

HVS-Nordic – Íslensk þátttaka

- framkvæmdaskýrsla -

Þórir Ingason
Rannsóknastofnun byggingariðnaðarins



Desember 2000

Formáli

Það er óumdeilt, að framfarir verða litlar og hægar ef rannsókn- og þróunarstarf er látið sitja á hakanum. Það á við um vegagerð jafnt og aðra starfsemi. Undanfarin ár hefur verið unnið að fjölda rannsóknarverkefna varðandi slitlög, burðarlög og efniseiginleika, undir svonefndum BUSL – hatti. Flest verkefna hafa verið unnin á rannsóknastofum, en tilraunakaflar hafa einnig verið lagðir. Slíkir kaflar líkja auðvitað best eftir raunverulegum aðstæðum þegar hugað er að gæðum og endingu vega og gatna. Þeir eru hins vegar mjög dýrir og oft flóknir í framkvæmd, og það heyrir því til undantekninga í öllum löndum að ráðist sé í slík verkefni. Í staðinn hefur á undanförunum árum í auknum mæli verið stuðst við niðurstöður úr svonefndum „hröðuðum álagsprófunum” (Accelerated Load Testing) við mat á hönnun og endingu mismunandi uppbyggingar vega. Búnaður til slíkra prófana er mjög dýr, og í Evrópu er hann aðeins til í nokkrum löndum. Prófanirnar gefa möguleika á að kanna hvernig mismunandi veguppbygging hegðar sér við endurtekið álag þungra öxla. Oft er miðað við að prófa hverja gerð í 1 - 2 mánuði, sem gefur svipað álag og a.m.k 5 - 10 ára notkun á vegi.

Í árslok 1997 var kynnt hugmynd um að kanna möguleika á að byggja upp íslenskan veg í svona tækjum, m.a. til prófana á svörun við umferðarálagi og niðurbroti vegarins. Finnar og Svíar eiga nýjasta búnaðinn á þessu sviði, sem tekinn var í notkun 1997 (Heavy Vehicle Simulator). Tækið er kallað HVS-NORDIC, þar eð það er fyrsta og eina tækið í heiminum sem er sérstaklega útbúið til að geta gert prófanir við mismunandi hitastig, þ.á.m. undir frostmarki eða við breytilegt frost/þíðuástand. Svíar og Finnar tóku strax vel í að taka Ísland með í sína samvinnu, og telja að þeir geti sjálfir nýtt niðurstöður úr prófunum á íslenskum veguppbyggingum. Skrifað var undir samkomulag um þessar rannsóknir við VTI í Linköping í Svíþjóð árið 1999. Undirbúningi, framkvæmd og fyrstu niðurstöðum er lýst í þessari skýrslu.

Fyrir hönd Vegagerðarinnar vil ég þakka Þóri Ingasyni, verkfræðingi á Rannsóknastofnun byggingariðnaðarins, fyrir gott starf við þetta verkefni, en hann var bæði verkefnisstjóri og aðal starfsmaður við rannsóknirnar. Einnig vil ég þakka verkefnishópnum sem var honum og Vegagerðinni til ráðuneytis frá upphafi til loka. Þá vil ég að lokum þakka forsvarsmönnum VTI og sænsku vegagerðarinnar og VTT og finnsku vegagerðarinnar fyrir þeirra þátt í gera það kleift að ráðast í þetta verkefni.

Hreinn Haraldsson
Framkvæmdastjóri þróunarsviðs Vegagerðarinnar

EFNISYFIRLIT

1. INNGANGUR.....	7
2. UNDIRBÚNINGUR VERKEFNISINS	8
2.1 MARKMIÐ VERKEFNISINS	8
2.2 VERKEFNISHÓPUR	8
2.3 GERÐ UPPBYGGINGA OG VAL EFNIS	8
2.4 RANNSÓKNASTOFUPRÓF Á EFNUM ÚR HÓLABRÚ.....	11
2.4.1 <i>Efni í neðra burðarlag (0-75 mm efni):</i>	11
2.4.1.1 Kornastærðardreifing	11
2.4.1.2 Proctorpróf.....	12
2.4.2 <i>Efni í efra burðarlag (0-25 mm efni)</i>	12
2.4.2.1 Kornastærðardreifing	12
2.4.2.2 Proctorpróf.....	13
2.4.2.3 Hrærslupróf á viðloðun	14
2.4.2.4 Hydrometer	14
2.4.2.5 Berggreining	14
2.4.2.6 Brothlutfall (“fraction of crushed material”).....	15
2.4.2.7 Frost/þíðu-próf	15
2.4.2.8 “Flakiness index”-próf	15
2.4.2.9 CBR-próf.....	15
2.5 FLUTNINGUR EFNIS TIL SVÍÞJÓÐAR.....	16
3. BYGGING TILRAUNAKAFLA Í SVÍÞJÓÐ.....	17
3.1 BYGGING TILRAUNAKAFLA IS01	17
3.1.1 <i>Undirbygging</i>	17
3.1.1.1 Þjöppun undirbyggingar.....	18
3.1.1.1.1 Niðurstöður plötuprófa.....	18
3.1.1.1.2 Niðurstöður ísótópamælinga	18
3.1.1.2 Mælubúnaður í undirbyggingu.....	19
3.1.2 <i>Neðra burðarlag</i>	19
3.1.2.1 Þjöppun neðra burðarlags.....	19
3.1.2.1.1 Niðurstöður ísótópamælinga	20
3.1.2.2 Prófanir á sýnum úr neðra burðarlagi.....	20
3.1.2.3 Mælubúnaður í neðra burðarlagi	21
3.1.3 <i>Efra burðarlag óbundinn hluti</i>	21
3.1.3.1 Þjöppun óbundna hluta efra burðarlags.....	21
3.1.3.1.1 Niðurstöður plötuprófa.....	21
3.1.3.1.2 Niðurstöður ísótópamælinga	22
3.1.3.1.3 Niðurstöður falllóðsmælinga.....	22
3.1.3.2 Prófanir á sýnum úr óbundnum hluta efra burðarlags	23
3.1.3.3 Mælubúnaður í óbundna hluta efra burðarlags.....	23
3.1.4 <i>Efra burðarlag bikbundni hlutinn</i>	24
3.1.4.1 Þjöppun bikbundna hluta efra burðarlagsins	24
3.1.4.1.1 Niðurstöður ísótópamælinga	24
3.1.4.1.2 Niðurstöður falllóðsmælinga.....	25
3.1.4.2 Prófanir á sýnum úr bikbundna laginu	26
3.1.4.2.1 Kornastærðardreifing og bindiefnisinnihald	26
3.1.4.2.2 Prófanir á bindiefninu	27
3.1.4.3 Mælubúnaður í bikbundna laginu	27
3.1.5 <i>Klæðing</i>	28
3.1.6 <i>Almennt um mælubúnað í IS01</i>	29
3.1.7 <i>Raunverulegar þykktir laga í IS01</i>	31
3.1.8 <i>“Neutrosóndmælingar”</i>	33
3.2 BYGGING TILRAUNAKAFLA IS02	34
3.2.1 <i>Undirbygging</i>	34
3.2.1.1 Þjöppun undirbyggingar.....	34
3.2.1.1.1 Niðurstöður plötuprófa.....	34
3.2.1.1.2 Niðurstöður ísótópamælinga	35
3.2.1.2 Mælubúnaður í undirbyggingu.....	36

3.2.2	<i>Neðra burðarlag</i>	36
3.2.2.1	Þjöppun neðra burðarlags.....	36
3.2.2.1.1	Niðurstöður ísótópamælinga	36
3.2.2.2	Prófanir á sýnum úr neðra burðarlagi.....	37
3.2.2.3	Mælibúnaður í neðra burðarlagi.....	38
3.2.3	<i>Efra burðarlag</i>	38
3.2.3.1	Þjöppun efra burðarlags	38
3.2.3.1.1	Niðurstöður plötuprófa.....	38
3.2.3.1.2	Niðurstöður ísótópamælinga	39
3.2.3.1.3	Niðurstöður falllódsmælinga.....	40
3.2.3.2	Prófanir á sýnum úr efra burðarlagi	41
3.2.3.3	Mælibúnaður í efra burðarlagi.....	42
3.2.4	<i>Klæðing</i>	42
3.2.5	<i>Almennt um mælibúnað í IS02</i>	43
3.2.6	<i>Raunverulegar þykktir laga í IS02</i>	45
3.3	BYGGING TILRAUNAKAFLA IS03	47
3.3.1	<i>Undirbygging</i>	47
3.3.1.1	Þjöppun undirbyggingar.....	47
3.3.1.1.1	Niðurstöður plötuprófa.....	47
3.3.1.1.2	Niðurstöður ísótópamælinga	47
3.3.1.2	Mælabúnaður í undirbyggingu.....	47
3.3.2	<i>Neðra burðarlag</i>	47
3.3.2.1	Þjöppun neðra burðarlags.....	47
3.3.2.1.1	Niðurstöður ísótópamælinga	48
3.3.2.2	Prófanir á sýnum úr neðra burðarlagi.....	48
3.3.2.3	Mælabúnaður í neðra burðarlagi	48
3.3.3	<i>Efra burðarlag óbundinn hluti</i>	49
3.3.3.1	Þjöppun óbundna hluta efra burðarlags.....	49
3.3.3.1.1	Niðurstöður plötuprófa.....	49
3.3.3.1.2	Niðurstöður ísótópamælinga	49
3.3.3.1.3	Niðurstöður falllódsmælinga.....	50
3.3.3.2	Prófanir á sýnum úr óbundnum hluta efra burðarlags	52
3.3.3.3	Mælibúnaður í óbundna hluta efra burðarlags.....	52
3.3.4	<i>Efra burðarlag bikbundni hlutinn</i>	52
3.3.4.1	Þjöppun bikbundna hluta efra burðarlagsins	53
3.3.4.1.1	Niðurstöður ísótópamælinga	53
3.3.4.1.2	Niðurstöður falllódsmælinga.....	53
3.3.4.2	Prófanir á sýnum úr bikbundna laginu	55
3.3.4.2.1	Kornastærðardreifing og bindiefnisinnihald	55
3.3.4.2.2	Prófanir á bindiefninu	57
3.3.4.3	Mælibúnaður í bikbundna laginu	58
3.3.5	<i>Klæðing</i>	58
3.3.6	<i>Almennt um mælibúnað í IS03</i>	58
3.3.7	<i>Raunverulegar þykktir laga í IS03</i>	60
4.	HVS-PRÓFANIR Á TILRAUNAKÖFLUM	62
4.1	ALMENNT.....	62
4.1.1	<i>Forálagskeyrslur</i>	62
4.1.2	<i>Svörunarmælingar (“responsemælingar”)</i>	62
4.1.3	<i>Aðalkeyrslur</i>	65
4.2	HVS-PRÓF Á KAFLA IS01.....	66
4.2.1	<i>Forálag á IS01</i>	66
4.2.2	<i>Mæling á svörun IS01 gagnvart mismunandi álagi</i>	66
4.2.3	<i>Aðalkeyrslur á IS01</i>	68
4.2.4	<i>Mælingar eftir aðalkeyrslur á IS01</i>	70
4.2.4.1	Grafið þversnið	71
4.2.4.2	Ísótópamælingar á yfirborði óbundna hluta efra burðarlags.....	72
4.3	HVS-PRÓF Á KAFLA IS02.....	72
4.3.1	<i>Forálag á IS02</i>	72
4.3.2	<i>Mæling á svörun IS02 gagnvart mismunandi álagi</i>	72
4.3.3	<i>Aðalkeyrslur á IS02</i>	74
4.3.4	<i>Mælingar eftir aðalkeyrslur á IS02</i>	76

