



Skýrsla nr. 05-17

Samanburður á aðferðum til sáldur- greininga á smágerðum sýnum

Arnbór Óli Arason og Ásbjörn Jóhannesson

Unnið fyrir:

Rannsókn- og þróunarsjóð Vegagerðarinnar



SKÝRSLA

Skýrsla nr: 05-17

Rb/SfB

12

Yp1

(H)

Dreifing:

Opin

Lokuð

UDK: 691.2

Heiti skýrslu:

SAMANBURÐUR Á AÐFERÐUM TIL
SÁLDURGREININGA Á SMÁGERÐUM SÝNUM

FLOTVOG - LJÖRVI - SANDGILDISPRÓF

Dags.:

September 2005

Fjöldi síðna:

23 + 4 viðaukar

Höfundar:

Arnþór Óli Arason og Ásbjörn Jóhannesson

Fagleg ábyrgð:

PP

Deild:

Vegtæknideild

Rannsóknanúmer:

V04-08

Unnið fyrir:

Rannsókn- og þróunarsjóð Vegagerðarinnar

Samantekt:

Samanburðarmælingar á sáldurferlum smágerðra sýna af steinefnum, annars vegar með flotvog (hydrometer), hins vegar með ljörva (laser), sem gerðar voru á Rannsóknastofnun byggingariðnaðarins 2004 sýndu talsverðan mismun á niðurstöðum fengnum með þessum tveim aðferðum. Mismunurinn var talinn geta stafað af ófullkominni skiptingu sýna.

Í þessari rannsókn voru tíu sýni, öll af dæmigerðum malarslitlagsefnum að einu undanskildu, sáldurgreind með flotvog og ljörva eftir að grófara efni en 250 µm hafði verið siktað frá. Að auki var gert sandgildispróf á sömu sýnum, þeim hluta sem var smærri en 2 mm. Sýni til mælinga í flotvog voru fengin með fjórðungaskiptum. Mælingar í ljörva voru með ýmsu móti, bæði þurmmælingar og votmælingar, og sýnin voru fengin með fjórðungaskiptum, misjafnlega langt reknum. Helstu niðurstöður eru þessar:

-Sandgildispróf gefur visbendingu um hlutfall korna undir 5 µm í sýnum af jarðsetum, en er að öðru leyti gagnslítið við mat á fyllingar- og burðarlagsefnum til vegagerðar.

-Mælingar með ljörva birta yfirleitt fíngerðari sáldurferil en mælingar með flotvog, einkum þó á bilinu 10-100 µm. Af þessum sökum eru minni líkur á að mælingar með ljörva vanmeti hættu á frostnæmi en mælingar með flotvog.

-Getu ljörvans til nákvæmrar greiningar á sáldurferli má nýta betur en nú er gert með því að skipta sýnum í hvirfkljúf (rotatory sample divider) fremur en með fjórðungaskiptum eða í venjulegum skiptara.

-Einstaka sýni geta mælst mun fíngerðari með þurmmælingu í ljörva en í mælingu með flotvog og með votmælingu í ljörva. Ástæða þessa er ókunn.

Heimildir gefa til kynna að mælingar með ljörva séu mun nákvæmari en mælingar með flotvog. Niðurstöður þessarar rannsóknar styðja tilgátu þess efnis að sáldurgreiningar á sýnum af smágerðu steinefni gætu verið mun nákvæmari en nú er með því að nota ljörva í stað flotvogar við sáldurgreininguna og heppilegan tækjabúnað til að skipta smágerðum sýnum.

3 lykilorð: Á íslensku

3 lykilorð: Á ensku

Sáldurgreining	Particle size analysis
Ljörvi	Laser
Skipting sýna	Sample reduction

FORMÁLI

Í þessari skýrslu eru kynntar niðurstöður samanburðar á aðferðum til að greina sáldurferil smágerðra sýna ($< 250 \mu\text{m}$) af jarðsetum og steinmulningi, þar á meðal mælingar með flotvog og ljörva¹. Svipaður samanburður hefur verið gerður áður á Rannsóknastofnun byggingariðnaðarins [AÓA 2004]. Þá kom í ljós talsverður munur á niðurstöðum þessara tveggja aðferða. Í niðurstöðum skýrslu um samanburðinn er bent á að hann kunnir að stafa af mismun á sýnum sem lögð voru til grundvallar að samanburðinum.

Í rannsókninni sem hér á í hlut eru bornar saman þrjár mæliaðferðir sem allar gefa upplýsingar um smáar kornastærðir í steinefnum. Þær eru flotvog, ljörvi og sandgildispróf². Í þessari atrennu var lögð áhersla á að takmarka áhrif af skiptingu sýna í önnur minni á niðurstöður samanburðar á þessum greiningaraðferðum, að því marki sem talist getur raunhæft með þeim búnaði sem Rannsóknastofnun byggingariðnaðarins hefur yfir að ráða til slíkra hluta.

Í skýrslunni er reynt eftir föngum að nota íslensk orð yfir hugtök sem þar koma fyrir, en sum þeirra kunna að virðast framandi. Orðin eru flest sótt í Orðabanka íslenskrar málstöðvar, en fáein voru heimasníðuð þegar hann þraut. Mörg þessara orða eru skýrð neðanmáls, oft með tilvísun í ensk orð yfir sama hugtak.

Mælingarnar voru gerðar á Rannsóknastofnun byggingariðnaðarins. Arnþór Óli Arason, jarðfræðingur, sá um undirbúning sýna, mælingar í ljörva, mælingar á sandgildi og annaðist auk þess úrvinnslu mælinga að mestum hluta. Oddur Þórðarson, rannsóknamaður, gerði mælingar með flotvog.

Kostnaður við rannsóknina var að hluta til greiddur af Rannsókn- og þróunarsjóði Vegagerðarinnar og að hluta af Rannsóknastofnun byggingariðnaðarins.

¹ *Ljörvi*; á ensku: *laser*.

² *Sandgildi*; á ensku: *sand equivalent*.

EFNISYFIRLIT**FORMÁLI**

1. INNGANGUR	5
2. EFNIVIÐUR OG AÐFERÐIR	7
2.1 Sýni til samanburðarmælinga	7
2.2 Skipting sýna og undirbúningur að prófunum	7
2.3 Prófunaraðferðir	8
2.4 Kvörðun á ljörva	9
3. NIÐURSTÖÐUR	10
3.1 Almennt	10
3.2 Samanburður á niðurstöðum sandgildisprófs og mælinga í ljörva	10
3.3 Samanburður á niðurstöðum sandgildisprófs og mælinga með flotvog	11
3.4 Samanburður á sáldurferlum fundnum með flotvog og með ljörva	11
3.4.1 Þurrælingar í ljörva í samanburði við mælingar með flotvog	12
3.4.2 Votmælingar í ljörva í samanburði við mælingar með flotvog	13
3.5 Samanburður á sáldurferlum fundnum með mælingum í ljörva	14
3.6 Áhrif tvístrunarhvata á niðurstöður mælinga í ljörva	16
3.7 Áhrif skiptingar á niðurstöður mælinga í ljörva	17
3.8 Áhrif þéttni á niðurstöður mælinga í ljörva	18
3.9 Sýni frá Björgun, afbrigðilegur munur á sáldurferlum	18
4. UMRÆÐA OG EFNISSKIL	20
4.1 Samanburður á áhrifum mæliaðferða á niðurstöður	20
4.2 Áhrif skiptingar á staðalfrávik mælinga í ljörva	21
4.3 Aðrar samanburðarprófanir	21
5. ÁLYKTANIR	22
HEIMILDIR	23
MYNDIR	
Mynd 3.1: Fylgni milli sandgildis og mælinga í ljörva	10
Mynd 3.2: Fylgni milli sandgildis og mælinga með flotvog	11
Mynd 3.3: Samanburður á mælingum með flotvog og í ljörva (tilhögun ÞM)	12
Mynd 3.4: Samanburður á mælingum með flotvog og í ljörva (tilhögun ÞS)	13
Mynd 3.5: Samanburður á mælingum með flotvog og í ljörva (tilhögun VM)	13
Mynd 3.6: Samanburður á niðurstöðum þurrælinga í ljörva með tvennskönar tilhögun (ÞM og ÞS)	14
Mynd 3.7: Samanburður á niðurstöðum þurrælinga (tilhögun ÞM) og votmælinga (tilhögun VM) í ljörva	15
Mynd 3.8: Staðalfrávik mælinga í ljörva á sáldurferli	16
Mynd 3.9: Áhrif tvístrunarhvata á niðurstöður mælinga í ljörva á sáldurferli	17
Mynd 3.10: Mismunur mælinga á tveim hlutsýnum (tilhögun VM)	17
Mynd 3.11: Áhrif þéttni á mælingu sáldurferlis	18
Mynd 3.12: Sýni frá Björgun, sáldurferlar eftir greiningaraðferðum	19
TÖFLUR	
Tafla 3.1: P-gildi fyrir mesta mismun á sáldurferlum eftir prófunartilhögun	15

VIÐAUKAR

Viðauki 1: Sáldurferlar sýna.

Viðauki 2: Niðurstöður kvörðunarmælinga í ljörva

Viðauki 3: Niðurstöður mælinga

3.1 Mælingar á sandgildi

3.2 Mælingar með flotvog

3.3 Mælingar með ljörva

3.4 Línurit yfir niðurstöður

Viðauki 4: Könnun á dreifingu mælinga í ljörva

1. INNGANGUR

Á Rannsóknastofnun byggingariðnaðarins hafa mælingar á sáldurferli smárra kornastærða (smærri en $63 \mu\text{m}^3$) í jarðsetum og steinmulningi um langt skeið verið gerðar með flotvog⁴ skv. ASTM D422-63 [ASTM 1999]. Þessi aðferð byggist á lögmáli sem kennt er við Stoke og lýsir fallhraða agna í vökva. Aðferðin hefur verið notuð víða um lönd um langt skeið og er þrautreynd. Hún er hins vegar tafsöm, fyrir utan nauðsynlegan undirbúning getur prófunin tekið 2-3 vinnudaga. Þar að auki krefst framkvæmd hennar vandvirkni og talsverðrar þjálfunar.

Árið 1999 festi stofnunin kaup á tækjasamstæðu (ljörva) frá Sympatec GmbH, sem mælir stærðadreifingu korna á bilinu 1,8-350 μm með aðferð sem byggist á geislagreiningu⁵. Þessi mæliaðferð er mjög fljótverk, en byggist ekki á sömu eðlisfræðilegu lögmálum og mæling með flotvog. Þar af leiðandi mæla þessar tvær aðferðir ekki sama eiginleikann, þótt niðurstöður beggja megi nota til að meta sáldurferil sýnisins. Á hinn bóginn benda heimildir til þess að fyrrnefnda aðferðin sé mun nákvæmari en mæling með flotvog. Samkvæmt samanburðarrannsókn á fimm sýnum [NN án ártals] reyndist tvímælingagildi⁶ mælinga með flotvog vera að hámarki um 5,4 % en sambærileg tala fyrir greiningar með ljörva var 0,5 %.

Af þessu tilefni gerði Rannsóknastofnun byggingariðnaðarins samanburð á niðurstöðum greininga á sáldurferli um það bil 50 sýna af íslenskum jarðsetum [AÓA 2004]. Greiningarnar voru gerðar með ljörva og með flotvog. Niðurstöðurnar gáfu meðal annars til kynna að mælingar á sýnum af smærri kornum en 125 μm , annars vegar með flotvog og hinsvegar með ljörva, væru ekki sambærilegar, mesti munur á sáldurferli mældum með þessum tveim aðferðum gæti verið allt upp í 15-20 prósentustig⁷. Þessi mismunur var þó, með hliðsjón af heimildum, fyrst og fremst talinn stafa af mismun á sýnum, þótt mismuninn mætti í fáeinum tilfellum rekja að einhverju eða öllu leyti til flotvogarmælingarinnar. Í annan stað sýndu niðurstöður rannsóknarinnar að mælingar með ljörva á sýnum af smærri kornum en 125 μm , annars vegar þurrarmælingar, hins vegar votmælingar, væru heldur ekki sambærilegar, þótt munurinn væri minni (samt sem áður allt upp í 10-15 prósentustig) en þegar mælingar með flotvog og ljörva voru bornar saman. Munurinn var talinn geta stafað af mismun á sýnum, en einnig af því að mæliaðferðirnar nota ekki sömu tækni til að tvístra sýnunum fyrir mælingu.

Vitneskju um hlutfall korna undir ákveðinni stærð er meðal annars krafist í verklýsingum fyrir vegagerð, til dæmis þegar meta skal hvort hætta sé á að burðarlagsefni sé frostnæmt. Sem stendur miðast þessi ákvæði við mælingar með flotvog en þar sem slíkar mælingar eru seinvirkar væri æskilegt að taka mælingar með ljörva upp í þeirra stað. Á hinn bóginn getur verið mikið í húfi að niðurstöður mælinganna séu sambærilegar við mælingar með flotvog, þar sem ákvæðin eru byggð á langri reynslu af flotvogarmælingum.

Með hliðsjón af áður nefndri staðhæfingu um að mismunur á niðurstöðum sáldurgreiningar í ljörva og með flotvog geti að einhverju leyti stafað af mismun á sýnum var ákveðið að gera aðra samanburðarrannsókn þar sem áhersla var lögð á að

³ μm (míkrómetri): 1 μm er einn þúsundasti hluti úr millimetra.

⁴ Flotvog; á ensku: *hydrometer*.

⁵ Geislagreining; á ensku: *diffraction analysis*.

⁶ Tvímælingagildi; á ensku: *repeatability*.

⁷ Í þessari skýrslu er orðið *prósentustig* notað um mismun tveggja stærða sem báðar eru mældar í prósentum. Svo dæmi sé tekið er mismunurinn á 5 % vöxtum og 3 % vöxtum 2 prósentustig samkvæmt þessari notkun orðsins.

sýni til samanburðar á aðferðum væru eins lík og aðstæður leyfa. Á hinn bóginn var reynt að velja sem fjölbreytilegust sýni til rannsóknarinnar (þó aðeins úr flokki jarðseta) þannig að niðurstöðurnar hefðu gildi fyrir nokkuð fjölbreyttan hóp jarðseta. Að þessu sinni voru sýnin mæld á þrjá vegu, með flotvog [ASTM 1999], ljörva [AÓA 2004] og sandgildisprófi [EN 1999]; niðurstöður síðastnefndu aðferðarinnar er þó aðeins ein tala og gefur engar upplýsingar um sáldurferil í venjulegum skilningi.

Meginmarkmið rannsóknarinnar var að kanna hvort einhver mismunur kæmi fram á sáldurferlum sem ákvarðaðir eru með tveim fyrrnefndu aðferðunum ef sýnin eru höfð eins lík og sanngjarnt getur talist, þegar sýnum er skipt með hefðbundnum aðferðum⁸. Í annan stað var rannsókninni ætlað að varpa ljósi á tengsl milli niðurstaðna mælinga með flotvog annars vegar og ljörva hins vegar. Í þriðja lagi að skoða hvort sandgildispróf geti komið að gagni við mat á notagildi jarðseta til vegagerðar.

Í byrjun skýrslunnar er gerð stutt grein fyrir vali á sýnum í rannsóknina og hvernig þeim var skipt í smærri hluta til samanburðarmælinga. Að öðru leyti fjallar skýrslan um niðurstöður mælinganna og ályktanir af þeim.

⁸ Með hefðbundnum aðferðum er annars vegar átt við skiptingu í skiptara (á ensku: *riffle box*) og hins vegar fjórðungaskiptingu (á ensku: *quartering*).

2. EFNIVÍÐUR OG AÐFERÐIR

2.1 Sýni til samanburðarmælinga

Við val á sýnum til samanburðarmælinga var tvennt haft í huga öðru fremur. Í fyrsta lagi voru sýnin valin úr hópi sýna úr námum hérlandis sem efni til vegagerðar hefur verið sótt í, fyrst og fremst í malarlitlög. Í öðru lagi var reynt að hafa sýnin sem fjölbreyttust innan þessa hóps, einkum með tilliti til leirinnihalds.

Sýni úr tíu námum voru valin til samanburðarprófananna. Þeim voru gefin númer frá S01-S11 (sýni nr. S04 var ekki notað í rannsókninni). Sáldurferlar þeirra, auk uppruna og fæinna annarra auðkenna, eru sýndir í viðauka 1. Öll sýnin, að einu undanteknu (Björgun), eru tekin úr jarðsetanámum sem Vegagerðin hefur notað til ofaniburðar á malarvegi. Þau eru flest af dæmigerðum malarlitlagsefnum þó svo að nokkur þeirra uppfylli ekki kröfur verklýsinga Vegagerðarinnar til sáldurferils efnis í malarlitlög [AL 1995:53].

Sýnin eru öll frá misgömlum og misummynduðum basaltsvæðum. Leirhluti þeirra, þegar miðað er við þann hluta sýnanna sem er smærri en 250 μm , er á bilinu 3-14 % og syltarhlutinn á bilinu 32-63 %. Sömu stærðir eru 0-3 % og 2-12 % ef miðað er við allt sýnið.

2.2 Skipting sýna og undirbúningur að prófunum

Eins og áður segir var meginmarkmið rannsóknarinnar að bera saman tvær aðferðir til að mæla sáldurferil smágerðra sýna af jarðsetum og mulningi. Ef slíkur samanburður á að ná tilgangi sínum þurfa sýnin, sem samanburðurinn byggist á, að vera eins lík og kostur er. Í þessu sambandi er mikilvægt að vanda til skiptingar frumsýnis⁹ í hlutsýni¹⁰. Heppilegast hefði verið að skipta sýnunum í hvirfilkljúf¹¹ en enginn slíkur var tiltækur svo sýnunum var ýmist skipt í skiptara¹² (stórum sýnum), með fjórðungaskiptum¹³ (litlum sýnum) og í sumum tilfellum var tekið úr stærra sýni með skeið, þegar mjög lítil sýni voru tekin til mælingar (0,1-2 g).

Í stórum dráttum voru sýnin undirbúin þannig:

1. Úr frumsýni (úr námu), sem venjulega hafði kornastærð allt upp í 22 mm, í undantekningartilfellum upp í 64 mm, var skipt hæfilega stóru sýni í skiptara, sem þvínæst var siktað rakt á 4,75 mm sikti og siktileifinni hent.
2. Úr sáldrinu var skipt sýni (auðkennt A) með skiptara, til nota í sandgildispróf, á bilinu 500-900 g eftir sáldurferli, og sett í (nokkurn veginn) loftþéttar umbúðir.
3. Úr sama sáldri var skipt öðru sýni (auðkennt B) með skiptara til nota í prófanir með flotvog og ljörva, á bilinu 1000-5000 g eftir sáldurferli, og sett í (nokkurn veginn) loftþéttar umbúðir.
4. Afganginum af sáldrinu var haldið til haga sem varasýni.
5. Sýni B var þvegið í gegnum 250 μm sikti og siktileifinni hent. Sáldrið var þurrkað við 60 °C þar til hægt var að skipta því með góðu móti (auðkennt C). Sum sýnanna þurfti að merja með gúmmíhnalli í mortéli eftir þurrkunina.
6. Úr sýni C var skipt einu 260 g sýni sem var notað til mælinga á rúmþyngd og mælinga með flotvog, og tveim 45 g sýnum. Annað 45 g sýnanna var notað til rakamælingar, hitt (auðkennt D) til mælinga í ljörva.

⁹ Frumsýni; á ensku: *bulk sample*.

¹⁰ Hlutsýni; á ensku: *laboratory sample*.

¹¹ Hvirfilkljúfur; á ensku: *rotatory sample divider*.

¹² Skiptari; á ensku: *riffle box*.

¹³ Fjórðungaskipti; á ensku: *quartering*.

7. Sýni D var enn skipt í tvennt með fjórðungaskiptum. Annar helmingurinn (auðkenndur DA) var notaður til þurrmælinga með ljörva, hinn helmingurinn (auðkenndur DB) til votmælinga í ljörva.
8. Afgangi af sýni D (ef einhver var eftir mælingar í ljörva) var haldið til haga til frekari mælinga ef þurfa þætti.

2.3 Prófunaraðferðir

Mælingar á sandgildi voru gerðar í samræmi við ÍST EN 933-8:1999 [EN 1999], ein mæling á einu sýni úr hverri námu. Mælingar með flotvog voru gerðar í samræmi við ASTM D422-63 [ASTM 1999], sömuleiðis ein mæling á einu sýni úr hverri námu. Mælingar með ljörva voru gerðar í samræmi við drög að verklýsingu [AÓA 2004]. Ljörvinn er af gerðinni Sympatec HELOS / KF-MAGIC R4 og er hluti af tækjasamstæðu [NN 1994, NN 1998]. Við mælingarnar var mismunandi einingum í tækjasamstæðunni beitt eftir því hvort sýnin voru mæld þurr eða sem sviflausn¹⁴ í vatni, þurr sýni voru mæld í RODOS/VIBRI-einingunum en sviflausn í SUCELL-einingunni. Mælingar í ljörva voru gerðar á nokkra mismunandi vegu og þeim var ekki öllum beitt á öll sýnin. Auk þess voru mælingarnar endurteknar 2-5 sinnum, en alltaf á nýju hlutsýni. Mælingunum er lýst hér á eftir og hverri mælitilhögun eru gefnir einkennisstafir (PM, PS, VM, VS) sem vísað er til í viðauka 3.4 þar sem meðal annars eru birt línurit af niðurstöðum mælinganna. Sömu einkennisstafir eru einnig notaðir í lesmáli hér á eftir þar sem það á við. Sýnisnúmerin vísa til námu, sjá kafla 2.1.

1. Tilhögun PM (þurrt mokað). Sýni DA (sjá kafla 2.2) var skipt með fjórðungaskiptum þar til um 20 g skammtur fékkst. Hann var settur í bakka og um það bil 2 g mokað úr honum með skeið í RODOS/VIBRI-eininguna til mælingar. Niðurstöðurnar eru merktar VCxxR1 þar sem xx er sýnisnúmerið (forskeytið S í sýnisnúmerinu er undanskilið). Mælingin var endurtekin 3-5 sinnum.
2. Tilhögun PS (þurrt skipt). Sýni DA (sjá kafla 2.2) var skipt með fjórðungaskiptum þar til um 2 g skammtar voru fengnir. Skammtarnir (3-5) voru settir hver fyrir sig í RODOS/VIBRI-eininguna til mælingar. Niðurstöðurnar eru merktar VCxxR5 þar sem xx er sýnisnúmerið.
3. Tilhögun VM (vott mokað). Sýni DB (sjá kafla 2.2) var skipt með fjórðungaskiptum þar til um 5 g skammtur var fenginn. Úr honum var tekinn mjög lítill (0,1 g) skammtur til mælinga og settur í vatnskerið í SUCELL-einingunni. Mælingarnar voru gerðar án tvístrunarhvata¹⁵. Niðurstöðurnar eru merktar VCxxS1 þar sem xx er sýnisnúmerið. Á hverju sýni voru gerðar 3-4 mælingar.
4. Tilhögun VS (vott skipt). Sýni úr fjórum námum (nr. 1, 6, 10 og 11) voru mæld á þennan hátt. Þá var sýni DB (sjá kafla 2.2) skipt með fjórðungaskiptum þar til fengið var 2-5 g sýni. Það var síðan bleytt og hnoðuð úr því pylsa og sneiðar af henni settar í vatnskerið í SUCELL-einingunni, ein í einu. Þessi aðferð gekk brösuglega vegna vandkvæða á að setja hæfilega mikið vatn saman við sýnið, og mælingum var hætt eftir að fjögur sýni höfðu verið mæld. Mælingarnar voru gerðar án tvístrunarhvata. Niðurstöðurnar eru merktar VCxxSy þar sem xx er sýnisnúmerið og y er talning á endurtekningum. Á hverju sýni voru gerðar 3-4 mælingar.

¹⁴ Sviflausn; á ensku: *suspension*.

¹⁵ Tvístrunarhvati; á ensku: *dispersing agent*.

5. Ýmsar aukamælingar:

- *Vegna of mikillar þéttni*¹⁶. Mælingar með tilhögun VS voru endurteknar á tveim sýnum (nr. 1 og 6) vegna of mikillar þéttni sýnisins í ljörvanum. Niðurstöður mælinga á sýni nr. 1 eru merktar VC01SA og VC01SB; A táknar mælingar þar sem þéttin var of mikil, B mælingar þar sem hún var hæfileg. Báðar mælingarnar (A og B) voru tvíteknar. Samsvarandi niðurstöður mælinga á sýni 6 eru merktar VC06S5 og VC06S6. Síðasti tölustafurinn aðgreinir þéttina, 5 táknar mælingar þar sem þéttin var of mikil, 6 mælingar þar sem hún var hæfileg. Báðar mælingarnar (5 og 6) voru þríteknar.
- *Samanburðarmælingar á tveim hlutsýnum úr fjórðungaskiptum*. Hlutsýnunum var skipt út úr sýni nr. 11 og þau prófuð með mælitilhögun VM. Niðurstöðurnar eru merktar VC11S1 og VC11S2. Báðar mælingarnar (1 og 2) voru þríteknar.
- *Áhrif tvístrunarhvata*. Tvö sýni (nr. 1 og 11) voru mæld með tilhögun VS með tvístrunarhvata í vökvanum. Niðurstöðurnar eru merktar VCxxS8 þar sem xx er númer sýnisins. Mælingar á báðum sýnum (1 og 11) voru þríteknar.

2.4 Kvörðun á ljörva

Jafnframt mælingum í ljörva var gerð mæling á dufti frá framleiðanda ljörvans með þekktum sáldurferli, gagngert ætluðu til að ganga úr skugga um hittni¹⁷ ljörvans. Sáldurferill duftsins liggur að langmestu leyti á bilinu 10-60 μm . Þrjú sýni voru mæld með votmælingu og niðurstöður mælinganna eru skráðar í viðauka 2, ásamt hliðum sem sáldurferillinn á að fara um [NN 1995].

Niðurstöður mælinganna eru í stuttu máli þær að þær uppfylla ekki hittnikröfurnar til fulls en frávikíð er mjög lítið, mesta frávik er um 0,6 % af mældri stærð (x_{10} mælist að meðaltali 17,32 en á að vera á bilinu 16,38 til 17,22 μm og x_{16} mælist að meðaltali 19,41 en á að vera á bilinu 18,44 til 19,39 μm). Aðrar hittnikröfur eru uppfylltar. Staðalfrávik kvörðunarmælinganna er mjög lágt, hæst 0,15 á kornastærðinni 36 μm .

¹⁶ *Þéttni*; á ensku: *optical concentration*.

¹⁷ *Hittni*; á ensku: *accuracy*.

3. NIÐURSTÖÐUR

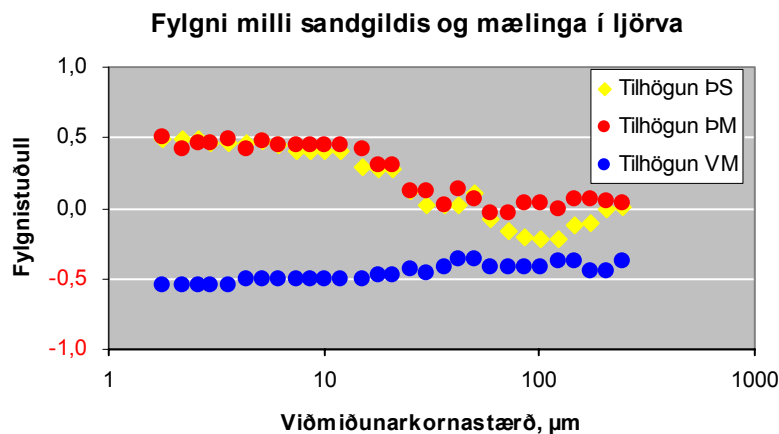
3.1 Almennt

Niðurstöður mælinganna eru sýndar í viðauka 3. Mælingarnar eru allar gerðar á sýnum sem grófara efni en 250 μm hafði verið siktað frá. Í viðauka 3.1 eru sýndar niðurstöður mælinga á sandgildi, í viðauka 3.2 niðurstöður mælinga með flotvog (og siktun) og í viðauka 3.3 eru sýndar niðurstöður mælinga í ljörva. Í viðauka 3.4 eru niðurstöður mælinganna (meðaltöl ef endurteknar mælingar eiga í hlut) dregnar saman á eina blaðsíðu fyrir hverja námu og bornar saman á línuriti. Um merkingar vísast til kafla 2.3.

3.2 Samanburður á niðurstöðum sandgildisprófs og mælinga í ljörva

Niðurstöður sandgildisprófs voru bornar saman við niðurstöður mælinga í ljörva með fylgnistuðli Spearmans¹⁸ og marktæktarkrafan valin 5 %. Nánar tiltekið voru niðurstöður sandgildisprófs bornar saman við hlutfall kornastærða undir tiltekinni stærð (viðmiðunarkornastærð) á bilinu 246 μm og niður í 1,8 μm , alls 29 stærðir. Þessi athugun var gerð fyrir þrennskonar tilhögun á mælingum í ljörva, nefndar ÞM, ÞS og VM í kafla 2.3 þar sem þeim er lýst.

