sker Skjálfafljótið sig úr með 9% yfir 5,6 mm sigtinu, en sýnið Ofan Kleifabúa mælist nánast allt undir 5,6 mm sigtinu. Sýnin er öll nokkuð áþekkt í fínefnamagni (mælast með 10-12% fínefni), en ekki er gott að segja til um hversu mikið af því sem mælist sem fínefni er salt sem leysist upp við mælinguna á kornakúrfu. Það eina sem hægt er að segja er að ef saltið er 5 til 10% af þunga sýnisins, þá færast allar kúrfurnar inn fyrir markalínur utan þéttbýlis og Skjálfafljótsýnið jafnvel inn fyrir markalínu í þéttbýli (fyrir utan magn yfirstærða). Sú tilgáta er dregin af því að nánast jafn mikið mælist undir sigti 0,063 mm og undir 0,125 mm sigtinu, en ykst um 4% undir 0,25 mm sigtinu. Hins vegar er nokkur stígandi, sérstaklega í sýninu frá Jökulsá, sem stígur hratt í sáldri, sérstaklega frá 0,25 mm og upp úr. Sýnið frá námu Ofan Kleifabúa gæti verið innan allra marka ef allt sem mælist fínefni (10,9%) er uppleyst salt. Lengra verður ekki komist í túlkunum á þessum sýnum, enda alls óvíst hversu miklu salti var blandað í sandinn og auk þess hver kornadreifing saltsins var.

Á mynd 8 eru nokkuð fjölbreytilegar kornakúrfur, allt frá því að mælast mjög fínefnaríkar yfir í að vera grófar. Allar þessar markalínur mælast sem sagt með of mikið fínefni miðað við markalínur en nokkuð víst er að svo er ekki í öllum tilfellum.

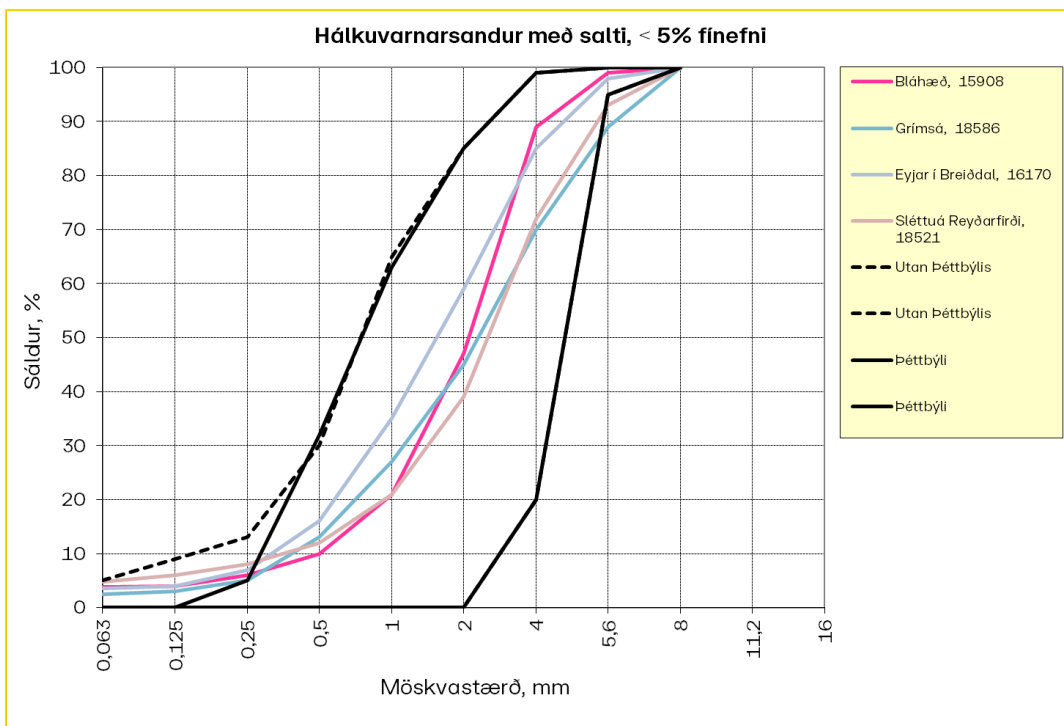


Mynd 8

Kornadreifing sex sýna af hálkuvarnarsandi með salti sem mælist með 5-10% fínefni

Það augljósa á þessari mynd er að kúrfan af Skútasýninu er svo til alveg lárétt, alveg frá 0,063 mm sigtinu og upp í 1 mm sigtið. Því má telja að þarna sé nánast alveg um hreint salt að ræða, en að sandur komi fram í litlum mæli milli sigta 1 og 2 mm, sjá einnig töflu 1 hér að framan. Kúrfa Skútaefnisins kemur einnig út með mikið af yfirstærðum (mælist með > 12% yfir 5,6 mm), en þessi háa % af salti alveg upp í 1 mm gerir það að verkum að útreikningar valda því að kúrfan verður grófari en raun ber vitni. Í raun má reikna með að lítið sem ekkert sé af yfirstærðum í þessum hálkuvarnarsandi. Aðrar kornakúrfur eru mun brattari, en þó bendir kúrfan frá Litla Bakka til þess að lítið sé af fínefnum í því sýni og saltið skekki þá kúrfu í sömu átt og hvað Skúta varðar. Því má reikna með að í því tilviki er líklegt að yfirstærðir yfir 5,6 mm sigti væru innan marka að frádregnu saltinu. Sýnið frá Gunnólfsvík gæti líka verið með litlu fínefni, en líklegt er að nokkuð sé af fínefni í efninu frá Skjálfondaflióti, Öldu á Hólasandi og Fossatúni sé með umtalsverðu fínefni. Ekki er alveg víst að þau efni myndu falla innan marka hvað fínefnismagn varðar, síst þó efnið frá Fossatúni sem virðist vera ríkt af sandi undir 2 mm sigtinu (86% mælast undir 2 mm). Lengra verður ekki komist í túlkunum á þessum sýnum, enda alls óvíst hversu miklu salti var blandað í sandinn og auk þess hver kornadreifing saltsins var.

Á mynd 9 má sjá kornakúrfur þeirra fjögurra sýna sem mældust með < 5% fínefni.



Mynd 9

Kornadreifing fjögurra sýna af hálkuvarnarsandi með salti sem mælist með 5-10% fínefni

Í fyrsta lagi má í þessum tilfellum fullyrða að ekki er mikið salt í sýnunum og þau falla nánast alveg innan marka fyrir hálkuvarnarsand utan þéttbýlis, nema yfirstærðir mælast heldur miklar í sýni frá Grímsá og Sléttuá. Ef allt sem mælist sem fínefni í þeim er salt gætu þær þó fallið innan markalína hvað grófleika varðar. Í öðru lagi er ekki ólíklegt að sýnin myndu öll falla innan marka fyrir hálkuvarnarsand í þéttbýli, ef marka má að þær hafi verið saltblandaðar og að saltið hafi ekki allt rignt í burtu fyrir sýnatöku. Lengra verður ekki komist í túlkunum á þessum sýnum, enda alls óvíst hversu miklu salti var blandað í sandinn og auk þess hver kornadreifing saltsins var.

Ofangreindar niðurstöður kornadreifingar á saltblönduðum sandi á myndum 8 til 10 benda til þess að mismiklu salti hafi verið blandað í sýnin sem á annað borð voru blönduð salti samkvæmt upplýsingum frá þjónustustöðvum Vegagerðarinnar. Lögun kornadreifingarferlanna bendir einnig til þess að í sumum tilfellum hafi hálkuvarnarsandurinn verið með fínefni í umtalsverðu magni (brattir ferlar ofan 0,063 mm sigtis), en aðrir alveg fínefnalausir (láréttir ferlar ofan 0,063 mm sigtisins).

Enn skal ítrekað að hér er um að ræða forrannsókn á greiningu hálkuvarnarsands, sem kallar á frekari rannsóknir og e.t.v. breytt verklag og ákvæði um meðhöndlun sandsins. Nú þegar liggur fyrir að ráðast í berggreiningar á þeim 18 sýnum af hálkuvarnarsandi sem þessi skýrsla fjallar um. Einnig verður metið brothlutfall sýnanna. Það verður áhugavert að sjá niðurstöður þeirra prófana og verður þar um mikilvægt innlegg í þetta verkefni að ræða.