4.3.4.1	Almennt ástand	76
4.3.4.2	Sléttleiki langs eftir kaflanum	76
4.3.4.3	“Neutrosóndmælingar”	77
4.3.4.4	Falllóðsmælingar	78
4.3.4.5	Grafið þversnið	80
4.3.4.6	Ísótópamælingar á efra burðarlagi	81
4.3.4.7	Kornastærðardreifing neðra burðarlags	81
4.3.4.8	Kornastærðardreifing efra burðarlags	82
4.3.4.9	Brothlutfall (“fraction of crushed material”) efra burðarlags	82
4.3.4.10	“Flakiness index”- próf	83
4.4	HVS-PRÓF Á KAFLA IS03	83
4.4.1	<i>Forálag á IS03</i>	83
4.4.2	<i>Mæling á svörum IS03 gagnvart mismunandi álagi</i>	83
4.4.3	<i>Aðalkeyrslur á IS03</i>	85
4.4.4	<i>Mælingar eftir aðalkeyrslur á IS03</i>	88
4.4.4.1	Almennt ástand	88
4.4.4.2	Sléttleiki langs eftir kaflanum	88
4.4.4.3	“Neutrosóndmælingar”	89
4.4.4.4	Falllóðsmælingar	90
4.4.4.5	Grafið þversnið	92
4.4.4.6	Ísótópamælingar á efra burðarlagi	93
4.4.4.7	Kornastærðardreifing neðra burðarlags	93
4.4.4.8	Kornastærðardreifing óbundins hluta efra burðarlags	94
4.4.4.9	Brothlutfall	95
4.4.4.10	“Flakiness index”- próf	95
4.4.4.11	CBR-próf	95
5.	LOKAORÐ	96
5.1	UMRÆÐA UM VERKEFNIÐ	96
5.2	TILLÖGUR UM FRAMHALD	98
LISTI YFIR TÖFLUR		
Tafla 2-1	Niðurstöður berggreiningar á 0-25 mm efni, gerðar á Rb	15
Tafla 2-2	Niðurstöður mælinga á brothlutfalli 0-25 mm efnis, mælt á Rb	15
Tafla 3-1	Niðurstöður plötuprófa á undirbyggingu (sandi) IS01	18
Tafla 3-2	Niðurstöður ísótópamælinga á undirbyggingu (sandi) IS01	19
Tafla 3-3	Niðurstöður ísótópamælinga á neðra burðarlagi IS01	20
Tafla 3-4	Niðurstöður plötuprófa á óbundna hluta efra burðarlags IS01	22
Tafla 3-5	Niðurstöður ísótópamælinga á óbundna hluta efra burðarlags IS01	22
Tafla 3-6	Niðurstöður ísótópamælinga á bikbundna hluta efra burðarlags IS01	25
Tafla 3-7	Niðurstöður prófana á bindiefni úr bikbundna hluta efra burðarlags IS01, mælt á VTI	27
Tafla 3-8	Staðsetning mismunandi mæli í uppbyggingu IS01	30
Tafla 3-9	Raunþykktir mismunandi laga í uppbyggingu IS01	31
Tafla 3-10	Niðurstöður plötuprófa á undirbyggingu (sandlag) IS02	35
Tafla 3-11	Niðurstöður ísótópamælinga á undirbyggingu (sandlagi) IS02	35
Tafla 3-12	Niðurstöður ísótópamælinga á neðra burðarlagi IS02	37
Tafla 3-13	Niðurstöður plötuprófa á efra burðarlagi IS02	39
Tafla 3-14	Niðurstöður ísótópamælinga á efra burðarlagi IS02 eftir fyrstu þjöppun	39
Tafla 3-15	Niðurstöður ísótópamælinga á efra burðarlagi IS02 eftir aukþjöppun	40
Tafla 3-16	Staðsetning mæla í uppbyggingu IS02	44
Tafla 3-17	Raunverulegar þykktir laga í uppbyggingu IS02	45
Tafla 3-18	Niðurstöður ísótópamælinga neðra burðarlags IS03	48
Tafla 3-19	Niðurstöður plötuprófa á óbundna hluta efra burðarlags IS03	49
Tafla 3-20	Niðurstöður ísótópamælinga á óbundna hluta efra burðarlags IS03	50
Tafla 3-21	Niðurstöður ísótópamælinga á bikbundna burðarlagi IS03	53
Tafla 3-22	Niðurstöður mælinga á bindiefni (bikþeytu) sem notuð var í bikbundna hluta efra burðarlags IS03, mælt á VTI	57
Tafla 3-23	Staðsetning mismunandi mæla í uppbyggingu IS03 (Z er dýpt frá endanlegu yfirborði klæðingarinnar)	59
Tafla 3-24	Raunverulegar þykktir laga í IS03	60
Tafla 4-1	Skema fyrir svörnumarmælingar á IS01	67

Tafla 4-2 Niðurstöður ísótópamælinga á óbundna hluta burðarlags IS01, eftir keyrslur	72
Tafla 4-3 Skema fyrir svörunarmælingar á IS02	73
Tafla 4-4 Upplýsingar um keyrslur á IS02, úr “weekly reports” frá VTI	74
Tafla 4-5 Niðurstöður ísótópamælinga á efra burðarlagi IS02 eftir HVS-keyrslur	81
Tafla 4-6 Niðurstöður mælinga á brothlutfalli 0-25 mm efnis eftir HVS-próf á IS02, mælt á VTI	83
Tafla 4-7 Skema fyrir svörunarmælingar á IS03, einfalt hjól	84
Tafla 4-8 Skema fyrir svörunarmælingar á IS03, tvöfalt hjól	85
Tafla 4-9 Upplýsingar um keyrslur á IS03, úr “weekly reports” frá VTI	86
Tafla 4-10 Niðurstöður ísótópamælinga á efra burðarlagi IS03 eftir HVS-keyrslur	93
Tafla 4-11 Niðurstöður mælinga á brothlutfalli 0-25 mm efnis eftir HVS próf á IS03, mælt á VTI	95

LISTI YFIR MYNDIR:

Mynd 1-1 HVS-tæki sem Svíar og Finnar eiga í sameiningu	7
Mynd 2-1 Hönnuð uppbygging tilraunakafla	10
Mynd 2-2 Kornastærðardreifing 0-75 mm efnis, mælt á Rb	11
Mynd 2-3 Kornastærðardreifing 0-75 mm efnis, mælt á VTI	11
Mynd 2-4 Modified proctor próf á 0-75 mm efnis, mælt á Rb	12
Mynd 2-5 Kornastærðardreifing 0-25 mm efnis, mælt á Rb	12
Mynd 2-6 Kornastærðardreifing 0-25 mm efnis, mælt á VTI	13
Mynd 2-7 Modified proctor próf á 0-25 mm efnis, mælt á Rb	13
Mynd 2-8 Modified proctor próf á 0-25 mm efnis, mælt á VTI	14
Mynd 2-9 Hydrometarmæling á 0-25 mm efnis, gerð á Rb	14
Mynd 2-10 CBR-próf á 0-25 mm efnis, mælt á Rb	16
Mynd 3-1 Kornastærðardreifing sands í undirbyggingu IS01, mælt á VTI	17
Mynd 3-2 Kornastærðardreifing efnis í neðra burðarlagi IS01, sýni tekin við byggingu og mælt á VTI	21
Mynd 3-3 Niðurstöður falllóðsmælinga á óbundnu burðarlagi IS01 (30 kN álag), sigskálar	23
Mynd 3-4 Kornastærðardreifing efnis í óbundna hluta efra burðarlags IS01, sýni tekin við byggingu og mælt á VTI	23
Mynd 3-5 Niðurstöður falllóðsmælinga á bikbundnu burðarlagi IS01, sigskálar (30 kN álag)	25
Mynd 3-6 Niðurstöður falllóðsmælinga á bikbundnu burðarlagi IS01, sigskálar (50 kN álag)	26
Mynd 3-7 Kornastærðardreifing og bikinnihald sýna af bikbundna hluta efra burðarlags IS01, sýni tekin við byggingu og mælt á VTI	27
Mynd 3-8 Kornastærðardreifing 8-11 mm klæðingarefnis IS01, mælt á VTI	28
Mynd 3-9 Kornastærðardreifing 11-16 mm klæðingarefnis IS01, mælt á VTI	29
Mynd 3-10 Staðsetning mælibúnaðar í uppbyggingu IS01	31
Mynd 3-11 Yfirborð mismunandi laga IS01, miðað við fastan punkt	32
Mynd 3-12 Rakainnihald í mismunandi dýptum IS01 mælt með “neutrosond”, einnig er sýnt rakainnihald mælt á sýnum sem tekin voru við byggingu kaflans og þurrkuð í ofni	33
Mynd 3-13 Þurr rúmpýngd í mismunandi dýptum IS01, mælt með “neutrosond”	33
Mynd 3-14 Kornastærðardreifing sands í undirbyggingu IS02, mælt á VTI	34
Mynd 3-15 Kornastærðardreifing neðra burðarlags IS02, sýni tekin við byggingu og mælt á VTI	37
Mynd 3-16 Niðurstöður falllóðsmælinga á óbundnu burðarlagi IS02, sigskálar (30 kN álag)	40
Mynd 3-17 Niðurstöður falllóðsmælinga á óbundnu burðarlagi IS02, sigskálar (50 kN álag)	41
Mynd 3-18 Niðurstöður falllóðsmælinga á óbundnu burðarlagi IS02, sigskálar (65 kN álag)	41
Mynd 3-19 Kornastærðardreifing efnis í efra burðarlagi IS02, sýni tekin við byggingu og mælt á VTI	42
Mynd 3-20 Staðsetning mælibúnaðar í uppbyggingu IS02	45
Mynd 3-21 Yfirborð mismunandi laga IS02, miðað við fastan punkt	46
Mynd 3-22 Falllóðsmælingar á óbundna hluta efra burðarlags IS03 (30 kN álag), sigskálar	50
Mynd 3-23 Falllóðsmælingar á óbundna hluta efra burðarlags IS03 (50 kN álag), sigskálar	51
Mynd 3-24 Falllóðsmælingar á óbundna hluta efra burðarlags IS03 (65 kN álag), sigskálar	51
Mynd 3-25 Kornastærðarsýni óbundna hluta efra burðarlags IS03, sýni tekin við byggingu kaflans og prófuð á VTI	52
Mynd 3-26 Falllóðsmælingar á bikbundna hluta efra burðarlags IS03 (30 kN álag), sigskálar	54
Mynd 3-27 Falllóðsmælingar á bikbundna hluta efra burðarlags IS03 (50 kN álag), sigskálar	54
Mynd 3-28 Falllóðsmælingar á bikbundna hluta efra burðarlags IS03, 65 kN álag (sigskálar)	55
Mynd 3-29 Niðurstöður mælinga á sýnum af bikbundnu burðarlagi IS03, mælingar gerðar á VTI	56

Mynd 3-30 Niðurstöður mælinga á kjörnum steypum úr sýnum af bikbundna lagi IS03. Prófanir gerðar á VTI	57
Mynd 3-31 Staðsetning mælíbúnaðar í uppbyggingu IS03	60
Mynd 3-32 Yfirborð mismunandi laga IS03, miðað við fastan punkt	61
Mynd 4-1 Dreifing álags þvert á akstursstefnu í forálagskeyrslum	62
Mynd 4-2 Dæmi um staðsetning tvöfaldrá hjóla þvert á akstursstefnu (staða –10 cm, þ.e. punktur mitt á milli hjóla er 10 cm frá miðlínu)	63
Mynd 4-3 Dæmi um stöðu einfalds hjóls (staða –25, þ.e. mitt hjól er 25 cm frá miðlínu)	64
Mynd 4-4 Svörun mæla SPC58 og SPC62 í uppbyggingu IS01, við 30 kN álagi á eitt hjól með 500 kPa loftþrýsting, hraði 12 km/klst	64
Mynd 4-5 Dreifing álags þvert á akstursstefnu í aðalkeyrslum	65
Mynd 4-6 Þróun hjólfaradýptar á kafla IS01	68
Mynd 4-7 Varanleg samþjöppun í mismunandi lögum mæld með “terrassdeform” IS01	69
Mynd 4-8 Þversniðsmælingar, dæmi um þróun frá upphafsmælingu til þriðju mælingar, sem gerð var að loknum svörunarmælingum (IS01)	69
Mynd 4-9 Þversnið IS01 eftir 13.140 umferðir auk upphafsmælingar	70
Mynd 4-10 IS01 að loknum keyrslum	70
Mynd 4-11 Mæld fjarlægð yfirborðs, neðri kants bikbundins lags og óbundins lags frá fastri mælinílu í gröfnu þversniði eftir keyrslur á IS01	71
Mynd 4-12 Þykktir laga, mælt í gröfnu þversniði eftir keyrslur á IS01	71
Mynd 4-13 Þróun hjólfaradýptar á IS02	74
Mynd 4-14 Varanleg samþjöppun mismunandi laga, mælt með “terrassdeform”-mælum (nánari staðsetning Mynd 3-20 á bls. 45), fyrir IS02	75
Mynd 4-15 Þversnið IS02 við lok HVS-keyrslu, auk meðalþversniðs við upphaf	75
Mynd 4-16 IS02 eftir keyrslur	76
Mynd 4-17 IS02, markar fyrir förungum eftir álagshjól, einnig er hola að byrja að myndast	76
Mynd 4-18 Langnið eftir miðju hjólfari IS02, fyrir og eftir HVS-keyrslur	77
Mynd 4-19 Rakainnihald í mismunandi dýptum IS02 mælt með “neutrosond”, einnig er sýnt rakainnihald mælt á sýnum sem tekin voru og þurrkuð í ofni	78
Mynd 4-20 Þurr rúmþyngd í mismunandi dýptum IS02, mælt með “neutrosond”	78
Mynd 4-21 Falllódsmælingar á miðlínu IS02 eftir HVS-keyrslur, 30 kN álag (sigskálar)	79
Mynd 4-22 Falllódsmælingar á miðlínu IS02 eftir HVS-keyrslur, 50 kN álag (sigskálar)	79
Mynd 4-23 Falllódsmælingar á miðlínu IS02, eftir HVS-keyrslur, 65 kN álag (sigskálar)	80
Mynd 4-24 Meðalfjarlægð yfirborðs mismunandi laga frá fastri línu mælt í gröfnu þversniði IS02	80
Mynd 4-25 Þykktir mismunandi laga, mælt í þversniði eftir HVS-keyrslur (IS02)	81
Mynd 4-26 Kornastærðardreifing neðra burðarlags, þrjú sýni tekin eftir HVS-keyrslur (einnig meðaltal þriggja sýna tekin við byggingu kaflans (feit lína))	82
Mynd 4-27 Kornastærðardreifing efra burðarlags, þrjú sýni tekin eftir HVS-keyrslur (einnig meðaltal þriggja sýna tekin við byggingu kaflans (feit lína))	82
Mynd 4-28 Þróun hjólfaradýptar á IS03 (til samanburðar er meðaltal á kafla IS02, sjá Mynd 4-13 á bls. 74)	86
Mynd 4-29 Varanleg samþjöppun mismunandi laga, mælt með “terrassdeform”-mælum (nánari staðsetning á Mynd 3-31 á bls. 60), fyrir IS03. Til samanburðar sömu mælingar fyrir IS02 (sjá Mynd 4-14 á bls. 75)	87
Mynd 4-30 Þversnið IS03 við lok HVS-keyrslu, auk meðalþversniðs í upphafi	87
Mynd 4-31 IS03 eftir HVS-keyrslur, unnið að gerð þversniðs	88
Mynd 4-32 Borkjarnar sem komu upp úr IS03, utan hjólfara	88
Mynd 4-33 Langnið eftir miðju hjólfari IS03, fyrir og eftir HVS-keyrslur	89
Mynd 4-34 Rakainnihald í mismunandi dýptum IS03 mælt með “neutrosond”, einnig er sýnt rakainnihald mælt á sýnum sem tekin voru og þurrkuð í ofni	89
Mynd 4-35 Þurr rúmþyngd í mismunandi dýptum IS03, mælt með “neutrosond”	90
Mynd 4-36 IS03, Falllódsmælingar á miðlínu, eftir HVS-keyrslur, 30 kN álag (sigskálar)	91
Mynd 4-37 IS03, Falllódsmælingar á miðlínu, eftir HVS-keyrslur, 50 kN álag (sigskálar)	91
Mynd 4-38 IS03, Falllódsmælingar á miðlínu, eftir HVS keyrslur, 65 kN álag (sigskálar)	92
Mynd 4-39 Meðalfjarlægð yfirborðs mismunandi laga frá fastri línu mælt í gröfnu þversniði IS03	92
Mynd 4-40 Þykktir mismunandi laga, mælt í þversniði eftir HVS-keyrslur (IS03)	93
Mynd 4-41 Kornastærðardreifing neðra burðarlags, þrjú sýni tekin eftir HVS-keyrslur á IS03 (einnig meðaltal þriggja sýna (feit lína) tekin við byggingu kaflans, þ.e. byggingu IS01).	94