Í stuttu máli sagt fannst ekki marktækt samband milli niðurstöðu sandgildisprófs og mælinga í ljörva. Tvenn sérkenni komu þó í ljós, sjá mynd 3.1.



Mynd 3.1. Fylgni milli sandgildis og hluta sýnis sem er smærri en tiltekin kornastærð (viðmiðunarkornastærð) mæld í ljörva með þrennskonar tilhögun. Fylgnistuðull sem er 0,56 eða hærri (að tölugildi) uppfyllir 5 % marktæktarkröfu.

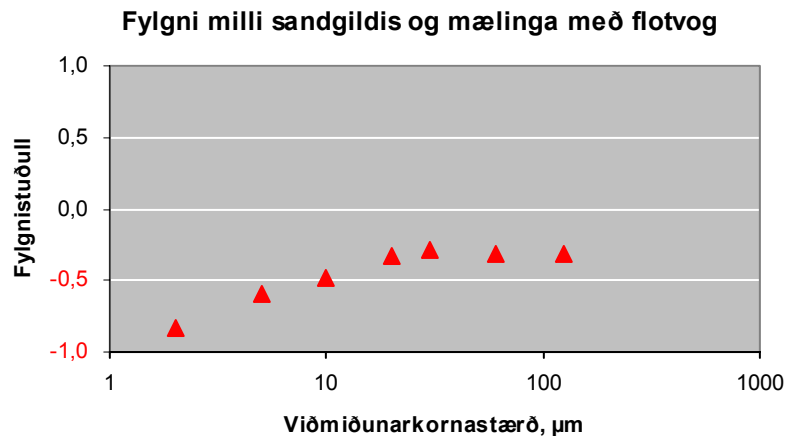
Þegar mælingar í ljörva eru gerðar með þurri aðferð (tilhögun ÞM eða ÞS) er fylgnistuðullinn yfirleitt jákvæður og fylgnin eykst að jafnaði eftir því sem viðmiðunarkornastærðin minnkar. Hæstur verður fylgnistuðullinn (0,4-0,5) þegar viðmiðunarkornastærðin er komin niður í 10 μm eða minna, en fylgnistuðullinn þarf að ná 0,56 (að tölugildi) til að hægt sé að hafna tilgátu um að ekkert samband sé á milli sandgildisprófs og mælinga í ljörva.

¹⁸ Fylgnistuðull Spearmans gerir ekki kröfu um að gögnin hafi normaldreifingu (eins og til dæmis fylgnistuðull Pearsons) og var valinn vegna þess að enginn vísar er fyrir normaldreifingu gagnanna sem hér eiga í hlut.

Ef mælingar í ljörva eru gerðar með votmælingu (VM) er fylgnistuðullinn alltaf neikvæður og fylgnin eykst með minnkandi viðmiðunarkornastærð. Mest verður hún -0,55 (ef viðmiðunarkornastærðin er á bilinu 2-4 μm) og þar jaðrar við að hafna megi tilgátu um að ekkert samband sé á milli sandgildisprófs og votmælingar í ljörva, ef gengið er út frá 5 % marktektarkröfu.

3.3 Samanburður á niðurstöðum sandgildisprófs og mælinga með flotvog

Niðurstöður sandgildisprófs voru bornar saman við niðurstöður mælinga með flotvog með fylgnistuðli Spearmans¹⁸ og marktektarkrafan valin 5 %. Nánar tiltekið voru niðurstöður sandgildisprófs bornar saman við hlutfall kornastærða undir nokkrum völdum stærðum (viðmiðunarkornastærðum) á bilinu 125 μm og niður í 2 μm , alls 7 stærðir (2; 5; 10; 20; 30; 60 og 125 μm). Þar sem mælingum með flotvog verður ekki stýrt þannig að mælingarnar hitti nákvæmlega á þessar stærðir, varð í velflestum tilfellum að finna tilsvareandi gildi fyrir flotvogarmælingarnar með brúun. Strangt tekið ná mælingar með flotvog aðeins upp í 30 μm eða þar um bil, aðrir mælipunktur (63 og 125 μm) eru fengnir með siktun.



Mynd 3.2. Fylgni milli sandgildis og hluta sýnis sem er smærri en tiltekin kornastærð (viðmiðunarkornastærð) mæld með flotvog. Fylgnistuðull sem er 0,56 eða hærri (að tölugildi) uppfyllir 5 % marktektarkröfu.

Fylgnistuðullinn milli niðurstöðu sandgildisprófs og flotvogarmælinga (ásamt siktun) er sýndur á mynd 3.2 sem fall af viðmiðunarkornastærð og reyndist vera á bilinu -0,3 til -0,8. Á myndinni sést að fylgnin eykst eftir því sem viðmiðunarkornastærðin minnkar. Fylgnin reyndist einungis marktæk fyrir kornastærðirnar 2 μm (-0,83) og 5 μm (-0,59), þegar miðað er við 5 % marktektarkröfu.

3.4 Samanburður á sáldurferlum fundnum með flotvog og með ljörva

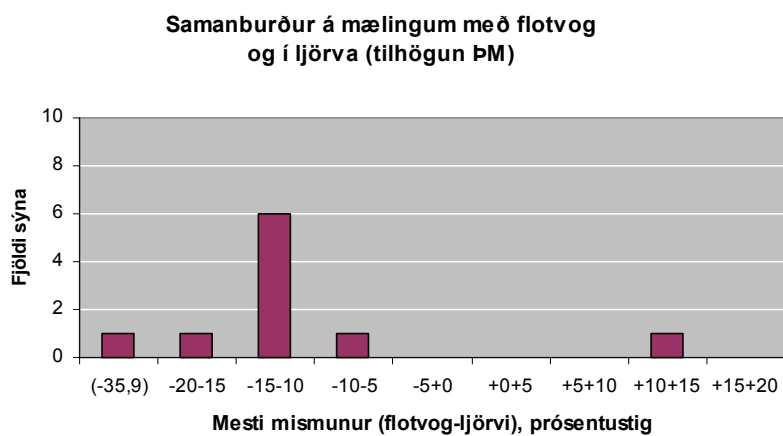
Niðurstöður mælinga á sáldurferli með flotvog voru bornar saman við niðurstöður mælinga með ljörva. Þessi samanburður var gerður á öllum sýnunum 10. Í þessu skyni voru valdir sjö punktar á hvorum ferli um sig, 2; 5; 10; 20; 30; 60 og 125 μm . Þar sem lega ferlanna er ekki endilega ákvörðuð við nákvæmlega þessar kornastærðir var beitt línulegri brúun til að finna legu ferlanna í þessum punktum, þegar þess gerðist þörf. Þegar fleiri en ein mæling með ljörva á sama sýni (og með sömu aðferð) lá fyrir var tekið meðaltal af mælingunum, sem yfirleitt voru 3-5. Aðeins ein mæling með flotvog var gerð á hverju sýni. Þrjár aðferðir við mælingu með ljörva, einkenndar PM , PS og

VM, voru hver um sig bornar saman við mælingu með flotvog. Aðferðunum er lýst í kafla 2.3.

Myndir 3.3-3.6 gefa nokkra hugmynd um mesta mismun á sáldurferli sýna sem eru mæld í flotvog annarsvegar og ljörva hinsvegar.

3.4.1 Þurrsmælingar í ljörva í samanburði við mælingar með flotvog

Mynd 3.3 sýnir mesta mismun þegar þurrsmælingu í ljörva er beitt (tilhögun ÞM, sjá kafla 2.3) eftir að sýnunum hefur verið skipt með fjórðungaskiptum niður í um það bil 20 g skammt og síðan tekin ca 2 g með skeið úr skammtinum í hverja mælingu í ljörva. Aðeins ein mæling var gerð með flotvog en niðurstaða mælinga í ljörva er meðaltal 3-5 mælinga (sjá viðauka 3.2 og 3.3). Tíu sýni voru mæld og myndin sýnir hvernig þau skiptast á mesta mismun. Í flestum sýnanna var mismunur ferlanna mestur við 30 eða 60 μm kornastærð.



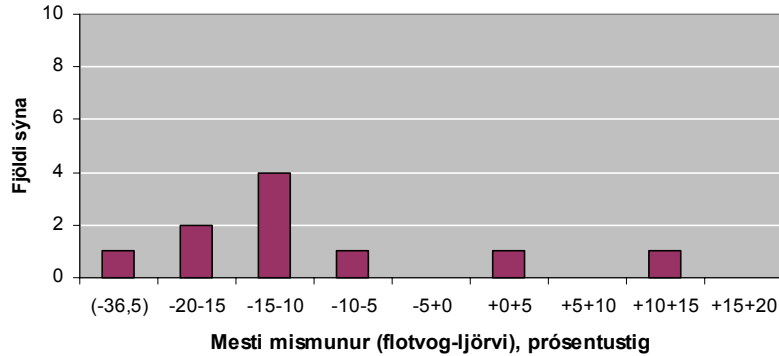
Mynd 3.3. Mismunur á sáldurferlum mældum með flotvog annars vegar og í ljörva hinsvegar. Myndin sýnir dreifingu mesta mismunar á niðurstöðum mælinga á sáldurferlum 10 sýna með hámarks-kornastærð 250 μm . Sýnin voru annars vegar mæld með flotvog (og siktun), hinsvegar með þurrsmælingu í ljörva á um 2 g sýni sem var tekið með skeið úr um 20 g skammti fengnum með fjórðungaskiptum.

Meginniðurstaða þessarar prófunar er að í öllum tilfellum nema einu er mesta mismun þannig hátt að ljörvi (tilhögun ÞM) mælir hærra hlutfall sáldurs en flotvog og mismunurinn er að jafnaði mestur við 30 eða 60 μm viðmiðunarkornastærð.

Mynd 3.4 sýnir mesta mismun á sáldurferli sýna þegar mæling í ljörva er gerð á þurrum sýnum (tilhögun ÞS, sjá kafla 2.3) eftir að sýnunum hefur verið skipt með fjórðungaskiptum niður í nálega 2 g skammta, og niðurstaðan borin saman við mælingu í flotvog. Aðeins ein mæling var gerð með flotvog en niðurstaða mælinga í ljörva er meðaltal 3-5 mælinga (sjá viðauka 3.2 og 3.3). Tíu sýni voru mæld og myndin sýnir hvernig þau skiptast á mesta mismun. Í flestum sýnanna var mismunur ferlanna mestur við kornastærðirnar 30 eða 60 μm .

Meginniðurstaða þessarar prófunar er áþekkt og þegar mælingar með ljörva (tilhögun ÞM) og flotvog eru bornar saman; þegar mesti mismunur á sáldurferlunum er lagður til grundvallar mælir ljörvi yfirleitt hærra hlutfall sáldurs en flotvog og mismunurinn er að jafnaði mestur við 30 eða 60 μm viðmiðunarkornastærð. Niðurstöðurnar eru svipaðar, hvort heldur sem sýnunum er skipt með fjórðungaskiptum allt niður í hæfilega stærð til mælingar (um 2 g) eða niður í um 20 g skammt og sýni til mælinga tekið úr honum með skeið.

Samanburður á mælingum með flotvog og í ljörva (tilhögun ÞS)

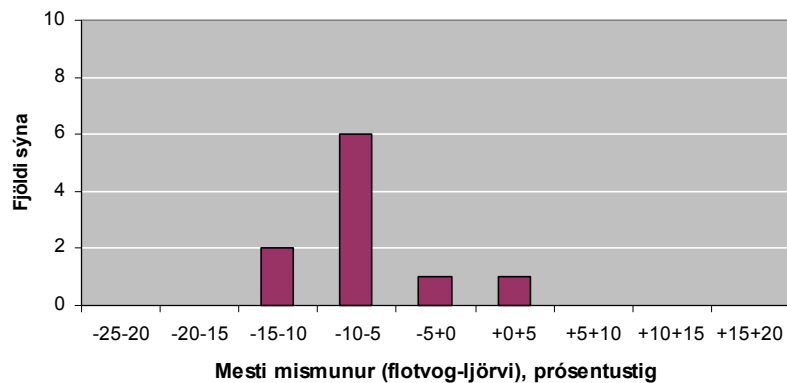


Mynd 3.4. Mismunur á sáldurferlum mældum með flotvog annars vegar og í ljörva hinsvegar. Myndin sýnir dreifingu á mesta mismun á niðurstöðum mælinga á sáldurferlum 10 sýna með hámarks Kornastærð 250 μm . Sýnin voru annars vegar mæld með flotvog og siktun, hins vegar með þurrmælingu í ljörva á um 2 g sýni sem var fengið með fjórðungaskiptum.

3.4.2 Votmælingar í ljörva í samanburði við mælingar með flotvog

Mynd 3.5 sýnir mesta mismun á sáldurferli sýna eftir votmælingu í ljörva (tilhögun VM, sjá kafla 2.3) og niðurstaðan borin saman við mælingu í flotvog. Sýni til mælinga í ljörva var fengið með fjórðungaskiptum niður í nálega 5 g skammt, og úr honum var tekið um 0,1 g sýni með skeið til mælinga í ljörva. Aðeins ein mæling var gerð með flotvog en niðurstaða mælinga í ljörva er meðaltal 3-4 mælinga (sjá viðauka 3.2 og 3.3). Tíu sýni voru mæld og myndin sýnir hvernig þau skiptast á mesta mismun. Í flestum sýnanna var mismunur ferlanna mestur við kornastærðirnar 30 eða 60 μm .

Samanburður á mælingum með flotvog og í ljörva (tilhögun VM)



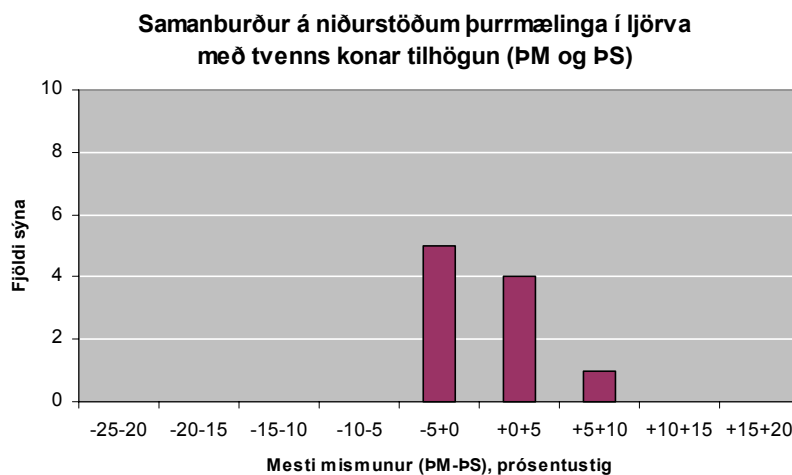
Mynd 3.5. Mismunur á sáldurferlum mældum með flotvog annars vegar og í ljörva hinsvegar. Myndin sýnir dreifingu mesta mismunar á niðurstöðum mælinga á sáldurferlum 10 sýna með hámarks Kornastærð 250 μm . Sýnin voru annars vegar mæld með flotvog og siktun, hins vegar með votmælingu í ljörva á um 0,1 g sýni teknu með skeið úr um það bil 5 g skammti, fengnum með fjórðungaskiptum.

Líkt og áður sýnir þessi prófun misræmi milli mælinga í ljörva og flotvog þegar mesti mismunur á sáldurferlum er lagður til grundvallar. Hann er þó að jafnaði minni en þegar þurrmælingar eiga í hlut, og yfirleitt mælist herra hlutfall sáldurs í ljörva en

með flotvog og mismunurinn er að jafnaði mestur við 30 eða 60 μm viðmiðunarkornastærð.

3.5 Samanburður á sáldurferlum fundnum með mælingum í ljörva

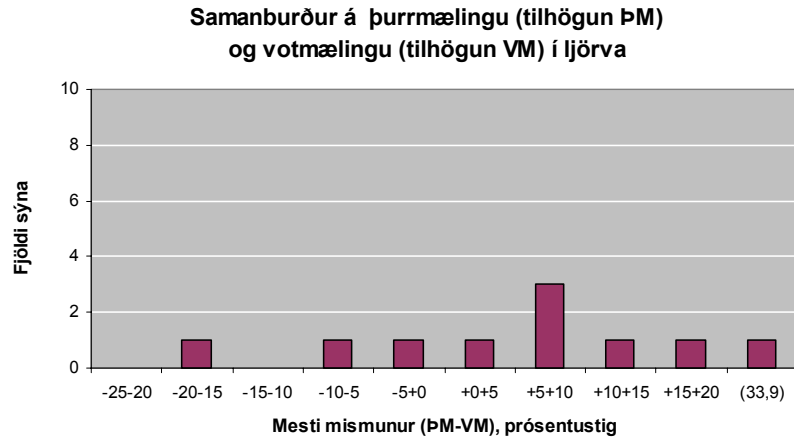
Mynd 3.6 sýnir mesta mismun á sáldurferlum sýnapara sem bæði eru mæld með þurrmælingu í ljörva. Önnur mælingin í parinu var þannig fengin að sýni var skipt með fjórðungaskiptingu þar til um það bil 20 g skammtur var fenginn; af honum voru síðan tekin um 2 g í mælingu (tilhögun ÞM). Fyrir hina mælinguna var sýninu skipt niður með fjórðungaskiptum þar til hæfilegt sýni, um 2 g, var fengið. Hvor mæling um sig var endurtekin 3-5 sinnum, ávallt á nýju sýni, og tekið meðaltal. Tíu sýni voru mæld á þennan hátt og myndin sýnir hvernig fjöldi sýna skiptist á mesta mismun sáldurferlanna. Í flestum sýnanna var mismunurinn mestur við 125 μm .



Mynd 3.6. Mismunur á sáldurferlum mældum með tvennskonar tilhögun við þurrmælingu í ljörva. Myndin sýnir dreifingu á mesta mismun á niðurstöðum mælinga á sáldurferlum 10 sýna með hámarks-kornastærð 250 μm . Annars vegar (ÞM) var sýnunum skipt með fjórðungaskiptum niður í um 20 g skammt og úr honum var tekið hæfilegt sýni, um 2 g, til mælinga. Hins vegar (ÞS) var sýninu skipt allt þar til skammtarnir voru orðnir hæfilega stórir til mælinga, um 2 g.

Mynd 3.6 sýnir tiltölulega gott samræmi á milli tvennskonar tilhögunar (ÞM og ÞS) á þurrmælingu í ljörva, í langflestum sýnanna er mesti mismunur minni en 5 prósentustig eða minna. Á hinn bóginn kemur hann oftast nær fram við sömu viðmiðunarkornastærðina, 125 μm .

Mynd 3.7 sýnir mesta mismun á sáldurferlum sýna í pari þar sem sýnið er annars vegar mælt með þurrmælingu í ljörva, hins vegar með votmælingu í ljörva. Þurrmælingin (tilhögun ÞM) í parinu var þannig fengin að sýninu var skipt með fjórðungaskiptingu þar til um það bil 20 g skammtur var fenginn; af honum voru síðan tekin um 2 g með skeið í hverja mælingu, sem urðu 3-5 talsins. Í votmælinguna (tilhögun VM) var sýnunum skipt niður með fjórðungaskiptum þar til um það bil 5 g skammtur var fenginn; úr honum var síðan tekinn hluti með skeið til prófunar, u.þ.b. 0,1 g í hverja mælingu, sem urðu 3-4 á hverjum skammti. Tíu slík pör (úr jafnmörgum námum) voru mæld og myndin sýnir hvernig sýnin skiptast á mesta mismun sáldurferlanna. Mesti mismunur dreifðist nokkurn veginn jafnt á viðmiðunarkornastærðirnar á bilinu 10-125 μm .



Mynd 3.7. Mismunur á sáldurferlum mældum í ljörva, annars vegar með þurrmælingu, hins vegar votmælingu. Myndin sýnir dreifingu á mesta mismun á niðurstöðum mælinga á sáldurferlum 10 sýna með hámarkskornastærð 250 μm . Sýnum til þurrmælingar var skipt með fjórðungaskiptum niður í um 20 g skammt og úr honum var tekið hæfilegt sýni (um 2 g) til mælinga. Sýnum í votmælingu var skipt með fjórðungaskiptum niður í um 5 g skammt og úr honum var tekið sýni (um 0,1 g) með skeið í hverja mælingu.

Þessar mælingar gefa til kynna að mesti mismunur á sáldurferlum eftir þurrmælingu og votmælingu sé ekki bundinn við eina kornastærð fremur en aðra. Í annan stað spannar mesti mismunur nokkuð stórt bil, allt frá -15 til 35 prósentustiga eða svo, og hnappast ekki um einn stað fremur en annan á þessu bili.

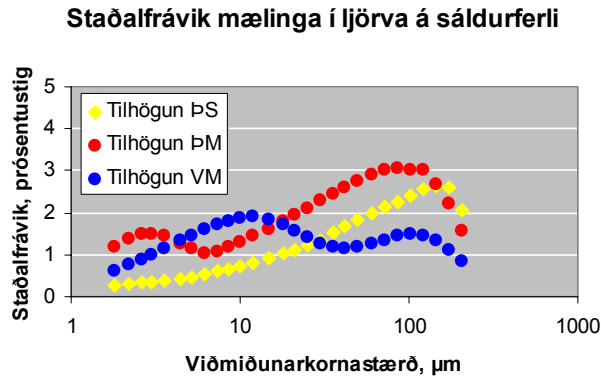
Í viðauka 4 er rökstutt að mælingar í ljörva (á hlutfalli sýnis smærra en tiltekin viðmiðunarkornastærð) geti með sanngirni talist normaldreifðar. Á þessari forsendu er hægt að kanna hvort tveir hópar sáldurferla séu marktækt mismunandi eftir tilhögun við mælingar í ljörva. Í þessu skyni voru gerðar tvennar samanburðarathuganir. Annars vegar var tilhögun ÞM borin saman við tilhögun ÞS, hins vegar var tilhögun ÞM borin saman við tilhögun VM (þessar skammstafanir eru skýrðar í kafla 2.3). Fyrir hvert sýni var áætlað lauslega út frá línuritum í viðauka 3.4 hvar mismunurinn væri mestur milli sáldurferla sem voru bornir saman hverju sinni og síðan var prófað með t-prófi (þar sem gert var ráð fyrir mismunandi dreifni) hvort mismunurinn væri marktækur. Niðurstöðurnar eru sýndar í töflu 3.1.

Tafla 3.1. P-gildi fyrir mesta mismun á sáldurferlum eftir prófunartilhögun. Metið var (lauslega) hverju sinni fyrir hvaða viðmiðunarkornastærð mismunurinn væri mestur og síðan var hann prófaður með t-prófi.

Sýni	Tilhögun ÞM-ÞS		Tilhögun ÞM-VM	
	Viðmiðunar- kornastærð, μm	P- gildi	Viðmiðunar- kornastærð, μm	P- gildi
Víkurhólar	122	0,287	8,6	0,011
Hraunsnáma	122	0,056	6,2	0,018
Arnstapi	122	0,153	21	0,091
Auðshaugur	86	0,002	86	0,005
Seljadalsvatn	122	0,104	42	0,000
Hestfjarðarkot	3	0,032	102	0,032
Hamar	3	0,153	122	0,005
Lárkot	50	0,635	102	0,008
Björgun	3	0,060	122	0,000
Hryggholt	102	0,111	86	0,003

Tafla 3.1 gefur til kynna að mesti mismunur á ÞM og ÞS sé sjaldnast marktækur ef miðað er við 5 % marktæktarkröfu. Þessu er öfugt farið með mesta mismun ÞM og VM, hann er í langflestum tilfellum marktækur, miðað við sömu marktæktarkröfu.

Mynd 3.8 sýnir staðalfrávik mælinga sem fall af mælingatilhögun og viðmiðunarkornastærð.



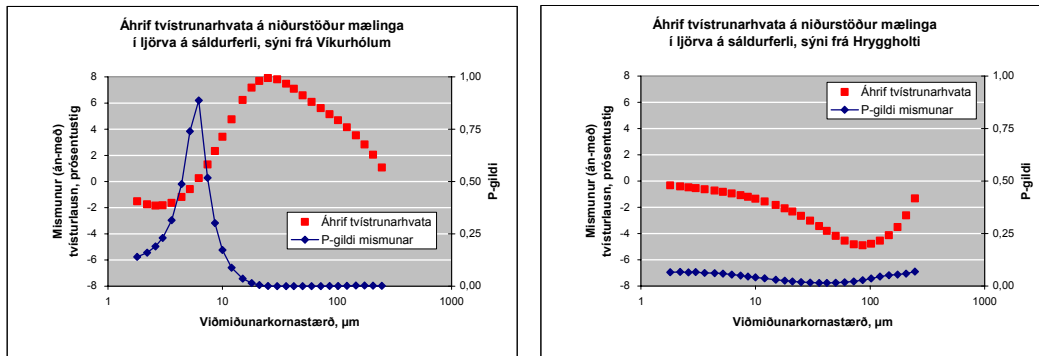
Mynd 3.8. Staðalfrávik mælinga sem fall af tilhögun og viðmiðunarkornastærð. Hvert staðalfrávik er reiknað á grundvelli staðalfrávika mælinga á hlutaðeigandi viðmiðunarkornastærð yfir allar námur, og vegið með fjölda mælinga hverju sinni (sem eru 3-5).

Mynd 3.8 sýnir í fyrsta lagi að staðalfrávik er að jafnaði lægra við tilhögun ÞS (þurrmæling þar sem sýnunum skipt með fjórðungaskiptum þar til u.þ.b. 2 g sýni til mælinga er fengið) en þegar tilhögun ÞM (þurrmæling þar sem sýninu er skipt með fjórðungaskiptum niður í 20 g skammt, en úr honum er tekið u.þ.b. 2 g sýni tekið með skeið til mælingar) er beitt. Í öðru lagi fara staðalfrávik þessara mælinga í stórum dráttum vaxandi með viðmiðunarkornastærð. Í þriðja lagi gefur myndin í skyn að önnur lögmál gildi um staðalfrávik mælinga með tilhögun VM (votmæling þar sem sýnunum er skipt með fjórðungaskiptum niður í u.þ.b. 5 g skammt og 0,1 g sýni tekið úr honum til mælinga), staðalfrávik virðist miklu síður háð kornastærð og er sýnu minna en fyrir tilhögun ÞM eða ÞS eftir að viðmiðunarkornastærðin hefur náð 50 µm eða þar um bil.

3.6 Áhrif tvístrunarhvata á niðurstöður mælinga í ljörva

Mynd 3.9 sýnir áhrif tvístrunarhvata á niðurstöður kornastærðagreiningar á tveim sýnum, frá Víkurhólum og Hryggsholti. Sýnin voru prófuð með tilhögun VM (sjá kafla 2.3). Hvort sýni um sig var prófað í þriggja áttum án tvístrunarhvata og aftur í þriggja áttum með tvístrunarhvata (0,1 % $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$).

Á mynd 3.9 eru birtar tvær línur fyrir hvort sýni; önnur þeirra sýnir mismun sáldurferla (hvor um sig er meðaltal þriggja mælinga), þar sem annar er fenginn án tvístrunarhvata, hinn með tvístrunarhvata, hvorutveggja sem fall af viðmiðunarkornastærð. Hin línan sýnir P-gildi mismunarins, einnig sem fall af viðmiðunarkornastærð. P-gildið var fengið með t-prófi þar sem gert var ráð fyrir mismunandi dreifni í hvorum hóp. Rétt er að taka fram að engin víska er fyrir því að mælingar með tilhögun VM séu normaldreifðar, en það má þó teljast líklegt, þar sem mælingar með tilhögun ÞM eru það, og mæliaðferðirnar eru mjög áþekkar.

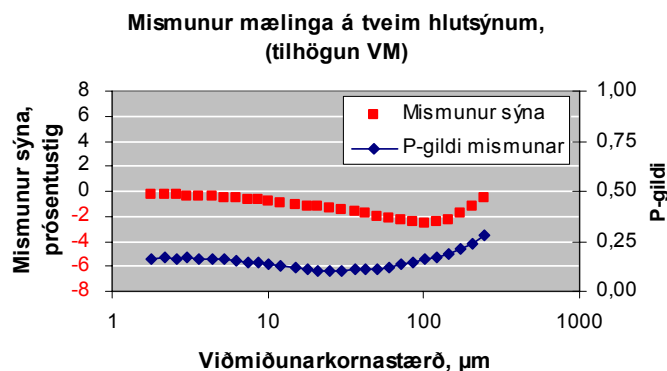


Mynd 3.9. Mismunur mælinga á sáldurferli tveggja sýna, með og án tvístrunarhvata. Mælingarnar eru gerðar með tilhögun VM (votmæling í ljörva, sýnunum skipt með fjórðungaskiptum þar til u.þ.b. 5 g skammtur var fenginn og úr honum var tekið um 0,1 g sýni með skeið til mælinga hverju sinni). Á línuritunum eru, auk mismunarins, sýnd P-gildi fyrir mismuninn, sem eru fengin með t-prófi.