2.4 Lauslegar berggreiningar og mat á öðrum efniseiginleikum

Í framhaldi af athugunum á kornadreifingu hálkuvarnarsandsins var ákveðið að taka sýnin sem bárust til frekari skoðunar. Um var að ræða prófanir sem unnt var að framkvæma sjónrænt eftir að allt efni undir 4 mm hafði verið fjarlægt. Erla María Hauksdóttir jarðfræðingur hjá Vegagerðinni tók

að sér að gera lauslega berggreiningu á sýnunum, auk þess að lýsa formi, ávala, hryfi og annað sem mátti greina með berum augum og í víðsjá. Einnig lagði hún mat á styrkleika einstakra korna með því að brjóta hluta þeirra. Í flestum tilfellum voru greind um eða yfir 100 korn af hverju sýni, en í stöku tilfellum náðust ekki svo mörg korn yfir 4 mm (20 korn af Öldu á Hólasandi og 52 korn af Jökulsá í Kelduhverfi). Á heildina litið má þó segja að nægilegur fjöldi korna hafi verið greindur til að fá nokkuð traustvekjandi niðurstöður, svo langt sem þær ná, til að fá samanburð á steinefnum sem notuð eru vítt og breytt um landið til hálkuvarna. Tafla 2 sýnir helstu niðurstöður athugana á sýnum hálkuvarnarsandsins.

Tafla 2

Helstu niðurstöður athugana á sýnum af hálkuvarnarsandinum

Númer sýnis	Námu-númer	Heiti námu	Salt, já/nei	Berggreining			Form korna	Ávali korna	Hryfi korna	Styrkur korna
				1. fl	2. fl	3. fl				
1	17046	Fossatún	Nei	42	44	14	Kúbísk	Máð	Slétt	Miðlungs
2	17046	Fossatún	Já	42	47	11	Kúbísk	Máð	Slétt	Miðlungs
3	20380	Ofan Kleifabúa	Já	57	33	10	Flöt/kúbísk	Köntuð	Hrjúf	Miðlungs
4	15908	Bláhæð	Já	90	9	1	Flöt/kúbísk	Köntuð	Hrjúf	Sterk
5	21369	Neðri Mýrar	Nei	95	4	1	Kúbísk	Köntuð	Hrjúf	Sterk
6	15998	Djúpadalsá	Nei	57	24	19	Kúbísk	Köntuð	Hrjúf	Miðlungs
7	18352	Skjálfaflj. port	Já	27	51	22	Kúbísk	Máð	Slétt	Sterk
8	18352	Skjálfaflj. Brekka	Já	18	51	31	Kúbísk/llöng	Máð	Slétt	Sterk
9	22511	Skútar	Já	70	27	3	Kúbísk	Köntuð	Hrjúf	Sterk
10	18370	Jökulsá, Kelduhv.	Já	36	31	34	Kúbísk	Máð	Hrjúf	Veik
11	18418	Gunnólfsvík	Já	28	59	13	Flöt/kúbísk	Köntuð	Hrjúf	Miðlungs
12	22094	Brunahv. háls	Nei	71	29	0	Flöt/llöng	Köntuð	Hrjúf	Miðlungs
13	18586	Grímsá	Já	21	57	23	Kúbísk	Köntuð	Hrjúf	Veik
14	22775	Alda Hólasandi	Já	20	30	50	Kúbísk	Máð	Slétt	Miðlungs
15	20315	Litli Bakki	Já	48	38	14	Flöt/kúbísk	Köntuð	Hrjúf	Sterk
16	18521	Sléttuá, Reyðarf.	Já	53	38	9	Kúbísk	Köntuð	Hrjúf	Miðlungs
17	16170	Eyjar, Breiðdal	Já	29	48	23	Flöt	Köntuð	Hrjúf	Veik
18	22966	Klifandi	nei	x	x	x	x	x	x	x

Í viðauka I eru nánari upplýsingar um berggreiningar og annað mat á eiginleikum sýna af hálkuvarnarsandi sem um ræðir, þar sem meðal annars koma fram ítarlegri upplýsingar um flokkun berggreiningar í gæðaflokka. Einnig upplýsingar um fjölda korna sem greind voru úr hverju sýni, bæði í berggreiningum og mati á öðrum eiginleikum.

Tafla 2 sýnir að gæðaflokkun sýnanna er æði misjöfn, allt frá því að lítið sem ekkert fellur í 3. gæðaflokk og upp í 30 til 50% sem falla í þriðja gæðaflokk. Aðrir þættir sem voru metnir eru einnig breytilegir, sem sagt form, ávali og hryfi korna og lauslegt styrkleikamat. Þó flokkast sýnin í flestum tilfellum sem kúbísk, köntuð og hrjúf, en þó ekki í öllum tilfellum. Styrkurinn er metinn frá því að vera að meirihluta sterk korn, yfir í miðlungssterk og í stöku tilfellum veik. Ástæða þótti til að skoða

nánar sérstaklega á rannsóknavef Vegagerðarinnar þær námur sem sýni komu úr sem voru metin með laka eiginleika að einhverju leyti í sandsýnunum.

Hér að neðan er lausleg umfjöllun um sýnin sem bárust og fengu mat varðandi ofangreinda eiginleika og til samanburðar eru þær upplýsingar sem liggja fyrir í rannsóknakerfinu, sem eru að vísu mismiklar og misgamlar:

- Fossatún, 17046: Þessi sandur er heldur fingerður til hálkuvarna, sbr. kornadreifingu hér að framan, þar sem 80 til 90% er smærra en 4 mm. Sandurinn er þó nokkurn veginn innan markalína fyrir hálkuvarnarsand í Efnisgæðaritinu (sem lagt er til að þrengja, sbr. kafla 4 hér að neðan) og ekki of fínefnaríkur samkvæmt ritinu. Lausleg berggreining flokkar 11 til 14% í 3. gæðaflokk, en berggreining frá 1999 í rannsóknakerfingu gefur 8% í 3. flokk. Það sem lendir í 3. gæðaflokki er annars vegar mjög blöðrótt basalt og hins vegar mjög ummyndað basalt, auk lítilsháttar af setbergi. Sandurinn er metinn miðlungssterkur og gæti sloppið sem hálkuvarnarsandur hvað ofangreinda eiginleika varðar, þótt fingerður sé. Hins vegar virðist sandurinn vera alveg óbrotinn og er metinn hér kúbískur, máður og sléttur. Reiknað er með að settar verði lágmarkskröfur um brothlutfall hálkuvarnarsands í Efnisgæðaritið og þar með yrði þessi sandur metinn ónothæfur til hálkuvarna af þeim sökum.
- Ofan Kleifabúa, 20380: Þessi sandur er heldur fingerður til hálkuvarna, sbr. kornadreifingu hér að framan, þar sem um 85% er smærra en 4 mm, sem telst full-smágert. Ekki er hægt að fullyrða hversu mikið fínefni er í þessum sandi, þar sem hann var saltblandaður. Berggreining gefur nú 10% í 3. gæðaflokk og er það að mestu leyti metið mjög ummyndað, en í rannsóknakerfinu er sáralítið sem fellur í 3. gæðaflokk. Þetta efni er sprengt berg og brothlutfallið því eins hagstætt og orðið getur. Hins vegar eru kornin metin flöt til kúbísk, en fyrri rannsóknir í rannsóknakerfinu benda til að finni hluti efnisins sé gjarnan nokkuð fleyfinn, en misjafnt eftir rannsóknum (fjöldi kleyfnistuðla er til staðar). Kornin eru metin miðlungssterk sem er í samræmi við prófanir á t.d. LA-styrk og kúlnakvörn.
- Bláhæð, 15908: Í rannsóknakerfi Vegagerðarinnar er að finna mikið af upplýsingum um þessa kubbabergsnámu. Þar er um að ræða fjölda mælinga á kornadreifingu, viðloðun og kornalögun, en einnig eina berggreiningu og nokkrar mælingar á styrk og slitþoli efnisins. Þessi náma hefur verið mikið notuð í klæðingar og sandurinn sem sigtaður er frá þá nýttur meðal annars til hálkuvarna. Kornadreifing sandsýnisins (með salti) er, eins og fram hefur komið, nokkuð smágerð með einungis 1% yfir 5,6 mm sigtinu. Fínefni er hins vegar í litlu magni, eða 3,8%, sérstaklega þegar upplýsingar um saltblöndun liggja fyrir. Það má reikna með að annað hvort hafi salti verið blandað í sandinn í litlum mæli eða þá skolast úr efninu í rigningum. Hátt í 20 mælingar á kleyfnistuðli steinefnis úr Bláhæðarnámunni benda til að mikið hafi verið glímt við kleyfnina í klæðingarefninu. Í flestum mælingunum á kleyfnistuðli eru smáar kornastærðir, sem sagt á bilinu 4 til 6,3 mm, með talsvert háan stuðul, oft á bilinu 20 til 30%. Þó þarf að hafa í huga að oft er lítið af efni í þessum stærðum á bak við þessar mælingar, enda oftast um að ræða mælingar á flokkuðu efni til nota í klæðingar. Lauslegt mat á sandsýninu bendir til þess sama, að efnið sé fingert og flöt korn í meirihluta. Styrkur og slitþol mælast í góðu lagi (LA um 20% og kvarnargildi um 13%) í rannsóknakerfinu. Berggreining í kerfinu setur 98% í 2. gæðaflokk sem nokkuð ummyndað basalt og 2% í 3. gæðaflokk sem mjög ummyndað basalt. Sandsýnið sem var lauslega