Mynd 4-42	Kornastærðardreifing óbundins hluta efra burðarlags, þrjú sýni tekin eftir HVS keyrslur IS03 (einnig meðaltal þriggja sýna (feit lína) tekin við byggingu kaflans).....	94
Mynd 4-43	Hydrometermælinga sýna af óbundnum hluta efra burðarlags IS03, eftir HVS-keyrslur (einnig hydrometermæling gerð á Rb, rauð lína (sjá Mynd 2-9 á bls.14))	95
Mynd 4-44	Niðurstöður CBR-prófs á sýnum af efra burðarlagi IS03, eftir HVS keyrslur	96

1. Inngangur

Skýrsla þessi er samantekt um framkvæmd verkefnisins “HVS-Nordic – íslensk þáttaka”. Hér er greint frá framkvæmdinni frá því undirbúningur hófst og til loka álagsprófana í Svíþjóð.

Verkefnið “HVS-Nordic – íslensk þáttaka” hófst, að frumkvæði Hreins Haraldssonar framkvæmdastjóra þróunarviðs Vegagerðarinnar, með því að Vegagerðin gerði samkomulag við Statens väg- och transportforskningsinstitut (VTI) í Svíþjóð, um að Íslendingar fengju að byggja upp og prófa tvenns konar vegkafla með HVS-tæki (Heavy Vehicle Simulator), sem Svíar og Finnar eiga í sameiningu. Svíar og Finnar keyptu þetta tæki frá Suður-Afríku, þar sem það er smíðað, árið 1997.



Mynd 1-1 HVS-tæki sem Svíar og Finnar eiga í sameiningu.

HVS tækið sést á Mynd 1-1. Helstu eiginleikar þess eru eftirtaldir:

- Álagshjól getur verið annað hvort einfalt (t.d. “super single”) eða tvöfalt
- Hraði við próf er mestur 12 km/klst
- Fjöldi yfirferða á klukkustund er mestur 1200
- Getur prófað 8 m lengd
- Hægt að dreifa álaginu þvert á 1,25 m bili
- Hjólalag getur verið á bilinu 30 til 110 kN
- Stærð sjálfs tækisins: lengd: 23 m; breidd: 3,7 m; hæð: 4,2 m; heildarþyngd: 46 tonn

Tækið er færanlegt (hengt aftan í bíl) og því hægt að nota það til að láta raunverulega vegi verða fyrir hröðuðu álagi, eða nota það á tilraunakafla sem byggðir eru sérstaklega í því skyni.

Íslensku tilraunakaflarnir eru byggðir í sérstökum steiptum gryfjum sem eru við VTI í Svíþjóð. Gryfjurnar eru 5 m breiðar og 15 m langar og dýpt þeirra er 3 m.

2. Undirbúningur verkefnisins

2.1 Markmið verkefnisins

Megin markmið verkefnisins var skilgreint svo:

1. Að fá samanburð á álagsforsendum, skemmdum, endingu, spennum og streitum í óbundnum og bikbundnum burðarlögum, þar sem notað er “gott” burðarlagsefni.
2. Að fá beinan samanburð á álagsforsendum, skemmdum og endingu á ofangreindum íslenskum veguppbyggingum með klæðingum, við vegi í Svíþjóð og Finnlandi með þunnum malbiksslitlögum.
3. Að fá beinar mælingar á spennu og streitu í ofangreindum íslenskum veguppbyggingum, til að fá samband við reiknaða spennu og streitu til að geta kvarðað fræðileg hönnunarlíkön sem verða sífellt algengari og mikilvægari í burðarþolshönnun.

Markmiðunum átti að ná með því að velja íslenskt efni, senda það til VTI í Svíþjóð og byggja úr því tilraunakafli sem yrðu prófaðir með HVS tækinu.

2.2 Verkefnishópur

Í upphafi voru nefndir BUSL-samstarfsins* beðnar um að tilnefna fulltrúa í verkefnishóp vegna þessa verkefnis. Eftirtaldir voru tilnefndir:

Af hálfu Slitlaganefndar:

Valgeir Valgeirsson, Vg

Valur Guðmundsson, Malbikunarstöðin Höfði hf.

Af hálfu Efnisgæðanefndar:

Gunnar Bjarnason, Vg

Sigurður Erlingsson, Verkfræðideild HÍ

Af hálfu Burðarlaganefndar:

Jón Helgason, Vg

Haraldur Sigursteinsson, Vg

Einnig hefur Valtýr Þórisson, Vg unnið með verkefnishópnum.

Þórir Ingason, Rannsóknastofnun byggingariðnaðarins, var verkefnisstjóri frá september 1999.

Samkvæmt samkomulaginu milli Vegagerðarinnar og VTI, voru allar grundvallarákvarðanir varðandi fjármál og rannsóknaráætlun verkefnisins teknar af stýrihóp sem í voru fulltrúar frá báðum aðilum. Af hálfu Vegagerðarinnar var það Hreinn Haraldsson, framkvæmdastjóri þróunarsviðs.

2.3 Gerð uppbygginga og val efnis

Í samræmi við markmið verkefnisins voru hannaðar tvenns konar uppbyggingar samkvæmt Vegbygging (Handbok 018) frá norsku Vegagerðinni, annars vegar með

* BUSL er samstarf Vegagerðarinnar, Borgarverkfræðingsins í Reykjavík, Rannsóknastofnunar byggingariðnaðarins og Verkfræðideildar HÍ um rannsókn- og þróunarverkefni á sviði vega- og gatnagerðar.

óbundnu burðarlagi fyrir umferð allt að 300 bílar á sólarhring (ÁDU) og hins vegar með bikbundnu burðarlagi fyrir umferð allt að 1500 bílar á sólarhring. Ákveðið var að miða við að byggja á stöðluðum sandi, sem notaður er í tilraunum bæði í Svíþjóð og Finnlandi.

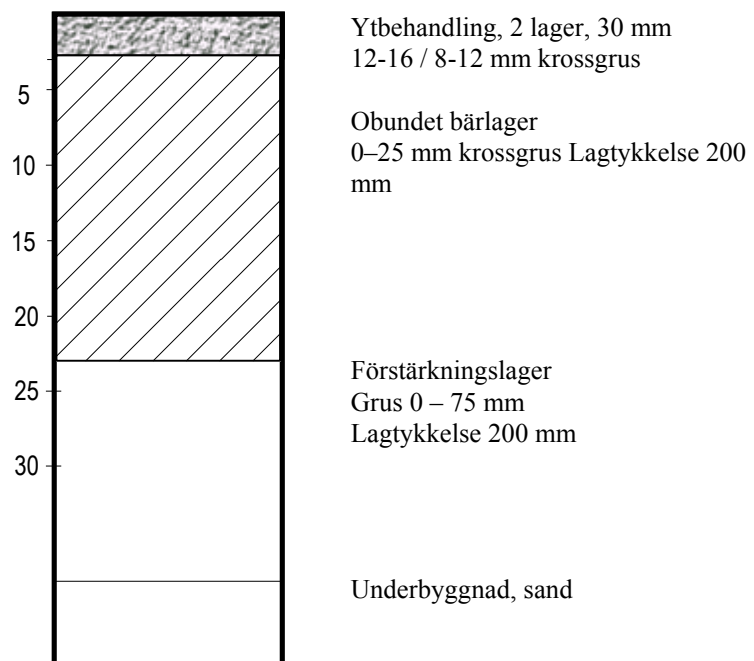
Niðurstaða hönnunarinnar er sýnd á Mynd 2-1.

Við val á efni, var það haft að leiðarljósi að hægt væri að byggja öll lög tilraunakaflanna upp með efni úr sömu námu. Bárust böndin að Hólabrúarnámu í Hvalfirði, rétt austan við nyrðri munna Hvalfjarðarganganna. Þó var rætt um að efnið úr henni gæfi e.t.v. “of sterkt” neðra burðarlag og jafnframt var álitid að efra burðarlagsefnið hentaði ekki til bikbindingar, vegna skorts á finefnum. Síðarnefnda atriðið mátti þó leysa með því að nota bikþeytu í stað froðubiks. Að lokum var ákveðið að nota efni úr Hólabrú, einnig vegna þess að það hefur mikið verið prófað í tengslum við prófanir á steinefnabanka efnisgæðanefndar BUSL-samstarfsins, sjá til dæmis skýrslur efnisgæðanefndar númer E-20, E-21, E-38 og E-41.

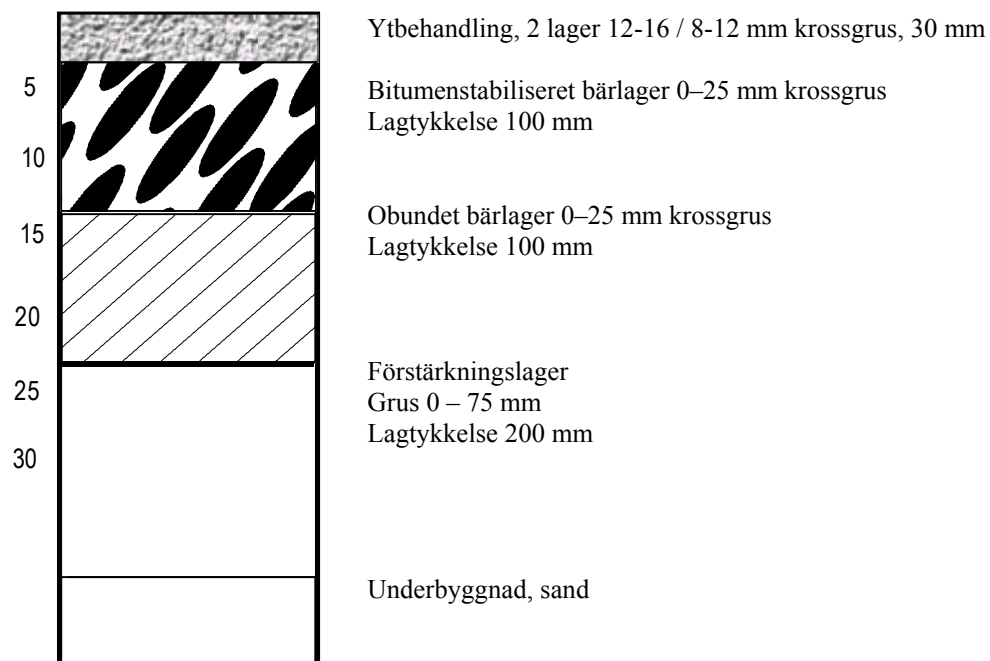
Valgeir Valgeirsson og Þórir Ingason, skrifuðu verklýsingar, sem hafðar voru til hliðsjónar við uppbyggingu tilraunakaflanna. Gunnar Bjarnason, Sigurður Erlingsson og Þórir Ingason gerðu tillögur að staðsetningu mælibúnaðar. Verkefnishópurinn í heild fór yfir þessar tillögur og samþykkti.

HVS-Nordic: Islands testkonstruktioner

a) Väg með obundet bárlager



b) Väg með bundet bárlager



Mynd 2-1 Hönnuð uppbygging tilraunakafla.

2.4 Rannsóknastofupróf á efnum úr Hólabrú

Í þessum kafla verða tilgreindar niðurstöður mælinga sem voru gerðar á sýnum af efnum úr Hólabrú, á Íslandi áður en það var sent út til Svíþjóðar og á sýnum sem tekin voru af efnunum í Svíþjóð og prófuð þar.