Mynd 3.9 gefur til kynna að áhrif tvístrunarhvata séu mismunandi eftir sýnum og hafi ýmist jákvæð eða neikvæð áhrif til tvístrunar.

3.7 Áhrif skiptingar á niðurstöður mælinga í ljörva

Að lokinni skiptingu á sýni frá Hryggaholti með fjórðungaskiptum niður í um 5 g skammta, voru tveir slíkir skammtar valdir og sáldurferillinn mældur með tilhögun VM (votmæling í ljörva). Í hverja mælingu var tekið um það bil 0,1 g með skeið úr viðkomandi skammti (sjá kafla 2.3) og tvær mælingar gerðar á hvorum skammti um sig. Niðurstöðurnar eru bornar saman á mynd 3.10.



Mynd 3.10. Mismunur tveggja mælingapara á sýni frá Hryggaholti eftir fjórðungaskipti niður í 5 g skammta og votmælingu í ljörva. Mælingarnar voru gerðar á um það bil 0,1 g sýnum sem tekin voru úr skömmtunum með skeið. Á línuritinu eru, auk mismunarins, sýnd P-gildi fyrir mismuninn sem eru fengin með t-prófi.

Á myndinni eru birtar tvær línur. Önnur þeirra sýnir mismun á meðaltölum sáldurferla úr hvorum skammti um sig, sem fall af viðmiðunarkornastærð. Hin línan sýnir P-gildi mismunarins einnig sem fall af viðmiðunarkornastærð. P-gildið var fengið með t-prófi þar sem gert var ráð fyrir mismunandi dreifni í hvorum hópi. Eins og áður hefur verið tekið fram er engin víska fyrir því að mælingar með tilhögun VM séu normaldreifðar, en má þó að teljast líklegt, þar sem mælingar með tilhögun þM eru það.

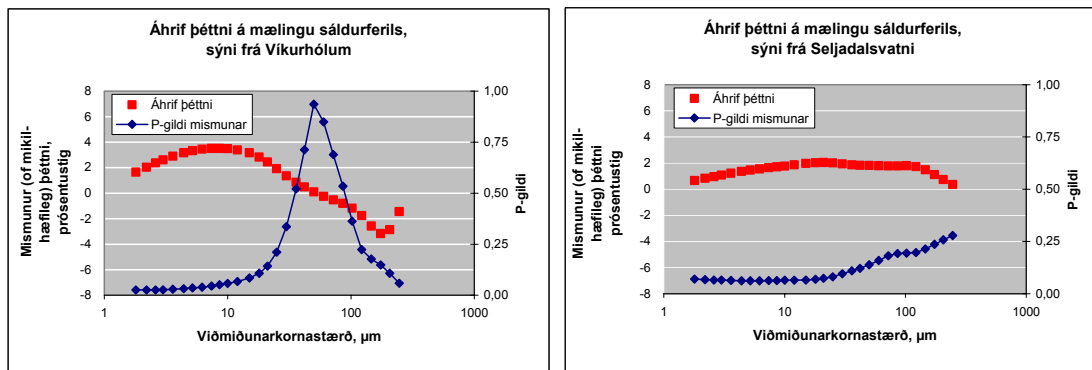
Að því gefnu að mælingarnar séu í raun nokkurn veginn normaldreifðar gefur mynd 3.10 til kynna að mismunurinn á sáldurferlum skammtanna sé ekki marktækur, ef miðað er við 5 % marktæktarkröfu. Mesti mismunur á sáldurferlum skammtanna (úr

meðaltali tveggja mælinga úr hvorum skammti fyrir sig) er um 2 prósentustig. Þetta tvennt bendir til að skipting með fjórðungaskiptum niður í u.þ.b. 5 g sýni sé viðunandi aðferð til að skipta sýni í votmælingu með ljörva út úr stærra sýni, jafnvel þótt sýni í hverja mælingu (sem er um 0,1 g) sé tekið með skeið úr 5 g skammti. Þar með er ekki sagt að mælinákvæmni ljörvans sé nýtt til fullnustu með þessari aðferð við undirbúning mælingarinnar.

3.8 Áhrif þéttni á niðurstöður mælinga í ljörva

Við votmælingu á sáldurferli í ljörva er gerð krafa um að þéttni kornanna í vökvanum sé innan tiltekinnar marka. Mynd 3.11 sýnir áhrif breytingar á þéttni á niðurstöður kornastærðagreiningar í tveim sýnum, frá Víkurhólum og Seljadalsvatni. Sýnin voru prófuð með tilhögun VS (sjá kafla 2.3). Hvort sýni um sig var prófað í tví- eða þriggja, annars vegar með of mikilli þéttni (um 45 % á sýni frá Víkurhólum, um 30 % á sýni frá Seljadalsvatni), hins vegar hæfilegri þéttni sem er 5-25 % þegar mælt er með SUCELL- einingunni er [NN 1994].

Á mynd 3.11 eru birt tvö línurit fyrir hvort sýni. Annað sýnir mismun sáldurferla sem fall af viðmiðunarstærð (hvor ferill um sig er meðaltal tveggja eða þriggja mælinga), þar sem annar sáldurferillinn er mældur við of mikla þéttni, en hinn við hæfilega þéttni. Hitt línuritið sýnir P-gildi mismunarins, einnig sem fall af viðmiðunarkornastærð. P-gildið var fengið með t-prófi þar sem gert var ráð fyrir mismunandi dreifni í hvorum hóp. Rétt er að taka fram að engin víska er fyrir því að mælingar með tilhögun VM séu normaldreifðar, en það má þó teljast líklegt, þar sem mælingar með tilhögun PM eru normaldreifðar og mæliaðferðirnar eru náskyldar.

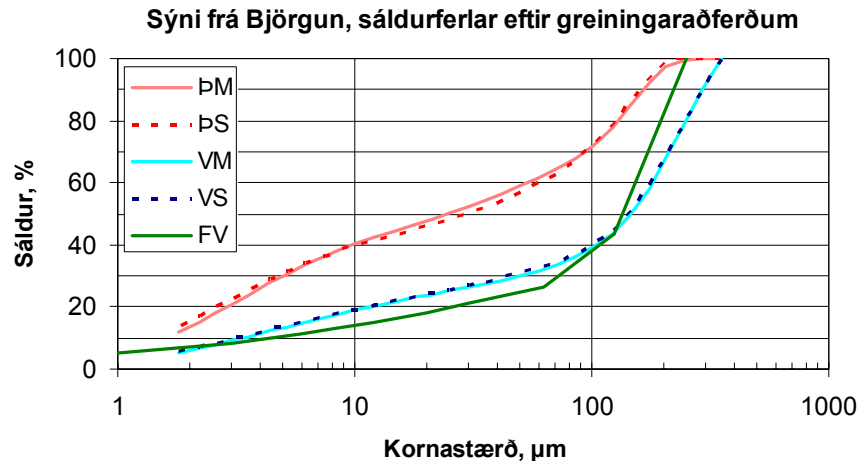


Mynd 3.11. Mismunur votmælinga í ljörva með of mikilli þéttni og hæfilegri þéttni. Mælingarnar eru gerðar með tilhögun VS. Á línuritunum eru, auk mismunarins, sýnd P-gildi fyrir mismuninn sem eru fengin með t-prófi.

Á mynd 3.11 verður ekki séð að nein regla sé á mismun sáldurferlanna eftir þéttni. Mismunurinn er heldur ekki marktækur, þegar miðað er við 5 % marktektarkröfu, að undanskildum kornastærðum undir 10 µm í sýninu frá Víkurhólum.

3.9 Sýni frá Björgun, afbrigðilegur munur á sáldurferlum

Að jafnaði er mesti mismunur á sáldurferlum eftir greiningaraðferðum innan við 20 prósentustig. Í hópi sýnanna sem voru prófuð að þessu sinni er þó ein mjög sérkennileg undantekning, Björgun (sýni nr. 10 í viðauka 3.4) en þar er mesti mismunur sáldurferla um 37 %. Sáldurferlar þessa sýnis eftir greiningaraðferðum eru birtir á mynd 3.12.



Mynd 3.12. Sáldurferlar Björgunarefnis eftir mismunandi greiningaraðferðum. PM; þurrmæling í ljörva, sýnunum skipt með fjórðungaskiptum niður í um 20 g skammta, úr þeim var tekið um 2 g sýni með skeið í hverja mælingu. PS; þurrmæling í ljörva, sýnunum skipt með fjórðungaskiptum niður í hæfilega stóra skammta til greiningar (um 2 g). VM; votmæling í ljörva, sýnunum skipt með fjórðungaskiptum niður í um 5 g skammta, úr þeim var tekið um 0,1 g sýni með skeið í hverja mælingu. VS; votmæling í ljörva, sýnunum skipt með fjórðungaskiptum niður í 2-5 g skammta sem voru hnoðaðir í pylsu og sneiðar af henni hrærðar út í mælíbúnaðinum. FV; mæling með flotvog.

Mynd 3.12 sýnir að niðurstöður þurrmælinga í ljörva (PM og PS) falla nokkurn veginn saman þótt skipting sýnanna sé misjafnlega vönduð. Sömuleiðis falla niðurstöður votmælinga í ljörva (VM og VS) nánast alveg saman þótt sýnunum sé ekki skipt á sama hátt. Niðurstöður mælinga með flotvog hafa nokkra sérstöðu, en svipar helst til votmælinga í ljörva. Mismunurinn á niðurstöðum þurrmælinga annars vegar og votmælinga hins vegar kemur á óvart, af niðurstöðunum að dæma mætti ætla að þarna ættu tvö gerólik sýni í hlut.

Hvað uppruna snertir hefur þetta sýni nokkra sérstöðu. Það er tekið af sjávarbotni og kann þess vegna að vera saltblandað, þótt það sé þvegið. Það er einnig fínefnasnautt, aðeins um 1 % heildarsýnisins smýgur 63 µm sikti en til samanburðar er þessi hluti oftast nær á bilinu 10-15 % í öðrum sýnum í þessari rannsókn.

Mismunurinn á niðurstöðum þurrmælinga og votmælinga í ljörva á þessu sýni er miklu meiri en svo að hann geti stafað af tilviljanakenndum frávikum í mælingunni. Það er ekki líklegt að skiptingu sýnanna sé um að kenna, þar sem niðurstöður þurrmælinga eru innbyrðis mjög líkar, sömuleiðis niðurstöður votmælinga í ljörva. Hugsanleg (en órökstudd) skýring er að þurrmælingin tvístri kornunum betur en gerist í votmælingunni. Sýnið var blandað með tvístrunarhvata í flotvogarmælingunni og þar sem votmælingum í ljörva (sem eru gerðar án tvístrunarhvata) ber þolanlega saman við hana eru litlar líkur á að kornin hafi hnoðað¹⁹ í votmælingu.

Sú tilgáta hefur verið sett fram að saltkristallar í þurrmælingarsýnunum hafi áhrif á niðurstöðurnar. Frumsýnið er tekið úr sjó eins og áður er sagt og undirbúningi sýnanna til mælinga er þannig háttáð að salt í þeim hluta sýnisins, sem er notaður til mælinga, þvæst ekki í burtu. Þessari tilgátu má finna stuðning í ISO 13320 [ISO 1999] en þar segir efnislega (bls. 12-13) að sýni geti mælst til muna fingerðara en það er í raun, ef það inniheldur merkjanlegan hluta af fingerðum, gegnsæum ögnum og Fraunhofer líkanið er notað til útreikninga á niðurstöðum (eins og gert er í þessum mælingum).

¹⁹ Hnata; á ensku: *flocculate*.

4. UMRÆÐA OG EFNISSKIL

Í þessari skýrslu hefur verið lýst takmörkuðum samanburði á þrenns konar aðferðum til að meta sáldurferil sýna sem smjúga 250 μm sikti. Aðferðirnar eru sandgildispróf, mæling með flotvog og mæling með ljörva. Tveim fyrrnefndu aðferðunum var beitt í samræmi við staðla, en við mælingar í ljörva var beitt mismunandi aðferðum til að skipta sýnunum þar til hæfilegt sýni var fengið til mælingar.

Auk samanburðar á niðurstöðum áðurnefndra þriggja greiningaraðferða var kannað hvaða áhrif mismunandi aðferðir við skiptingu sýna hefðu á niðurstöður sáldurgreininga í ljörva. Í þessu skyni var sýnunum ýmist skipt með fjórðungaskiptum þar til hæfileg sýni voru fengin til mælinga eða fjórðungaskiptum beitt að vissu marki, en sýni til mælinga tekið með skeið í lokin.

Þessi rannsókn er ýmsum takmörkunum háð. Helstu annmarkarnir eru þeir að sýnin sem voru prófuð í þessari rannsókn voru aðeins tíu talsins, og með takmarkaða fjölbreytni; flest þeirra eru af dæmigerðum malarslitlagsefnum. Öll sýnin eru smærri en 250 μm .

4.1 Samanburður á áhrifum mæliaðferða á niðurstöður

Veik, en marktæk fylgni, milli sandgildisprófs og sáldurs undir 5 μm (mælt með flotvog) gefur til kynna að sandgildisprófið megi nota sem vísbendingu um hlutfall korna af þessari stærð í sýninu. Á hinn bóginn er fylgnin ekki marktæk fyrir stærri korn en 5 μm og ekki heldur ef sáldurferill sýnanna er ákvarðaður með ljörva í stað flotvogar. Á grundvelli þessarar niðurstöðu verður að teljast líklegt að sandgildisprófið sé ónothæft til nánari ákvörðunar á sáldurferli steinefnasýna. Sú niðurstaða er enda í fullu samræmi við tilgang prófsins [AASHTO 1986:627] en þar er tekið fram að prófinu sé ætlað að meta hlutfall finefna í jarðseta- eða steinefnasýnum í fljótheitum á framkvæmdastað.

Samanburður á niðurstöðum mælinga með flotvog og ljörva sýnir að mismunur þeirra er yfirleitt mestur við 30-60 μm kornastærð, mismunurinn getur verið allt upp í 20 prósentustig og ljörvinn birtir oftast nær fingerðari sáldurferil á þessu bili en flotvogin. Þetta er í samræmi við áður fengnar niðurstöður á svipuðum sýnum (AÓA 2004:13) með þeirri undantekningu þó að hvergi kemur fram brot í sáldurferlum sem ákvarðaðir eru með flotvog, en slíks voru dæmi í áðurnefndri rannsókn og er einnig þekkt úr heimildum [BW 2002].

Samanburðurinn sýnir einnig að á bilinu 10-100 μm (að jafnaði er kornastærðin 20 μm lögð til grundvallar þegar frostnæmi fyllingar- og burðarlagsefna til vegagerðar er metið) birtir ljörvi fingerðari sáldurferil en flotvog. Með öðrum orðum gefa niðurstöðurnar til kynna að minni hætta sé á að ljörvi vanmeti frostnæmi fyllingar- og burðarlagsefna en flotvog.

Mesti mismunur á sáldurferlum sem fengnir eru með þurrmælingu í ljörva annars vegar og votmælingu hinsvegar getur verið mikill, er oft 10 prósentustig og í undantekningartilfellum um og yfir 30 prósentustig. Hann er þó ekki bundinn við eina kornastærð frekar en aðra. Oftar en ekki sýna niðurstöður þurrmælinga fingerðari sáldurferil en votmælingar, þar sem mismunurinn er mestur. Eitt sýni (Björgun) hefur algera sérstöðu, þar birtir þurrmælingin fingerðari sáldurferil en votmælingin sem nemur 10-20 % fyrir nánast allar mældar kornastærðir. Svipaða tilhneigingu má sjá í öðru sýni (Seljadalsvatn) en þar er mismunur ferlanna er miklu minni. Í þessu sambandi verður að hafa í huga að skipting sýna fyrir þurrmælingu og votmælingu er ekki fyllilega sambærileg. Í þurrmælingu var sýnunum skipt með fjórðungaskiptingu niður í um það bil 20 g skammta og úr þeim voru síðan tekin um það bil 2 g með

skeið í hverja mælingu. Í votmælingu var sýnunum skipt með fjórðungaskiptingu niður í um það bil 5 g skammta en úr þeim voru tekin sýni til mælingar með skeið, hvert um 0,1 g.

4.2 Áhrif skiptingar á staðalfrávik mælinga í ljörva

Staðalfrávik mælinga með ljörva eru að jafnaði á bilinu 0,3-3 %, en mismunandi eftir því hvaða aðferðum er beitt við tilreiðslu sýnanna. Að jafnaði aukast staðalfrávikin með stækkandi viðmiðunarkornastærðum. Þau eru einna minnst ef tilhögun ÞS (þurrsmæling í ljörva, sýnunum skipt með fjórðungaskiptum þar til hæfilega stórt sýni til mælingar er fengið, um það bil 2 g) er beitt, 0,3-2,5 % eftir viðmiðunarkornastærðum. Einna stærst eru staðalfrávikin ef tilhögun ÞM (þurrsmæling í ljörva, sýnunum skipt með fjórðungaskiptum þar til ca 20 g skammtur er fenginn, og um það bil 2 g sýni tekið úr honum með skeið í hverja mælingu) er beitt, eru þá 1-3 %. Þegar tilhögun VM (votmæling í ljörva, sýnunum skipt með fjórðungaskiptum þar til um það bil 5 g skammtur er fenginn, og um það bil 0,1 g sýni tekið úr honum með skeið í hverja mælingu) er beitt eru staðalfrávikin óreglulegri, yfirleitt á bilinu 0,5-2 % en fara ekki endilega stækkandi með viðmiðunarkornastærð.

Til samanburðar má nefna að í heimild um rannsókn á nokkrum sýnum eru tvímælingagildi á mælingum með ljörva talin vera um 0,5 % hið mesta. Niðurstöður mælinga í ljörvanum sem notaður var í þessari tilraun og á kvörðuðu dufti, sem er afhent í hæfilegum skömmtum, tilbúnum til mælingar, hafa enn lægri staðalfrávik, mest 0,15 (á kornastærðinni 36 μm).

Af þessum niðurstöðum má ætla skipting sýna af því tagi sem hér eiga í hlut, með þeim hætti sem hér var beitt, og til mælinga á sáldurferli í ljörva, beri takmarkaðan árangur; staðalfrávik mælinganna eru margfalt hærri en búast mætti við, hvort sem miðað er við upplýsingar úr heimildum eða endurteknar mælingar á sýnum með þekktan sáldurferil (stöðluðum sýnum). Megin niðurstaðan er sú að geta ljörvans til að greina sáldurferil sýnisins sé vannýtt vegna aðferðarinnar sem notuð var til að skipta sýnunum, sáldurferlarnir séu þess vegna ónákvæmari en þeir gætu verið.

4.3 Aðrar samanburðarprófanir

Votmælingar í ljörva á tveim sýnum, annars vegar með tvístrunarhvata, hins vegar án hans sýndu engin einhlít áhrif af tvístrunarhvatanum. Motmælingar í ljörva á tveim sýnum, annars vegar með of mikilli þéttni, hinsvegar hæfilegri sýndu heldur ekki einhlít áhrif. Vera má að áhrifin af tvístrunarhvata og breytingum á þéttni drukkni í ófullnægjandi skiptingu sýnanna.

5. ÁLYKTANIR

Með fyrirvara um áhrif af ýmsum takmörkunum sem þessi rannsókn er háð, sýnist mega draga eftirfarandi ályktanir af niðurstöðum hennar:

- Sandgildispróf gefur vísbendingu um hvort sýni af jarðsetum innihaldi mikið eða lítið af mjög fingerðum kornum (smærri en 5 μm). Að öðru leyti er það gagnslítið til að meta hlutfall finefna í fyllingar- og burðarlagsefnum.
- Mælingar með ljörva birta yfirleitt fingerðari sáldurferil en mælingar með flotvog á kornastærðabilinu 10-100 μm . Þar af leiðandi er minni hættá á að fyllingar- og burðarlagsefni séu með röngu talin frostfrí ef sáldurferill þeirra er mældur með ljörva en ef hann er mældur með flotvog.
- Svo virðist sem þurrælingar í ljörva birti oftast fingerðari sáldurferil en votmælingar í ljörva. Á þessu virðist þó engin regla.
- Mælingar með ljörva spanna breiðara kornastærðabil (2-350 μm) en mælingar með flotvog (1-60 μm). Þannig fást meiri upplýsingar um sýnið þegar mælt er með ljörva en ef mælt er með flotvog. Jafnframt er minni hættá á ósamræmi í mælingum þar sem sáldurferlar frá hefðbundinni siktun og finefnagreiningu mætast vegna þess að ferlarnir skarast á lengra bili, þegar mælt er með ljörva.
- Geta ljörvans til að greina sáldurferil er vannýtt miðað við núverandi aðferðir við skiptingu sýna og sáldurferlar þar af leiðandi til muna ónákvæmari en þeir gætu verið. Vætanlega mætti ná mun betri árangri í sáldurgreiningu með ljörva ef hvirfilkljúfur væri notaður til að skipta sýnunum.
- Heimildir gefa til kynna að mælingar með ljörva séu mun nákvæmari en mælingar með flotvog, sambærilegar tölur fyrir tvímælingagildi þessara aðferða séu 0,5 % (ljörvi) og 5,4 % (flotvog).
- Niðurstöður mælinga á einu sýni (Björgun) eru mjög mismunandi eftir því hvort beitt er þurrælingu í ljörva eða votmælingu. Svipaða tilhneigingu má sjá í öðru sýni (Seljadalsvatn) en ekki eins áberandi. Þetta setur strik í reikninginn hvað varðar áreiðanleika mælinga í ljörva. Af þessum sökum getur reynst nauðsynlegt að mæla sýni með flotvog ef vafi leikur á áreiðanleika niðurstaðna sem fengnar eru með ljörva, að minnsta kosti þar til skýring er fengin á þessum mismun.

Niðurstöður þessarar rannsóknar benda ekki til að sandgildispróf sé nothæft til að meta finefnainnihald í fyllingar- og burðarlagsefnum til vegagerðar, þótt þær geti gefið vísbendingar um leir í sýnum.

Þær benda enn fremur til verulegs ávinnings af því að taka mælingar í ljörva upp í stað mælinga með flotvog, þar sem hann er bæði er nákvæmari og fljótlegri. Ávinningurinn yrði enn meiri ef skipting í hvirfilkljúf kæmi í stað núverandi aðferða til að skipta sýnunum.

HEIMILDIR

- [AASHTO 1986]. *T 176-86. Standard Method of Test for Plastic Fines in Graded Aggregates and Soils by Use of the Sand Equivalent Test*. Í: Standard Specifications for Transportation Materials and Methods of Sampling and Testing. Part II, 14th edition. American Association of State Highway and Transportation Officials, Washington.
- [AL 1995]. *Alverk '95. Almenn verklýsing fyrir vega- og brúargerð*. Vegagerðin, Reykjavík.
- [AÓA 2004]. Arnþór Óli Arason og Ásbjörn Jóhannesson. *Sáldurgreining smárra korna í steinefnasýnum*. Skýrsla nr. 04-10. Rannsóknastofnun byggingariðnaðarins, Reykjavík.
- [ASTM 1999]. *D422-63. Standard Test Method for Particle-Size Analysis of Soils*. Í: *1999 Annual Book of ASTM Standards*, vol. 04.08. American Society for Testing and Materials, West Conshohocken.
- [BW 2002]. Wen, B. et al. *A Comparative Study of Particle Size Analyses by Sieve-Hydrometer and Laser Diffraction Methods*. Geotechnical Testing Journal, Dec. 2002, Vol. 25, No. 4, 1-9.
- [EN 1999]. *Íslenskur staðall. Tests for geometrical properties of aggregates – Part 8: Assessment of fines – Sand equivalent test. ÍST EN 933-8:1999*. Staðlaráð Íslands, Reykjavík.
- [ISO 1999]. *International Standard ISO 13320-1. Particle size analysis – Laser diffraction methods. Part 1: General principles*. First edition 1999-11-01.
- [NN 1994]. Án höfundar. *SUCCELL / GRACELL / HOTCELL / SVA. Operating Instructions*. Sympatech GmbH, System Partikel-Technik. Clausthal-Zellerfeld.
- [NN 1995]. Án höfundar. *Referenzmaterial-Set 2*. Sympatec GmbH, System-Partikel-Technik, Clausthal-Zellerfeld.
- [NN 1998]. Án höfundar. *HELOS Central Units. Operating Instructions*. Sympatech GmbH, System Partikel-Technik. Clausthal-Zellerfeld.
- [NN án ártals]. Án höfundar. *Sediment grain size: Results of an interlaboratory intercalibration experiment*. Á <http://www.sccwrp.org/pubs/annrpt/93-94/art07.htm>. Sótt 2005-08-12.

VIÐAUKI 1
SÁLDURFERLAR SÝNA
HEILDARSÝNI
HLUTI SMÆRRI EN 2 MM

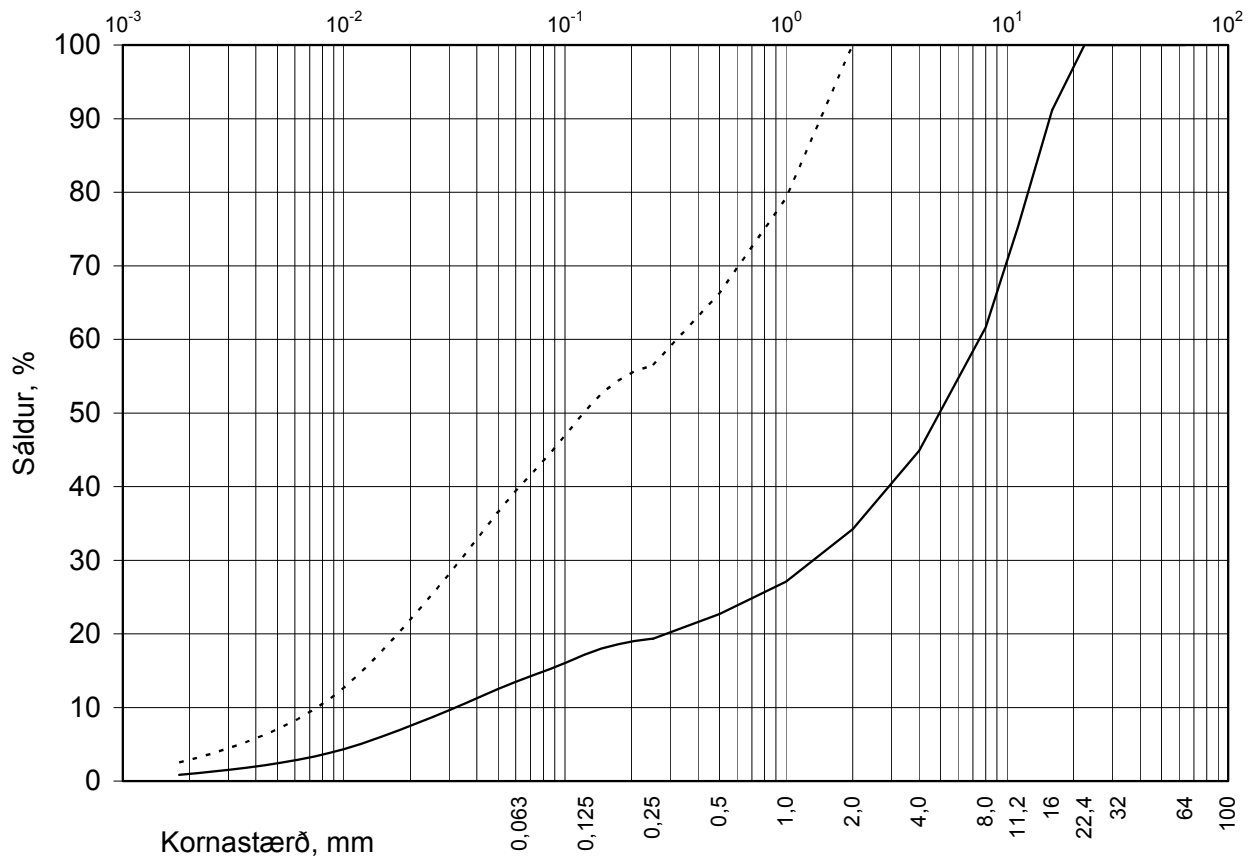



Rannsóknastofnun byggingariðnaðarins
Keldnaholt, IS-112 Reykjavík, sími 570 7300, fíx 570 7311