berggreint var metið 90% í 1. gæðaflokk 9% í 2. flokk og 1% í þriðja flokk. Líklega er einungis um persónulegt mat að ræða hvort efnið sem lendir í 1. flokki í öðru tilfellinu og 2. flokki í hinu og erfitt að negla niður hvor gæðaflokkurinn lýsir efninu betur. Aðrir þættir eru allir jákvæðir, en lögum þess hluta sem notaður er til hálkuvarna er varla hægt að bæta nema þá með of miklum tilkostnaði.

- Neðri Mýrar, 21369: Í rannsóknakerfinu eru margar kornakúrfur og langflestar á flokkuðu klæðingarefni, þær elstu frá 2013 og þær yngstu nýlegar. Þó er ein kornakúrfa frá 2021 af framleiddum hálkuvarnarsandi í kerfinu sem er nánast alveg eins og sú sem fékkst á sandinum í þessari rannsókn, sem sagt 7% yfir 5,6 mm og nánast ekkert fínefni, enda ekkert salt í þessum sandi. Mikið er af mælingum á lögum korna og viðloðun og bendir til að efnið sé all-kleyfið í stærðum milli 4 og 6,3 mm og má segja að stuðullinn sé svipaður og í Bláhæðarefninu, ~ 20-30%. Nánast allar berggreiningar setja allt efnið í 1. gæðaflokk, ferskt og þétt basalt og LA styrkur um 10% og slitþol um 6%. Þessi hálkuvarnarsandur er því að öllu leyti ákjósanlegur til síns brúks, þótt lögum sé ekki hagstæð samkvæmt prófunum sem eru í rannsóknakerfinu. Þó má benda á að lögum sé metin kúbísk í lauslegu mati á sandsýninu sem barst í þessari rannsókn.
- Djúpadalsá, 15998: Þessi sandur er með 19% í 3. gæðaflokki í lauslegri berggreiningu, nánast allt flokkað sem mjög ummyndað basalt og því var skoðað hvernig fyrri berggreiningar hafa verið í rannsóknakerfi Vegagerðarinnar. Í ljós kemur að berggreiningar í kerfinu eru nánast allar mun hagstæðari og flestar með innan við 5% af mjög ummynduðu basalti. Þó er ein undantekning þar á sem er 18% af mjög ummynduðu basalti. Að öðru leyti eru þættir sem skoðaðir voru á sandinum í samhljómi við fyrri greiningar; brothlutfall er metið nánast fullkomið í rannsóknakerfinu þar sem nánast ekkert er í flokknum alrúnnað og 60 til 70% er metið albrotið. Kleyfnistuðull er innan við 10%, sem sagt vel kúbískt efni og LA styrkur er um 16% og kúlnakvarnargildi um 14%, sem sagt miðlungssterkt efni. Þá má benda á að kornadreifing þessa hálkuvarnarsands (sem var ekki saltblandaður) hafi verið mjög hagstæð, þótt 7% hafi mælst stærra en 5,6 mm (mörkin hafa verið sett við 5% yfir 5,6 mm). Þar að auki hefur verið tekið undan fínasta efnið, þ.e.a.s. sem er < 0,5 mm, sem er mikill kostur á hálkuvarnarsandi. Á heildina litið má segja að þessi hálkuvarnarsandur virðist vel nothæfur til síns brúks eins og hann er framleiddur.
- Skjálfandafliót, 18352: Þetta sandsýni var saltblandað og því ekki hægt að fullyrða um fínefnamagn eins og fjallað er um í kafla 2.3 hér að framan, en 5 til 10% eru yfir 5,6 mm stærð, sem er helst til mikið miðað við núverandi markalínur. Benda má á að fyrri kornakúrfur úr rannsóknakerfi Vegagerðarinnar benda til þess að þessi ármöl sé nánast laus við öll fínefni vegna útskolunar. LA styrkur mældist yfir 20% sem telst þá miðlungs styrkleiki. Fleira er ekki að finna í rannsóknakerfinu um þessa námu og því ekki vitað hvað fer í 3. gæðaflokk berggreiningar. Lauslega greiningin á hálkuvarnarsandinum bendir þó til þess að 31% falli í 3. gæðaflokk. Þar er aðallega um að ræða mjög ummyndað basalt og gjall (auk lítilsháttar af öðrum bergbrigðum), sem styður tiltölulega hátt LA gildi í rannsóknakerfinu. Þessi sandur er að öllum líkindum alveg óbrotinn (ómalaður), enda er lýsing á áferð korna að þau séu bæði máð og slétt og kúbísk til ílöng. Ef settar verða kröfur um brothlutfall í Efnisgæðaritið, sbr. tillögu í kafla 4, mun þessi náma ekki uppfylla kröfur til hálkuvarnarsands.

- Skútar, 22511: Í rannsóknakerfi Vegagerðarinnar er ekki að sjá að kornalögun sé nokkurt vandamál, enda er vinnsla í þessari bergnámu nokkuð sérhæfð og efnið gjarnan þríbrotið til að ná því alveg kúbísku. Berggreiningar eru líka hagstæðar og allt efnið annað hvort alveg ferskt eða lítillaga ummyndað og nánast ekkert sem fellur í 3. gæðaflokk. Styrkur (LA) er um 10% niðurbrot og kvarnargildi nokkuð breytilegt á bilinu 10 til 15%. Sandsýnið til hálkuvarna fær líka góða niðurstöðu í lauslegu mati á efnisgæðum, sem sagt berggreining, lögun og styrkur. Benda má á að þessi hálkuvarnarsandur hefur nokkra sérstöðu hvað kornadreifingu varðar, eins og bent er á í kafla 2.3 hér að framan, en þau u.þ.b. 10% sem mælast sem fínefni eru að öllum líkindum að mestu vegna saltíblöndunar. Því er reiknað með að lítið sem ekkert sé undir 2 mm að stærð og yfir 5,6 mm mælist 12% (allt efnið undir 8 mm). Markalínum í Efnisgæðaritinu var breytt ís síðustu útgáfu, í þá átt að leyfa sand sem liggur að mestu leyti á stærðarbilinu 2/6 mm.
- Jökulsá í Kelduhverfi, 18370: Þetta sandsýni var saltblandað og því ekki hægt að lesa magn fínefna úr þessari rannsókn. Í rannsóknakerfi Vegagerðarinnar má þó sjá að fínefnamagn á unnu steinefni (möluðu) er yfirleitt í tiltölulega litlum mæli. Í þessari rannsókn mælast um 4% yfir 5,6 mm stærð sem er ásættanlegt. Lausleg berggreining gefur 30 til 35% í hverjum gæðaflokki berggreiningar, en það er talsvert lakari skipting í flokka en sú greining sem finnst í rannsóknakerfin, þar sem 3. flokks efni er einungis 9%. Í báðum tilfellum er þó um að ræða sömu bergbrigðin í þeim flokki, sem sagt mjög blöðrótt basalt og gjall, en auk þess nokkuð magn af líparíti í lauslegu berggreiningunni. Brothlutfall sýna í rannsóknakerfinu bendir til að 12% sé alrúnnað og að kleyfnistuðull sé um 15%. Styrkur mælist 20% með LA prófi og slitþol í kúlnakvörn um 7%, en það er meiri styrkur en vænst hefði mátt miðað við berggreiningu. Í þessari rannsókn eru kornin metin kúbísk, máð, hrjúp og veik, en ljóst er að lausleg berggreining bendir til þess að þriðjungur efnisins séu mjög veik korn. Að öðru leyti má ætla að þessi hálkuvarnarsandur sé nothæfur og gæti staðist nýjar og auknar kröfur í Efnisgæðaritinu, bæði hvað varðar berggreiningu (ef lítið er til rannsóknakerfisins), brothlutfalls og annarra efniseiginleika.
- Gunnólfsvík, 18418: Þessi sandur mældist með 7% fínefni, en þar sem hann er saltblandaður er líklegt að megnið af þessu mælda fínefni sé salt. Um 7% sandsins mælist > 5,6 mm sem er rétt ríflega yfir markalínum, þó ekki mikið og til greina kemur að hækka aðeins leyfilegt magn yfir 5,6 mm í væntanlegum kröfum í Efnisgæðaritinu við endurskoðun þess. Í rannsóknakerfi Vegagerðarinnar mælist kleyfni vera um 10% (fimm mælingar frá 8 til 17%), 8% fer í 3. flokk berggreiningar (mjög ummyndað basalt) og styrkur mælist í meðallagi; LA styrkur ~20% og kvarnargildi ~20%. Korn sandsins eru metin köntuð og hrjúp og brothlutfall því líklega í lagi, þótt ekki sé mæling á því í rannsóknakerfinu. Þessi hálkuvarnarsandur ætti því að vera nothæfur miðað við að væntanlegar kröfur í Efnisgæðaritinu verði ekki of strangar hvað styrk korna varðar.
- Brunahvammsháls, 22094: Þessi sandur kemur mjög vel út í lauslegri berggreiningu, er með 71% í 1. gæðaflokki, 29% í 2. flokki og 0% í 3. flokki (reyndar 100% í 1. flokki í rannsóknakerfinu). Samkvæmt rannsóknakerfinu er þetta efni sterkt, LA um 13% og kvarnargildi um 7-8%. Það sem vekur athygli hvað sandinn varðar er að hann er metinn að mestu með flöt eða flöt og ílöng korn, sem sagt að kleyfnistuðull sé hár. Í rannsóknakerfinu má sjá að mikið hefur verið reynt að ná hagstæðari kleyfnistuðli með vinnslu, en í flestum tilfellum eru kornastærðir frá 4 mm til 6,3 mm með kleyfnistuðul