2.4.1 Efni í neðra burðarlag (0-75 mm efni):

2.4.1.1 Kornastærðardreifing

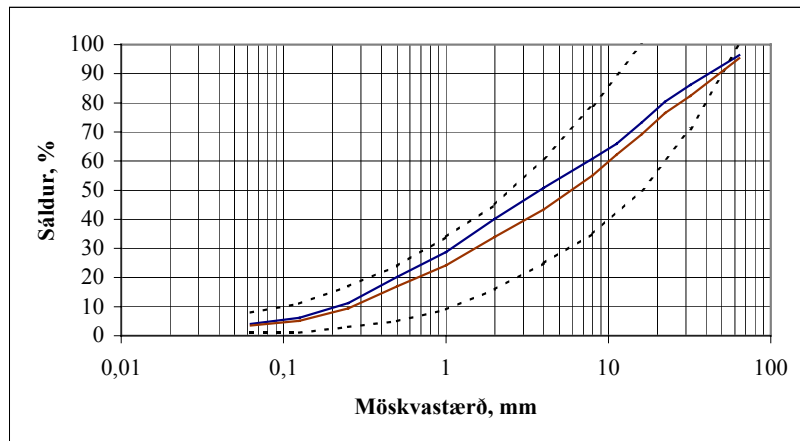
Niðurstöður mælinga á kornastærðardreifingu^{1*} koma fram hér á eftir. Mælingar á kornastærðardreifingu, sem gerðar voru í Svíþjóð eru allar sýndar á einu línuriti, en sýni voru tekin af efninu og það mælt við uppbyggingu hvers kafla, sjá einnig hér á eftir í kafla 3.

Hólabrú
0-75 mm efni

Kornastærðardreifing

Mæling gerð á Rb: 23.11.1999
og 17.2.2000

ISO-sigti mm	Sáldur byngdar %	
0,063	3,5	4,1
0,125	5,1	6,2
0,25	9,4	11,2
0,5	17,0	20,2
1	24,2	28,8
2	34,0	40,2
4	43,4	50,8
8	55,1	60,9
11,2	62,2	65,9
16	69,1	73,2
22,4	76,5	80,4
32	82,3	86,1
64	95,3	96,4



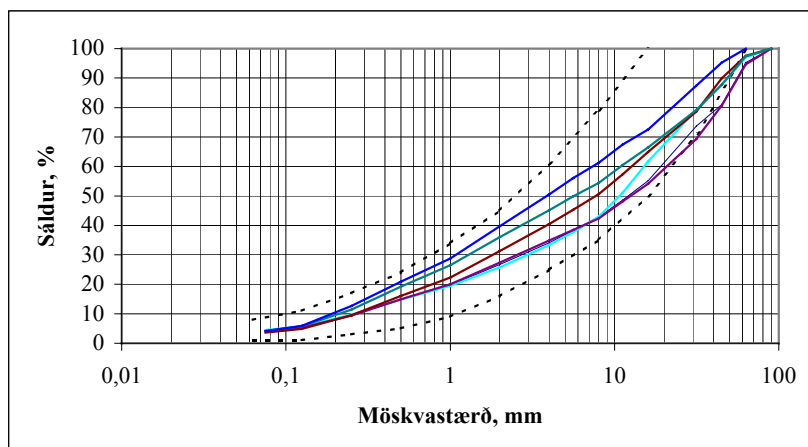
Mynd 2-2 Kornastærðardreifing 0-75 mm efni, mælt á Rb

Hólabrú
0-75 mm efni

Kornastærðardreifing

Mæling gerð á VTI: 22.12.1999
og: 25.2.2000

ISO-sigti mm	Sáldur byngdar %
0,075	
0,125	
0,25	
0,5	
1	
2	
4	
5,6	
8	
11,2	
16	
31,5	
63	



Mynd 2-3 Kornastærðardreifing 0-75 mm efni, mælt á VTI

* Númer við prófanir vísa til tilvísana í staðla og verklýsingar, sjá bls. 100

2.4.1.2 Proctorpróf

Niðurstöður Proctorprófs² koma fram á Mynd 2-4. Engin mæling var gerð á VTI.

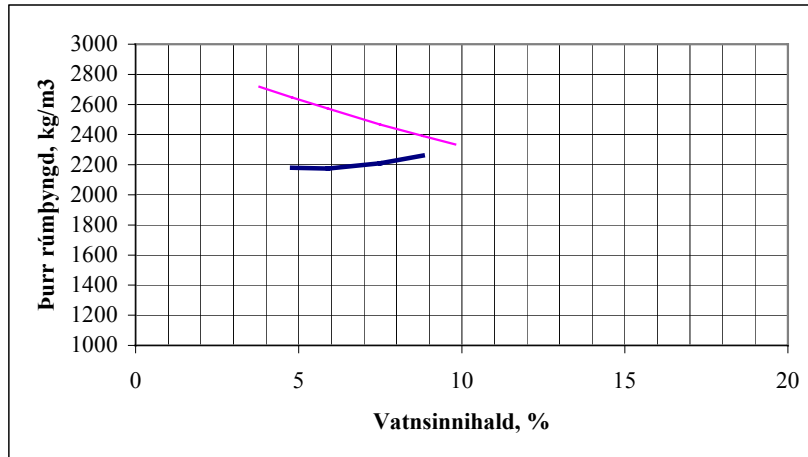
Hólabrú
0-75 mm efni

Mæling gerð á Rb: 2.12.1999

Modified proctor

Raki %	Þurr rúmp. kg/m ³
4,8	2180
5,9	2175
7,5	2209
8,8	2260

Kornarúmpyngd:
3028 kg/m³



Mynd 2-4 Modified proctor próf á 0-75 mm efni, mælt á Rb

2.4.2 Efni í efra burðarlag (0-25 mm efni)

Þetta efni var notað bæði í óbundið og bikbundið efra burðarlag.

2.4.2.1 Kornastærðardreifing

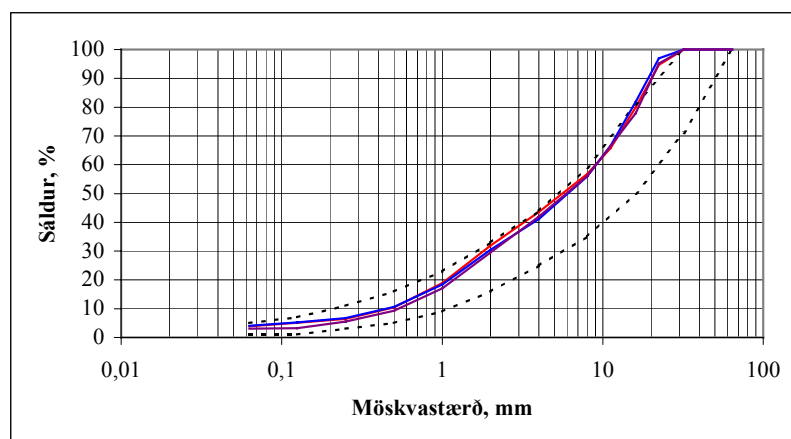
Niðurstöður mælinga á kornastærðardreifingu¹ koma fram á Mynd 2-5 og Mynd 2-6. Mælingar sem gerðar voru í Svíþjóð eru allar teknar saman í eitt línurit, sjá einnig kafla 3.

Hólabrú
0-25 mm efni

Mæling gerð á Rb: 15.9.1999
og 23.11.1999
og 17.2.2000

Kornastærðardreifing

ISO-sigti mm	Sáldur þyngdar %		
0,063	3,0	4,1	3,9
0,125	3,2	5,2	5,1
0,25	5,5	6,7	6,5
0,5	9,3	10,6	10,4
1	17,1	18,4	18,9
2	29,5	30,5	31,9
4	42,0	41,1	43,6
8	56,0	55,9	56,8
11,2	66,6	66,7	65,8
16	77,9	81,9	80,0
22,4	95,2	97,0	94,7
32	100	100	100
64	100	100	100



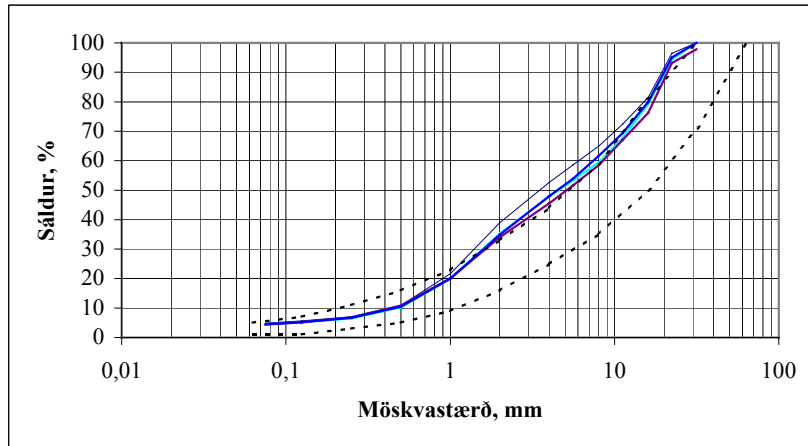
Mynd 2-5 Kornastærðardreifing 0-25 mm efni, mælt á Rb

Hólabrú
0-25 mm efni

Kornastærðardreifing

Mæling gerð á VTI: 22.12.1999
og: 25.2.2000

ISO-sigti mm	Sáldur þyngdar %
0,075	
0,125	
0,25	
0,5	
1	
2	
4	
5,6	
8	
11,2	
16	
31,5	
63	



Mynd 2-6 Kornastærðardreifing 0-25 mm efni, mælt á VTI

2.4.2.2 Proctorpróf

Niðurstöður proctorprófs² koma fram á Mynd 2-7 og Mynd 2-8

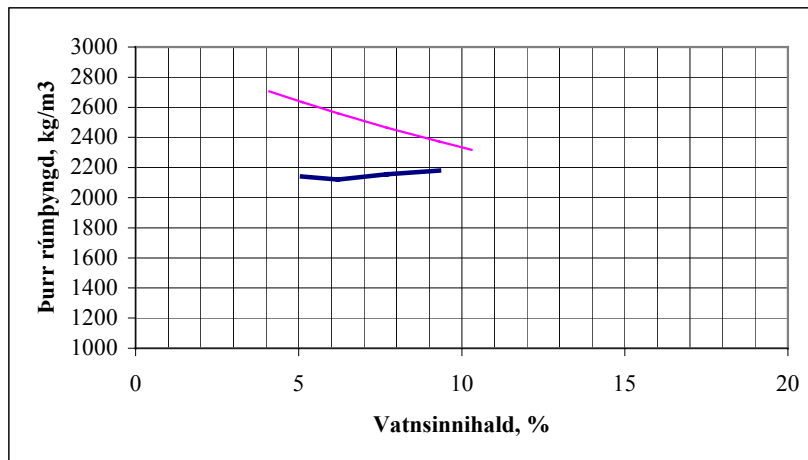
Hólabrú
0-25 mm efni

Modified proctor

Mæling gerð á Rb: 2.12.1999

Raki %	Þurr rúmþ. kg/m ³
5,1	2141
6,2	2120
7,7	2155
9,3	2180

Kornarúmþyngd:
3044 kg/m³



Mynd 2-7 Modified proctor próf á 0-25 mm efni, mælt á Rb

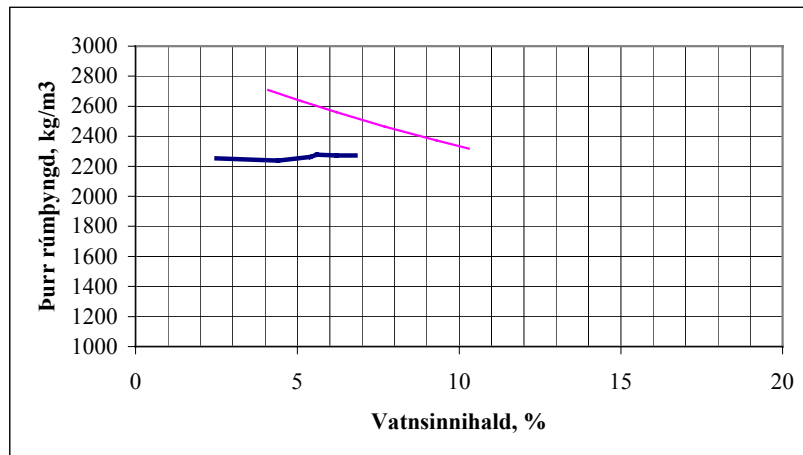
Hólabrú
0-25 mm efni

Mæling gerð á VTI: 30.12.1999

Modified proctor

Raki %	Þurr rúmp. kg/m ³
2,5	2253
4,4	2239
5,4	2262
5,6	2277
6,2	2272
6,8	2272

Kornarúmpýngd:
3044 kg/m³



Mynd 2-8 Modified proctor próf á 0-25 mm efni, mælt á VTI

2.4.2.3 Hræslupróf á viðloðun

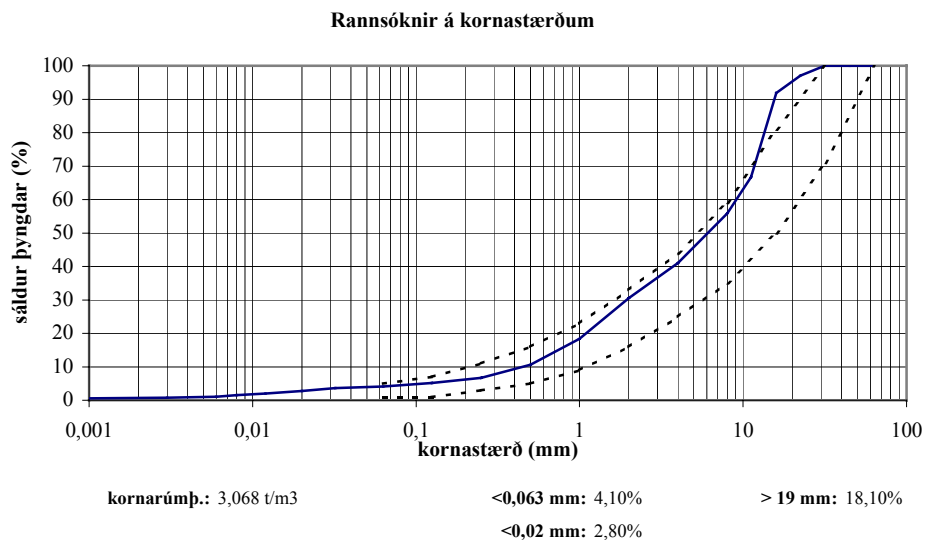
Viðloðun í hræsluprófi³, með spaðann í ytra gati, var 100%.