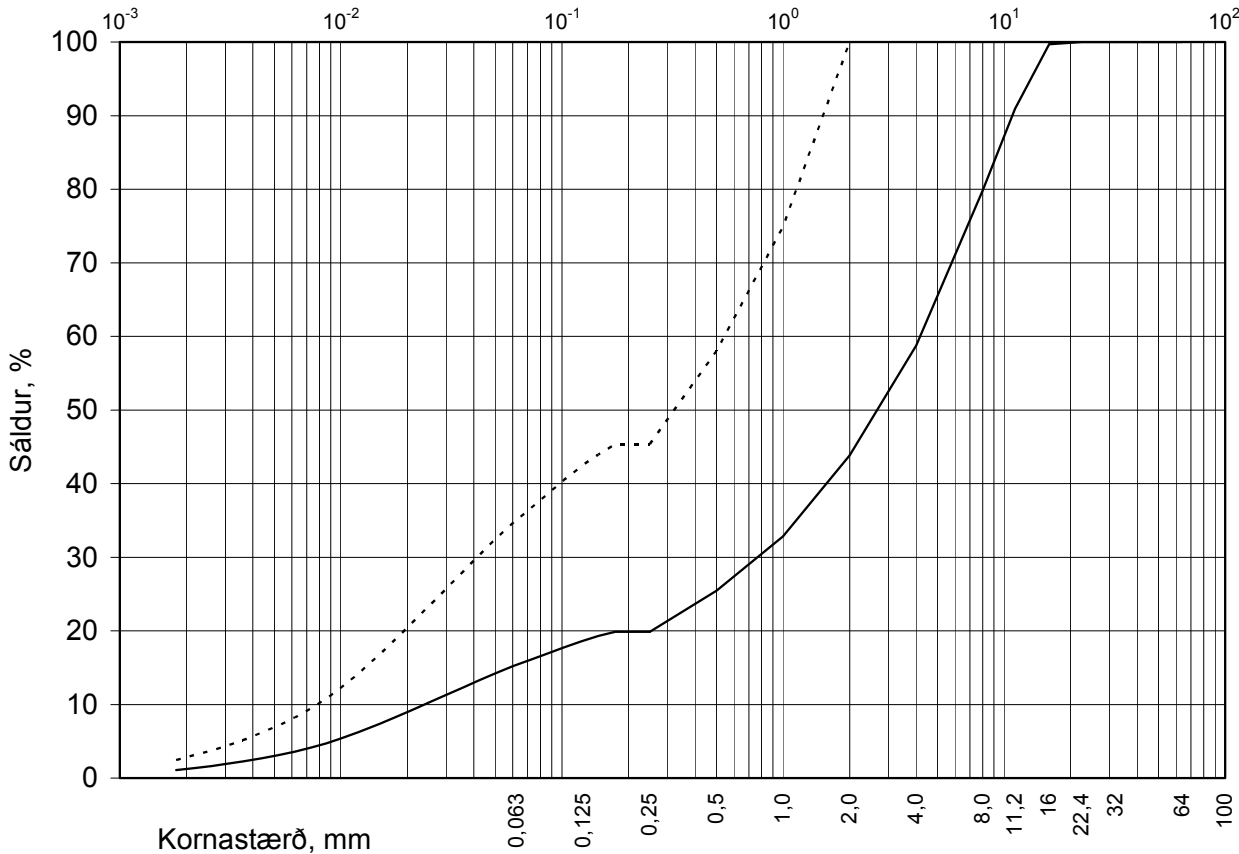
Rannsókn nr.	V-0408
Dags.	2005-08-23
Framkv. af	AÓA


Mæling á kornadreifingu

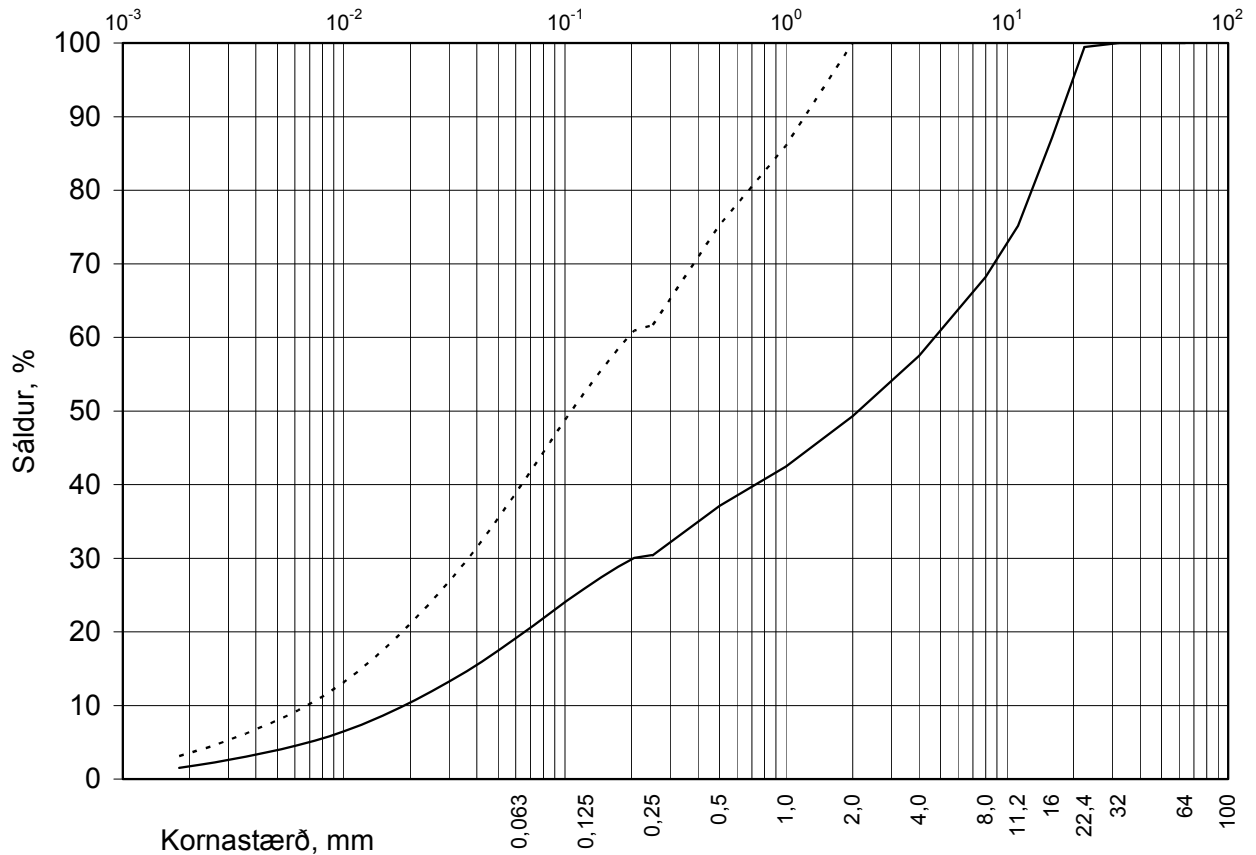
Verkefni: _____ Samanburður á fínefnamælingum	Sendandi: Vegagerðin														
Náma: Ystu-Víkurhólar	Námunúmer Vg: 883-02-02														
Athugasemdir: Sýni nr.: S01															
Mæliaðferðir Votsiktun og Sympatec HELOS/RODOS þurmmæling. Heildarsýni og hluti smærri en 2 mm															
Siktun															
mm	100	64	32	22,4	16	11,2	8	4	2	1	0,5	0,25	0,125	0,063	
%	100,0	100,0	100,0	100,0	91,1	75,3	61,6	44,9	34,2	27,1	22,7	19,3	16,0	12,1	
Mæling með ljörva:												Reiknaðar tölur:			
µm	350	294	246	206	174	146	122	102	86	72	60	µm	2	20	
%	19,3	19,3	19,2	19,0	18,5	17,9	17,1	16,1	15,2	14,3	13,4	%	1,0	7,5	
µm	50	42	36	30	25	21	18	15	12	10	8,6	%	d10	d60	
%	12,5	11,5	10,6	9,6	8,6	7,7	6,9	6,1	5,0	4,3	3,8	µm	32	7480	
µm	7,4	6,2	5,2	4,4	3,6	3	2,6	2,2	1,8						
%	3,3	2,9	2,5	2,1	1,8	1,5	1,3	1,1	0,9						




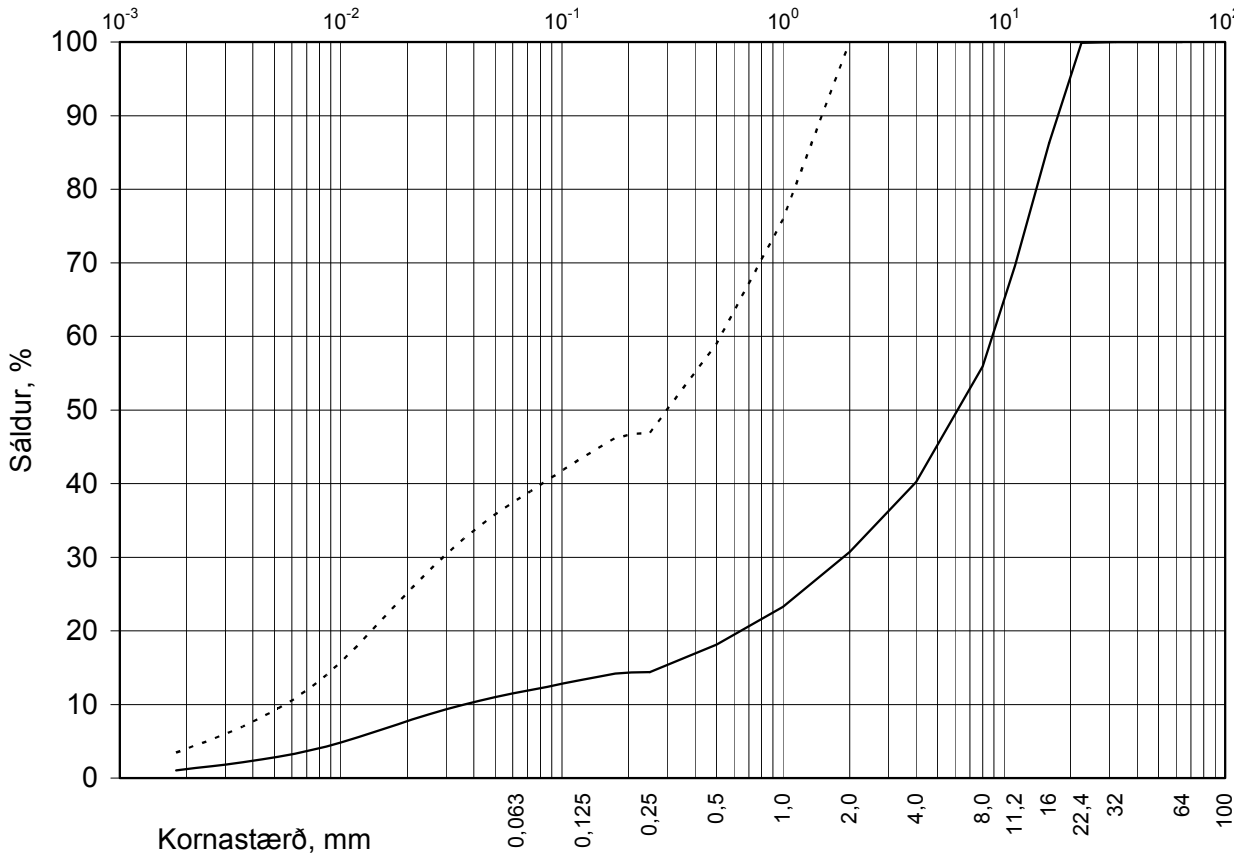
 Rannsóknastofnun byggingariðnaðarins Keldnaholt, IS-112 Reykjavík, sími 570 7300, fex 570 7311	<i>Rannsókn nr.</i>	V-0408													
	<i>Dags.</i>	2005-08-23													
	<i>Framkv. af</i>	AÓA													
Mæling á kornadreifingu															
Verkefni: _____ Samanburður á fínefnamælingum	Sendandi: Vegagerðin														
Náma: Hraunsnáma	Námunúmer Vg: 776-09-01														
Athugasemdir: Sýni nr.: S02															
Mæliaðferðir Votsiktun og Sympatec HELOS/RODOS þurmmæling. Heildarsýni og hluti smærri en 2 mm															
Siktun															
mm	100	64	32	22,4	16	11,2	8	4	2	1	0,5	0,25	0,125	0,063	
%	100,0	100,0	100,0	100,0	99,7	90,9	79,9	58,8	43,9	32,8	25,5	19,9	15,7	11,7	
Mæling með ljörva:												Reiknaðar tölur:			
µm	350	294	246	206	174	146	122	102	86	72	60	µm	2	20	
%	19,9	19,9	19,9	19,9	19,9	19,3	18,6	17,8	16,9	16,1	15,2	%	1,2	9,0	
µm	50	42	36	30	25	21	18	15	12	10	8,6	%	d10	d60	
%	14,2	13,3	12,4	11,3	10,2	9,3	8,4	7,4	6,2	5,4	4,7	µm	24	4166	
µm	7,4	6,2	5,2	4,4	3,6	3	2,6	2,2	1,8						
%	4,2	3,6	3,1	2,7	2,3	1,9	1,6	1,4	1,1						


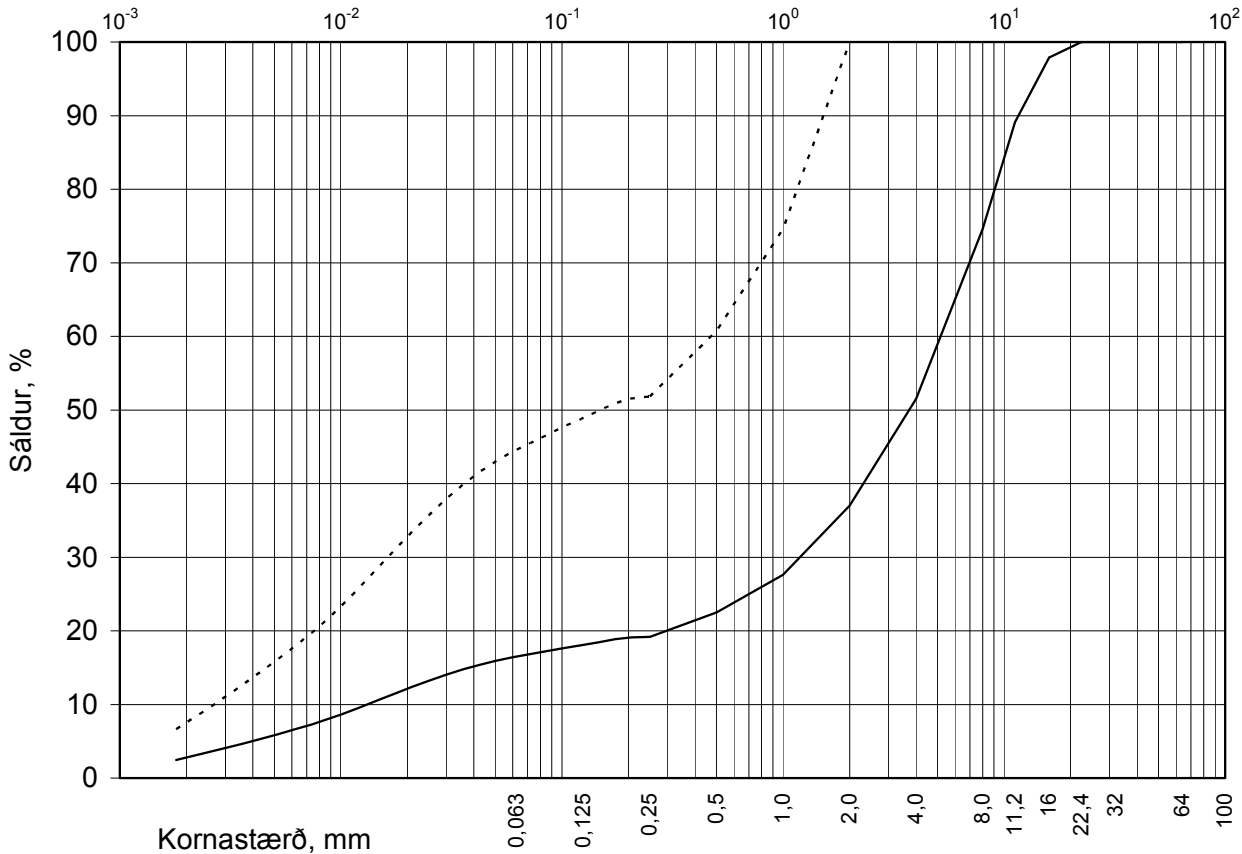



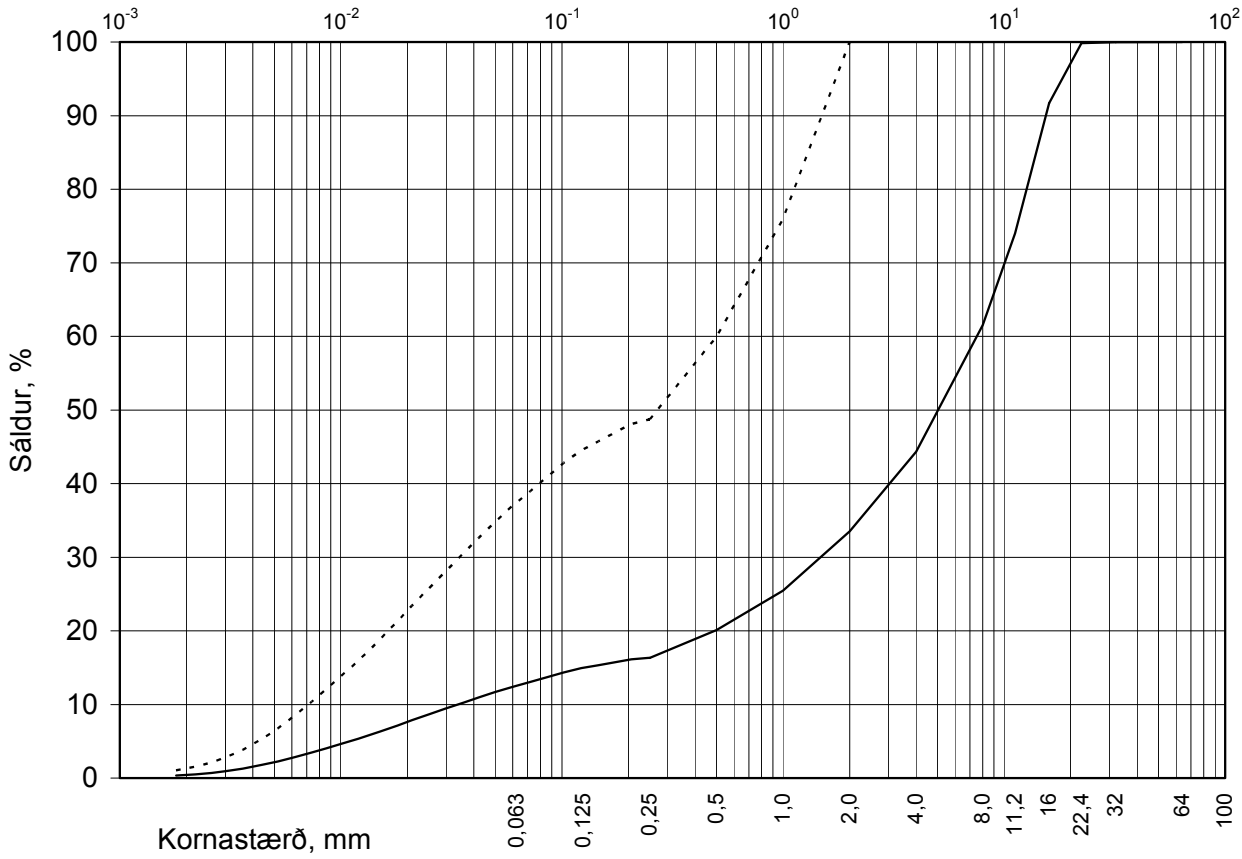
 Rannsóknastofnun byggingariðnaðarins Keldnaholt, IS-112 Reykjavík, sími 570 7300, fíx 570 7311	Rannsókn nr. V-0408													
	Dags. 2005-08-23													
	Framkv. af AÓA													
Mæling á kornadreifingu														
Verkefni: _____ Samanburður á fínefnamælingum						Sendandi: Vegagerðin								
Náma: Arnstapi						Námunúmer Vg: 801-15-05								
Athugasemdir: Sýni nr.: S03														
Mæliaðferðir Votsiktun og Sympatec HELOS/RODOS þurmmæling. Heildarsýni og hluti smærri en 2 mm														
Siktun														
mm	100	64	32	22,4	16	11,2	8	4	2	1	0,5	0,25	0,125	0,063
%	100,0	100,0	100,0	99,4	87,2	75,2	68,2	57,5	49,3	42,4	37,1	30,4	21,8	14,4
Mæling með ljörva:													Reiknaðar tölur:	
µm	350	294	246	206	174	146	122	102	86	72	60	µm	2	20
%	30,4	30,4	30,3	30,0	28,8	27,3	25,8	24,1	22,5	20,8	19,1	%	1,7	10,4
µm	50	42	36	30	25	21	18	15	12	10	8,6	%	d10	d60
%	17,4	15,9	14,6	13,2	11,9	10,7	9,7	8,6	7,4	6,5	5,8	µm	19	4699
µm	7,4	6,2	5,2	4,4	3,6	3	2,6	2,2	1,8					
%	5,2	4,6	4,0	3,6	3,0	2,6	2,3	1,9	1,5					


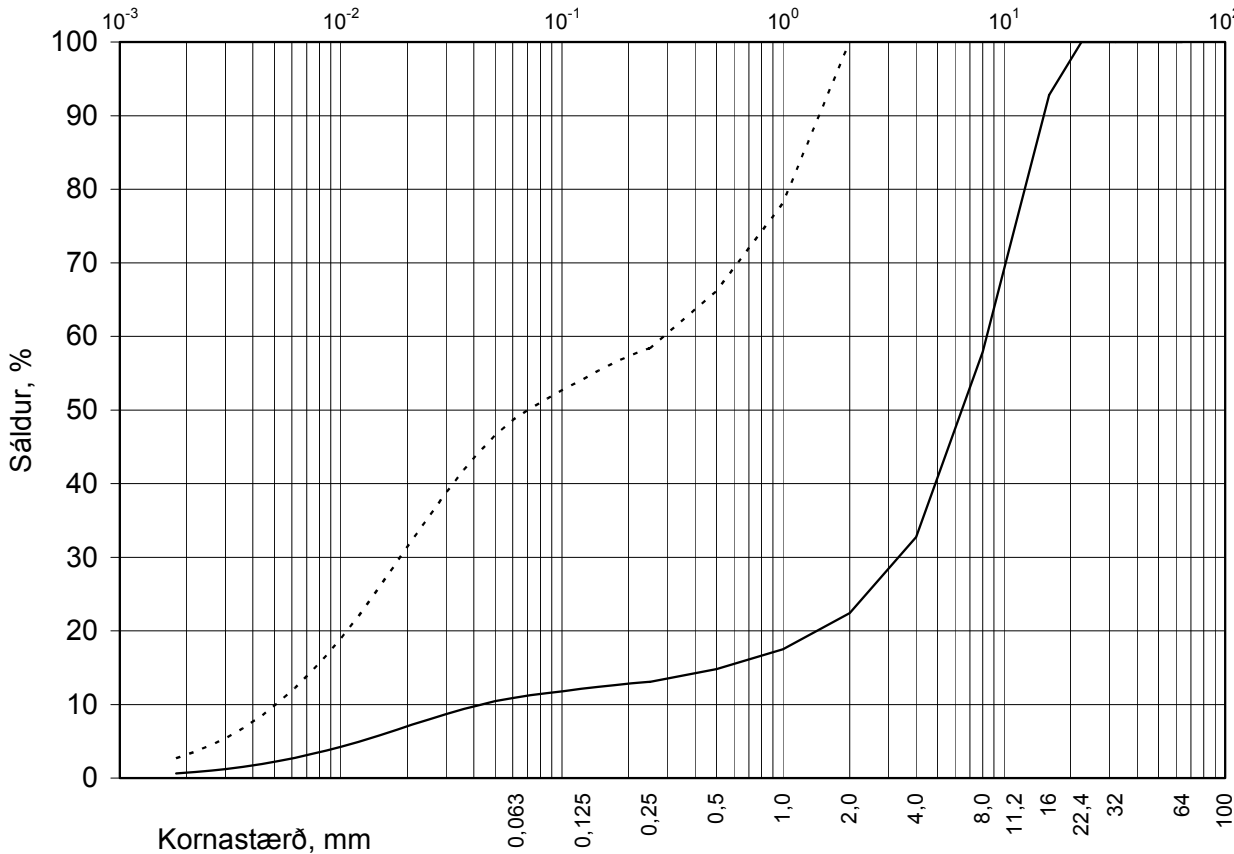


 Rannsóknastofnun byggingariðnaðarins Keldnaholt, IS-112 Reykjavík, sími 570 7300, fex 570 7311	<i>Rannsókn nr.</i>	V-0408													
	<i>Dags.</i>	2005-08-23													
	<i>Framkv. af</i>	AÓA													
Mæling á kornadreifingu															
Verkefni: _____ Samanburður á fínefnamælingum	Sendandi: Vegagerðin														
Náma: Auðshaugur	Námunúmer Vg: 660-13-06														
Athugasemdir: Sýni nr.: S05															
Mæliaðferðir Votsiktun og Sympatec HELOS/RODOS þurmmæling. Heildarsýni og hluti smærri en 2 mm															
Siktun															
mm	100	64	32	22,4	16	11,2	8	4	2	1	0,5	0,25	0,125	0,063	
%	100,0	100,0	100,0	99,9	86,3	69,6	55,9	40,2	30,7	23,3	18,1	14,4	11,5	8,7	
Mæling með ljörva:												Reiknaðar tölur:			
µm	350	294	246	206	174	146	122	102	86	72	60	µm	2	20	
%	14,4	14,4	14,4	14,3	14,2	13,8	13,3	12,9	12,4	11,9	11,5	%	1,2	7,7	
µm	50	42	36	30	25	21	18	15	12	10	8,6	%	d10	d60	
%	11,0	10,5	10,0	9,3	8,6	7,9	7,3	6,5	5,6	4,8	4,3	µm	36	8841	
µm	7,4	6,2	5,2	4,4	3,6	3	2,6	2,2	1,8						
%	3,8	3,3	2,9	2,5	2,1	1,8	1,6	1,3	1,1						



 Rannsóknastofnun byggingariðnaðarins Keldnaholt, IS-112 Reykjavík, sími 570 7300, fex 570 7311	<i>Rannsókn nr.</i>	V-0408													
	<i>Dags.</i>	2005-08-23													
	<i>Framkv. af</i>	AÓA													
Mæling á kornadreifingu															
Verkefni: _____ Samanburður á fínefnamælingum	Sendandi: Vegagerðin														
Náma: Seljadalsvatn	Námunúmer Vg: 660-16-02														
Athugasemdir: Sýni nr.: S06															
Mæliaðferðir Votsiktun og Sympatec HELOS/RODOS þurmmæling. Heildarsýni og hluti smærri en 2 mm															
Siktun															
mm	100	64	32	22,4	16	11,2	8	4	2	1	0,5	0,25	0,125	0,063	
%	100,0	100,0	100,0	100,0	97,9	89,1	74,6	51,6	37,0	27,6	22,5	19,2	16,4	12,9	
Mæling með ljörva:												Reiknaðar tölur:			
µm	350	294	246	206	174	146	122	102	86	72	60	µm	2	20	
%	19,2	19,2	19,2	19,1	18,8	18,4	18,0	17,6	17,2	16,8	16,4	%	2,8	12,1	
µm	50	42	36	30	25	21	18	15	12	10	8,6	%	d10	d60	
%	15,9	15,3	14,8	14,0	13,2	12,4	11,6	10,7	9,5	8,6	7,9	µm	13	5155	
µm	7,4	6,2	5,2	4,4	3,6	3	2,6	2,2	1,8						
%	7,3	6,6	6,0	5,4	4,7	4,1	3,6	3,1	2,4						
															

 Rannsóknastofnun byggingariðnaðarins Keldnaholt, IS-112 Reykjavík, sími 570 7300, fex 570 7311	<i>Rannsókn nr.</i>	V-0408													
	<i>Dags.</i>	2005-08-23													
	<i>Framkv. af</i>	AÓA													
Mæling á kornadreifingu															
Verkefni: _____ Samanburður á fínefnamælingum	Sendandi: Vegagerðin														
Náma: Hestfjarðarkot	Námunúmer Vg: 661-12-02														
Athugasemdir: Sýni nr.: S07															
Mæliaðferðir Votsiktun og Sympatec HELOS/RODOS þurrmæling. Heildarsýni og hluti smærri en 2 mm															
Siktun															
mm	100	64	32	22,4	16	11,2	8	4	2	1	0,5	0,25	0,125	0,063	
%	100,0	100,0	100,0	99,9	91,7	74,0	61,5	44,3	33,5	25,5	20,1	16,3	13,2	9,7	
Mæling með ljörva:												Reiknaðar tölur:			
µm	350	294	246	206	174	146	122	102	86	72	60	µm	2	20	
%	16,3	16,3	16,2	16,0	15,7	15,3	14,8	14,3	13,7	13,0	12,3	%	0,4	7,6	
µm	50	42	36	30	25	21	18	15	12	10	8,6	%	d10	d60	
%	11,6	10,9	10,2	9,4	8,6	7,8	7,1	6,3	5,3	4,6	4,0	µm	34	7526	
µm	7,4	6,2	5,2	4,4	3,6	3	2,6	2,2	1,8						
%	3,5	2,8	2,3	1,8	1,3	0,9	0,7	0,5	0,4						
															