- > 20%. Á því eru þó undantekningar, en miðað við mat á formi korna í þessari rannsókn má telja kleyfnina frekar óhagstæða. Ekki er ljóst hvort, eða hvaða kröfur verða gerðar til lögunar hálkuvarnarsands við endurskoðun Efnisgæðaritsins, en fjallað er um tillögur til umræðu í kafla 4 hér að neðan.
- Grímsá, 18586: Um er að ræða setnámu við Stekkhólma við Grímsá sem notuð hefur verið m.a. í klæðingar. Í rannsóknakerfi Vegagerðarinnar má finna ýmsar upplýsingar um efnisgæði; kleyfnistuðullinn er á bilinu 10 til 15%, brothlutfallið er frekar óhagstætt með um 30% af alrúnuðum kornum og berggreining gefur 68% í 2. flokk (ummyndað basalt og líparít 25%) og 16% í 3. gæðaflokk, aðallega mjög ummyndað basalt og setberg. Styrkur korna er í meðallagi, eða LA niðurbrot 14% og kvarnargildi 17%. Hvað hálkuvarnarsandinn varðar lenda 20% í 1. gæðaflokk lauslegrar berggreiningar, 58% í 2. flokk og 22% í 3. flokk, sem er nokkuð svipuð skipting í gæðaflokka og fæst í rannsóknakerfinu. Hins vegar er 3. flokks efnið í sandinum að mestu leyti mjög ummyndað líparít (12%) og líka mjög ummyndað basalt (8%). Efnið er metið miðlungs til veikt á heildina litið og kornin auk þess kúbísk, köntuð og hrjúf, sem er á skjön við mælingu á kleyfnistuðli og brothlutfalli í rannsóknakerfinu.
- Alda Hólasandi, 22775: Hér er um að ræða setnámu sem notuð hefur verið í klæðingar samkvæmt rannsóknakerfi Vegagerðarinnar. Í kerfinu eru nokkrar lögunarmælingar og má segja að efni af stærðarbilinu 4 til 5,6 mm sé yfirleitt með kleyfnistuðul milli 5 og 10%, sem sagt nokkuð kúbísk eins og sandsýnið er einnig metið. Varðandi brothlutfallið er einungis ein mæling í kerfinu þar sem fram kemur að um 34% korna séu albrotin, en ekkert gefið upp um alrúnuð korn. Hálkuvarnarsandurinn er hins vegar metinn vera að mestu með brúnamáðum og sléttum kornum, sem sagt lítið um brotin korn. Varðandi kornadreifinguna sem fjallað er um hér að framan má reikna með fínefnum í nokkrum mæli, þótt saltblöndun gæti haft áhrif á þá túlkun, en ljóst er að sandurinn er fingerður; 6% > 4 mm og 2% > 5,6 mm. Að því leyti, sem sagt rúnnaður og smágerður sandur telst varla góður til hálkuvarna. Þar fyrir utan er mikið efni í 3. flokki berggreiningar, mestallt mjög blöðrótt basalt, gjall og gler, sem brotnar væntanlega auðveldlega niður undir umferð.
- Litli Bakki, 20315: Samkvæmt rannsóknakerfi Vegagerðarinnar hefur þessi setnáma flesta kosti sem telja má jákvæða, LA styrkur um 15% og kvarnargildi um 9%, sem sagt sterkt efni. Þá er lögun hagstæð og mælist FI á bilinu 5 til 15% og brothlutfall 4/8 mm efnis mælist 79% brotið og 15% alrúnnað. Kornadreifing sandsýnisins er líka hagstæð með 10% yfir 5,6 mm (allt undir 8 mm) og líklega er ekki mikið af fínefnum ef miðað er við að saltblöndun hafi verið tæplega 10%. Berggreiningar í rannsóknakerfinu flokka meira en helming sýnanna með meirihluta í 1. gæðaflokki og 2 til 9% í 3. gæðaflokki, að mestu bæði mjög ummyndað og mjög blöðrótt basalt. Lauslega berggreiningin á sandsýninu flokkar heldur meira í 3. gæðaflokk, eða 14% sem er þó samsvarandi við berggreiningar í rannsóknakerfinu, sem sagt bæði mjög ummyndað og mjög blöðrótt basalt.
- Sléttuá Reyðarfirði, 18521: Í rannsóknakerfi Vegagerðarinnar kemur ekki fram mæling á lögun eða brothlutfalli, en lausleg greining á sandinum til hálkuvarna bendir til að kornin séu að mestu kúbísk, köntuð og hrjúf, sem bendir til að þessir þættir séu í lagi. Kornadreifing sandsins virðist vera í lagi, þar sem um 7% er yfir 5,6 mm (allt undir 8 mm)

og fínefni mælist undir 5%, jafnvel þótt þessi sandur hafi verið blandaður salti skv. upplýsingum sem fylgdu sýninu. Berggreiningar í rannsóknakerfinu eru nokkuð mismunandi og er 3. flokks efni metið á bilinu 23 til 35%, mest mjög ummyndað basalt. Lausleg berggreining á sandsýninu er mun hagstæðari, eða um 10% mjög ummyndað basalt (3. flokks), en þess má geta að berggreiningar í kerfinu eru frá 2001 og 2006 og því líklega ekki marktækar fyrir efnið sem unnið er nú í námunni. Í rannsóknakerfinu eru tvær kúlnakvarnarmælingar, önnur með kvarnargildið 21% og hin 25% sem bendir til að efnið sé tiltölulega veikt, en er metið miðlungs í lauslegri greiningu á sandsýninu.