2.4.2.4 Hydrometer

Gerð var ein hydrometermæling⁴ á 0-25 mm sýninu. Niðurstaða er sýnd á Mynd 2-9.

Hólabrú 0-25 mm efni

Mæling gerð á Rb: 14.3.2000



Mynd 2-9 Hydrometermæling á 0-25 mm efni, gerð á Rb

2.4.2.5 Berggreining

Niðurstöður berggreiningar á 0-25 mm efni, sem gerð var á Rb þann 13. mars 2000⁵, koma fram í töflu: “Tafla 2-1”

Tafla 2-1 Niðurstöður berggreiningar á 0-25 mm efni, gerðar á Rb

Gæðaflokkur	%	Berg / steintegund, ummndun, þéttleiki, annað
1	50,0	Basalt, lítillaga ummyndað, þétt
2	5,6	Basalt, lítillaga ummyndað, blöðrótt
2	42,4	Basalt, ummyndað, þétt
3	2,0	Basalt, mikið ummyndað, þétt
v. bundins slitlags: 1. Flokkur..... 50%		
2. flokkur..... 48%		
3. flokkur..... 2%		

2.4.2.6 Brothlutfall (“fraction of crushed material”)

Brothlutfall 0-25 mm efnis var ákvarðað á Rb þann 13. mars 2000⁶.

65% sýnis var meira en 8,0 mm og 35% milli 4,0 og 8,0 mm (> 4,0 og < 8,0).

U.þ.b. 200 steinar af hvorri kornastærð (þ.e. 4-8 mm og >8 mm) var skoðað.

Niðurstöður koma fram í töflu: “Tafla 2-2“

Tafla 2-2 Niðurstöður mælinga á brothlutfalli 0-25 mm efnis, mælt á Rb

%	
<i>Cc</i>	<i>Cr</i>
69	32
<i>Ctc</i>	<i>Ctr</i>
57	19

Cc – korn með >50% brotinn flöt (hlutfall af heildarsýni)

Ctc – korn með >90% brotinn flöt (hlutfall af heildarsýni)

Cr – korn með >50% rúnnaðan flöt (hlutfall af heildarsýni)

Ctr – korn með >90% rúnnaðan flöt (hlutfall af heildarsýni)

2.4.2.7 Frost/þíðu-próf

Frost/þíðu próf var gert á 0-25 mm efninu. Prófið var gert á Rb þann 2. mars 2000⁷.

Niðurbrot 8-16 mm efnis reyndist 9,6 %, meðaltal tveggja sýna.

2.4.2.8 “Flakiness index”-próf

“Flakiness index”-prófið var gert á tveimur hlutasýnum á Rb þann 8. mars 2000⁸.

Kleyfnistuðullinn mældist annars vegar 13,5 og hins vegar 11,6

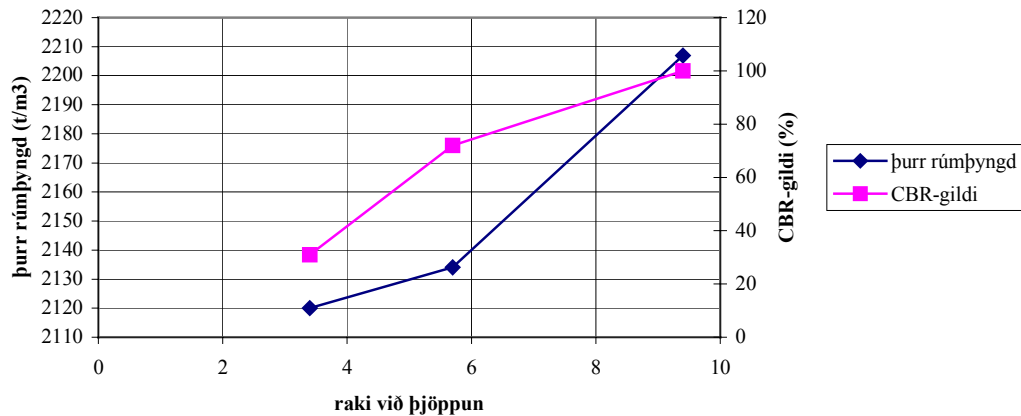
2.4.2.9 CBR-próf

Gert var CBR-próf⁹ á 0-25 mm efni eftir “standard proctor” þjöppun. Niðurstöður koma fram á Mynd 2-10. Prófið var gert á Rb þann 6. mars 2000⁹.

Hólabrú 0-25 mm efni

Mæling gerð á Rb: 6.3.2000

CBR-próf



Mynd 2-10 CBR-próf á 0-25 mm efni, mælt á Rb

2.5 Flutningur efnis til Svíþjóðar

Samið var við Eimskipafélag Íslands um að flytja efnið til Svíþjóðar. Fluttir voru samtals milli 80 og 90 m³ af efnunum til Svíþjóðar í 8 gámum, fjórum fyrir hvert burðarlagsefni auk efnis í klæðingu. Efnið var flutt með skipi til Gautaborgar og þaðan áfram með bílum til Linköping og var komið þangað 8. október 1999. Þar voru gámarnir losaðir og efnið geymt þar til það var notað í byggingu tilraunakafanna. Fyrst var efnið geymt utan dyra með seglyfirbreiðslu, en síðan var það sett inn í upphitaða skemmu.

3. Bygging tilraunakafla í Svíþjóð

Í þessum kafla er sagt frá byggingu tilraunakafllanna hvers um sig og niðurstöðum prófana sem gerðar voru meðan á byggingu stóð. Kaflarnir eru nefndir IS01, IS02 og IS03.

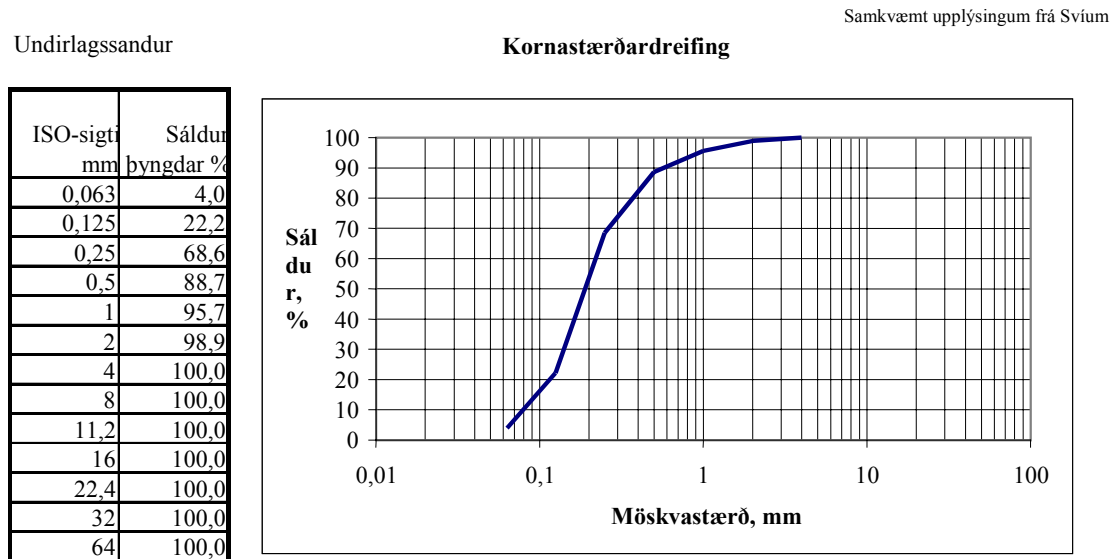
Í upphafi var gert ráð fyrir að byggja tvo tilraunakafla, eins og fram hefur komið hér að framan. Ákveðið var að byrja með að byggja kafla með bikbundnu burðarlagi, IS01. Eins og fram kemur hér á eftir, var bikfesta lagið hins vegar gert með annarri bikgerð en við höfðum fyrirskrifað. Fyrir vikið var ákveðið bæta við einum kafla í viðbót, IS03, sem einnig er með bikfestu burðarlagi.

3.1 Bygging tilraunakafla IS01

Bygging fyrsta tilraunakafllans hófst 6. desember 1999. Valgeir Valgeirsson frá Vg, var viðstaddur og fylgdist með byggingu kaflans til 10. desember, þ.e. meðan unnið var í sandinum og neðra burðarlaginu.

3.1.1 Undirbygging

Undirbygging í þessum kafla er, eins og í öllum hinum, sandur sem notaður er í undirbyggingu allra kafla sem prófaðir eru með HVS tækinu í Svíþjóð og í Finnlandi. Sandurinn er upprunninn í Finnlandi. Kornastærðardreifing sandsins er sýnd á Mynd 3-1, sjá einnig Mynd 3-14 á bls. 34:



Mynd 3-1 Kornastærðardreifing sands í undirbyggingu IS01, mælt á VTI

Sandurinn hafði verið notaður í undirbyggingu undir sænskan tilraunakafla og því var um 50 cm af efsta laginu í miðju (á um 1-1,5 m breidd), losað upp áður en sandurinn var þjappaður aftur. Það er gert til að losa aukþjöppun, sem kann að hafa orðið við keyrslu síðasta prófs á kaflanum. Þetta er gert í hvert sinn sem lagður er nýr tilraunakafli.

3.1.1.1 Þjöppun undirbyggingar

Sandurinn var þjappaður með 3,5 tonna dregnum titurvalta. Slíkt tæki hafði ekki verið notað áður á sandinn, heldur 450 kg víbróplata. Sandurinn vildi ýtast undan valtanum. Eins og fram kemur hér á eftir var því ákveðið að nota víbróplötuna við þjöppun næsta kafla (IS02).

Eftir þjöppun, voru gerð plötupróf og ísótópamælingar á yfirborði sandsins. Ísótópamælingarnar voru gerðar með því að reka stöng mælisins 30 cm niður í sandinn. Niðurstöður þessara mælinga koma fram hér á eftir.

3.1.1.1.1 Niðurstöður plötuprófa

Plötupróf¹⁰ var gert á 6 punktum. Staðsetning mælipunkta og niðurstöður prófa koma fram í töflu: “Tafla 3-1”. Þvermál plötu var 30 cm og hámarksálag 0,5 Mpa.

Tafla 3-1 Niðurstöður plötuprófa á undirbyggingu (sandi) IS01

HVS - ISLAND 1

Terrass - SAND

Statísk plattbelastning

99.12.07

Punktur nr	Läge		E _{v1} MPa	E _{v2} MPa	E _{v2} /E _{v1}
	Längs, m	Tvörs, m			
1	2,0	3,0	18,83	86,39	4,59
2	3,5	4,0	17,53	78,16	4,46
3	4,8	3,0	20,39	77,73	3,81
4	1,5	2,0	26,29	95,41	3,63
5	2,8	2,0	20,49	92,33	4,51
6	5,3	2,3	24,60	91,99	3,74
Meðel:			21,36	87,00	4,07
Max:			26,29	95,41	4,59
Min:			17,53	77,73	3,63

3.1.1.1.2 Niðurstöður ísótópamælinga

Niðurstöður ísótópamælinga¹¹ eru sýndar í töflu: “Tafla 3-2”. Þar sem reynsla sýnir að ísótópamælir mælir of hátt rakainnihald, voru tekin 3 rakasýni af sandinum og þurra rúmþyngdin umreiknuð í samræmi við niðurstöður þeirra mælinga (3,44%; 3,63%; 3,66% = meðaltal 3,6%). Þjöppunargráðan er miðuð við þurra rúmþyngd sem fékkst með modified proctor prófi (1,718 t/m³). Þess má geta að samkvæmt proctor-prófinu er heppilegasta rakastig sandsins fyrir þjöppun 14,4 %, þannig að hann hefur verið mun þurrari við þessa þjöppun.

Tafla 3-2 Niðurstöður ísótópamælinga á undirbyggingu (sandi) IS01

H V S - Í S L A N D 1				
Terrass - SAND				
Isótóp mæting 7.12.1999				
Läge				
Punkt nr	Längs, m	Tværs, m	Torrðensitet omr m w för torrkprover (w = 3,6%)	Packningsgrad
1	5,90	1,25	1,613	93,9%
2	4,70	1,65	1,642	95,6%
3	2,10	1,25	1,653	96,2%
4	0,35	1,25	1,666	97,0%
5	5,70	2,35	1,655	96,3%
6	5,70	3,30	1,641	95,5%
7	4,20	2,25	1,666	97,0%
8	4,20	3,40	1,632	95,0%
9	1,90	3,40	1,644	95,7%
10	0,30	3,50	1,677	97,6%
11	1,80	2,35	1,680	97,8%
12	0,50	2,35	1,665	96,9%
M e d e l:			1,653	96,2%
M a x:			1,680	97,8%
M i n:			1,613	93,9%

3.1.1.2 Mælabúnaður í undirbyggingu

Eftirfarandi mælibúnaði var komið fyrir í undirbyggingunni (sandinum).