 Rannsóknastofnun byggingariðnaðarins Keldnaholt, IS-112 Reykjavík, sími 570 7300, fex 570 7311	<i>Rannsókn nr.</i>	V-0408													
	<i>Dags.</i>	2005-08-23													
	<i>Framkv. af</i>	AÓA													
Mæling á kornadreifingu															
Verkefni: _____ Samanburður á fínefnamælingum	Sendandi: Vegagerðin														
Náma: Hamar	Námunúmer Vg: 662-02-02														
Athugasemdir: Sýni nr.: S08															
Mæliaðferðir Votsiktun og Sympatec HELOS/RODOS þurrmæling. Heildarsýni og hluti smærri en 2 mm															
Siktun															
mm	100	64	32	22,4	16	11,2	8	4	2	1	0,5	0,25	0,125	0,063	
%	100,0	100,0	100,0	100,0	92,8	74,9	57,9	32,7	22,4	17,5	14,8	13,1	11,6	9,5	
Mæling með ljörva:												Reiknaðar tölur:			
µm	350	294	246	206	174	146	122	102	86	72	60	µm	2	20	
%	13,1	13,1	12,9	12,7	12,5	12,3	12,0	11,7	11,4	11,1	10,8	%	0,7	7,0	
µm	50	42	36	30	25	21	18	15	12	10	8,6	%	d10	d60	
%	10,3	9,8	9,3	8,6	7,9	7,2	6,5	5,8	4,9	4,2	3,7	µm	43	8339	
µm	7,4	6,2	5,2	4,4	3,6	3	2,6	2,2	1,8						
%	3,2	2,7	2,3	1,9	1,5	1,2	1,0	0,8	0,6						
															



Rannsóknastofnun byggingariðnaðarins
Keldnaholt, IS-112 Reykjavík, sími 570 7300, fex 570 7311

Rannsókn nr.	V-0408
Dags.	2005-08-23
Framkv. af	AÓA

Mæling á kornadreifingu

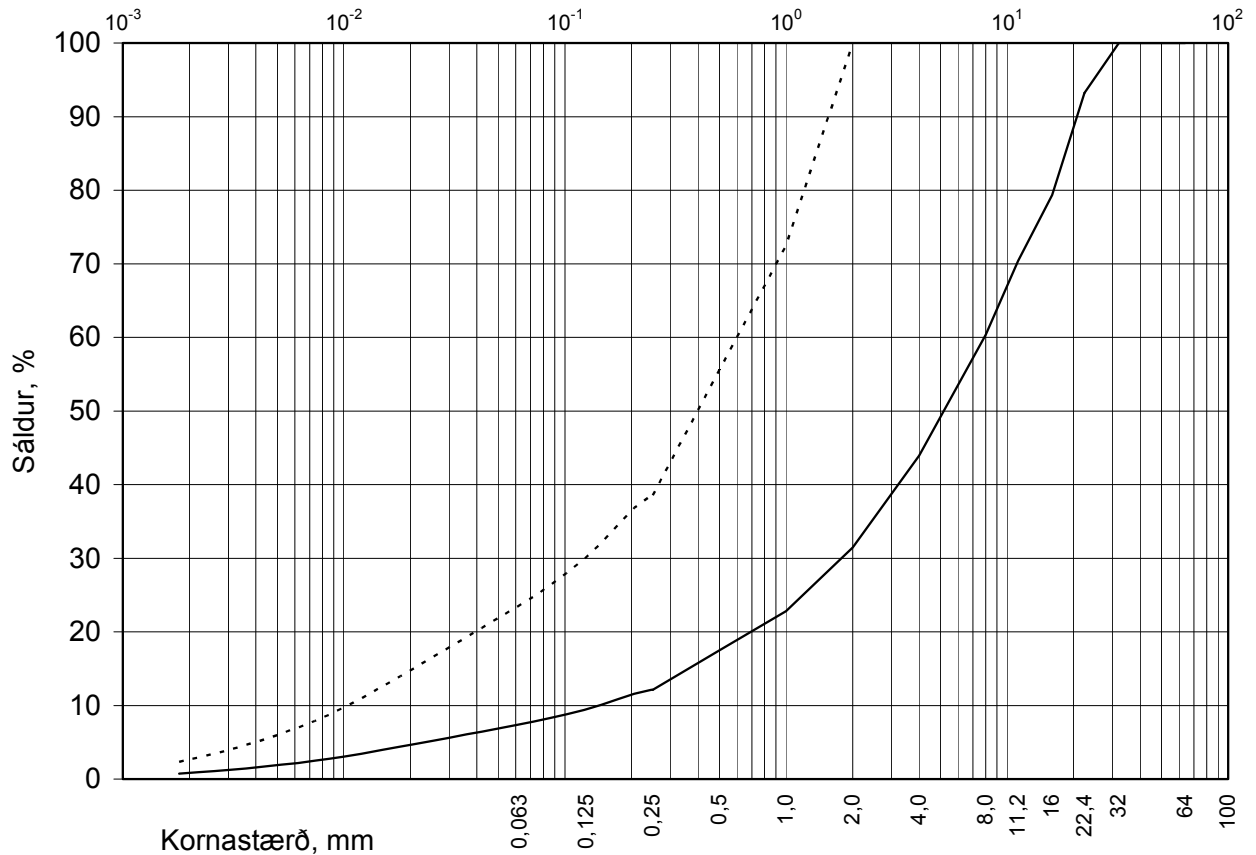
Verkefni: _____ Samanburður á fínefnamælingum	Sendandi: Vegagerðin
Náma: Lárkot	Námunúmer Vg: 557-12-09


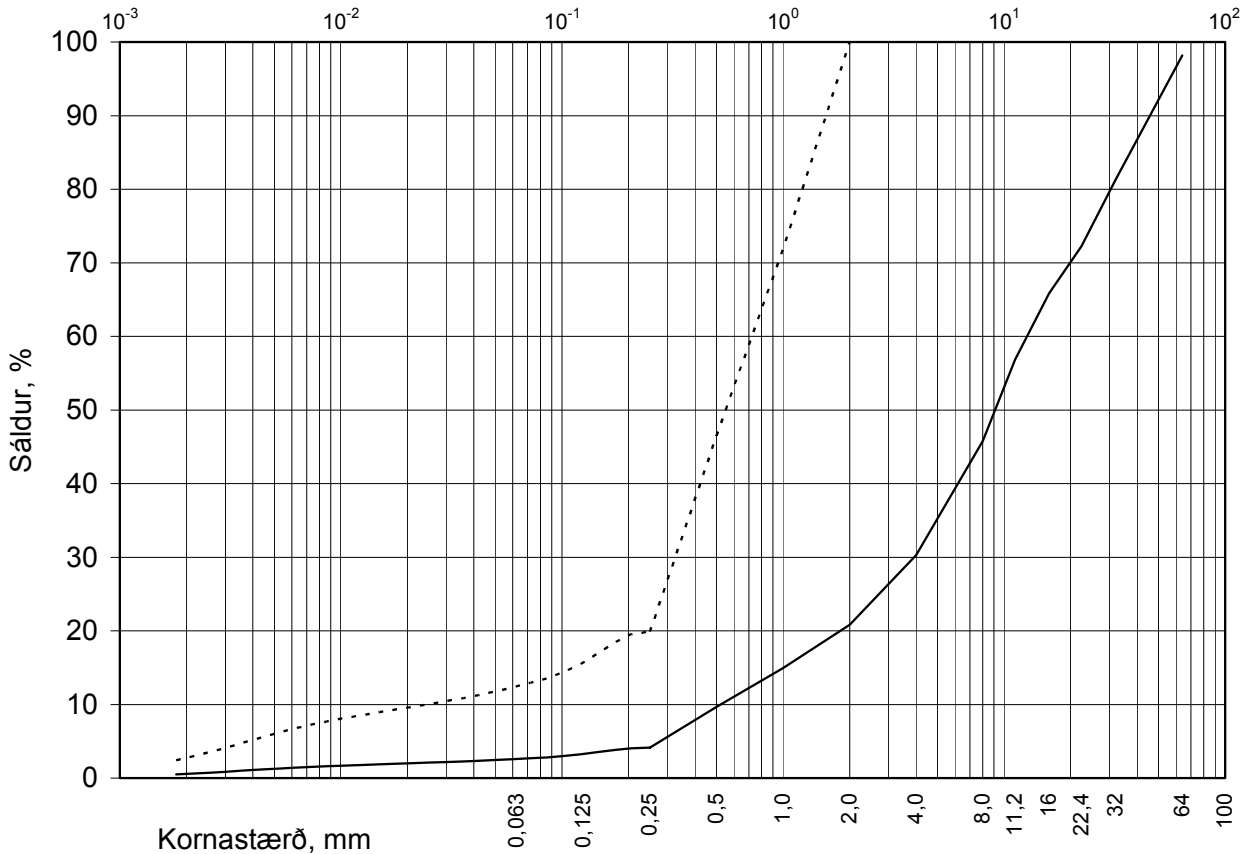
Athugasemdir: Sýni nr.: S09


Mæliaðferðir Votsiktun og Sympatec HELOS/RODOS þurmmæling. Heildarsýni og hluti smærri en 2 mm
--

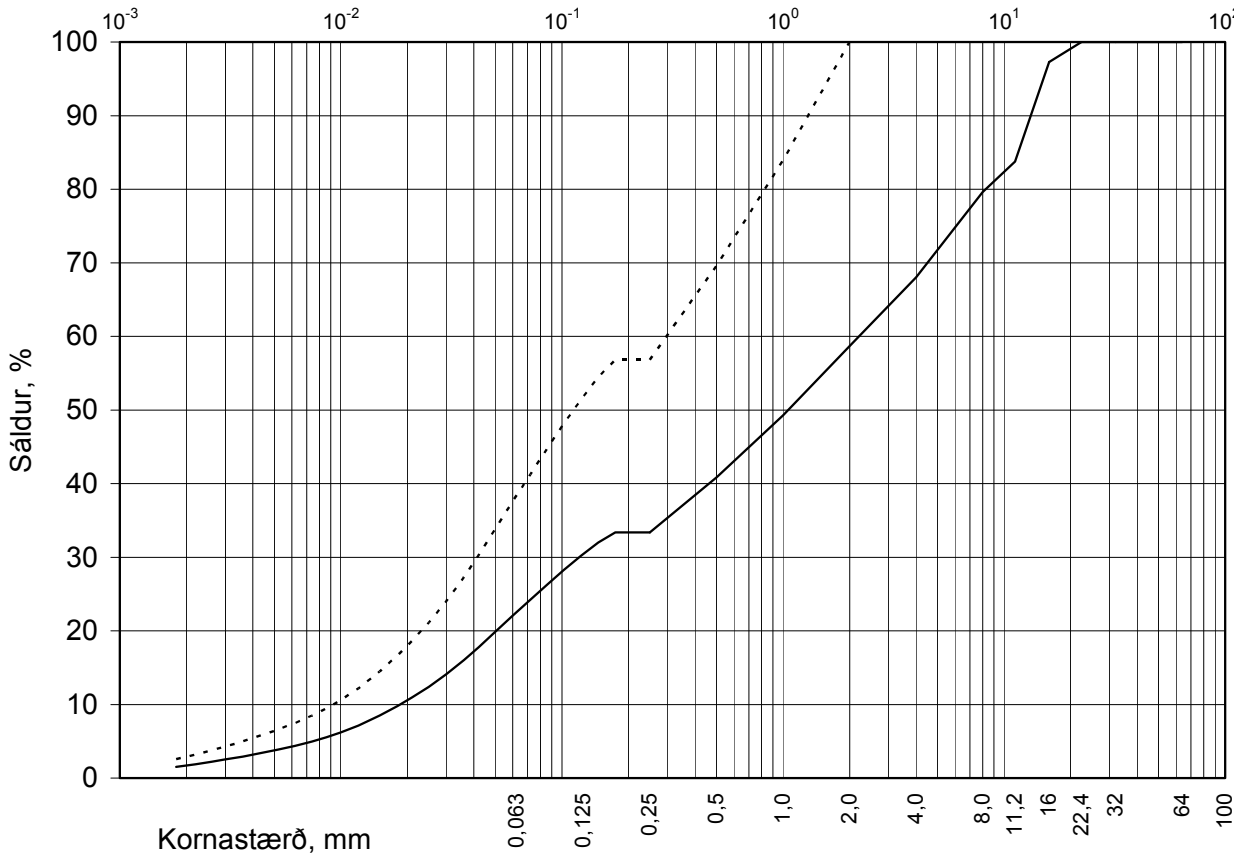
Siktun	mm	100	64	32	22,4	16	11,2	8	4	2	1	0,5	0,25	0,125	0,063
	%	100,0	100,0	100,0	93,2	79,3	70,4	60,3	43,9	31,5	22,8	17,5	12,1	7,5	5,1

Mæling með ljörva:	Reiknaðar tölur:													
µm	350	294	246	206	174	146	122	102	86	72	60	µm	2	20
%	12,1	12,1	11,9	11,4	10,7	9,9	9,3	8,7	8,2	7,7	7,2	%	0,8	4,6
µm	50	42	36	30	25	21	18	15	12	10	8,6	%	d10	d60
%	6,8	6,3	6,0	5,5	5,1	4,7	4,3	3,9	3,4	3,0	2,7	µm	143	7888
µm	7,4	6,2	5,2	4,4	3,6	3	2,6	2,2	1,8					
%	2,4	2,2	1,9	1,7	1,4	1,2	1,1	0,9	0,7					



 Rannsóknastofnun byggingariðnaðarins Keldnaholt, IS-112 Reykjavík, sími 570 7300, fex 570 7311	<i>Rannsókn nr.</i>	V-0408													
	<i>Dags.</i>	2005-08-23													
	<i>Framkv. af</i>	AÓA													
Mæling á kornadreifingu															
Verkefni: _____ Samanburður á fínefnamælingum	Sendandi: Sótt til Björgunar hf.														
Náma: Björgun, grús	Námunúmer Vg: 400-xx														
Athugasemdir: Sýni nr.: S10															
Mæliaðferðir Votsiktun og Sympatec HELOS/RODOS þurmmæling. Heildarsýni og hluti smærri en 2 mm															
Siktun															
mm	100	64	32	22,4	16	11,2	8	4	2	1	0,5	0,25	0,125	0,063	
%	100,0	98,1	81,4	72,2	65,8	56,8	45,8	30,3	20,8	14,9	9,7	4,1	1,7	0,9	
Mæling með ljörva:													Reiknaðar tölur:		
µm	350	294	246	206	174	146	122	102	86	72	60	µm	2	20	
%	4,1	4,1	4,1	4,0	3,8	3,5	3,2	3,0	2,8	2,7	2,6	%	0,6	2,0	
µm	50	42	36	30	25	21	18	15	12	10	8,6	%	d10	d60	
%	2,4	2,3	2,3	2,2	2,1	2,0	1,9	1,9	1,8	1,7	1,6	µm	522	12697	
µm	7,4	6,2	5,2	4,4	3,6	3	2,6	2,2	1,8						
%	1,5	1,4	1,3	1,1	1,0	0,8	0,7	0,6	0,5						
 <p>The graph plots 'Sáldur, %' (Percentage passing) on the y-axis against 'Kornastærð, mm' (Grain size, mm) on the x-axis. The x-axis is logarithmic, with major ticks at 10⁻³, 10⁻², 10⁻¹, 10⁰, 10¹, and 10². The y-axis is linear, ranging from 0 to 100. A solid line shows the experimental data, which starts at approximately 2% passing for 0.063 mm and reaches 100% passing at 64 mm. A dashed line shows a reference curve that starts at approximately 2% passing for 0.063 mm and reaches 100% passing at 2.0 mm.</p>															

 Rannsóknastofnun byggingariðnaðarins Keldnaholt, IS-112 Reykjavík, sími 570 7300, fex 570 7311	Rannsókn nr. V-0408													
	Dags. 2005-08-23													
	Framkv. af AÓA													
Mæling á kornadreifingu														
Verkefni: _____ Samanburður á fínefnamælingum						Sendandi: Sótt af R.b.								
Náma: Hryggholt við Torfastaði						Námunúmer Vg: 355-01-01								
Athugasemdir: Sýni nr.: S11														
Mæliaðferðir Votsiktun og Sympatec HELOS/RODOS þurrmæling. Heildarsýni og hluti smærri en 2 mm														
Siktun														
mm	100	64	32	22,4	16	11,2	8	4	2	1	0,5	0,25	0,125	0,063
%	100,0	100,0	100,0	100,0	97,3	83,8	79,6	68,0	58,7	49,3	40,9	33,4	25,6	16,3
Mæling með ljörva: Reiknaðar tölur:														
µm	350	294	246	206	174	146	122	102	86	72	60	µm	2	20
%	33,4	33,4	33,4	33,4	33,4	32,0	30,2	28,3	26,3	24,2	22,1	%	1,7	10,6
µm	50	42	36	30	25	21	18	15	12	10	8,6	%	d10	d60
%	19,9	17,8	16,0	14,1	12,4	11,0	9,8	8,5	7,1	6,2	5,5	µm	19	2199
µm	7,4	6,2	5,2	4,4	3,6	3	2,6	2,2	1,8					
%	5,0	4,4	3,9	3,4	2,9	2,5	2,2	1,9	1,5					



VIÐAUKI 2
NIÐURSTÖÐUR KVÖRÐUNAR-
MÆLINGA Í LJÖRVA

Niðurstöður kvörðunarmælinga í ljörva 2005-05-25, gerð með votmælingu á sýni frá Sympatec GmbH

Kornastærð												
86µm	72µm	60µm	50µm	42µm	36µm	30µm	25µm	21µm	18µm	15µm	12µm	
100	100	99,44	97,71	91,95	80,55	60,03	38,17	21,12	11,33	5,14	2,14	
100	100	99,47	97,79	92,12	80,79	60,25	38,33	21,25	11,46	5,24	2,2	
100	100	99,46	97,77	92,11	80,83	60,31	38,36	21,25	11,45	5,24	2,2	
Meðaltal		99,457	97,757	92,06	80,723	60,197	38,287	21,207	11,413	5,2067	2,18	
Staðalfrávik		0,015	0,042	0,095	0,151	0,147	0,102	0,075	0,072	0,058	0,035	

Kornastærð										
	10µm	8,6µm	7,4µm	6,2µm	5,2µm	4,4µm	3,6µm	3,0µm	2,6µm	2,2µm
	1,29	0,96	0,76	0,56	0,39	0,24	0,1	0	0	0
	1,34	1,01	0,81	0,62	0,45	0,31	0,16	0,06	0	0
	1,34	1,01	0,81	0,62	0,45	0,31	0,16	0,06	0	0
Meðaltal	1,3233	0,9933	0,7933	0,6	0,43	0,2867	0,14	0,04	0	0
Staðalfrávik	0,029	0,029	0,029	0,035	0,035	0,040	0,035	0,035	0,000	0,000

Niðurstöður					
	X ₁₀ , µm	X ₁₆ , µm	X ₅₀ , µm	X ₈₄ , µm	X ₉₀ , µm
Leyft hámark	17,22	19,39	28,01	38,9	42,19
Meðaltal mælinga	17,32	19,41	27,67	37,73	40,91
Leyft lágmark	16,95	18,44	27,65	37,69	40,88
Kröfur uppfylltar	Nei	Nei	Já	Já	Já

VIÐAUKI 3

NIÐURSTÖÐUR MÆLINGA

- 3.1 MÆLINGAR Á SANDGILDI
- 3.2 MÆLINGAR MEÐ FLOTVOG
- 3.3 MÆLINGAR MEÐ LJÖRVA
- 3.4 LÍNURIT YFIR NIÐURSTÖÐUR

MÆLINGAR Á SANDGILDI

Gerð voru sandgildis- „sand-equivalent“ próf á tíu efnum verkefnisins. Við prófunina var fylgt staðlinum ÍST EN 933-8:1999; „Tests for geometrical properties of aggregates – Part 8: Assessment of fines- Sand equivalent test.“ Í þessari aðferð er gert próf á sýnahlutunum sem undir 2 mm. Efnið er þurrkað í lofti þar til raki verður undir 2%. Um 120 g eru sett í sérstaka mæliflösku ásamt skammti af sviflausnar-myndandi upplausn. Mæliflaskan er hrist til þess að að losa leiragnir af sandkornunum. Sviflausnar myndandi lausn er bætt við með sérstöku áhaldi til þess að flytja finu efniskornin í dreifu „suspension“ ofan sandsins. Eftir 20 mínútur er sandgildi „sand-equivalent“ SE, reiknað sem hæð sets í prósentum af heildarhæð sviflausnar í mæliglasinu. SE gildið er meðaltal tveggja hlutasýna og verður munur sýnahlutanna að vera undir 4.

Prófið var framkvæmt að segja má í tveimur áföngum. Eftir fyrri áfangann kom í ljós að rakastig var of hátt í fjórum sýnanna og að auki var munur sýnahlutanna tveggja of mikill í tveimur af þessum fjórum sýnum. Við endurtekningu náðist rakastig niður fyrir 2% í sogskáp við lofthita í einu sýnanna, Hamri. Sýni úr Lárkoti var prófað með 2,8% raka efir tvær vikur í sogskáp. Sýni frá Arnstapa og Seljadalsvatni hættu að léttast eftir 10 daga eða svo í sogskáp, en voru höfð þar í þrjár vikur. Þau voru prófuð eftir að hafa staðið í nokkra daga við 30°C og að lokum um klukkutíma við um 60°C. Þá var raki enn yfir 2% í sýninu frá Arnstapa. Munur á hlutasýnum frá Seljadalsvatni var rétt yfir 4% mörkunum.

Niðurstöður sandgildisprófana										
Efni nr.	Náma	Námunr. Vegag.	Raki V%	Hluta-sýni	Mælingar h1 h2		Hlf.	Munur	SE	
1	Ystu-Víkurhólar	883 0202	2,0	A	278	59	21,2	1,4	22	
				B	257	58	22,6			
2	Hraunanáma	776 0901	2,0	A	238	67	28,2	1,5	27	
				B	251	67	26,7			
3	Arnstapi	801 1505	2,8	A	240	38	15,8	1,9	17	
				B	248	44	17,7			
5	Auðshaugur	660 1306	1,5	A	188	80	42,6	1,4	43	
				B	182	80	44,0			
6	Seljadalsvatn	660 1602	1,8	A	164	69	42,1	4,1	40	
				B	179	68	38,0			
7	Hestfjarðarkot	661 1302	1,8	A	213	69	32,4	0,6	32	
				B	214	68	31,8			
8	Hamar	662 0202	1,9	B	196	69	35,2	2,8	37	
				C	187	71	38,0			
				B	193	77	39,9			
9	Lárkot	557-1209	2,8	B	212	78	36,8	3,1	38	
				B	212	78	36,8			
10	Björgun	400-xx	1,6	A	119	102	85,7	0,6	86	
				B	117	101	86,3			
11	Hryggholt nál. Torfastöðum	355-0101	1,6	A	112	72	64,3	0,9	64	
				B	112	71	63,4			

NIÐURSTÖÐUR MÆLINGA MEÐ FLOTVOG

Sýni nr. S01 Ystu-Víkurhólar		Sýni nr. S02 Hraunsnáma		Sýni nr. S03 Arnstapi		Sýni nr. S05 Auðshaugur		Sýni nr. S06 Seljadalsvatn	
µm	%	µm	%	µm	%	µm	%	µm	%
1	14,0	1	8,7	1	6,2	1	5,2	1	3,5
3	19,0	3	12,8	3	11,7	3	10,6	3	8,2
5	24,1	6	18,2	6	17,9	5	18,1	6	16,0
7	28,3	8	21,7	8	21,9	8	23,1	8	21,3
10	32,9	10	26,5	11	26,2	10	29,4	11	27,8
16	41,4	17	36,1	18	34,2	16	40,6	17	39,9
24	50,1	25	44,4	26	42,6	23	49,8	24	50,6
63	70,3	63	65,0	63	60,0	63	69,8	63	72,4
125	85,5	125	81,1	125	79,4	125	84,0	125	86,2
250	100,0	250	100,0	250	100,0	250	100,0	250	100,0

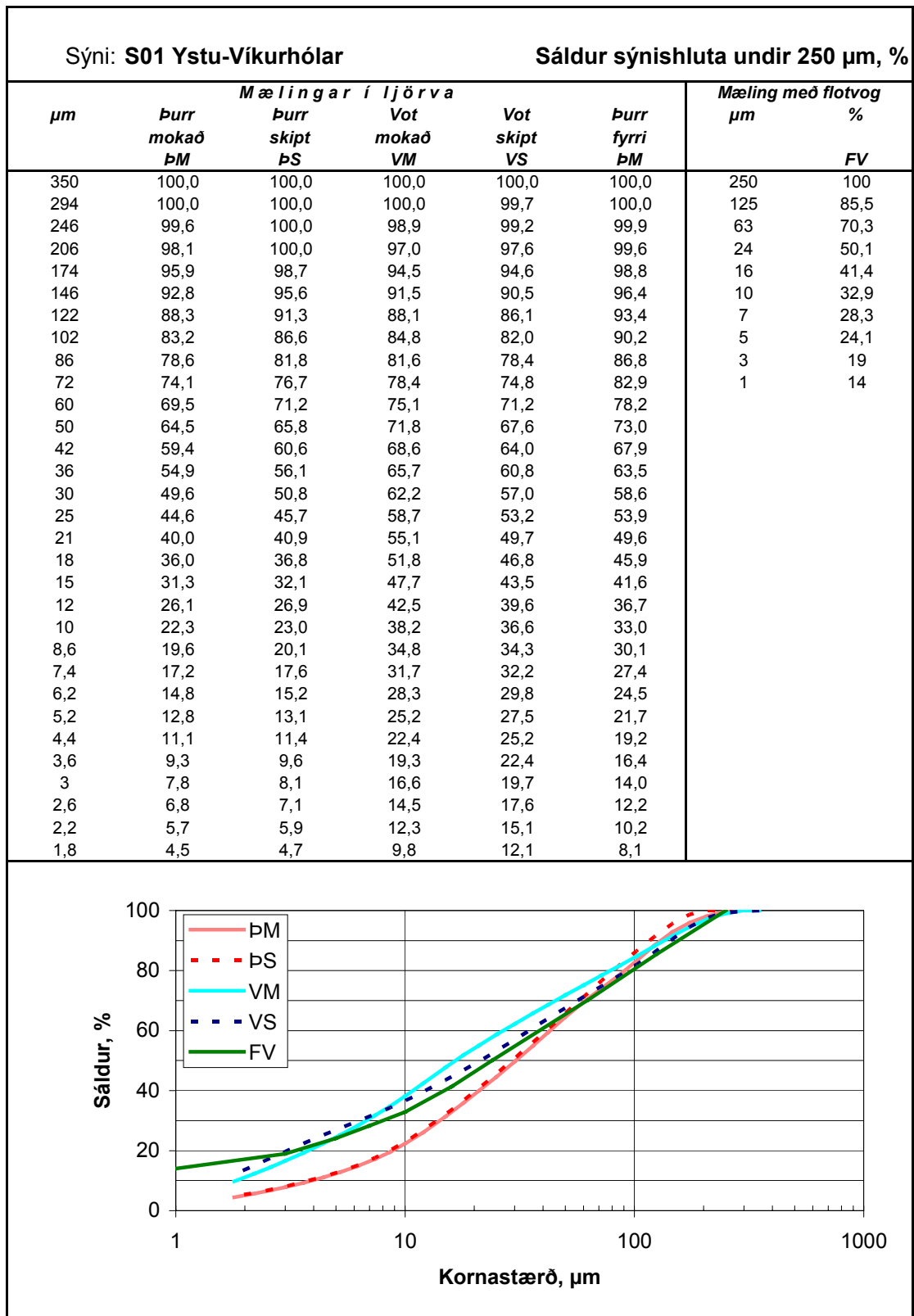
Sýni nr. S07 Hestfjarðarkot		Sýni nr. S08 Hamar		Sýni nr. S09 Lárkot		Sýni nr. S10 Björgun		Sýni nr. S11 Hryggholt	
µm	%	µm	%	µm	%	µm	%	µm	%
1	6,6	1	5,9	1	4,3	1	5,0	1	1,7
3	10,2	3	10,7	3	7,9	3	8,4	3	2,7
6	15,3	5	17,0	5	13,0	6	11,6	6	5,3
8	19,0	8	21,7	8	16,9	8	13,2	8	7,5
11	24,0	10	27,6	11	20,9	12	15,1	11	11,1
17	33,5	16	40,1	18	27,7	20	18,2	19	19,2
25	42,3	23	51,3	27	33,7	30	21,3	28	27,9
63	65,4	63	76,4	63	45,7	63	26,2	63	53,5
125	82,4	125	88,4	125	62,4	125	43,5	125	77,8
250	100,0	250	100,0	250	100,0	250	100,0	250	100,0