- Eyjar Breiðdal, 16170: Í rannsóknakerfi Vegagerðarinnar, eru frekar litlar upplýsingar um þessa setnámu. Þó eru tvær berggreiningar, önnur með 10% af 3. flokks efni, allt mjög ummyndað basalt (greint 1991) og hin með 24% af 3. flokks efni, mest mjög ummyndað basalt (greint 2011). Auk þess var kvarnargildið mælt 13% (miðlungs slitþol) og frostþolsgildið mældist 13%, sem verður að teljast nokkuð hátt. Kornadreifing sandsýnisins virðist vera í lagi þótt einungis 2% sé > 5,6 mm og fínefni mælist einungis 3,5%, jafnvel þótt efnið hafi verið saltblandað. Væntanlega hefur þá hlutfall salts verið lágt í upphafi, eða þá að megnið af saltinu hafi skolast úr sandinum í rigningum. Lausleg berggreining á sandsýninu gefur 29% af 3. flokks efni, langmest mjög ummyndað basalt en einnig nokkuð af mjög ummynduðu líparíti. Korninn eru metin flöt, köntuð og hrjúf, en upplýsingar um lögun og brothlutfall er ekki að finna í rannsóknakerfinu.
- Klifandi ofan hringvegjar, 22966: Sýni af þessum hálkuvarnarsandi barst og var sent til mælinga á kornadreifingu til Eflu sem skilaði sér í þessa skýrslu. Það barst þó ekki afgangur til lauslegs mats á berggreiningu, lögunarþáttum og hrjúfleika á rannsóknastofu Vegagerðarinnar og því liggja engar upplýsingar þar að lútandi fyrir. Það sem meira er, þá liggja engar niðurstöður rannsókna fyrir í rannsóknakerfinu um þessa setnámu, ekki einu sinni kornakúrfur. Það eina sem hægt er að birta er kornakúrfan sem fjallað er um hér að framan, en þar kemur fram að allt efnið smýgur 5,6 mm sigtið og er það eina sem er svo fíngert í þessari rannsókn. Það blasir við að hér þyrftu að liggja fyrir niðurstöður prófana í rannsóknakerfinu, ef nota á efni úr henni á annað borð. Í annarri námu sem er rétt neðan vegar sem er nú frágengin, er fjöldinn allur af kornakúrfum, flestar frá árinu 1984 og nokkrar frá því um aldamótin. Einnig eru nokkur viðloðunarpróf frá 2011 (greinilega ætlað sem klæðingarefni), en ekkert annað finnst um þá námu í rannsóknakerfinu. Það vekur furðu að efni sem ætlað er til notkunar í klæðingu, jafnvel á hringveginn hafi ekki verið rannsakað betur en fram kemur í rannsóknakerfinu. Hvað sem því líður má segja að ekki liggja fyrir neinar haldbærar upplýsingar um hálkuvarnarsandinn sem barst í þessari rannsókn, aðrar en þær að hann virðist vera of fíngerður til nota í hálkuvarnir.

3 Samantekt

Segja má að niðurstöður þessarar rannsóknir á hálkuvarnarsandi vekur upp nokkrar spurningar sem vert er að leita svara við hvað varðar kröfur til hálkuvarnarefna sem notuð eru vítt og breitt um landið:

- *Er ástæða til að skerpa á kröfum sem gerðar eru til hálkuvarnarefna? Að mati höfundar er brýn þörf á að skoða hvaða kröfur skuli gera til hálkuvarnarsands, e.t.v. með tilliti til umferðarmagns. Að lágmarki þarf að liggja fyrir mæling á kornadreifingu sands fyrir saltblöndun (ef blöndun stendur til) til að tryggja að hann sé innan markalína og sérstaklega með tilliti til fínefnamagns, undirstærða og yfirstærða. Einnig ætti að liggja fyrir að minnsta kosti lausleg berggreining af sandinum eins gert var í þessari rannsókn, svo og lauslegt mat á lögum og brothlutfalli hans. Ef lögum er óhagstæð (mikið af flötum kornum) er hætt við að sandurinn liggja í of þunnu lagi á veginum og brotni auk þess mikið niður undan nagladekkjum. Ef brothlutfall er lágt (mikið af rúnnum kornum) er meiri hætta á að sandurinn fjúki út af veginum og nýtist því ekki sem skyldi. Vel brotinn sandur (t.d. úr vinnslu á bergi) hefur meiri möguleika á að sitja fastur á vegyfirborðinu. Styrkleiki sandsins skiptir líka máli og er e.t.v. hægt að meta hann út frá berggreiningunni. Ef sandur er of veikur er hætta á að hann molni niður undan umferð, virkni hans minnki og valdi auk þess svifryksmengun.*
- *Er ástæða til að setja fram ákvæði um kröfur til hálkuvarnarsalts og saltblöndunar í sand? Eins og fram kemur í inngangi þessa rits eru gerðar ákveðnar kröfur til salts sem vegagerðin kaupir, meðal annars varðandi kornadreifingu hans og fleira. Bent skal á að kröfurnar þar að lútandi eru misvísandi í útboðsskjölum Ríkiskaupa og þarfnast leiðréttinga, en eru í grunninn líklega raunhæfar. Varðandi íblöndun salts í hálkuvarnarsand virðast ekki vera neinar skjalfestar kröfur eða leiðbeiningar um magn salts í hálkuvarnarsand, aðferðir við íblöndun eða geymsluskilyrði til að varna því að salt leysist upp og leki burt í rigningum. Meta þarf hvaða kröfur skuli setja fram varðandi þessi atriði. Einnig þarf að taka afstöðu til þess hvort saltblöndun verði gerð að kröfu, eða hvort það er valkvætt milli þjónustustöðva hvort salti er blandað í sandinn eða ekki.*
- *Er ástæða til að breyta markalínum hálkuvarnarsands, innan og utan þéttbýlis? Það kemur fram í þessari rannsókn að í sumum tilfellum er of mikið fínefni í hálkuvarnarsandi miðað við markalínur og einnig kemur fyrir að of mikið er af yfirstærðum. Þetta má fullyrða út frá kornadreifingu sýna sem ekki voru saltblönduð, en ekki er hægt að fullyrða nákvæmlega hvernig kornakúrfur saltblönduðu sýnanna voru fyrir íblöndun. Þess vegna er lagt til í kafla 4 hér að neðan að rannsóknir á kornadreifingu hálkuvarnarsands liggja alltaf fyrir áður en hann er blandaður salti. Markalínur hálkuvarnarsands sem nú eru í Efnisgæðaritinu voru settar fram fyrir nokkrum árum og eru byggðar á heimildum frá Noregi og Svíþjóð sem Skúli Þórðarson, þáverandi starfsmaður þjónustusviðs Vegagerðarinnar, hafði aflað. Taka þarf afstöðu til hvort leyfa megi 5% fínefni í sandi sem notaður er utan þéttbýlis eða hvort sömu kröfur skuli gilda um allan hálkuvarnarsand. Einnig þarf að taka afstöðu til hvort rýmka megi kröfur um yfirstærðir, þar sem líkur eru á að í mörgum tilfellum séu þær > 5%, sérstaklega þegar sandurinn tengist framleiðslu á flokkuðu klæðingarefni. Í öllu falli getur*

komið til greina að setja fram umferðarviðmið, hvort heldur ársdagsumferð (ÁDU) eða vetrardagsumferð (VDU) í stað þess að notast við frekar óljós mörk á þéttbýli og utan þess.

Það er ljóst að mikilvægt er að settar verði skýrar línur um gerð hálkuvarnarsands og gæði hans, ekki síst af tvennum ástæðum. Annars vegar má líta svo á að um umferðaröryggismál sé að ræða og að tryggja þurfi hámarksvirkni hálkuvarnarsands með tilliti til hemlunarviðnáms. Hins vegar má segja að um lýðheilsamál sé að ræða, sérstaklega í þéttbýli, en ef mikið er af undirstærðum í sandinum er hætt við að það stuðli að aukinni svifryksmengun. Einnig er hætta á að veikar berggerðir (til dæmis gropinn sandur) molni niður undan umferð og geti á þann hátt framkallað aukið svifryk. Það er því full ástæða til að huga betur að efnisgæðum hálkuvarnarsands sem notaður er vítt og breytt um landið og samræma kröfur og leiðbeiningar um notkun hans.

Taka þarf afstöðu til þess hvort Vegagerðin muni breyta áherslum sínum til hálkuvarna í framtíðinni, bæði með frekari rannsóknum og samstarfi við innlenda og erlenda sérfræðinga. Einnig mætti skoða hvort gerlegt væri að sópa upp hálkuvarnarsand til endurnotkunar, en það kallar á að sandurinn sé vel slitsterkur og þröngt flokkaður, t.d. 2/6 mm. Þetta á helst við þar sem sandað er í þéttbýli. Slíkt verklag til endurnotkunar myndi þá klárlega flokkast sem umhverfismál og efnissparnaður.