Prýstidósir til spennumælinga:

Fimm dósir allar í miðlínu. Tvær dósir (merktar SPC16 og SPC18) eru 10 cm undir lagskilum sands og neðra burðarlags, en þrjár (merktar SPC17, SPC19 og SPC21) í lagskilunum sjálfum. Nánari staðsetning kemur fram á Mynd 3-10 á bls 31.

“EMU-coils” til streitumælinga:

Eitt stykki (merkt EMU2) á miðlínu, mælir streitu í efstu 10 cm í sandlaginu. Nánari staðsetning kemur fram á Mynd 3-10 á bls 31.

“Terrasdeform” til mælinga á sigi:

Eitt stykki (merkt LVDT15C), 13 cm hægra megin við miðlínu, miðað við að horft sé frá punkti 0,00 á Mynd 3-10 á bls. 31, í yfirborði sandlagsins.

3.1.2 Neðra burðarlag

Eftir að búið var að ganga frá mælibúnaði í sandinum, var neðra burðarlagsefnið keyrt út og lagt í einu lagi. Það var gert 9. desember 1999.

3.1.2.1 Þjöppun neðra burðarlags

Neðra burðarlagið var þjappað með 3,5 tonna dregnum titurvalta, 6 umferðir. Töluverður raki var í efninu og mynduðust vatnspollar á því. Efnið var látið þorna yfir helgi og svo þjappað aftur.

Eftir þjöppunina var gerð ísótópamæling á yfirborði neðra burðarlagsins. Stöng ísótópamælisins var rekin 20 cm niður í lagið. Til að spara tíma, var ákveðið að sleppa plötuprófi á neðra burðarlaginu.

3.1.2.1.1 Niðurstöður ísótópamælinga

Niðurstöður ísótópamælinga eru sýndar í töflu: “Tafla 3-3”. Þar sem reynsla sýnir að ísótópamælir mælir of hátt rakainnihald var þurra rúmþyngdin umreiknuð í samræmi við niðurstöður rakamælinga. Tekin voru 3 rakasýni af neðra burðarlaginu og einnig miðað við raka sem mældur var í tengslum við mælingu á kornastærðardreifingu, samtals sex mælingar (5,10; 5,20; 5,06; 4,70; 4,58; 5,48 = meðaltal 5,0). Þjöppunargráðan er miðuð við þurra rúmþyngd sem fékkst með svokölluðu “Vibroboard” (2,470 t/m³). Samkvæmt modified proctorprófi sem gert var á Íslandi fékkst þurr rúmþyngd 2,260 t/m³ við 8% raka. Þjöppunargráðan mælist því yfir 100% í öllum tilvikum, ef miðað er við það.

Tafla 3-3 Niðurstöður ísótópamælinga á neðra burðarlagi IS01

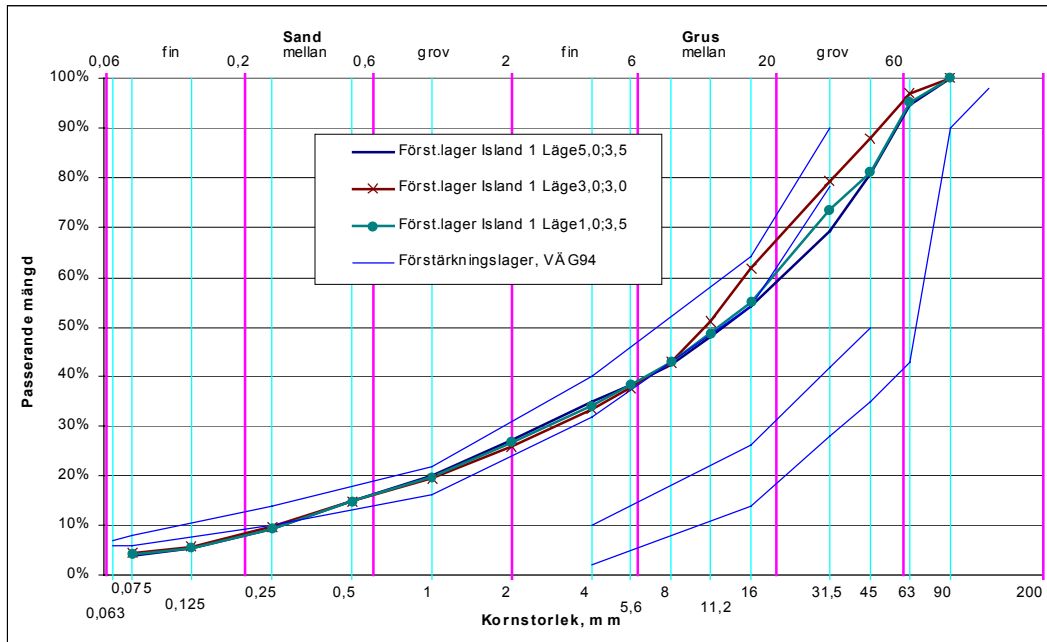
H V S - Í S L A N D 1

Isotopmätning 14.12.1999

Punkt nr	Längs, m	Tvörs, m	Torrðensitet om r m w för torkprover (w = 5,0%)	Packningsgrad
1	0,55	1,05	2,381	96,4%
2	2,30	1,35	2,419	97,9%
3	4,30	1,35	2,378	96,3%
4	6,00	1,50	2,421	98,0%
5	5,50	2,50	2,402	97,3%
6	2,70	2,40	2,438	98,7%
7	1,50	2,70	2,433	98,5%
8	0,20	2,30	2,411	97,6%
9	0,10	3,50	2,381	96,4%
10	2,25	3,50	2,371	96,0%
11	4,00	3,20	2,343	94,9%
12	5,90	3,15	2,393	96,9%
Meðel:			2,398	97,1%
Max:			2,438	98,7%
Min:			2,343	94,9%

3.1.2.2 Prófanir á sýnum úr neðra burðarlagi

Tekin voru þrjú sýni úr neðra burðarlaginu, eftir að það var lagt og kornastærðardreifing sýnanna mæld hjá VTI. Niðurstöður eru sýndar á Mynd 3-2



Mynd 3-2 Kornastærðardreifing efnis í neðra burðarlagi IS01, sýni tekin við byggingu og mælt á VTI

3.1.2.3 Mælabúnaður í neðra burðarlagi

Eftirfarandi mælabúnaði var komið fyrir í neðra burðarlagi IS01.

Drýstidósir til spennumælinga:

Fimm dósir, allar á miðlínu. Tvær (merktar SPC22 og SPC56) eru 10 cm undir lagskilum efra og neðra burðarlags, en þrjár (merktar SPC50, SPC57 og SPC58) eru á lagskilunum sjálfum. Sjá nánari staðsetningu á Mynd 3-10 á bls. 31.

“Terrasdeform” til mælinga á sigi:

Eitt stykki (merkt LVDT15B), 18 cm vinstra megin við miðlínu, miðað við að horft sé frá punkti 0,00 á Mynd 3-10 á bls. 31, í yfirborði neðra burðarlagsins.

3.1.3 Efra burðarlag óbundinn hluti

Óbundni (neðri) hluti efra burðarlagsins var lagður í vikunni 13-17. desember 1999.

3.1.3.1 Þjöppun óbundna hluta efra burðarlags

Efnið var lagt út í einu lagi og þjappað með 450 kg víbróplötu.

Eftir þjöppun voru gerðar ísótópamæingar, falllódsmælingar og plötuprófsmælingar á yfirborðinu.

3.1.3.1.1 Niðurstöður plötuprófa

Plötupróf var gert á 6 punktum. Staðsetning þeirra og niðurstöður plötuprófa koma fram í töflu: “Tafla 3-4”. Þvermál plötu var 30 cm og hámarksálag 0,5 Mpa.

Tafla 3-4 Niðurstöður plötuprófa á óbundna hluta efra burðarlags IS01**HVS - ISLAND 1**

Bárlager

Statísk plattbelastning

17.12.1999

Punktur nr	Läge		E_{v1} MPa	E_{v2} MPa	E_{v2}/E_{v1}
	Längs, m	Tvärs, m			
1	4,3	3,0	111,15	205,35	1,85
2	2,8	3,3	99,43	208,83	2,10
3	1,0	3,1	129,46	282,46	2,18
4	0,0	2,1	115,12	232,16	2,02
5	2,9	2,1	95,21	221,71	2,33
6	4,9	2,1	108,71	240,26	2,21
Medel:			109,85	231,80	2,11
Max:			129,46	282,46	2,33
Min:			95,21	205,35	1,85

3.1.3.1.2 Niðurstöður ísótópamælinga

Niðurstöður ísótópamælinga eru sýndar í töflu: “Tafla 3-5”. Þar sem reynsla sýnir að ísótópamælir mælir of hátt rakainnihald var þurra rúmþyngdin umreiknuð í samræmi við niðurstöður rakamælinga. Tekin voru 3 rakasýni af óbundna hluta efra burðarlagsins og einnig miðað við raka sem mældur var í tengslum við mælingu á kornastærðardreifingu, samtals sex mælingar (5,03%; 4,46%; 6,30%; 5,52%; 5,57%; 5,17% = meðaltal 5,3%). Þjöppunargráðan er miðuð við þurra rúmþyngd sem fékkst með modified proctor prófi (2,277 t/m³, við 6,5% raka). Samkvæmt modified proctorprófi sem gert var á Íslandi fékkst þurr rúmþyngd 2,180 t/m³ við 9,6% raka. Þjöppunargráðan mælist því um og yfir 100% í öllum tilvikum, ef miðað er við það.

Tafla 3-5 Niðurstöður ísótópamælinga á óbundna hluta efra burðarlags IS01**HVS - ISLAND 1**

Bárlager

Ísótóp mæting

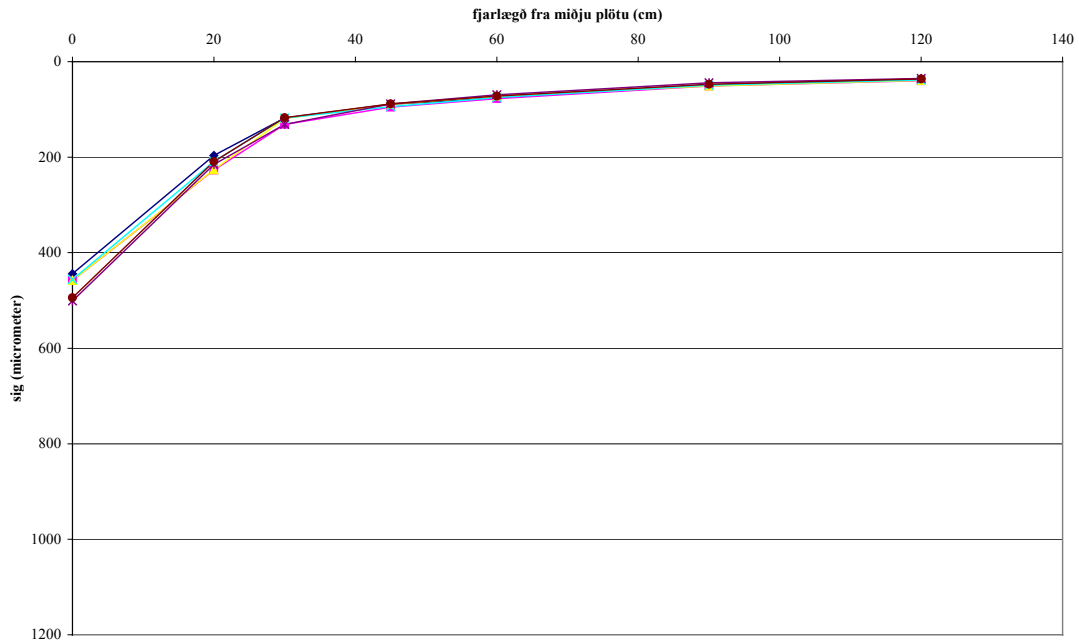
17.12.1999

Punktur nr	Längs, m	Tvärs, m	Torrþéttleiki	Pac knings - grad
			om r m w för torkpróver (w = 5,3%)	
1	0,30	1,60	2,245	98,6%
2	2,00	1,60	2,200	96,6%
3	3,60	1,60	2,147	94,3%
4	6,00	1,60	2,157	94,7%
5	5,20	3,40	2,180	95,7%
6	3,50	3,40	2,164	95,1%
7	1,90	3,40	2,201	96,6%
8	0,90	3,40	2,189	96,1%
9	0,00	2,50	2,212	97,1%
10	1,50	2,50	2,202	96,7%
11	3,50	2,50	2,216	97,3%
12	6,00	2,50	2,203	96,8%
Medel:			2,193	96,3%
Max:			2,245	98,6%
Min:			2,147	94,3%

3.1.3.1.3 Niðurstöður falllóðsmælinga

Falllóðsmælingar¹² voru einungis gerðar með 30 kN álagi. Miðað var við svokallaða “5% reglu”, þ.e. ef munur á sigi undir miðri plötu milli næstsíðasta og síðasta höggs er minni en 5%, er mælingu hætt á þeim punkti, þó eru ekki slegin fleiri en 5 högg.