MÆLINGAR MED LJÖRVA

Sýni	350µm	294µm	246µm	206µm	174µm	146µm	122µm	102µm	86µm	72µm	60µm	50µm	42µm	36µm	30µm	25µm	21µm	18µm	15µm	12µm	10µm	8,6µm	7,4µm	6,2µm	5,2µm	4,4µm	3,6µm	3,0µm	2,6µm	2,2µm	1,8µm	
VC01R1	100	1000	99,4	98,1	96,0	92,9	88,5	83,6	79,1	74,8	70,4	65,5	60,4	55,8	50,6	45,5	40,7	36,6	31,9	26,5	22,7	20,0	17,6	15,1	13,0	11,2	9,4	7,9	6,8	5,7	4,5	
VC01R1	100	1000	99,4	98,0	96,4	93,8	89,6	84,5	79,7	75,1	70,3	65,1	59,9	55,3	50,0	44,9	40,2	36,2	31,5	26,3	22,5	19,7	17,3	14,9	12,9	11,1	9,3	7,9	6,8	5,7	4,5	
VC01R1	100	1000	1000	98,1	96,4	91,7	86,9	81,6	76,9	72,4	67,9	63,0	58,0	53,6	48,4	43,5	39,0	35,1	30,6	25,5	21,8	19,2	16,8	14,5	12,5	10,9	9,1	7,7	6,7	5,6	4,4	
VC01R5	100	1000	1000	98,2	96,4	92,2	88,0	83,8	79,2	74,5	69,8	64,8	59,6	54,6	49,5	44,6	39,9	35,9	31,4	26,2	22,4	19,6	17,2	14,7	12,7	11,1	9,3	7,9	6,9	5,8	4,6	
VC01R5	100	1000	1000	98,2	96,4	92,2	88,0	83,8	79,2	74,5	69,8	64,8	59,6	54,6	49,5	44,6	39,9	35,9	31,4	26,2	22,4	19,6	17,2	14,7	12,7	11,1	9,3	7,9	6,9	5,8	4,6	
VC01SA	100	1000	97,8	94,8	91,7	88,3	84,9	81,6	78,5	75,3	72,0	68,7	65,5	62,6	59,2	55,9	52,9	50,3	47,3	43,6	40,7	38,4	36,2	33,7	31,2	28,8	25,6	22,6	20,2	17,3	14,0	
VC01SA	100	1000	97,8	94,7	91,2	87,4	83,7	80,0	76,7	73,4	70,0	66,7	63,6	60,6	57,5	54,3	51,4	48,5	46,0	42,4	39,6	37,3	35,2	32,9	30,4	28,1	25,0	22,1	19,7	16,9	13,6	
VC01SB	100	1000	99,7	97,1	93,7	89,5	85,3	81,4	77,8	74,3	70,7	67,0	63,5	60,3	56,5	52,8	49,3	46,5	43,2	39,3	36,4	34,1	32,0	29,6	27,3	25,1	22,2	19,6	17,5	15,0	12,1	
VC01SB	100	1000	99,7	99,4	96,1	92,8	89,4	86,0	82,6	79,0	75,4	71,8	68,1	64,6	61,3	57,6	54,1	50,7	47,2	43,8	39,9	36,9	34,6	32,4	30,1	27,7	25,4	22,6	19,9	17,7	15,2	12,2
VC01S1	100	1000	99,8	96,9	94,3	91,2	87,8	84,4	81,0	78,0	74,9	71,7	68,4	65,4	61,6	57,6	53,5	49,7	45,1	39,4	35,0	31,6	28,6	25,3	22,4	19,8	17,0	14,6	12,8	10,8	8,5	
VC01S1	100	1000	99,1	97,4	95,0	92,4	89,5	85,2	82,0	78,8	75,5	72,2	68,8	65,3	61,6	57,6	53,5	49,7	45,1	39,4	35,0	31,6	28,6	25,3	22,4	19,8	17,0	14,6	12,8	10,8	8,5	
VC01S1	100	1000	97,8	94,8	91,4	88,1	84,8	81,4	78,4	75,0	71,7	68,5	65,2	62,4	59,1	56,0	53,2	50,6	48,0	44,8	40,7	37,4	34,3	30,8	27,5	24,6	21,2	18,3	16,1	13,6	10,8	
VC01S8	100	1000	97,9	94,8	91,4	88,1	84,8	81,4	78,4	75,0	71,7	68,5	65,2	62,4	59,1	56,0	53,2	50,6	48,0	44,8	40,7	37,4	34,3	30,8	27,5	24,6	21,2	18,3	16,1	13,6	10,8	
VC01S8	100	1000	97,9	94,8	91,4	88,1	84,8	81,4	78,4	75,0	71,7	68,5	65,2	62,4	59,1	56,0	53,2	50,6	48,0	44,8	40,7	37,4	34,3	30,8	27,5	24,6	21,2	18,3	16,1	13,6	10,8	
VC01S8	100	1000	97,9	94,7	91,2	87,4	83,4	79,5	75,9	72,2	68,5	64,7	61,0	57,7	53,9	50,2	46,9	44,2	41,0	37,3	34,3	32,0	29,7	27,4	25,4	23,3	20,6	18,1	16,2	13,9	11,1	
VC01S8	100	1000	98,0	95,4	92,3	88,7	84,7	80,7	77,1	73,4	69,6	65,6	61,9	58,5	54,6	50,8	47,4	44,5	41,3	37,5	34,5	32,2	30,0	27,7	25,4	23,3	20,6	18,1	16,2	13,8	11,1	
VC02R1	100	1000	1000	1000	1000	96,8	93,3	89,2	85,1	80,8	76,3	71,5	66,6	62,2	56,8	51,6	46,4	42,1	37,1	31,3	27,0	23,8	21,0	18,2	15,7	13,6	11,4	9,6	8,3	6,9	5,5	
VC02R1	100	1000	1000	1000	1000	96,8	93,2	89,1	84,9	80,7	76,4	71,6	66,6	62,0	56,7	51,4	46,4	42,1	37,1	31,2	26,9	23,7	20,9	18,1	15,6	13,5	11,3	9,5	8,3	6,9	5,4	
VC02R1	100	1000	1000	1000	1000	97,2	93,7	89,4	85,1	80,8	76,4	71,6	66,6	62,1	56,8	51,5	46,6	42,2	37,2	31,3	27,0	23,8	21,0	18,1	15,6	13,6	11,4	9,6	8,3	7,0	5,5	
VC02RS	100	1000	1000	98,6	96,1	92,7	88,9	85,2	81,6	77,6	73,2	68,4	63,6	58,9	54,0	48,9	44,1	39,9	35,1	29,6	25,5	22,5	19,6	17,1	14,7	12,8	10,7	9,0	7,7	6,5	5,1	
VC02RS	100	1000	1000	1000	1000	96,1	91,9	87,8	84,0	80,4	76,5	72,2	67,6	62,9	58,7	53,6	48,4	43,6	39,4	34,7	29,3	25,2	22,2	19,6	16,9	14,6	12,6	10,6	8,9	7,7	6,5	5,1
VC02S1	100	1000	1000	1000	1000	95,6	91,3	87,4	83,9	80,1	75,7	70,7	65,5	60,6	55,6	50,2	45,2	40,9	36,1	30,4	26,3	23,2	20,4	17,6	15,2	13,2	11,0	9,3	8,1	6,8	5,4	
VC02S1	100	99,7	98,6	96,6	94,0	90,9	87,6	84,0	80,6	76,8	72,9	69,0	65,1	61,5	57,3	53,0	48,9	45,2	40,8	35,4	31,2	28,1	25,2	22,3	19,7	17,4	14,9	12,8	11,2	9,5	7,6	
VC02S1	100	99,6	98,4	96,4	93,9	91,0	87,8	84,4	80,9	77,2	73,2	69,3	65,4	61,9	57,9	53,8	49,9	46,4	42,2	37,0	32,9	29,7	26,8	23,8	21,0	18,7	16,0	13,7	12,1	10,2	8,1	
VC02S1	100	99,7	98,7	96,9	94,6	91,8	88,6	85,0	81,5	77,6	73,6	69,6	65,7	62,3	58,2	54,3	50,6	47,2	43,2	38,1	34,0	30,9	28,0	24,9	22,1	19,6	16,9	14,5	12,7	10,7	8,6	
VC03R1	100	1000	99,2	97,3	93,9	89,5	84,5	78,8	73,0	67,6	61,4	56,3	51,6	47,6	43,1	38,9	35,0	31,8	28,1	24,1	21,1	19,0	17,0	15,0	13,2	11,6	9,9	8,5	7,4	6,2	5,0	
VC03R1	100	1000	99,8	98,0	96,2	93,6	90,2	86,5	82,8	78,9	74,6	70,3	66,1	62,0	57,8	52,5	48,2	43,6	39,2	34,8	30,4	27,1	24,1	21,4	19,3	17,6	15,0	12,8	11,2	9,4	7,5	
VC03R1	100	1000	1000	1000	1000	96,1	92,6	88,8	84,8	80,7	76,4	72,1	67,9	63,6	59,4	55,1	50,9	46,6	42,4	38,2	34,0	30,5	27,1	24,1	21,4	19,3	17,6	15,0	12,8	11,2	9,4	7,5
VC03R5	100	1000	1000	98,8	96,8	92,2	88,4	84,8	81,1	77,7	74,1	70,6	66,1	61,4	56,2	51,7	47,2	42,7	38,2	33,7	29,2	25,7	22,3	19,6	17,2	15,1	13,1	11,5	9,7	7,7	6,5	5,0
VC03R5	100	1000	1000	98,8	96,8	92,2	88,4	84,8	81,1	77,7	74,1	70,6	66,1	61,4	56,2	51,7	47,2	42,7	38,2	33,7	29,2	25,7	22,3	19,6	17,2	15,1	13,1	11,5	9,7	7,7	6,5	5,0
VC03R5	100	1000	1000	97,4	94,6	91,7	88,4	85,0	81,9	79,1	76,4	73,4	70,2	66,7	63,4	59,2	54,7	50,1	45,9	40,9	34,8	30,3	26,8	23,8	20,7	18,0	15,7	13,2	11,2	9,8	8,2	6,5
VC03R5	100	1000	1000	98,8	96,5	93,7	90,5	87,1	83,7	80,5	77,5	74,5	71,4	68,1	64,9	60,7	56,2	51,6	47,3	42,1	35,9	31,2	27,7	24,5	21,3	18,5	16,1	13,6	11,5	10,0	8,4	6,6
VC03R5	100	1000	98,6	96,1	93,2	90,0	86,7	83,3	80,2	77,2	74,2	71,0	67,7	64,5	60,4	55,9	51,3	47,0	41,9	35,8	31,1	27,6	24,5	21,3	18,5	16,1	13,6	11,5	10,0	8,4	6,6	
VC03S1	100	1000	97,6	95,6	93,6	90,9	87,5	83,8	78,5	73,1	68,3	63,6	59,3	55,5	51,9	48,7	44,8	40,8	37,0	33,6	29,7	26,5	23,6	20,9	18,0	14,2	12,7	10,9	9,4	8,3	7,1	5,6
VC03S1	100	99,7	98,3	96,1	93,9	90,9	86,1	80,9	75,6	70,5	65,6	61,1	56,4	50,4	46,9	43,4	39,9	36,8	33,0	28,9	25,1	22,6	20,4	18,2	16,2	14,4	12,5	10,8	9,5	8,1	6,5	
VC03S1	100	99,5	98,0	95,1	91,5	87,3	82,6	77,6	72,7	67,7	63,0	58,7	54,5	50,4	46,3	42,2	38,0	34,2	30,5	26,8	23,4	20,6	18,4	16,4	14,4	12,5	10,8	9,5	8,1	6,5		
VC05R1	100	1000	99,8	98,4	95,8	92,8	89,8	86,7	83,7	80,5	77,3	73,9	70,4	67,0	62,6	57,9	53,1	48,7	43,4	37,0	32,2	28,6	25,4	22,1	19,3	16,9	14,3	12,2	10,7	9,0	7,2	
VC05R1	100	1000	1000	1000	1000	98,2	95,7	92,9	89,8	86,7	83,6	80,4	76,9	73,3	69,8	65,3	60,4	55,4	50,8	45,4	38,8	33,7	29,9	26,5	23,1	20,1	17,6	15,0	12,8	11,2	9,4	7,5
VC05R1	100	1000	1000	1000	1000	96,1	92,6	88,8	84,8	80,7	76,4	72,1	67,9	63,6	59,4	55,1	50,9	46,6	42,4	38,2	34,0	30,5	27,1	24,1	21,4	19,3	17,6	15,0	12,8	11,2	9,4	7,5
VC05R5	100	1000	1000	1000	1000	96,7	93,2	89,9	86,8	83,7	80,5	77,1	73,5	70,0	65,4	60,6	55,7	51,3	46,8	39,2	34,1	30,3	26,9	23,4	20,3	17,8	15,0	12,8	11,1	9,4	7,4	
VC05R5	100	1000	1000	1000	1000	96,7	93,2	89,9	86,8	83,7	80,5	77,1	73,5	70,0	65,4	60,6	55,7	51,3	46,8	39,2	34,1	30,3	26,9	23,4	20,3	17,8	15,0</					

MÆLINGAR MED LJÖRVA

Sýni	350µm	294µm	246µm	206µm	174µm	146µm	122µm	102µm	86µm	72µm	60µm	50µm	42µm	36µm	30µm	25µm	21µm	18µm	15µm	12µm	10µm	8,6µm	7,4µm	6,2µm	5,2µm	4,4µm	3,6µm	3,0µm	2,6µm	2,2µm	1,8µm				
VC07R1	100	1000	99,7	98,4	95,8	93,1	90,2	86,9	83,2	79,5	75,8	71,8	67,5	63,5	58,6	53,6	48,7	44,3	39,0	33,1	28,6	25,0	21,3	17,0	13,1	9,8	6,4	4,1	2,7	1,5	0,7				
VC07R1	100	1000	97,8	94,6	90,8	87,3	84,0	80,0	75,6	71,2	67,3	63,7	60,2	56,9	53,1	49,1	45,2	41,4	36,8	31,6	27,3	23,6	19,8	15,3	11,2	7,8	4,5	2,3	1,2	0,4	0,1				
VC07R1	100	1000	99,4	98,0	96,0	93,3	90,2	86,8	83,4	79,4	74,7	69,3	64,0	59,4	54,1	49,0	44,3	40,2	35,6	30,2	26,2	23,3	20,7	18,0	15,7	13,7	11,6	9,8	8,5	7,2	5,7	5,6			
VC07R5	100	1000	100,0	99,2	97,4	94,5	91,0	87,5	83,9	80,1	75,7	70,9	65,9	61,3	56,7	50,3	45,3	41,1	36,2	30,7	26,6	23,6	20,9	18,2	15,8	13,7	11,5	9,7	8,5	7,1	5,6	5,6			
VC07R5	100	1000	100,0	100,0	100,0	96,7	93,1	89,3	85,5	81,6	77,2	72,4	67,3	62,6	57,4	51,4	46,3	41,9	36,9	31,2	27,1	24,0	21,2	18,4	15,9	13,8	11,6	9,7	8,4	7,0	5,5	5,5			
VC07S1	100	99,6	97,8	94,4	90,3	86,0	81,4	77,0	73,0	69,1	65,2	61,1	57,2	53,3	48,9	44,5	40,5	37,1	33,1	28,5	25,0	22,4	20,1	17,7	15,6	13,8	11,8	10,1	8,9	7,5	6,0	6,4			
VC07S1	100	1000	99,6	97,4	94,2	90,1	85,8	81,4	77,1	73,2	69,3	65,4	61,2	57,2	53,3	49,3	45,1	41,3	38,0	34,2	29,7	26,3	23,3	21,3	18,8	16,6	14,7	12,6	10,8	9,5	8,0	6,4			
VC07S1	100	1000	98,4	95,6	92,3	88,3	84,1	79,8	75,8	71,7	67,6	63,4	59,2	55,2	51,2	47,0	43,2	39,9	36,1	31,5	28,0	25,3	22,9	20,3	17,9	15,9	13,6	11,7	10,2	8,6	6,9	6,9			
VC08R1	100	99,7	98,4	96,1	93,1	89,5	85,8	81,7	77,7	73,6	69,3	65,0	60,8	57,1	52,7	48,5	44,6	41,3	37,5	32,9	29,3	26,6	24,1	21,8	19,9	16,7	14,4	12,4	10,8	9,1	7,3	7,3			
VC08R1	100	99,8	99,2	98,0	96,5	94,6	92,5	90,2	88,1	86,0	83,3	79,8	75,8	71,4	66,6	60,9	55,4	50,5	44,6	37,7	32,5	28,4	24,4	20,4	16,6	13,5	10,3	7,9	6,4	4,9	3,5	3,5			
VC08R1	100	1000	99,0	97,5	95,5	93,4	91,2	89,1	87,1	84,9	82,3	79,0	75,2	71,4	66,6	61,0	55,6	50,6	44,6	37,6	32,3	28,2	24,3	20,1	16,3	13,1	9,9	7,5	6,0	4,6	3,2	3,2			
VC08R5	100	1000	100,0	99,0	96,3	93,3	90,1	87,0	84,0	81,0	78,0	74,0	70,0	67,0	64,0	61,0	58,0	54,0	44,4	37,5	32,5	28,9	25,7	22,4	19,5	17,1	14,5	12,3	10,7	9,0	7,2	5,6	7,2		
VC08R5	100	1000	100,0	100,0	100,0	98,0	95,8	93,7	91,6	89,4	86,7	83,3	79,9	74,7	69,0	62,9	56,9	51,5	45,3	38,3	33,3	29,6	26,3	22,9	20,0	17,5	14,7	12,5	10,9	9,1	7,2	5,6	7,2		
VC08R5	100	1000	100,0	100,0	100,0	98,0	95,8	93,8	91,7	89,4	86,7	83,3	79,9	74,8	69,1	63,0	56,9	51,6	45,4	38,4	33,3	29,6	26,3	22,9	20,0	17,4	14,7	12,4	10,8	9,1	7,2	5,6	7,2		
VC08S1	100	1000	99,2	97,6	95,4	93,0	90,3	87,5	84,6	81,4	77,9	74,0	69,8	65,6	60,4	55,0	49,6	44,9	39,4	33,2	28,8	25,5	22,8	20,0	17,6	15,6	13,4	11,6	10,2	8,6	6,9	6,9			
VC08S1	100	1000	99,4	98,1	96,3	94,1	91,7	89,1	86,3	83,1	79,5	75,6	71,3	67,3	62,4	57,3	52,3	47,9	42,6	36,4	31,8	28,4	25,4	22,4	19,7	17,5	15,1	13,0	11,4	9,7	7,7	6,7	7,7		
VC08S1	100	1000	99,5	98,4	96,6	94,5	91,9	89,2	86,3	83,1	79,5	75,6	71,4	67,4	62,6	57,7	53,0	48,8	43,8	37,8	33,2	29,8	26,7	23,6	20,9	18,5	15,9	13,7	12,1	10,2	8,1	6,5	8,1		
VC09R1	100	1000	98,8	95,5	92,5	89,5	86,6	83,3	79,7	75,8	72,0	68,2	64,7	60,9	57,2	53,7	50,6	46,9	43,2	39,7	36,6	33,0	29,7	26,3	22,9	19,5	16,2	14,3	12,2	10,4	9,1	7,7	6,1		
VC09R1	100	1000	97,9	94,5	91,5	88,5	85,8	82,8	79,8	76,1	72,5	69,0	65,5	62,0	58,5	55,0	51,5	48,0	44,5	41,0	37,5	34,0	30,5	27,0	23,5	20,0	16,5	14,0	12,5	10,5	8,5	7,4	5,9		
VC09R1	100	1000	98,0	94,8	91,8	88,8	85,8	82,8	79,8	76,1	72,5	69,0	65,5	62,0	58,5	55,0	51,5	48,0	44,5	41,0	37,5	34,0	30,5	27,0	23,5	20,0	16,5	14,0	12,5	10,5	8,5	7,4	5,9		
VC09R5	100	1000	98,0	94,8	91,8	88,8	85,8	82,8	79,8	76,1	72,5	69,0	65,5	62,0	58,5	55,0	51,5	48,0	44,5	41,0	37,5	34,0	30,5	27,0	23,5	20,0	16,5	14,0	12,5	10,5	8,5	7,4	5,9	5,6	
VC09R5	100	1000	97,8	93,7	88,4	82,3	76,3	71,0	66,7	62,8	58,1	53,2	48,5	44,0	40,9	37,5	34,7	31,7	28,1	24,0	21,6	19,5	17,2	15,1	13,3	11,3	9,6	8,4	7,0	5,6	5,6	5,6			
VC09R5	100	1000	100,0	100,0	100,0	93,5	86,6	79,9	74,3	69,8	65,8	62,0	58,1	54,3	50,9	47,0	43,2	39,7	36,7	33,0	29,7	25,4	22,9	20,7	18,2	16,0	14,0	11,8	10,0	8,7	7,3	5,8	5,8		
VC09R5	100	1000	98,4	94,7	89,4	82,9	76,8	71,7	67,5	63,6	59,8	56,1	52,4	49,1	45,4	41,7	38,3	35,3	31,8	27,7	24,5	22,7	20,4	18,2	16,2	14,6	12,6	10,8	9,2	8,0	6,8	5,4	5,4		
VC09S1	100	1000	96,2	88,6	81,8	75,6	69,6	65,2	61,8	58,9	56,1	53,2	50,1	47,1	43,4	39,6	36,1	33,1	29,7	26,5	23,7	21,2	18,9	17,6	16,4	14,8	13,2	11,6	10,2	8,0	6,8	5,4	4,8	4,8	
VC09S1	100	1000	96,2	90,4	84,0	77,6	72,1	67,7	64,2	61,2	58,5	55,2	52,8	50,1	46,5	42,8	39,3	36,3	32,7	29,5	26,7	24,0	21,7	19,4	17,2	15,0	13,2	11,6	10,2	8,0	6,8	5,4	4,8	4,8	
VC09S1	100	1000	95,9	89,7	83,2	76,8	71,4	66,9	63,5	60,5	57,8	55,2	52,5	50,0	46,7	43,3	40,0	37,0	33,5	29,3	26,1	23,7	21,4	19,1	16,9	15,0	12,8	11,0	9,6	8,1	6,5	5,1	4,5		
VC10R1	100	1000	100,0	98,7	96,0	93,4	91,4	89,7	88,0	86,8	85,4	84,1	82,9	81,7	80,5	79,3	78,1	76,9	75,7	74,5	73,3	72,1	70,9	69,7	68,5	67,3	66,1	64,9	63,7	62,5	61,3	60,1	58,9	57,7	
VC10R1	100	1000	97,8	93,3	86,5	78,6	71,7	66,4	62,6	59,4	56,4	53,8	51,4	49,6	47,6	45,8	44,0	42,5	40,7	38,5	36,6	35,0	33,3	31,1	28,6	26,1	23,9	21,9	19,9	17,6	14,9	11,9	11,9	11,9	
VC10R1	100	1000	99,0	95,9	89,8	82,0	74,7	69,1	65,3	62,4	59,6	56,9	54,4	52,4	50,3	48,3	46,5	44,9	43,0	40,7	38,9	36,9	34,9	32,3	29,5	26,6	23,9	21,7	19,2	14,5	11,5	11,5	11,5	11,5	
VC10R1	100	1000	100,0	100,0	100,0	94,0	86,5	79,2	73,4	69,4	66,3	63,6	60,8	58,4	56,4	54,2	52,1	50,2	48,5	46,5	44,0	41,9	39,9	37,7	34,7	31,4	28,0	23,8	20,1	17,4	14,5	11,4	11,4	11,4	
VC10S1	100	1000	100,0	100,0	100,0	95,4	88,6	81,5	75,8	71,7	68,4	65,3	62,4	59,8	57,5	55,3	53,2	51,4	49,4	47,3	44,8	42,6	40,6	38,2	34,9	31,3	27,6	23,2	19,3	16,6	13,7	10,7	10,7	10,7	
VC10S1	100	89,7	78,1	66,4	56,5	48,4	42,4	38,1	35,1	32,7	30,9	29,3	28,0	26,9	25,9	25,0	24,5	23,5	22,5	21,3	19,7	18,3	17,1	15,9	14,4	13,0	11,6	10,0	8,6	7,5	6,4	5,0	5,0	5,0	
VC10S1	100	91,1	80,6	69,5	59,7	51,5	45,1	40,6	37,4	34,9	32,8	31,1	29,7	28,5	27,2	26,0	24,9	23,9	22,9	21,1	19,6	18,4	17,1	15,6	14,1	12,7	10,9	9,4	8,3	7,0	5,5	4,5	4,5	4,5	
VC10S1	100	89,7	78,6	67,3	57,7	49,8	43,8	39,4	36,3	33,8	31,7	30,0	28,6	27,4	26,1	24,9	23,9	22,9	21,8	20,3	18,9	17,8	16,6	15,2	13,7	12,3	10,7	9,2	8,1	6,8	5,4	4,4	4,4	4,4	
VC10R5	100	1000	100,0	98,5	94,2	86,8	79,1	72,7	67,9	64,0	60,7	57,7	55,1	52,8	50,5	48,5	46,9	45,5	44,0	42,0	40,2	38,6	36,9	34,7	32,3	29,7	26,4	23,2	20,6	17,6	14,4	14,4	14,4	14,4	
VC10R5	100	1000	100,0	100,0	100,0	94,0	86,2	78,8	72,7	66,0	61,7	57,8	55,3	53,3	51,0	48,9	47,2	45,7	44,0	41,8	40,0	38,4	36,6	34,4	31,8	29,4	26,0	22,9	20,3	17,4	14,0	14,0	14,0	14,0	
VC10R5	100	1000	100,0	100,0	100,0	94,5	87,1	79,7	73,3	68,2	63,8	60,1	57,1	54,7	52,8	50,6	48,6	46,9	45,5	44,0	41,8	40,0	38,4	36,6	34,4	31,8	29,4	26,0	22,9	20,3	17,4	14,0	14,0	14,0	14,0
VC10R5	100	1000	100,0	100,0	100,0	93,5	86,0	78,6	72,1	66,7	62,0	58,2	55,3	53,2	51,4	49,4	47,4	45,6	44,1	42,5	40,5	38,7	37,1	35,3	33,1										



Skýringar

bM: Fjórðungaskipti niður í 20 g skammt, um 2 g tekin úr honum með skeið til þurrmælingar í ljörva.

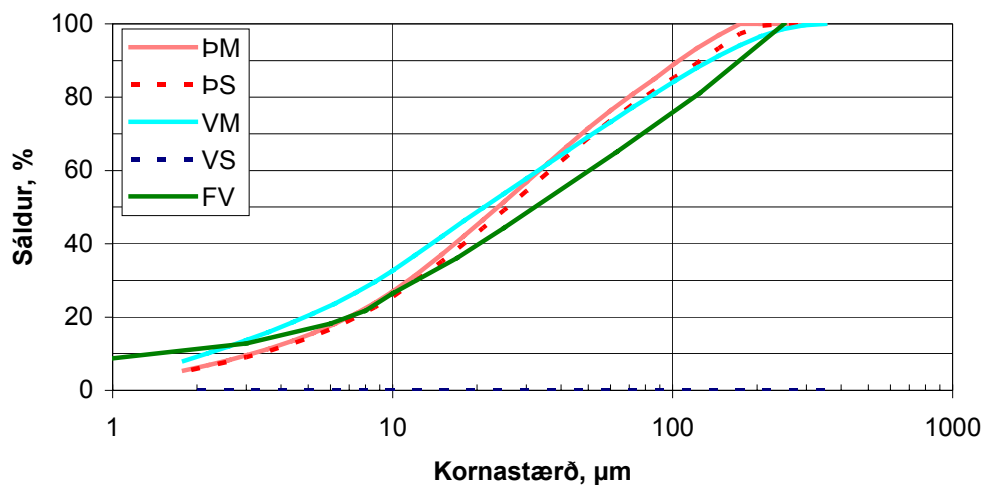
bS: Fjórðungaskipti niður í 2 g skammt, tekinn allur í þurrmælingu í ljörva.

VM: Fjórðungaskipti niður í 5 g skammt, um 0,1g tekið úr honum með skeið til votmælingar í ljörva.

VS: Fjórðungaskipti niður í 2-5 g skammt sem var bleyttur upp í deig, sneiðar af því teknar í votmælingu í ljörva.

FV: Mæling með flotvog á 60-80g sýni.