Til stendur að skoða tengsl milli framleiðslu klæðingarefnis og hálkuvarnarsands nánar, þ.e.a.s. að gert sé ráð fyrir að sandurinn sem harpast frá, t.d. við framleiðslu 8/16 mm klæðingarefnis, verði nýtilegur til hálkuvarna. Setja þarf fram verklagsreglur um framleiðsluna, þannig að ekki verði of mikið af yfirstærðum í hálkuvarnarsandinum og jafnframt að tryggt verði að finefni verði innan marka við framleiðsluna. Það gefur auga leið að ef lítið er af undirstærðum í flokkuðu klæðingarefni er hætta á að mikið verði af yfirstærðum í t.d. 0/6 eða 2/6 mm hálkuvarnarsandi. Þessi efnismál í heild sinni þurfa að skoðast í samráði við svæði Vegagerðarinnar og framleiðendur klæðingarefna og hálkuvarnarsands. Einnig þarf að kanna hvernig upplýsingar um niðurstöður prófana á klæðingarefni (t.d. LA prófi, kúlnakvörn og brothlutfalli) geti gefið vísbendingar um efnisgæði hálkuvarnarsandsins sem verður til við framleiðslu klæðingarinnar.

Þess má geta að Vegagerðin mun leggja áherslu á að sá hálkuvarnarsandur sem hún notar á sínar götur og vegi uppfylli kröfur sem lágmarki svifryksmengun sem frá sandinum gæti stafað. Benda má á að sama ætti að vera uppi á teningnum hjá sveitarfélögum sem nota hálkuvarnarsand, t.d. á göngu- og hjólastíga og í vissum tilfellum á götur einnig. Því er stoðdeild Vegagerðarinnar fús til samstarfs við sveitarfélög um frekari rannsóknir, leiðbeiningar og kröfur. Æskilegt er að samræmi verði í kröfuköflum útboðslýsinga hjá öllum aðilum sem nota hálkuvarnarsand á götur og stíga á annað borð.

4 Tillögur að kröfum í Efnisgæðaritið

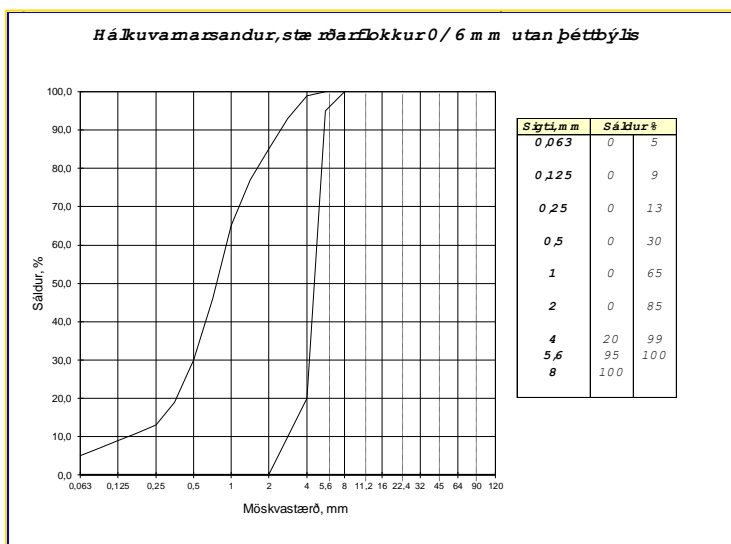
4.1 Almennt

Það er ljóst að mati höfundar þessarar skýrslu að skerpa þarf á kröfum til hálkuvarnarsands í kafla 8 í Efnisgæðariti Vegagerðarinnar. Hér að neðan eru settar fram tillögur að breyttum og/eða auknum kröfum til hálkuvarnarsands hvað varðar kornadreifingu, berggæði, lögun og brothlutfall hálkuvarnarsands. Þetta á fyrst og fremst við prófanir á sandi á framleiðslustigi, en það gæti þýtt að þörf gæti orðið á aukinni vinnslu til að uppfylla kröfurnar sem settar verða fram. Að vísu gætu auknar kröfur til hálkuvarnarsands valdið auknum kostnaði við framleiðslu hans, en á móti koma aukin gæði og virkni sandsins og þar með aukið umferðaröryggi.

Það skal áréttað að mikilvægt er að senda sýni af framleiddum hálkuvarnarsandi á rannsóknastofu **áður** en salti er blandað í hann, ef það stendur til að nota salt á annað borð. Einnig þarf að hafa í huga að ef blanda á salti í sand til hálkuvarna er mikilvægt að hann sé geymdur innandyrna eða undir ábreiðu, til að forðast að rigning leysi saltið upp. Ekki er tekin afstaða til þess hvort æskilegt sé að nota salt eða ekki, en ljóst er að það er misjafnt eftir svæðum hvort saltblöndun er notuð eða ekki.

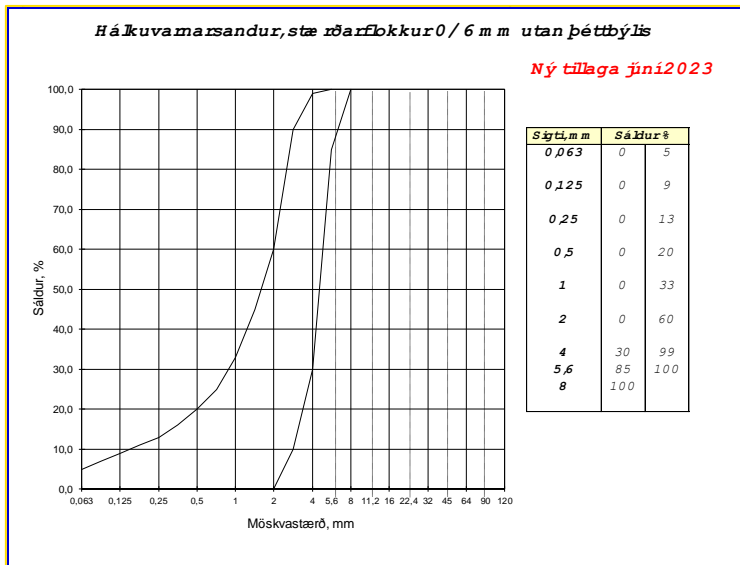
4.2 Kornadreifing

Endurskoða þarf þær markalínur sem nú eru settar fram í kafla 8.3.7 í ritinu, jafnvel þótt nú þegar hafi verið gerðar breytingar á leyfilegum grófleika sands til hálkuvarna. Að mati höfundar þarf að þrengja að fínleika hálkuvarnarsands, en samkvæmt núverandi efri markalínunum gætu allt að 85% sandsins verið fingerðari en 2 mm og 65% fingerðari en 1 mm. Þá mætti einnig hugsa sér að leyfa heldur meira af yfirstærðum í hálkuvarnarsandi, eða 10% yfir 5,6 mm í stað 5% nú. Hér að neðan er sett fram tillaga til umræðu, sem sagt að breyta núverandi markalínunum (utan þéttbýlis) úr því sem sýnt er á mynd 10 a) yfir í það sem sýnt er á mynd 10 b).



Mynd 10 a)

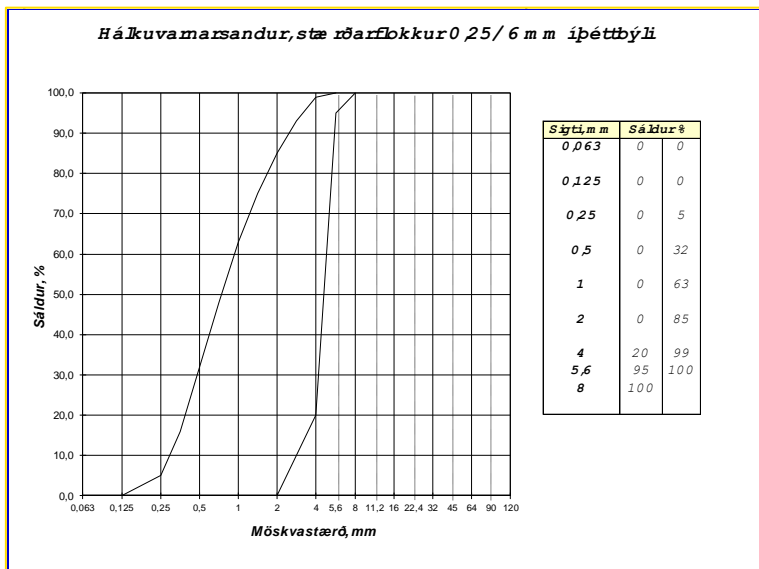
Markalínur hálkuvarnarsands í Efnisgæðaritinu 2023 (utan þéttbýlis)



Mynd 10 b)