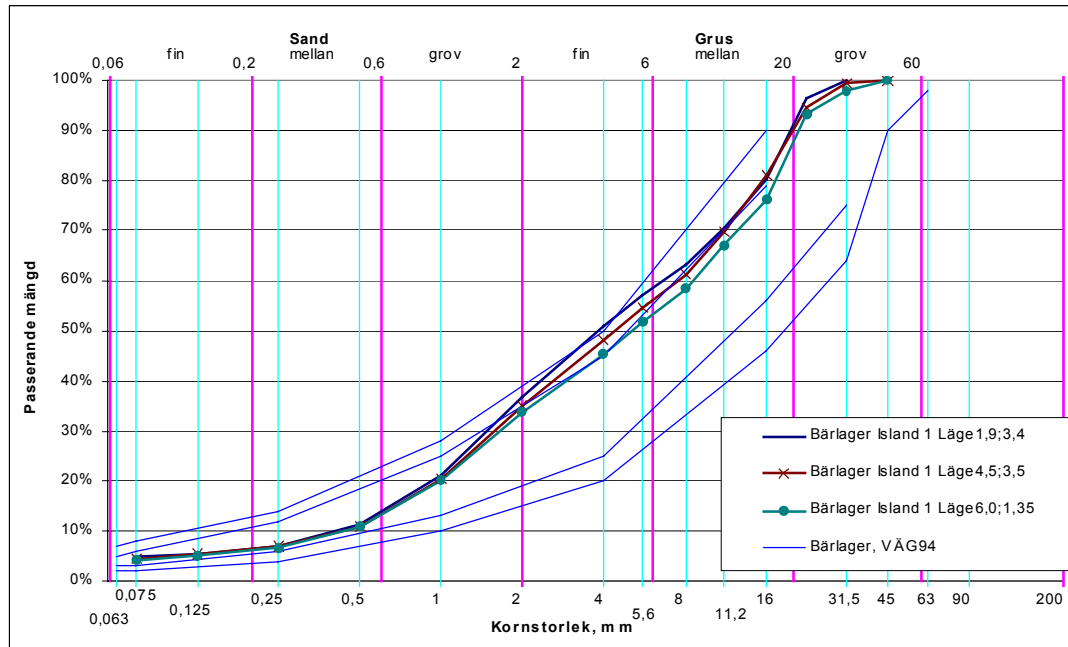
Alls voru gerðar mælingar á 14 punktum, 7 punktum hvoru megin, á línunum 0,5 m frá miðlínu. Á Mynd 3-3 eru sigskálar allra mælinganna 14 dregnar upp. Lofthiti við mælingar var 5 til 6°C og hitastig yfirborðs það sama.



Mynd 3-3 Niðurstöður falllööðsmælinga á óbundu burðarlagi IS01 (30 kN álag), sigskálar

3.1.3.2 Prófanir á sýnum úr óbundnum hluta efra burðarlags

Tekin voru sýni af efnunum úr óbundna hluta efra burðarlagsins, eftir að það var lagt út og kornastærðardreifing þeirra mæld. Niðurstöður eru sýndar á mynd: “Mynd 3-4”.



Mynd 3-4 Kornastærðardreifing efnis í óbundna hluta efra burðarlags IS01, sýni tekin við byggingu og mælt á VTI

3.1.3.3 Mælibúnaður í óbundna hluta efra burðarlags

Eftirfarandi mælibúnaði var komið fyrir í óbundna hluta efra burðarlagsins.

Drýstidósir til spennumælinga:

Fjögur stykki, allar í miðlínu. Ein dós (merkt SPC61) í miðju laginu eða 5 cm undir lagskilum óbundna og bundna hluta efra burðarlagsins, en þrjár (merktar SPC59, SPC60 og SPC62) í lagskilunum sjálfum. Nánari staðsetning kemur fram á Mynd 3-10 á bls 31.

“EMU-coils” til streitumælinga:

Eitt stykki (merkt EMU3) á miðlínu, mælir streitu í öllu laginu (á 10 cm þykkt). Nánari staðsetning kemur fram á Mynd 3-10 á bls 31.

“Terrasdeform” til mælinga á sigi:

Eitt stykki (merkt LVDT15A), á miðlínu við lagskil bundna og óbundna hluta efra burðarlagsins. Nánari staðsetning kemur fram á Mynd 3-10 á bls. 31.

3.1.4 Efra burðarlag bikbundni hlutinn.

Bikbundna lagið var lagt þann 21. desember 1999 af sænska verktakafyrirtækinu SKANSKA. Það var lagt í tveimur hlutum, efri hlutinn heldur þynnri. Ástæða þess var að massinn var of mjúkur til að leggja hann í einu lagi.

3.1.4.1 Þjöppun bikbundna hluta efra burðarlagsins

Fyrri lagið var þjappað með 10 tonna tveggja valsa valta af gerðinni Hamm HW 90/10, án titrunar. Ákveðið var að nota ekki titrun, þar sem það var talið geta eyðilagt streitunemana sem settir eru undir bikbundna lagið. Seinna lagið var valtað með léttari valta, einnig án titrunar. Eftir þetta var skálanum lokað og hann hitaður upp yfir hátíðarnar. Komst hitinn í 28°C. Viku eftir lögn, þann 28. desember 1999, var valtað aftur yfir með 10 tonna valtanum. Það var gert að tilhlutan verktakans (SKANSKA), til að líkja eftir eftirþjöppun vegna umferðar. Eftir þjöppunina voru gerðar ísótópamælingar á bikbundna laginu og auk þess falllóðsmælingar.

3.1.4.1.1 Niðurstöður ísótópamælinga

Ísótópamælingarnar voru gerðar annars vegar áður en bikbundna lagið var þjappað aftur (mælingar 27. desember 1999) og hins vegar eftir það (mælingar 30. Desember 1999), til að fá mat á hvort viðbótarþjöppunin hafi gefið eitthvað af sér. Niðurstöður mælinganna eru sýndar í töflu: “Tafla 3-6”.

Tafla 3-6 Niðurstöður ísótópamælinga á bikbundna hluta efra burðarlags IS01**HVS - ISLAND 1**

Bundet bárlager

Isotopmæting

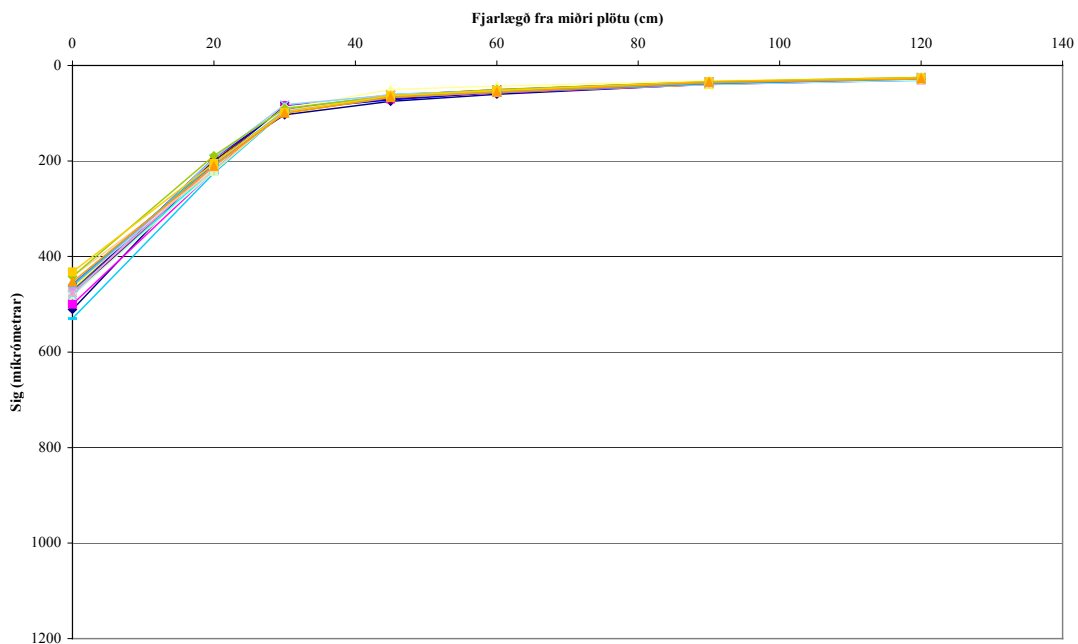
Punktur nr	Läge		27.12.1999	30.12.1999	Relativt föresta mætingin.
	Längs, m	Tværs, m	Vátdensitet, kg/dm ³	Vátdensitet, kg/dm ³	
1	0,00	2,50	2,404	2,504	104,2%
2	1,00	1,60	2,359	2,429	103,0%
3	1,50	2,10	2,394	2,512	104,9%
4	1,50	2,90	2,381	2,561	107,6%
5	2,00	3,40	2,292	2,481	108,2%
6	3,00	2,10	2,417	2,482	102,7%
7	3,00	2,90	2,360	2,490	105,5%
8	4,00	1,60	2,385	2,409	101,0%
9	4,50	2,10	2,448	2,501	102,2%
10	4,50	2,90	2,413	2,487	103,1%
11	5,00	3,40	2,365	2,482	104,9%
12	6,00	2,50	2,409	2,531	105,1%
Meðel:			2,386	2,489	104,4%
Stdav:			0,039	0,040	2,1%
Max:			2,448	2,561	108,2%
Min:			2,292	2,409	101,0%

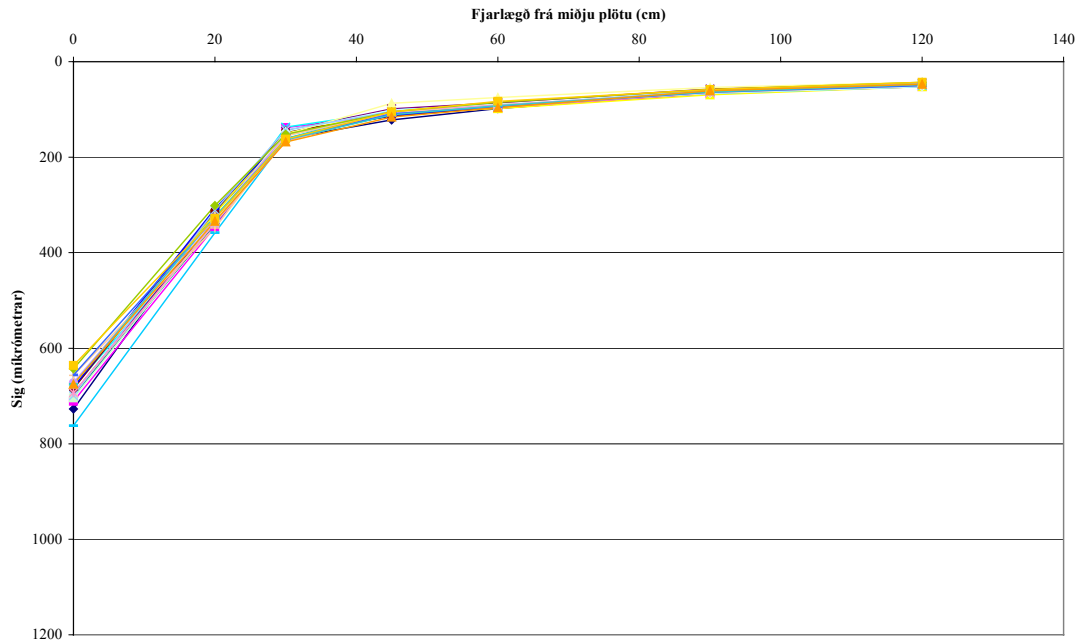
3.1.4.1.2 Niðurstöður falllódsmælinga

Falllódsmælingar voru gerðar með 30 og 50 kN álagi, en 65 kN álagi var sleppt, vegna þess hver yfirborðið var mjúkt Miðað var við svokallaða “5% reglu”, þ.e. ef munur á sigi undir miðri plötu milli næstsíðasta og síðasta höggs er minni en 5%, er mælingu hætt á þeim punkti, þó eru aldrei slegin fleiri en 5 högg.

Alls voru gerðar falllódsmælingar á 21 punkti. 7 á miðlínu og 7 hvoru megin, 0,5 m frá miðlínu. Lofthiti við mælingarnar var 6 til 7°C en hitastig yfirborðsins var um 10°C.

Niðurstöður mælinga fyrir 30 kN álag eru sýndar á Mynd 3-5 og niðurstöður fyrir 50 kN álag eru sýndar á Mynd 3-6.

**Mynd 3-5** Niðurstöður falllódsmælinga á bikbundnu burðarlagi IS01, sigskálar (30 kN álag)



Mynd 3-6 Niðurstöður falllööðsmælinga á bikbundnu burðarlagi IS01, sigskálar (50 kN álag)

3.1.4.2 Prófanir á sýnum úr bikbundna laginu

Eins og fram kemur hér á eftir reyndist bikbundna lagið ekki vera gert í samræmi við það sem var fyrirskrifað, bæði hvað varðar bikmagn og bikgerðin var að auki röng. Fyrir vikið varð bikbundna lagið allt of mjúkt og ekki líklegt til stórræða þegar álag kom á það, eins og síðar kom fram. Því var strax ákveðið að byggja þriðja kaflann, með þeirri bikgerð og því bikmagni sem við höfðum fyrirskrifað, en halda áfram með þennan eins og tilefni gæfi til, m.a. meðan kafla IS02 var byggður.