Sýni: S02 Hraunsnáma						Sáldur sýnishluta undir 250 μm , %	
μm	Mælingar í ljörva					Mæling með flotvog	
	<i>Þurr mokað</i> ÞM	<i>Þurr skipt</i> ÞS	<i>Vot mokað</i> VM	<i>Vot skipt</i> VS	<i>Þurr fyrri</i> ÞM	μm	%
350	100,0	100,0	100,0	0,0	100,0	250	100
294	100,0	100,0	99,6	0,0	100,0	125	81,1
246	100,0	100,0	98,6	0,0	97,0	63	65
206	100,0	99,5	96,6	0,0	92,6	25	44,4
174	100,0	97,4	94,2	0,0	87,8	17	36,1
146	96,9	93,4	91,3	0,0	83,1	10	26,5
122	93,4	89,3	88,0	0,0	78,6	8	21,7
102	89,3	85,5	84,5	0,0	74,2	6	18,2
86	85,0	82,0	81,0	0,0	70,1	3	12,8
72	80,8	78,0	77,2	0,0	66,0	1	8,7
60	76,3	73,7	73,3	0,0	62,0		
50	71,6	68,9	69,3	0,0	57,7		
42	66,6	64,0	65,4	0,0	53,3		
36	62,1	59,6	61,9	0,0	49,3		
30	56,8	54,4	57,8	0,0	44,6		
25	51,5	49,2	53,7	0,0	39,9		
21	46,5	44,3	49,8	0,0	35,7		
18	42,1	40,1	46,3	0,0	32,2		
15	37,1	35,3	42,0	0,0	28,3		
12	31,3	29,8	36,8	0,0	23,9		
10	27,0	25,7	32,7	0,0	20,8		
8,6	23,8	22,6	29,6	0,0	18,5		
7,4	21,0	19,9	26,7	0,0	16,4		
6,2	18,1	17,2	23,7	0,0	14,4		
5,2	15,6	14,8	20,9	0,0	12,7		
4,4	13,6	12,9	18,6	0,0	11,2		
3,6	11,3	10,8	15,9	0,0	9,5		
3	9,6	9,1	13,7	0,0	8,2		
2,6	8,3	7,9	12,0	0,0	7,2		
2,2	6,9	6,6	10,1	0,0	6,1		
1,8	5,5	5,2	8,1	0,0	4,8		



Skýringar

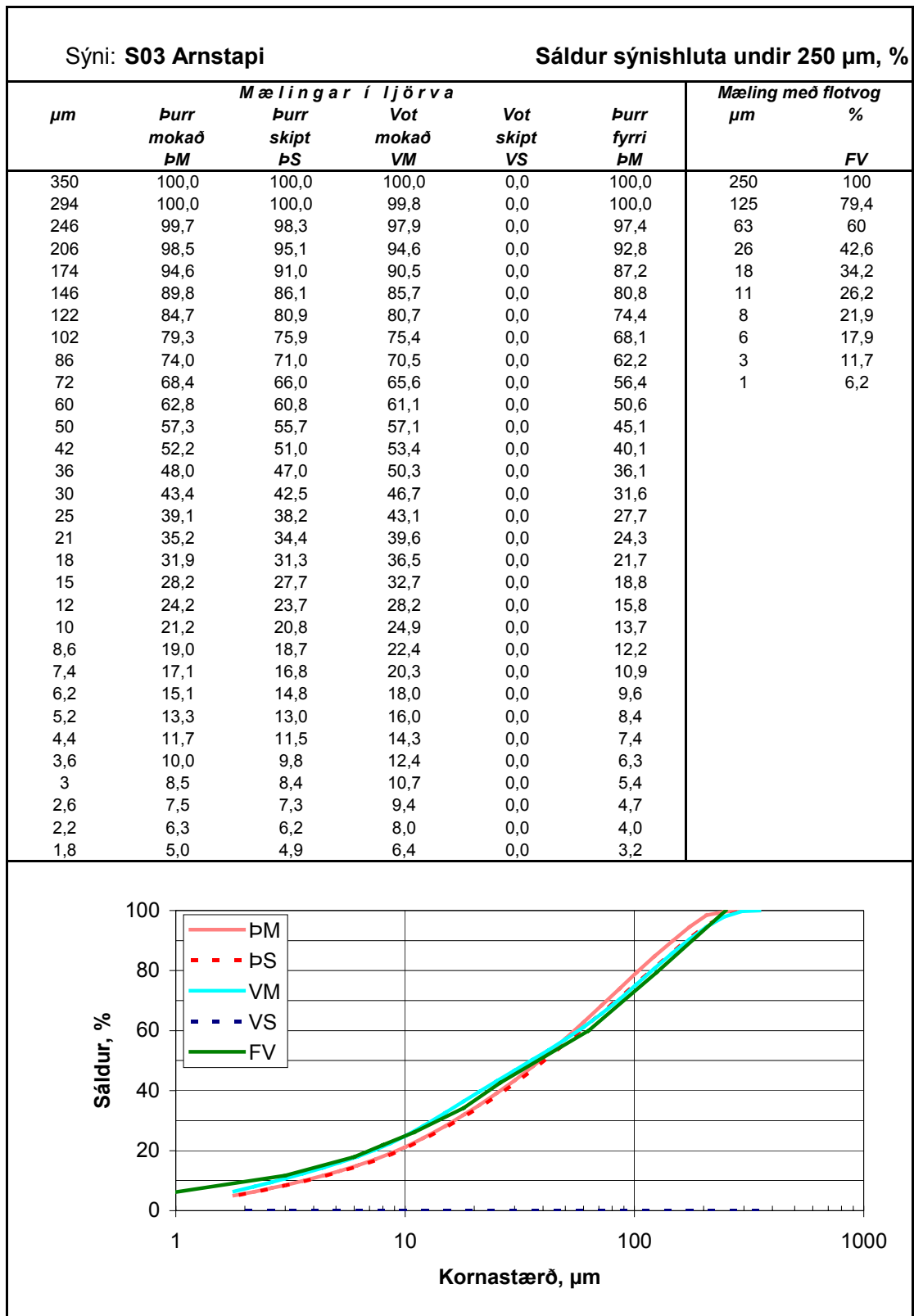
ÞM: Fjórðungaskipti niður í 20 g skammt, um 2 g tekin úr honum með skeið til þurrmælingar í ljörva.

ÞS: Fjórðungaskipti niður í 2 g skammt, tekinn allur í þurrmælingu í ljörva.

VM: Fjórðungaskipti niður í 5 g skammt, um 0,1g tekið úr honum með skeið til votmælingar í ljörva.

VS: Fjórðungaskipti niður í 2-5 g skammt sem var bleyttur upp í deig, sneiðar af því teknar í votmælingu í ljörva.

FV: Mæling með flotvog á 60-80g sýni.



Skýringar

bM: Fjórðungaskipti niður í 20 g skammt, um 2 g tekin úr honum með skeið til þurrmælingar í ljörva.

bS: Fjórðungaskipti niður í 2 g skammt, tekinn allur í þurrmælingu í ljörva.

VM: Fjórðungaskipti niður í 5 g skammt, um 0,1g tekið úr honum með skeið til votmælingar í ljörva.

VS: Fjórðungaskipti niður í 2-5 g skammt sem var bleyttur upp í deig, sneiðar af því teknar í votmælingu í ljörva.

FV: Mæling með flotvog á 60-80g sýni.

Sýni: S05 Auðshaugur						Sáldur sýnishluta undir 250 μm , %	
μm	Mælingar í ljörva					Mæling með flotvog	
	<i>burr mokað</i> bM	<i>burr skipt</i> bS	<i>Vot mokað</i> VM	<i>Vot skipt</i> VS	<i>burr fyrri</i> bM	μm	%
							FV
350	100,0	100,0	100,0	0,0	100,0	250	100
294	100,0	100,0	99,8	0,0	100,0	125	84
246	99,9	98,3	98,6	0,0	100,0	63	69,8
206	99,6	95,8	96,3	0,0	99,7	23	49,8
174	98,5	92,9	93,4	0,0	98,2	16	40,6
146	95,6	89,6	90,1	0,0	94,1	10	29,4
122	92,5	86,3	86,5	0,0	89,2	8	23,1
102	89,3	83,0	83,0	0,0	84,3	5	18,1
86	86,2	79,9	79,7	0,0	80,0	3	10,6
72	83,0	77,0	76,4	0,0	76,0	1	5,2
60	79,8	74,1	73,1	0,0	72,4		
50	76,4	70,9	69,8	0,0	68,8		
42	72,8	67,5	66,3	0,0	65,2		
36	69,3	64,2	63,0	0,0	61,9		
30	64,9	60,1	58,8	0,0	57,8		
25	60,0	55,6	54,2	0,0	53,6		
21	55,1	51,0	49,4	0,0	49,4		
18	50,6	46,7	45,1	0,0	45,6		
15	45,2	41,6	39,9	0,0	41,1		
12	38,6	35,5	33,8	0,0	35,7		
10	33,6	30,8	29,3	0,0	31,5		
8,6	29,8	27,4	26,0	0,0	28,3		
7,4	26,5	24,3	23,2	0,0	25,3		
6,2	23,0	21,1	20,4	0,0	22,2		
5,2	20,1	18,3	17,9	0,0	19,5		
4,4	17,6	16,0	15,9	0,0	17,1		
3,6	14,9	13,5	13,6	0,0	14,5		
3	12,7	11,4	11,7	0,0	12,4		
2,6	11,1	9,9	10,3	0,0	10,8		
2,2	9,4	8,3	8,7	0,0	9,1		
1,8	7,4	6,6	7,0	0,0	7,2		

Skýringar

bM: Fjórðungaskipti niður í 20 g skammt, um 2 g tekin úr honum með skeið til þurrmælingar í ljörva.

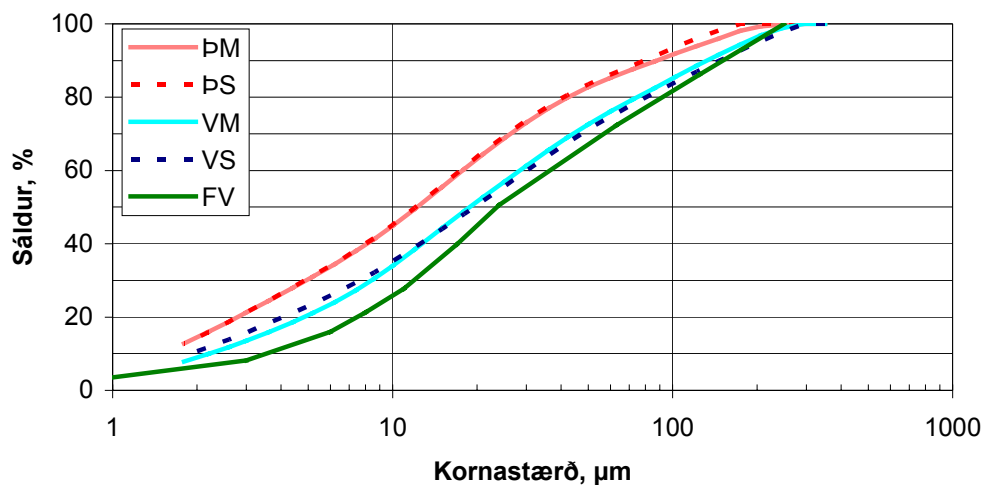
bS: Fjórðungaskipti niður í 2 g skammt, tekinn allur í þurrmælingu í ljörva.

VM: Fjórðungaskipti niður í 5 g skammt, um 0,1g tekið úr honum með skeið til votmælingar í ljörva.

VS: Fjórðungaskipti niður í 2-5 g skammt sem var bleyttur upp í deig, sneiðar af því teknar í votmælingu í ljörva.

FV: Mæling með flotvog á 60-80g sýni.

Sýni: S06 Seljadalsvatn						Sáldur sýnishluta undir 250 μm , %	
μm	Mælingar í ljörva					Mæling með flotvog	
	<i>burr mokað</i> bM	<i>burr skipt</i> bS	<i>Vot mokað</i> VM	<i>Vot skipt</i> VS	<i>burr fyrri</i> bM	μm	%
350	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	250	100
294	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	125	86,2
246	99,8	100,0	98,9	97,8	100,0	63	72,4
206	99,3	100,0	96,8	95,3	100,0	24	50,6
174	98,1	100,0	94,4	92,7	99,5	17	39,9
146	96,0	98,2	91,6	89,9	97,6	11	27,8
122	94,0	96,1	88,6	87,0	95,2	8	21,3
102	91,9	93,7	85,5	84,1	92,7	6	16
86	89,8	91,2	82,5	81,2	90,2	3	8,2
72	87,6	88,7	79,4	78,1	87,7	1	3,5
60	85,3	86,2	76,1	74,7	85,0		
50	82,8	83,5	72,6	71,2	82,1		
42	79,9	80,6	69,0	67,6	79,0		
36	77,0	77,7	65,6	64,2	76,0		
30	73,1	73,8	61,3	60,0	72,0		
25	68,8	69,4	57,0	55,7	67,7		
21	64,4	65,0	52,7	51,7	63,2		
18	60,4	60,9	48,9	48,2	59,2		
15	55,5	55,9	44,3	44,1	54,3		
12	49,5	49,9	38,5	39,1	48,3		
10	44,9	45,2	34,0	35,2	43,8		
8,6	41,3	41,6	30,5	32,2	40,2		
7,4	38,0	38,3	27,3	29,5	37,0		
6,2	34,4	34,7	24,0	26,4	33,5		
5,2	31,1	31,3	21,1	23,7	30,1		
4,4	28,0	28,2	18,6	21,2	27,1		
3,6	24,4	24,5	15,8	18,3	23,6		
3	21,2	21,3	13,5	15,8	20,4		
2,6	18,8	18,8	11,8	14,0	18,0		
2,2	16,0	16,0	10,0	11,8	15,3		
1,8	12,8	12,7	7,9	9,4	12,2		



Skýringar

bM: Fjórðungaskipti niður í 20 g skammt, um 2 g tekin úr honum með skeið til þurrmælingar í ljörva.

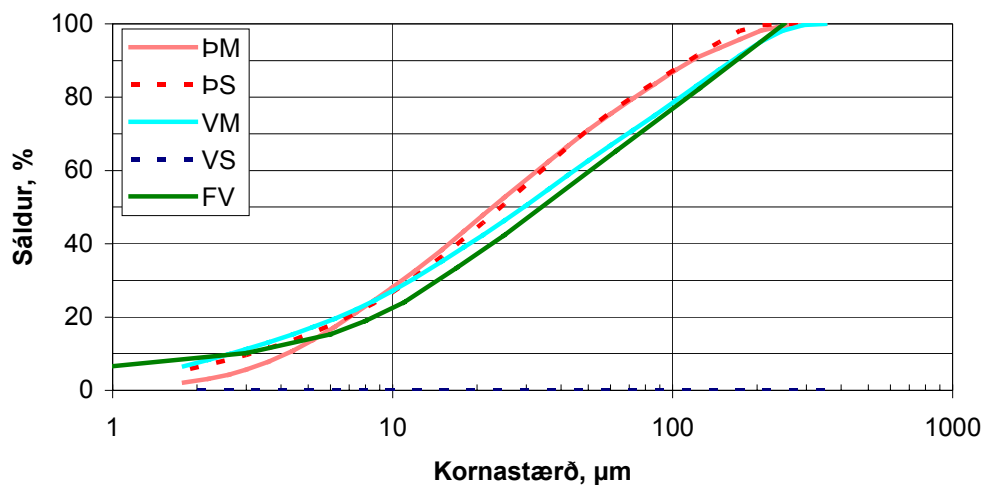
bS: Fjórðungaskipti niður í 2 g skammt, tekinn allur í þurrmælingu í ljörva.

VM: Fjórðungaskipti niður í 5 g skammt, um 0,1g tekið úr honum með skeið til votmælingar í ljörva.

VS: Fjórðungaskipti niður í 2-5 g skammt sem var bleyttur upp í deig, sneiðar af því teknar í votmælingu í ljörva.

FV: Mæling með flotvog á 60-80g sýni.

Sýni: S07 Hestfjarðarkot						Sáldur sýnishluta undir 250 μm , %	
μm	Mælingar í ljörva					Mæling með flotvog	
	<i>burr mokað</i> bM	<i>burr skipt</i> bS	<i>Vot mokað</i> VM	<i>Vot skipt</i> VS	<i>burr fyrri</i> bM	μm	%
350	100,0	100,0	100,0	0,0	100,0	250	100
294	100,0	100,0	99,7	0,0	100,0	125	82,4
246	99,4	100,0	98,1	0,0	97,0	63	65,4
206	98,2	99,7	95,1	0,0	93,1	25	42,3
174	95,8	98,1	91,5	0,0	89,1	17	33,5
146	93,3	94,9	87,4	0,0	85,1	11	24
122	90,8	91,4	83,2	0,0	81,2	8	19
102	87,3	87,7	78,9	0,0	77,4	6	15,3
86	83,6	84,1	75,0	0,0	73,7	3	10,2
72	79,6	80,2	70,9	0,0	69,8	1	6,6
60	75,5	75,9	66,8	0,0	65,7		
50	71,1	71,2	62,7	0,0	61,1		
42	66,6	66,3	58,6	0,0	56,5		
36	62,5	61,8	54,9	0,0	52,2		
30	57,6	56,3	50,5	0,0	47,2		
25	52,6	50,8	46,3	0,0	42,3		
21	47,8	45,8	42,4	0,0	37,7		
18	43,5	41,4	39,1	0,0	33,9		
15	38,4	36,6	35,2	0,0	29,7		
12	32,6	31,0	30,6	0,0	25,0		
10	28,2	26,9	27,1	0,0	21,7		
8,6	24,6	23,8	24,5	0,0	19,3		
7,4	21,2	21,1	22,1	0,0	17,1		
6,2	17,3	18,3	19,5	0,0	15,0		
5,2	13,8	15,8	17,3	0,0	13,0		
4,4	10,8	13,8	15,3	0,0	11,4		
3,6	7,8	11,5	13,1	0,0	9,7		
3	5,7	9,7	11,2	0,0	8,2		
2,6	4,3	8,4	9,8	0,0	7,2		
2,2	3,1	7,0	8,3	0,0	6,0		
1,8	2,1	5,6	6,6	0,0	4,8		



Skýringar

bM: Fjórðungaskipti niður í 20 g skammt, um 2 g tekin úr honum með skeið til þurrmælingar í ljörva.

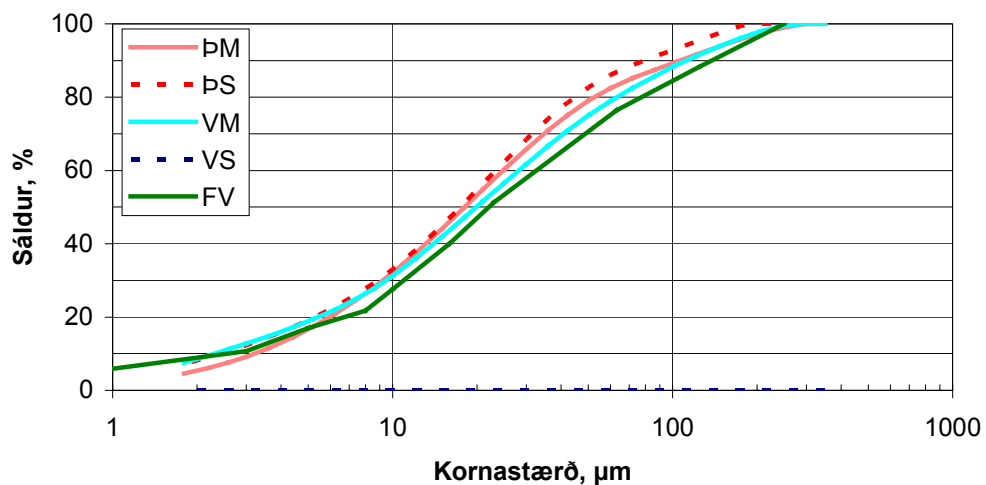
bS: Fjórðungaskipti niður í 2 g skammt, tekinn allur í þurrmælingu í ljörva.

VM: Fjórðungaskipti niður í 5 g skammt, um 0,1g tekið úr honum með skeið til votmælingar í ljörva.

VS: Fjórðungaskipti niður í 2-5 g skammt sem var bleyttur upp í deig, sneiðar af því teknar í votmælingu í ljörva.

FV: Mæling með flotvog á 60-80g sýni.

Sýni: S08 Hamar						Sáldur sýnishluta undir 250 μm , %	
μm	Mælingar í ljörva					Mæling með flotvog	
	<i>burr mokað</i> bM	<i>burr skipt</i> bS	<i>Vot mokað</i> VM	<i>Vot skipt</i> VS	<i>burr fyrri</i> bM	μm	%
350	100,0	100,0	100,0	0,0	100,0	250	100
294	99,9	100,0	100,0	0,0	100,0	125	88,4
246	98,9	100,0	99,4	0,0	100,0	63	76,4
206	97,5	100,0	98,0	0,0	100,0	23	51,3
174	95,8	99,4	96,1	0,0	99,5	16	40,1
146	93,8	97,4	93,8	0,0	97,6	10	27,6
122	91,7	95,3	91,3	0,0	95,4	8	21,7
102	89,5	93,2	88,6	0,0	93,1	5	17
86	87,4	91,1	85,7	0,0	90,8	3	10,7
72	85,2	88,9	82,5	0,0	88,6	1	5,9
60	82,5	86,1	79,0	0,0	85,9		
50	79,0	82,7	75,0	0,0	82,6		
42	75,0	78,5	70,8	0,0	78,7		
36	71,0	74,2	66,8	0,0	74,6		
30	65,8	68,5	61,8	0,0	69,1		
25	60,3	62,5	56,6	0,0	63,3		
21	54,8	56,5	51,6	0,0	57,5		
18	49,9	51,1	47,2	0,0	52,5		
15	44,1	45,0	41,9	0,0	46,7		
12	37,2	38,1	35,8	0,0	40,2		
10	32,1	33,0	31,2	0,0	35,5		
8,6	28,2	29,3	27,9	0,0	32,1		
7,4	24,7	26,1	25,0	0,0	29,0		
6,2	20,8	22,7	22,0	0,0	25,8		
5,2	17,3	19,8	19,4	0,0	22,8		
4,4	14,4	17,3	17,2	0,0	20,3		
3,6	11,4	14,6	14,8	0,0	17,4		
3	9,2	12,4	12,7	0,0	14,9		
2,6	7,6	10,8	11,2	0,0	13,1		
2,2	6,1	9,1	9,5	0,0	11,0		
1,8	4,6	7,2	7,6	0,0	8,8		



Skýringar

bM: Fjórðungaskipti niður í 20 g skammt, um 2 g tekin úr honum með skeið til þurrmælingar í ljörva.

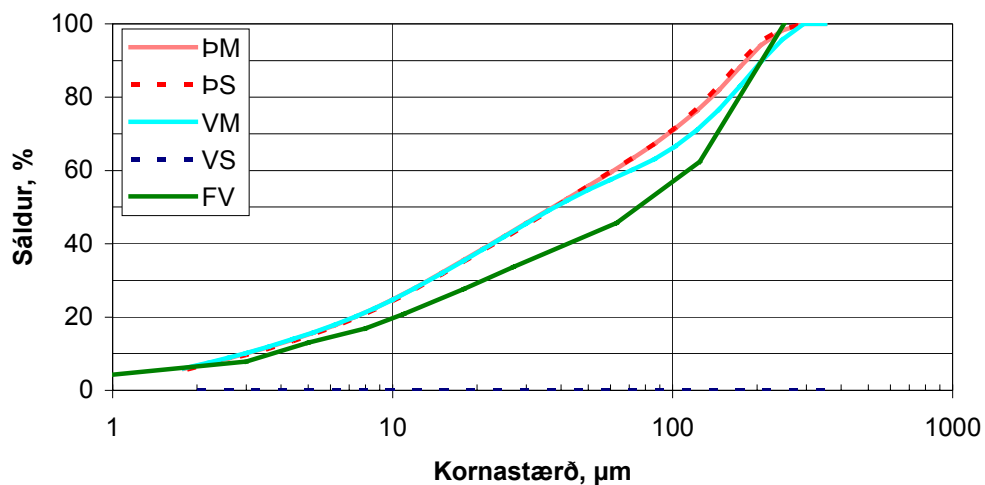
bS: Fjórðungaskipti niður í 2 g skammt, tekinn allur í þurrmælingu í ljörva.

VM: Fjórðungaskipti niður í 5 g skammt, um 0,1g tekið úr honum með skeið til votmælingar í ljörva.

VS: Fjórðungaskipti niður í 2-5 g skammt sem var bleyttur upp í deig, sneiðar af því teknar í votmælingu í ljörva.

FV: Mæling með flotvog á 60-80g sýni.

Sýni: S09 Lárkot						Sáldur sýnishluta undir 250 μm , %	
μm	Mælingar í ljörva					Mæling með flotvog	
	<i>burr mokað</i> bM	<i>burr skipt</i> bS	<i>Vot mokað</i> VM	<i>Vot skipt</i> VS	<i>burr fyrri</i> bM	μm	%
350	100,0	100,0	100,0	0,0	100,0	250	100
294	100,0	100,0	100,0	0,0	100,0	125	62,4
246	98,2	98,5	95,7	0,0	97,3	63	45,7
206	94,1	95,4	89,6	0,0	91,5	27	33,7
174	88,2	89,6	83,0	0,0	83,9	18	27,7
146	81,9	83,1	76,6	0,0	76,0	11	20,9
122	76,3	76,9	71,0	0,0	69,1	8	16,9
102	71,4	71,7	66,6	0,0	63,5	5	13
86	67,2	67,4	63,2	0,0	58,9	3	7,9
72	63,2	63,4	60,2	0,0	54,7	1	4,3
60	59,5	59,7	57,5	0,0	50,6		
50	55,8	55,9	54,7	0,0	46,6		
42	52,3	52,2	51,8	0,0	42,9		
36	49,3	48,9	49,0	0,0	39,7		
30	45,7	45,2	45,5	0,0	36,1		
25	42,1	41,5	41,9	0,0	32,6		
21	38,7	38,2	38,5	0,0	29,4		
18	35,7	35,2	35,5	0,0	26,7		
15	32,1	31,7	32,0	0,0	23,7		
12	28,0	27,6	27,8	0,0	20,3		
10	24,8	24,4	24,7	0,0	17,7		
8,6	22,3	22,0	22,3	0,0	15,9		
7,4	20,1	19,8	20,2	0,0	14,2		
6,2	17,8	17,5	17,9	0,0	12,5		
5,2	15,7	15,3	15,8	0,0	11,0		
4,4	13,8	13,5	14,0	0,0	9,7		
3,6	11,8	11,4	11,9	0,0	8,3		
3	10,1	9,7	10,2	0,0	7,1		
2,6	8,8	8,4	8,9	0,0	6,2		
2,2	7,4	7,1	7,5	0,0	5,3		
1,8	5,9	5,6	6,0	0,0	4,2		



Skýringar

bM: Fjórðungaskipti niður í 20 g skammt, um 2 g tekin úr honum með skeið til þurrmælingar í ljörva.

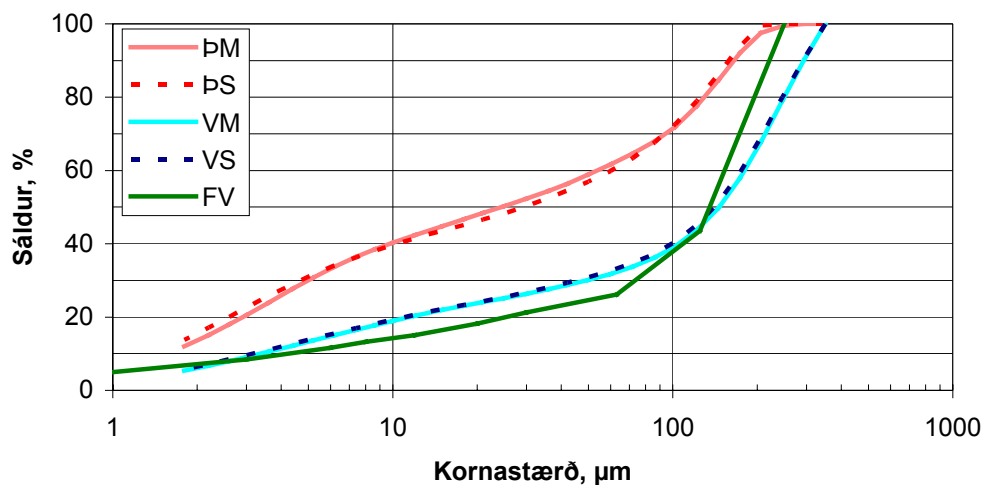
bS: Fjórðungaskipti niður í 2 g skammt, tekinn allur í þurrmælingu í ljörva.

VM: Fjórðungaskipti niður í 5 g skammt, um 0,1g tekið úr honum með skeið til votmælingar í ljörva.

VS: Fjórðungaskipti niður í 2-5 g skammt sem var bleyttur upp í deig, sneiðar af því teknar í votmælingu í ljörva.

FV: Mæling með flotvog á 60-80g sýni.