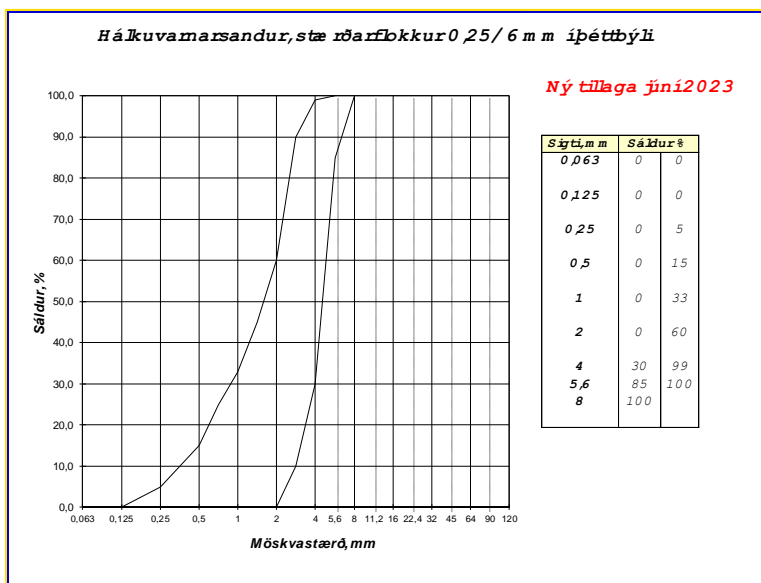
Tillaga að breyttum markalínum hálkuvarnarsands í Efnisgæðaritinu, utan þéttbýlis

Á sambærilegan hátt sýnir mynd 11 a) og b) núverandi markalínur í Efnisgæðaritinu 2023 og tillögu að breyttum markalínum.



Mynd 11 a)

Markalínur hálkuvarnarsands í Efnisgæðaritinu 2023 í þéttbýli



Mynd 11 b)

Tillaga að breyttum markalínum hálkuvarnarsands í Efnisgæðaritinu í þéttbýli

Ef lítið er til kornadreifingar þeirra sýna sem bárust í þessari rannsókn er ljóst að allnokkur þeirra myndu ekki standast þessar nýju tillögur að kröfum um kornastærðir. Þar má fyrst nefna námuna Klifandi án salts (22966), en í því tilfelli smýgur allt efnið 5,6 mm sígtið, 90% er undir 4 mm og tæp 60% smjúga 2 mm sígtið. Því má segja að þessi sandur sé of fínur til að henta til hálkuvarna og hefði reyndar farið út fyrir nógildandi markalínur ef því er að skipta. Önnur sýni hafa frekar óheppilega kornadreifingu til hálkuvarna og má þar nefna Fossatún án salts (17046), sem er með lítið eitt af steinum sem eru stærri en 11,2 mm og þannig séð of gróft. Samt sem áður smjúga rúm 90% 5,6 mm sígtið og um 80% efnisins er smærra en 4 mm og 60% smærra en 2 mm. Þessi kornadreifing er því óheppileg til hálkuvarna, bæði of stórir steinar og líka of fínir í heildina. Fleira mætti tína til og þá sérstaklega varðandi fínleika, t.d. Jökulsá í Kelduhverfi (75% er < 2 mm), Alda á Hólasandi (70% er < 2 mm) og fleira mætti tína til, en þar sem saltblöndun hefur áhrif á mælinguna verður ekki lengra haldið í túlkunum á kornadreifingu hér.

4.3 Lausleg berggreining, form, ávali, hryfi og styrkur

Lauslegar berggreiningar voru gerðar á því efni sem varð afgang eftir að mælingar Eflu á kornadreifingu þeirra lágu fyrir. Afgangssýnin voru sótt og tekin inn á rannsóknastofu Vegagerðarinnar til frekari greininga sem Erla María Hauksdóttir jarðfræðingur tók að sér að gera. Auk lauslegra berggreininga, sjá töflu 2 og viðauka I, var einnig metið form korna (kúbísk/flöt/íflöng), ávali korna (máð/köntuð), hryfi korna (slétt/hrjúf) og metinn styrkur þeirra jafnóðum. Eins og gefur að skilja var mismikill afgangur af þeim sýnum sem bárust frá Eflu, en í langflestum tilfellum voru greind á milli 100 og 160 korn, þó með þeim undantekningum að sýnið frá Skútum var greint á 95 kornum, Jökulsá í Kelduhverfi 52 korn og Alda á Hólasandi einungis 20 korn. Ekki barst sýni frá námunni Klifandi til Vegagerðarinnar frá Eflu og hefur því allt efnið verið notað til að taka kornakúrfuna. Eins og fram hefur komið var efnið frá Klifanda auk þess mjög fínur og nánast allt undir 4 mm og því hefði verið erfitt að fá nægilega gróft sýni til mats á eiginleikum kornanna.

Taka verður þessum lauslegu greiningum og mati með þeim fyrirvara að ekki er um að ræða beinar mælingar, t.d. á kornalögun, brothlutfalli eða styrk, en eins og fram kemur í kafla 2.4 var skoðað hvaða rannsóknir voru til í rannsóknakerfi Vegagerðarinnar hvað þessa þætti varðar og er það rakið hér að framan í kafla 4.2. Segja má að í flestum tilfellum hafi verið ákveðið samræmi milli lauslega

matsins á sandsýnunum og því sem lá fyrir í rannsóknakerfinu, en þó með undantekningum, sem mætti skýra með því að niðurstöður í kerfinu eru í mörgum tilfellum gamlar og hafa því lítil tengsl við sandsýnin. Þó er ákveðið hér að koma með ákveðnar tillögur að leiðbeinandi kröfum til þessara þátta í Efnisgæðaritinu, auk þeirra breyttu krafna til kornadreifingar sem fjallað er um hér að framan. Til að nálgast hvað gætu talist raunhæfar, leiðbeinandi kröfur til efnisgæða hálkuvarnarsands í Efnisgæðaritinu eru niðurstöður lauslegra greininga á sandinum hafðar til hliðsjónar, sem sagt tafla 2 í kafla 2.4 hér að ofan. Einnig er tekið tillit til umfjöllunar um einstakar námur undir töflunni með tilvísun í rannsóknakerfið, svo og flokkun lauslegrar berggreiningar sem birt er í viðauka I hér að neðan. Til hliðsjónar er horft til krafna í Efnisgæðaritinu til malarslitlaga varðandi berggæði, löggun og brothlutfall, þótt kröfur til hálkuvarnarsands byggi ekki á beinum mælingum, heldur sjónrænu mati í tengslum við lauslega berggreiningu.