Sýni: S10 Björgun, grús						Sáldur sýnishluta undir 250 μm , %	
μm	Mælingar í ljörva					Mæling með flotvog	
	<i>Þurr mokað</i> ÞM	<i>Þurr skipt</i> ÞS	<i>Vot mokað</i> VM	<i>Vot skipt</i> VS	<i>Þurr fyrri</i> ÞM	μm	%
350	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	250	100
294	100,0	100,0	90,1	90,5	100,0	125	43,5
246	99,4	100,0	79,1	80,0	97,7	63	26,2
206	97,6	99,6	67,7	69,1	91,8	30	21,3
174	92,1	94,1	58,0	59,5	82,7	20	18,2
146	84,8	86,5	49,9	51,4	72,3	12	15,1
122	77,6	79,1	43,8	45,1	63,1	8	13,2
102	71,9	72,7	39,3	40,6	56,5	6	11,6
86	67,9	67,7	36,2	37,4	52,0	3	8,4
72	64,6	63,5	33,8	34,8	48,4	1	5
60	61,7	59,9	31,8	32,7	45,2		
50	58,9	57,0	30,1	30,9	42,4		
42	56,4	54,6	28,7	29,4	40,1		
36	54,4	52,6	27,6	28,1	38,2		
30	52,3	50,4	26,3	26,8	36,1		
25	50,3	48,4	25,2	25,5	34,2		
21	48,4	46,6	24,1	24,3	32,4		
18	46,7	45,2	23,1	23,4	30,9		
15	44,7	43,6	21,9	22,2	29,2		
12	42,4	41,5	20,4	20,6	27,1		
10	40,3	39,7	19,0	19,3	25,4		
8,6	38,5	38,1	17,7	18,1	24,0		
7,4	36,4	36,4	16,5	17,0	22,5		
6,2	33,8	34,1	15,1	15,6	20,7		
5,2	30,8	31,7	13,6	14,1	18,9		
4,4	27,7	29,1	12,2	12,8	17,1		
3,6	24,0	25,8	10,5	11,1	14,8		
3	20,5	22,6	9,1	9,6	12,8		
2,6	18,0	20,0	8,0	8,5	11,3		
2,2	15,1	17,1	6,7	7,2	9,6		
1,8	12,0	13,7	5,3	5,7	7,6		



Skýringar

ÞM: Fjórðungaskipti niður í 20 g skammt, um 2 g tekin úr honum með skeið til þurrmælingar í ljörva.

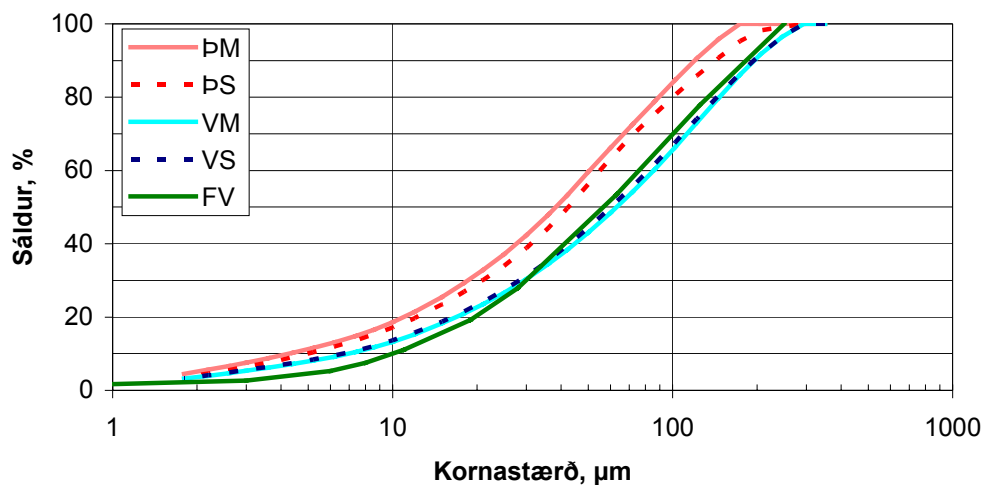
ÞS: Fjórðungaskipti niður í 2 g skammt, tekinn allur í þurrmælingu í ljörva.

VM: Fjórðungaskipti niður í 5 g skammt, um 0,1g tekið úr honum með skeið til votmælingar í ljörva.

VS: Fjórðungaskipti niður í 2-5 g skammt sem var bleyttur upp í deig, sneiðar af því teknar í votmælingu í ljörva.

FV: Mæling með flotvog á 60-80g sýni.

Sýni: S11 Hryggholt						Sáldur sýnishluta undir 250 μm , %	
μm	Mælingar í ljörva					Mæling með flotvog	
	<i>burr mokað</i> bM	<i>burr skipt</i> bS	<i>Vot mokað</i> VM	<i>Vot skipt</i> VS	<i>burr fyrri</i> bM	μm	%
350	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	250	100
294	100,0	100,0	100,0	100,0	99,9	125	77,8
246	100,0	99,1	96,5	96,5	98,3	63	53,5
206	100,0	98,2	91,7	91,8	94,9	28	27,9
174	100,0	95,4	86,2	86,6	90,5	19	19,2
146	95,9	90,8	79,8	80,5	85,5	11	11,1
122	90,6	85,8	73,0	74,1	80,4	8	7,5
102	84,7	80,7	66,3	67,7	75,1	6	5,3
86	78,8	75,5	60,2	61,8	69,8	3	2,7
72	72,6	69,7	54,2	55,8	64,1	1	1,7
60	66,2	63,3	48,4	49,9	58,1		
50	59,6	56,4	43,1	44,4	51,8		
42	53,3	49,8	38,4	39,5	45,9		
36	48,0	44,4	34,5	35,5	41,0		
30	42,3	38,8	30,4	31,2	35,8		
25	37,2	34,1	26,7	27,4	31,2		
21	32,8	30,1	23,5	24,2	27,5		
18	29,3	26,9	21,0	21,6	24,5		
15	25,5	23,5	18,3	18,8	21,4		
12	21,4	19,8	15,3	15,8	18,0		
10	18,6	17,2	13,2	13,7	15,7		
8,6	16,6	15,4	11,8	12,2	14,1		
7,4	14,9	13,7	10,5	10,9	12,7		
6,2	13,1	12,0	9,2	9,6	11,3		
5,2	11,6	10,4	8,1	8,4	10,0		
4,4	10,3	9,1	7,2	7,5	9,0		
3,6	8,8	7,6	6,2	6,5	7,8		
3	7,6	6,4	5,3	5,6	6,7		
2,6	6,7	5,5	4,7	4,9	5,9		
2,2	5,6	4,6	4,0	4,2	5,0		
1,8	4,5	3,6	3,2	3,3	4,0		



Skýringar

bM: Fjórðungaskipti niður í 20 g skammt, um 2 g tekin úr honum með skeið til þurrmælingar í ljörva.

bS: Fjórðungaskipti niður í 2 g skammt, tekinn allur í þurrmælingu í ljörva.

VM: Fjórðungaskipti niður í 5 g skammt, um 0,1g tekið úr honum með skeið til votmælingar í ljörva.

VS: Fjórðungaskipti niður í 2-5 g skammt sem var bleyttur upp í deig, sneiðar af því teknar í votmælingu í ljörva.

FV: Mæling með flotvog á 60-80g sýni.

VIÐAUKI 4
KÖNNUN Á DREIFINGU
MÆLINGA Í LJÖRVA

INNGANGUR

Kannað var hvort þurrmælingar í ljörva væru normaldreifðar. Í þessu skyni var notað sýni frá Seljadalsvatni sem hafði verið siktað í gegnum 250 μm möskvasikti. Tuttugu mælingar voru gerðar á sýninu. Í hverja mælingu voru tekin um það bil 2,0 g með lítilli skeið úr um það bil 100 g sýni. Viðmiðunarmæling (reference) var gerð eftir hverjar fimm mælingar. Niðurstöður mælinganna eru sýndar í töflu V4.2. Hún sýnir hlutfall mælds sýnis sem er smærra en tiltekin stærð, viðmiðunarkornastærð. Niðurstöðurnar voru kannaðar nánar fyrir viðmiðunarkornastærðir á bilinu 1,8 til 206 μm , 28 talsins.

NIÐURSTÖÐUR MÆLINGA OG ÚRVINNSLA ÞEIRRA

Mynd V4.1 sýnir normaldreifingarrit mælinga fyrir viðmiðunarkornastærðir á bilinu 1,8 til 206 μm . Hvert þeirra er merkt með viðeigandi viðmiðunarkornastærð með S fyrir framan. Í heiti hennar er komma táknuð með K (af forritunarástæðum).

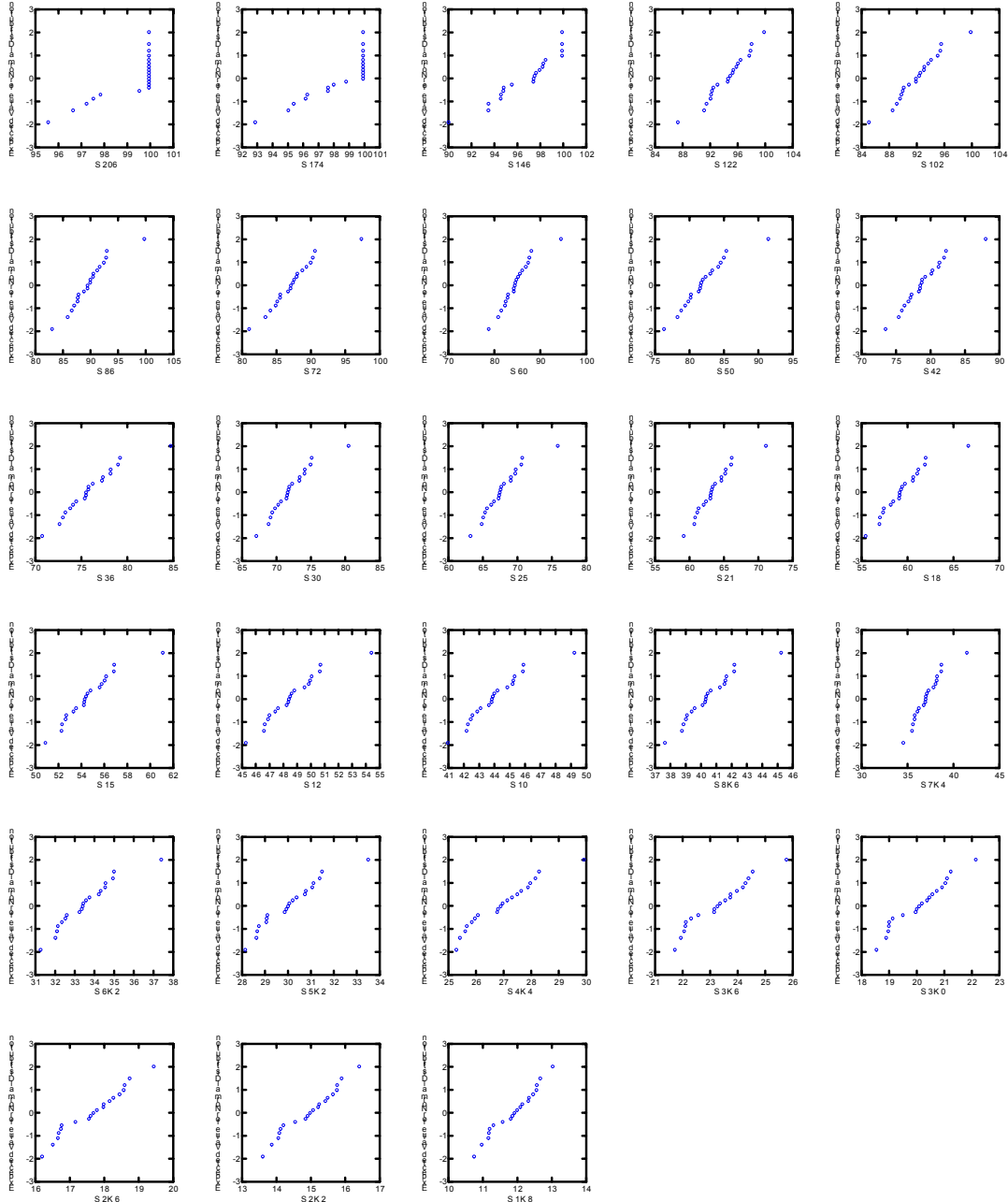
Myndin gefur ekki ástæðu til að draga í efa að mælingarnar séu normaldreifðar, að fáeinum fyrstu viðmiðunarkornastærðunum undanteknum. Tilgáta þess efnis að mælingarnar séu normaldreifðar var prófuð með K-S prófi (Lilliefors). Tafla V4.1 sýnir P-gildi¹ fyrir hverja viðmiðunarkornastærð fyrir sig.

Tafla V4.1. Niðurstöður prófana á núlltilgátu þess efnis að þurrmælingar í ljörva á sáldurferli sýnis, sem hefur verið siktað gegnum 250 μm möskvasikti, séu normaldreifðar. Fyrir hverja viðmiðunarkornastærð er mældur sá hluti sýnisins sem er smærri en viðmiðunarkornastærðin.

<i>Viðmiðunar- kornastærð, μm</i>	<i>P-gildi</i>
S206	0.000
S174	0.000
S146	0.026
S122	0.689
S102	1.000
S86	0.568
S72	0.648
S60	0.845
S50	0.814
S42	0.644
S36	0.533
S30	0.544
S25	0.573
S21	0.639
S18	0.683
S15	0.688
S12	0.620
S10	0.624
S8K6	0.689
S7K4	0.823
S6K2	1.000
S5K2	0.509
S4K4	0.611
S3K6	0.641
S3K0	0.390
S2K6	0.294
S2K2	0.471
S1K8	0.655

¹ *P-gildi:* Líkur samkvæmt núlltilgátu (hér: að mælingarnar séu normaldreifðar) á að prófhendingin taki gildi sem sýnir jafnmikið eða meira frávik frá núlltilgátunni en mælt frávik.

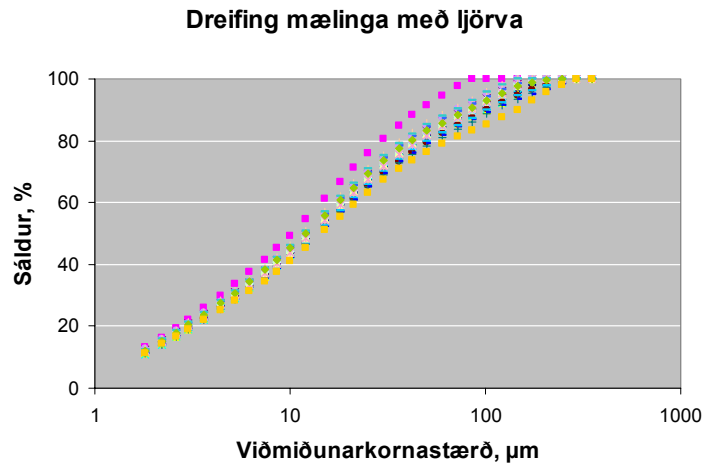
Niðurstöðurnar í töflu V4.1 sýna að mælingar á þrem fyrstu viðmiðunarkornastærðunum (206; 174 og 146 μm) eru ekki normaldreifðar miðað við 5 % marktæktarkröfu (P-gildi < 0,05). Þær gefa sömuleiðis ekki ástæðu til að draga í efa að mælingar á öðrum viðmiðunarkornastærðum séu normaldreifðar, þar er P-gildið í öllum tilfellum langt yfir 0,05.



Mynd V4.1. Normaldreifingarrit fyrir niðurstöður mælinga á sáldurferlum 20 hlutsýna úr sama frumsýni (Seljadalsvatn) sem hefur verið siktad gegnum 250 μm sikti. Hlutsýnin voru tekin með skeið úr frumsýninu. Hver reitur á við eina viðmiðunarkornastærð sem er tilgreind undir reitnum í μm (með S fyrir framan, K táknar kommu).

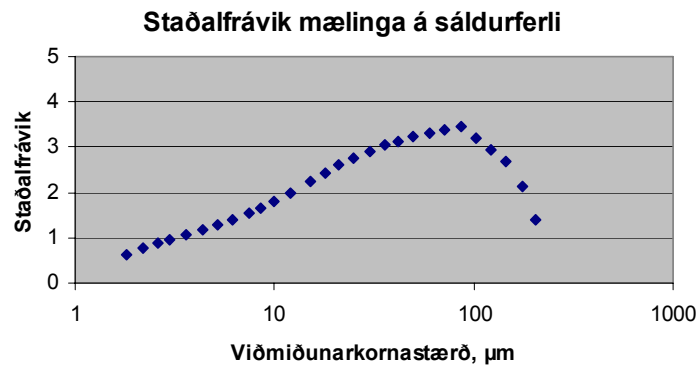
Þess má geta að samskonar athugun var gerð fyrir mismun hundradshluta á samliggjandi viðmiðunarkornastærðum (þ.e. hundradshlutann sem liggur milli 206 μm og 174 μm ; 174 μm og 146 μm ; 146 μm og 122 μm o.s.frv.). Þá kom í ljós að 8 stærðarflokkar (sex grófustu flokkarnir og tveir að auki, annar í kringum 8 μm , hinn í kringum 4 μm) eru ekki normaldreifðir, miðað við 5 % marktæktarkröfu.

Mynd V4.2 byggist á töflu V4.2 og sýnir alla sáldurferlana 20 á sama línuriti. Hún sýnir greinilega að dreifing ferlanna er mikil, einkum á grófari hluta þeirra, þar getur mismunurinn á einstökum ferlum numið hartnær 20 %. Þetta þarf þó ekki að koma á óvart þar sem skammtarnir í hverja mælingu voru ekki fengnir með skiptingu samkvæmt viðteknum aðferðum, heldur voru þeir teknir með lítilli skeið úr um 100 g sýni eins og áður er sagt.



Mynd V4.2. Sáldurferlar 20 mælinga með ljörva (þurrsmæling). Skammturinn í hverja mælingu var um 2 g og var tekinn með lítilli skeið úr um 100 g sýni sem áður hafði verið siktað á 250 μm sikti.

Mynd V4.3 sýnir staðalfrávik mælinganna í töflu V4.2 sem fall af viðmiðunarkornastærð. Hver mæling um sig er hundradshluti hlutsýnisins sem er smærri en viðmiðunarkornastærðin.



Mynd V4.3. Staðalfrávik mælinga á sáldurferli sem fall af viðmiðunarkornastærð. Mælingarnar voru gerðar með þurrsmælingu í ljörva á skömmtum sem voru teknir með lítilli skeið úr sýni sem hafði verið siktað á 250 μm möskvasikti.

Til samanburðar við staðalfrávikin sem fengust á þennan hátt má nota töflu um nákvæmni við siktun sýna á hefðbundnum möskvasiktum [ASTM 1999] þar sem allt sýnið er smærra en 4,75 mm. Ef sýnið er 300 g, viðmiðunarkornastærðin er 75 μm og um það bil 1,3 % sýnisins er smærri (en 75 μm) má reikna með að staðalfráviknið sé 0,14. Samsvarandi staðalfrávik er 0,18 ef viðmiðunarkornastærðin er 150 μm og um það bil 2,5 % sýnisins er smærri en 150 μm . Önnur heimild [NN, án ártals] gefur til kynna að staðalfrávik mælinga með ljörva sé að hámarki 0,5. Talan á við sýni sem eru smærri en 1 mm.

Tafla 4.2. Niðurstöður þurmmælinga með ljörva á sáldurferli 20 hlutsýna úr sýni frá Seljadalsvatni. Hlutsýnin (um 2 g hvert) voru tekin með skeið úr stærra sýni, sem hafði verið siktað á 250 μm sikti.

Mæling nr.	294 μm	246 μm	206 μm	174 μm	146 μm	122 μm	102 μm	86 μm	72 μm	60 μm	50 μm	42 μm	36 μm	30 μm	25 μm
1	100,00	97,99	95,61	92,95	90,10	87,48	85,23	83,25	81,23	79,02	76,47	73,65	70,87	67,26	63,35
2	100,00	100,00	100,00	98,07	95,63	93,23	91,05	89,02	86,87	84,46	81,71	78,65	75,66	71,81	67,62
3	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	97,52	94,75	91,61	88,18	84,87	80,64	76,04
4	100,00	100,00	100,00	97,71	94,91	92,24	89,95	87,91	85,71	83,22	80,38	77,25	74,24	70,44	66,38
5	100,00	100,00	100,00	97,70	94,88	92,31	90,14	88,07	85,74	83,13	80,34	77,41	74,57	70,86	66,78
6	100,00	100,00	100,00	100,00	98,30	96,21	93,84	91,43	88,93	86,32	83,49	80,46	77,49	73,56	69,23
7	100,00	99,28	97,89	96,35	94,65	92,62	90,27	87,86	85,30	82,57	79,55	76,40	73,41	69,59	65,48
8	100,00	99,03	97,28	95,46	93,57	91,29	88,67	86,09	83,58	81,09	78,41	75,57	72,76	69,05	65,00
9	100,00	98,56	96,69	95,11	93,59	91,65	89,28	86,82	84,31	81,74	78,97	76,01	73,12	69,33	65,20
10	100,00	99,00	97,58	96,24	94,68	92,43	89,75	87,30	85,06	82,73	80,01	76,96	73,92	69,98	65,75
11	100,00	100,00	100,00	100,00	98,37	95,98	93,28	90,70	88,10	85,42	82,50	79,40	76,38	72,46	68,23
12	100,00	100,00	100,00	100,00	97,60	94,77	92,07	89,70	87,28	84,71	81,88	78,88	75,92	72,04	67,83
13	100,00	100,00	100,00	100,00	97,73	95,09	92,53	90,20	87,76	85,07	82,09	78,96	75,91	71,96	67,73
14	100,00	100,00	100,00	100,00	97,50	94,72	92,06	89,70	87,23	84,48	81,50	78,47	75,51	71,64	67,45
15	100,00	100,00	100,00	100,00	98,04	95,43	92,69	90,17	87,58	84,80	81,80	78,68	75,66	71,74	67,52
16	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	97,85	95,21	92,65	90,17	87,61	84,69	81,46	78,32	74,27	69,86
17	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	98,02	95,60	93,19	90,79	88,31	85,53	82,43	79,36	75,32	70,88
18	100,00	100,00	100,00	100,00	98,56	96,58	94,25	91,90	89,53	87,09	84,36	81,33	78,31	74,32	69,94
19	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	98,19	95,71	93,08	90,45	87,88	85,14	82,14	79,13	75,14	70,74
20	100,00	100,00	99,58	98,89	97,53	95,54	93,21	90,74	88,24	85,81	83,19	80,29	77,39	73,50	69,21
Meðaltal	100,00	99,69	99,23	98,42	96,78	94,58	92,24	89,99	87,57	85,01	82,18	79,13	76,14	72,25	68,01
St.frávik	0,00	0,59	1,38	2,15	2,68	2,96	3,19	3,45	3,38	3,31	3,24	3,14	3,04	2,92	2,77

Mæling nr.	21 μm	18 μm	15 μm	12 μm	10 μm	8,6 μm	7,4 μm	6,2 μm	5,2 μm	4,4 μm	3,6 μm	3,0 μm	2,6 μm	2,2 μm	1,8 μm
1	59,33	55,57	50,98	45,37	41,04	37,72	34,67	31,33	28,20	25,33	21,98	19,03	16,78	14,24	11,34
2	63,31	59,26	54,32	48,33	43,72	40,18	36,90	33,30	29,91	26,81	23,20	20,04	17,64	14,94	11,89
3	71,27	66,76	61,21	54,49	49,31	45,32	41,59	37,46	33,55	29,96	25,81	22,19	19,47	16,44	13,06
4	62,24	58,30	53,42	47,50	42,96	39,47	36,21	32,59	29,16	26,00	22,35	19,17	16,80	14,16	11,23
5	62,56	58,56	53,65	47,71	43,17	39,66	36,36	32,66	29,13	25,89	22,16	18,93	16,54	13,90	11,00
6	64,81	60,70	55,71	49,63	44,93	41,31	37,96	34,29	30,84	27,68	24,01	20,77	18,30	15,52	12,37
7	61,32	57,46	52,74	46,98	42,53	39,10	35,91	32,41	29,12	26,11	22,61	19,54	17,20	14,58	11,61
8	60,88	57,06	52,39	46,69	42,26	38,83	35,62	32,08	28,72	25,65	22,10	19,01	16,69	14,09	11,19
9	60,99	57,11	52,43	46,75	42,35	38,93	35,72	32,16	28,79	25,71	22,14	19,04	16,71	14,12	11,21
10	61,49	57,55	52,80	47,08	42,64	39,17	35,89	32,20	28,68	25,46	21,76	18,58	16,23	13,64	10,78
11	63,89	59,84	54,91	48,90	44,27	40,71	37,41	33,81	30,43	27,35	23,77	20,61	18,19	15,46	12,35
12	63,54	59,53	54,65	48,69	44,07	40,52	37,23	33,64	30,26	27,18	23,59	20,42	18,01	15,28	12,18
13	63,42	59,41	54,53	48,58	43,97	40,41	37,12	33,50	30,11	27,01	23,40	20,23	17,82	15,10	12,03
14	63,19	59,21	54,36	48,46	43,89	40,35	37,06	33,42	29,99	26,84	23,19	20,00	17,59	14,88	11,84
15	63,24	59,26	54,40	48,49	43,92	40,38	37,09	33,47	30,06	26,94	23,31	20,13	17,72	15,01	11,95
16	65,36	61,18	56,14	50,03	45,31	41,67	38,30	34,62	31,17	28,01	24,33	21,08	18,60	15,79	12,60
17	66,32	62,09	56,97	50,75	45,94	42,24	38,81	35,06	31,54	28,33	24,59	21,28	18,77	15,93	12,70
18	65,45	61,30	56,27	50,15	45,40	41,74	38,34	34,61	31,12	27,93	24,23	20,96	18,48	15,68	12,49
19	66,21	62,02	56,95	50,78	45,98	42,26	38,80	35,00	31,44	28,20	24,44	21,14	18,63	15,80	12,59
20	64,81	60,75	55,87	49,94	45,27	41,61	38,18	34,38	30,80	27,54	23,78	20,50	18,02	15,25	12,12
Meðaltal	63,68	59,65	54,74	48,77	44,15	40,58	37,26	33,60	30,15	27,00	23,34	20,13	17,71	14,99	11,93
St.frávik	2,59	2,43	2,23	1,99	1,81	1,67	1,53	1,40	1,28	1,18	1,07	0,97	0,88	0,78	0,64

ÍGRUNDUN OG ÁLYKTANIR

Þegar litið er á niðurstöður mælinganna hvarrar fyrir sig (tafla V4.2) sést að um það bil helmingur mældu skammtanna hefur öll korn smærri en 174 μm og fimmtungur þeirra hefur öll korn smærri en 146 μm . Af þessu leiðir að dreifing mælinga á þessum viðmiðunarkornastærðum er takmörkuð upp á við og þess vegna er ekki við því að búast að þessar mælingar séu normaldreifðar. Hins vegar er að svo komnu máli ekkert sem mælir gegn því að þær myndu reynast normaldreifðar ef hámarksornastærð sýnanna hefði verið meiri en 250 μm , en á það hafa engar sönnur verið færðar hér.

Enda þótt niðurstöðurnar sýni miklu stærra staðalfrávik þegar mælt er í ljörva en þegar sýnið er siktað á hefðbundinn hátt þarf það ekki endilega að benda til að mælingar í ljörva séu í sjálfu sér ónákvæmari en siktun. Rökin eru þau að mælingar í ljörva voru í þessu tilfelli ekki gerðar á sýnum sem skipt var samkvæmt ströngustu kröfum (um 2 g skammtur í hverja mælingu var tekinn úr um það bil 100 g sýni með

lítilli skeið). Annað atriði styður einnig þessa skýringu; niðurstöður mælinganna (sjá töflu V4.2) sýna að grófustu kornin koma fram við 246 μm í sumum mælingunum, í allmörgum þeirra við 146 μm og í einni mælingu ekki fyrr en við 72 μm . Þetta bendir eindregið til mismunar á skömmtunum sem mældir voru. Að auki voru saktuðu sýnin miklu stærri, 300 g í hverri mælingu á móti um það bil 2 g (þurrmæling) eða 0,2 g (votmæling) þegar mælt var í ljörva. Þar fyrir utan bendir áður tilgreind heimild til þess að staðalfrávik mælinga í ljörva sé 0,5 hið mesta.

Með hliðsjón af áðurgreindum niðurstöðum má álykta að ákvörðun á hlutfalli sýnis sem er smærra en tiltekin stærð (viðmiðunarkornastærð) fylgi að jafnaði normaldreifingu þegar sáldurferillinn er ákvarðaður með þurrmælingu í ljörva, að því tilskildu að sýnið smjúgi sikti með 250 μm kornastærð og viðmiðunarkornastærðirnar séu ekki í nánd við hámarks-kornastærð sýnisins. Niðurstöðurnar benda einnig til þess að staðalfrávik mælinganna megi minnka til muna með nákvæmari skiptingu í hlutsýni fyrir hverja mælingu í stað þess að taka þau með skeið úr stærra sýni.

HEIMILDIR

[ASTM 1999]. *C 136-96a Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates*. Volume 04.02 Concrete and Aggregates. American Society for Testing and Materials, West Conshohocken.

[NN, án ártals]. Án höfundar. *Sediment grain size: Results of an interlaboratory intercalibration experiment*. Á <http://www.sccwrp.org/pubs/annrpt/93-94/art07.htm>