- **Gæðaflokkun berggreiningar:** Gæðaflokkun samkvæmt lauslegri berggreiningu er æði misjöfn á sandsýnunum, eða allt frá því að ekkert fellur í þriðja gæðablokk og upp í að 50% lendi í þeim flokki. Þar er um að ræða námuna Alda á Hólasandi, sem er með bæði mjög ummyndað og mjög blöðrótt basalt. Að vísu þarf að gera fyrirvara við þá berggreiningu, þar sem einungis voru greind 20 korn (sjá viðauka I), sem er allt of lítið úrtak. Aðrar lauslegar berggreiningar á sandsýnunum eru yfirleitt með undir 30% af þriðja flokks efni og allflestar undir 20% og meðaltalið er 16% af þriðja flokks efni. Ef lítið er til kröfuflokka berggreiningar til malarslitlags í kafla 62.5.1 í Efnisgæðaritinu mega allt að 30% steinefnisins falla í 3. gæðaflokk (ef umferð er < 75 ÁDU). Það má hugsa sér að **ný tillaga að kröfu 2023** til hálkuvarnarsands í Efnisgæðaritinu verði á svipuðu róli.
- **Brothlutfall:** Fimm af 17 sýnum sem bárust í þessari rannsókn eru metin að mestu leyti „máð og slétt“ og 12 af sýnunum eru metin „köntuð og hrjúf“. Þau sýni sem voru metin máð og slétt eru úr námunum Fossatúni (tvö sýni), Skjálfandafljóti (tvö sýni) og Öldu á Hólasandi og má reikna með að þessi efni þyrftu að fá frekari vinnslu til að uppfylla lágmarkskröfur. Í kafla 62.5.1 í Efnisgæðaritinu um kröfur til steinefna í malarslitlög eru gerðar þær kröfur til brothlutfalls miðað við litla umferð (< 75 ÁDU) að allt að því 50% efnisins megi vera óbrotið, en þó ekki meira en það. Segja má að þessi krafa sé hófsöm, en þó ekki meira en svo að einhverjir brotflétir þurfa að vera á helmingi þeirra korna sem greind eru. Það má hugsa sér að **ný tillaga að kröfu 2023** til hálkuvarnarsands í Efnisgæðaritinu verði á svipuðu róli.
- **Kornalöggun:** Sex af 17 sýnum sem bárust voru metin „flöt/kúbísk eða flöt/íllöng“ í lauslegri greiningu, en önnur sýni voru metin „kúbísk“. Þau sýni sem voru greind að hluta til flöt eru úr námunum Ofan Kleifabúa, Bláhæð, Skjálfandafljóti (annað af tveimur), Gunnólfsvík, Brunahvamshálsi, Litla Bakka og Eyjum í Breiðdal. Fjölmargar mælingar á kornalöggun (kleyfnistuðli) liggja fyrir í rannsóknakerfi Vegagerðarinnar af mikið notuðum námum sem flokkast sem flöt korn, til dæmis af Bláhæð, Litla Bakka og Brunahvamshálsi og má segja að á heildina lítið séu þessar námur með nokkuð háan kleyfnistuðul í kornastærðum 4/5 og 5/6,3 mm stærðarflokkum sem eru þó yfirleitt með gildi undir 30% (FI). Í kafla 62.5.1 í Efnisgæðaritinu um kröfur til steinefna í malarslitlög eru gerðar þær kröfur til kleyfnistuðuls miðað við litla umferð (< 75 ÁDU) að allt að 35% efnisins megi flokkast sem kleyfið (mælt með Flakiness Indexx aðferð, FI). Þar sem hálkuvarnarsandur virðist flestum tilfellum standist þessa kröfu má hugsa sér að **ný tillaga að kröfu 2023** til hálkuvarnarsands í Efnisgæðaritinu verði á svipuðu róli.

Eins og komið er liggur ekki fyrir hvernig kröfurnar verða settar fram í Efnisgæðaritinu, en ljóst er að gerð verður krafa um að kornadreifing sýnis af framleiddum hálkuvarnarsandi úr námu þurfi að liggja fyrir, sem sagt fyrir saltblöndun. Einnig að sýnið verði berggreint í samræmi við viðauka 10 í Efnisgæðaritinu. Þá skal að lágmarki meta brothlutfall og lýsa kornalögun samfara berggreiningunni. Til greina kemur að gerð verði krafa í vissum tilfellum um að mæla brothlutfall samkvæmt staðli ÍST EN 933-5 og kornalögun samkvæmt staðli ÍST EN 933-3. Slíkar auknar kröfur gætu þá verið tengdar umferðarmagni (VDU) á viðkomandi vegi, eða ef nota á sandinn til hálkuvarna í þéttbýli. Ákvörðun þar að lútandi verður þó að taka í samráði við ýmsa starfsmenn Vegagerðarinnar, svo sem á þjónustusviði, svæðum og þjónustustöðvum víða um landið. Því er þess vænst að viðkomandi aðilar kynni sér innihald þessarar skýrslu og beri fram athugasemdir við fyrirhugaðar kröfur til hálkuvarnarsands áður en þær skila sé inn í Efnisgæðaritið.

Viðauki I Lauslegar berggreiningar

Námu-númer	Heiti námu	Salt, já/nei	Berg-tegund	Bergbrigði	Fjöldi korna	Berggreining		
						1. fl	2. fl	3. fl
17046	Fossatún	Nei	Basalt	Þétt/lítilega umm.	61	42	44	14
				Blöðr./lítilega umm.	6			
				Þétt/ummyndað	51			
				Blöðr./ummyndað	3			
				Blöðr./opin steindab.	12			
				Mjög blöðrótt	3			
				Holufylling	-	3		
Líparít	Þétt/lítill. ummyndað	5						
17046	Fossatún	Já	Basalt	Þétt/ferskt	67	42	47	11
				Blöðrótt/lítill. umm.	14			
				Þétt/ummyndað	56			
				Blöðrótt/ummyndað	4			
				Blöðrótt/mjög umm.	6			
				Opin steindabygging	10			
				Gjall	-	1		
Líparít	Þétt/ferskt	1						
20380	Ofan Kleifabúa	Já	Basalt	Þétt/lítilega umm.	92	57	33	10
				Þétt/ummyndað	52			
				Þétt/mjög umm.	16			
15908	Bláhæð	Já	Basalt	Þétt/ferskt	128	90	9	1
				Þétt/ummyndað	12			
				Þétt/mjög ummyndað	1			
21369	Neðri Mýrar	Nei	Basalt	Þétt/ferskt	150	95	4	1
				Þétt/ummyndað	5			
				Blöðrótt/ferskt	2			
				Ýmiss korn (2. flokks)	2			
	Holufylling	-	1					
15998	Djúpadalsá	Nei	Basalt	Þétt/ferskt	61	57	24	19
				Þétt/ummyndað	20			
				Blöðrótt/ummyndað	5			
				Mjög blöðrótt	2			
				Mjög ummyndað	5			
				Opin steindabygging	13			

Námu-númer	Heiti námu	Salt, já/nei	Berg-tegund	Bergbrigði	Fjöldi korna	Berggreining		
						1. fl	2. fl	3. fl
18352	Skjálfandafj. port	Já	Basalt	Þétt/ferskt Blöðrótt/ferskt Þétt/ummyndað Blöðrótt/ummyndað Blöðr./mjög umm. Opin steindabygging Mjög blöðrótt Gjall Móberg Líparít Basaltgler	42 57 12 5 4 6 15 7 1 2 5	27	51	22
18352	Skjálfandafj, Brekka	Já	Basalt	Þétt/ferskt Blöðrótt/ferskt Þétt/ummyndað Blöðrótt/ummyndað Blöðr./mjög umm. Opin steindabygging Mjög blöðrótt Gjall Holufylling Líparít Gler Basaltgler	18 32 3 12 1 3 14 7 1 4 5 1 1	18	51	31
22511	Skútar	Já	Basalt	Þétt/ferskt Þétt/ummyndað Þétt/mjög umm.	66 26 3	70	27	3
18370	Jökulsá, Kelduhv.	Já	Basalt	Þétt/ferskt Þétt/ummyndað Blöðrótt/ferskt Blöðrótt/ummyndað Mjög blöðrótt Opin steindabygging Gjall Líparít	19 1 11 3 5 2 6 4 1	36	31	34
18418	Gunnólfsvík	Já	Basalt	Þétt/ferskt Blöðrótt/ferskt Þétt/ummyndað Blöðrótt/ummyndað Mjög ummyndað Opin steindabygging Gjall Basaltgler	45 11 76 3 9 10 2 3	28	59	13
22094	Brunahv.háls	Nei	Basalt	Þétt/ferskt Þétt/ummyndað	72 29	71	29	0
18586	Grímsá	Já	Basalt	Þétt/ferskt	30	21	57	23

Námu-númer	Heiti námu	Salt, já/nei	Berg-tegund	Bergbrigði	Fjöldi korna	Berggreining		
						1. fl	2. fl	3. fl
				Þétt/ummyndað Mjög ummyndað Ýmiss korn Holufylling Líparít	16 11 1 4 36 31 17			
22775	Alda Hólasandi	Já	Basalt	Þétt/ferskt Blöðrótt/ferskt Þétt/ummyndað Mjög ummyndað Mjög blöðrótt Móberg	4 4 2 4 5 1	20	30	50
20315	Litli Bakki	Já	Basalt Gjall Líparít	Þétt/ferskt Blöðrótt/ferskt Blöðrótt/ummyndað Mjög ummyndað Opin steindabygging Mjög blöðrótt - Þétt/lítilega umm.	69 7 46 11 2 3 4 1	48	38	14
18521	Sléttuá, Reyðarf.	Já	Basalt Holufylling Líparít	Þétt/ferskt Þétt/ummyndað Mjög ummyndað - Þétt/ferskt Þétt/ummyndað Mjög ummyndað	65 39 8 2 5 3 1	53	38	9
16170	Eyjar, Breiðdal	Já	Basalt Gabbró Holufylling Líparít	Þétt/lítilega umm. Blöðr./lítill. umm. Blöðrótt/ummyndað Mjög ummyndað - - Þétt/lítill. ummyndað Mjög ummyndað	37 45 3 25 1 1 10 9	29	48	23
22966	Klifandi	nei	-	-	-	x	x	x