3.1.4.2.1 Kornastærðardreifing og bindiefnisinnihald

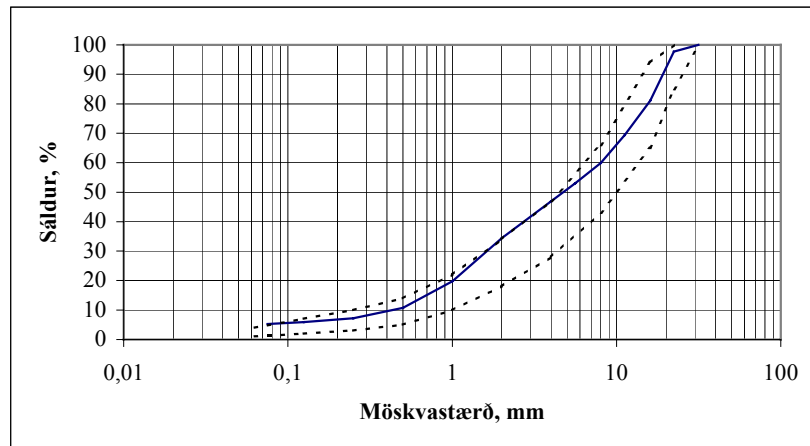
Tekni voru þrjú sýni af bikbundna laginu. Sýnunum var svo blandað saman í eitt og úr því tekin tvö “paralell” sýni til mælinga á bikinnihaldi ásamt kornastærðardreifingu. Mælingarnar eru gerðar samkvæmt aðferðum FAS 404-99 og 221-99. Niðurstöður eru sýndar á Mynd 3-7. Bikinnihald mældist 4,6% og raki 0,3%. Stefnt var að 4,0% bikinnihaldi. Var það gert að undangenginni tilraun á Íslandi og samkvæmt ráðleggingum Svía. Tilraunirnar á Íslandi voru fólgnar í að notuð var límingarbikþeyta (BP 55 Chem.), sem fékkst hjá Hlaðbæ-Colas við blöndun kjarna (3,5%; 3,9%; 4,2% restbik), og síðan voru gerð á þeim kleyfnipolspróf. Kleyfnipolið mældist 180 til 190 kPa, sem er langt ofan við kröfur í ALVERK (100 kPa). Kleyfnipolið var ekki háð bikinnihaldinu og því var stefnt á 4,0% restbik, m.a. miðað við fyrri tilraunir (tilraunir með bikfestun burðarlaga árið 1993 á Íslandi).

Bikbundið burðarlag IS01
0-25 mm efni

Kornastærðardreifing

Mæling gerð á VTI: ?
Bikinnihald: 4,60%
Raki: 0,30%

ISO-sigti mm	Sáldur byngdar %
0,075	5,2
0,125	5,9
0,25	7,2
0,5	10,7
1	19,8
2	34,4
4	46,9
5,6	53,0
8	59,9
11,2	69,4
16	81,0
22,4	97,7
31,5	100,0



Mynd 3-7 Kornastærðardreifing og bikinnihald sýna af bikbundna hluta efra burðarlags IS01, sýni tekin við byggingu og mæld á VTI

3.1.4.2.2 Prófanir á bindiefninu

Tekið var sýni af bindiefninu sem notað var og það prófað og mælt á VTI. Niðurstöður prófanna koma fram í töflu: “Tafla 3-7”. Nánari eftirgrennslan á VTI leiddi í ljós að í stað þess að notuð væri bikþeyta af gerðinni BE 65M B180 samkvæmt skilgreiningum VÄG 94, hafði verið notuð bikþeyta af gerðinni BE 60M/2000. Viðmiðunargildin í töflu “Tafla 3-7” eru því miðuð við það. Þessi gerð bikþeytu á að hafa “restbik”, sem er mjúkbik, með seigju á bilinu 1500-3000 mm²/s við 60°C, en það er mun mikið mýkra en restbik af gerðinni B-180 eins og við fyrirskrifuðum (segja slíks biks við 60°C er u.þ.b. 100.000 mm²/sek).

Tafla 3-7 Niðurstöður prófana á bindiefni úr bikbundna hluta efra burðarlags IS01, mælt á VTI

Proving	Metod	Resultat	Specifikationer för BE 60M/ 2000 enl VÄG 94
Áterstod efter destillation till 260°C Oljedestillat	vikt-%	ASTM D244	68,8
	vol-%		2,2
Silrest vid 50°C	vikt-%	FAS Metod 341	0,0
Återstodens egenskaper efter destillation till 260°C			
Kinematisk viskositet vid 60°C	mm ² /s	FAS Metod 339	1481
			1500-3000

3.1.4.3 Mælibúnaður í bikbundna laginu

Eftirfarandi mælibúnaði var komið fyrir í bikbundna hluta efra burðarlagsins.

Streitunemar til mælinga á togstreitum í neðri brún bikbundna lagsins.

Tíu stykki, fimm til mælinga á togstreitum þvert á stefnu hjólsins (merktir ASG55, ASG57, ASG59, ASG61, ASG63) og fimm til mælinga á togstreitum í akstursstefnu hjólsins (merktir ASG56, ASG58, ASG60, ASG62 og ASG64). Nánari staðsetning er sýnd á Mynd 3-10 á bls. 31.

Hitamælar:

Fjórir hitamælar voru í upphafi settir niður, tveir niður við botn bikbundna lagsins og tveir við topp þess. Þessir mælar voru í miðju hjólfari og skemmdust strax. Því var tveimur til viðbótar komið fyrir, c.a. 5 cm frá yfirborðinu, utan við hjólfarið við sitt hvorn enda þess.

3.1.5 Klæðing

Klæðing var lögð á kaflann þann 13. janúar 2000 af sænska verktakafyrirtækinu SKANSKA. Þjappað var með gúmmihjólavolta af gerðinni Hamm DV 6K, 7,8 tonn. Í forskriftum okkar höfðum við beðið um að bindiefnið væri þunnbik, með bik B-180 sem grunnbik, þynnt með 8% af white spirit. Þegar til kom voru menn með þunnbik með 12% white spirit og bindiefnið uppfyllti kröfur um BL 4500 samkvæmt Väg 94, sem samsvarar ÞUB 4500 H í Alverk.

Breytt var út frá fyrri forskriftum okkar um bikmagn, í fyrsta lagi vegna þess hve undirlagið var bikríkt og í öðru lagi vegna þess að blanda þurfti íslenska steinefnið með sænsku steinefni, þar sem ekki var flutt nægilegt magn frá Íslandi til að nota í klæðinguna. Ákveðið var að nota 1,6 kg/m² í neðra lag og 1,4 kg/m² í efra lagið.

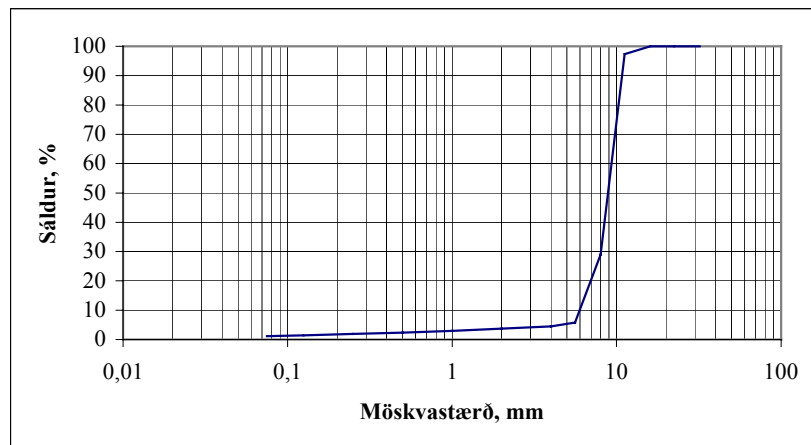
Notað bikmagn var mælt með því að setja plötur undir dreifarann. Í fyrra lag var magnið (meðaltal fjögurra platna), 1,62 kg/m² og í það seinna 1,28 kg/m². Útprentun úr dreifibíl, gaf 1,69 l/m² í fyrra lag og 1,39 l/m² í seinna lag.

Kornastærðardreifing efnis í klæðingu er sýnd á myndum: “Mynd 3-8” og “Mynd 3-9.

Mælt á VTI: 14.3.2000

Klæðingarefni 8-11 mm**Kornastærðardreifing**

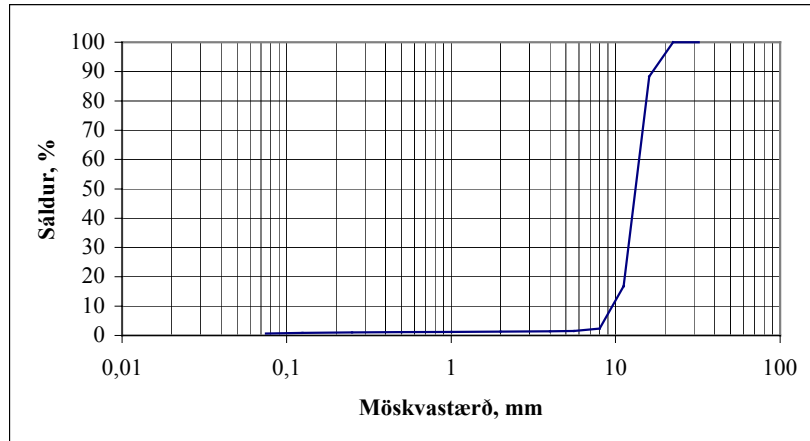
Sigti mm	Sáldur þyngdar %
0,075	1,1
0,125	1,4
0,25	1,9
0,5	2,3
1	2,9
2	3,7
4	4,5
5,6	5,8
8	29,0
11,2	97,4
16	100,0
22,4	100,0
32	100,0



Mynd 3-8 Kornastærðardreifing 8-11 mm klæðingarefnis IS01, mælt á VTI

Klæðingarefni 11-16 mm**Kornastærðardreifing**

Sigti mm	Sáldur byngdar %
0,075	0,7
0,125	0,8
0,25	1,0
0,5	1,2
1	1,3
2	1,3
4	1,4
5,6	1,5
8	2,3
11,2	16,9
16	88,3
22,4	100,0
32	100,0



Mynd 3-9 Kornastærðardreifing 11-16 mm klæðingarefnis IS01, mælt á VTI

3.1.6 Almennt um mælibúnað í IS01

Á Mynd 3-10 er langsnið í tilraunakafla IS01, sem sýnir staðsetningu mismunandi mæla sem komið var fyrir í uppbyggingunni.

Auk þeirra mæla sem gerð hefur verið grein fyrir í köflunum hér að framan, eru tveir mælar í viðbót til mælinga á sigi yfirborðs undan álagi, merktir LVDT13 og LVDT14.

Annar mælibúnaður, sem ekki kemur fram á Mynd 3-10, var þrjú rör til rakamælinga (“neutrosond”), sem sett voru 75 cm og 150 cm frá miðlínu öðru megin og 75 cm frá miðlínu hinum megin. Þá eru þrjú rör sett 225 cm frá miðlínu öðrum megin, með tveggja metra millibili, til að mæla vatnsstöðu þegar fyllt er á gryfjuna.

Í töflu: “Tafla 3-8”, eru nánari staðsetningar mismunandi mæla teknar saman. Staðsetning í “Z” stefnu er raunveruleg dýpt frá yfirborði, fengið með viðmiðun við fastan punkt.

Tafla 3-8 Staðsetning mismunandi mæli í uppbyggingu IS01**Streitunemar í neðri brún bikbundna lagsins. Dynatest PAST II-AC**

Sensor ID	Position (m)			Mätirktn.	Lager nr	Info
	X	Y	Z			
ASG00055	-0,50	0,00	0,105	Y	2	Underkant bit.stab lager
ASG00056	-1,00	0,00	0,105	X	2	Underkant bit.stab lager
ASG00057	-1,50	0,00	0,105	Y	2	Underkant bit.stab lager
ASG00058	-1,80	0,00	0,105	X	2	Underkant bit.stab lager
ASG00059	-2,50	0,00	0,105	Y	2	Underkant bit.stab lager
ASG00060	-3,00	0,00	0,105	X	2	Underkant bit.stab lager
ASG00061	-3,50	0,00	0,105	Y	2	Underkant bit.stab lager
ASG00062	-4,20	0,00	0,105	X	2	Underkant bit.stab lager
ASG00063	-4,50	0,00	0,105	Y	2	Underkant bit.stab lager
ASG00064	-5,00	0,00	0,105	X	2	Underkant bit.stab lager

Þrýstinemar (þrýstidósir). Frá Háskólanum í Nottingham, Englandi

Sensor ID	Position (m)			Mätirktn.	Lager nr	Info
	X	Y	Z			
SPC00016	-0,50	0,0	0,521	Z	5	I undergrunden
SPC00017	-0,75	0,0	0,421	Z	5	I undergrunden
SPC00018	-2,50	0,0	0,521	Z	5	I undergrunden
SPC00019	-2,75	0,0	0,421	Z	5	I undergrunden
SPC00021	-5,00	0,0	0,421	Z	5	I undergrunden
SPC00022	-0,50	0,0	0,313	Z	4	I förstärkningslager
SPC00050	-0,75	0,0	0,224	Z	4	I förstärkningslager
SPC00056	-2,50	0,0	0,313	Z	4	I förstärkningslager
SPC00057	-2,75	0,0	0,209	Z	4	I förstärkningslager
SPC00058	-5,00	0,0	0,217	Z	4	I förstärkningslager
SPC00059	-0,75	0,0	0,107	Z	3	I bärлагret
SPC00060	-2,75	0,0	0,106	Z	3	I bärлагret
SPC00061	-5,25	0,0	0,155	Z	3	I bärлагret
SPC00062	-5,50	0,0	0,108	Z	3	I bärлагret

Streitunemar, EMU-coils. Bún. til að safna gögn. frá Nottingham, spólur mism.

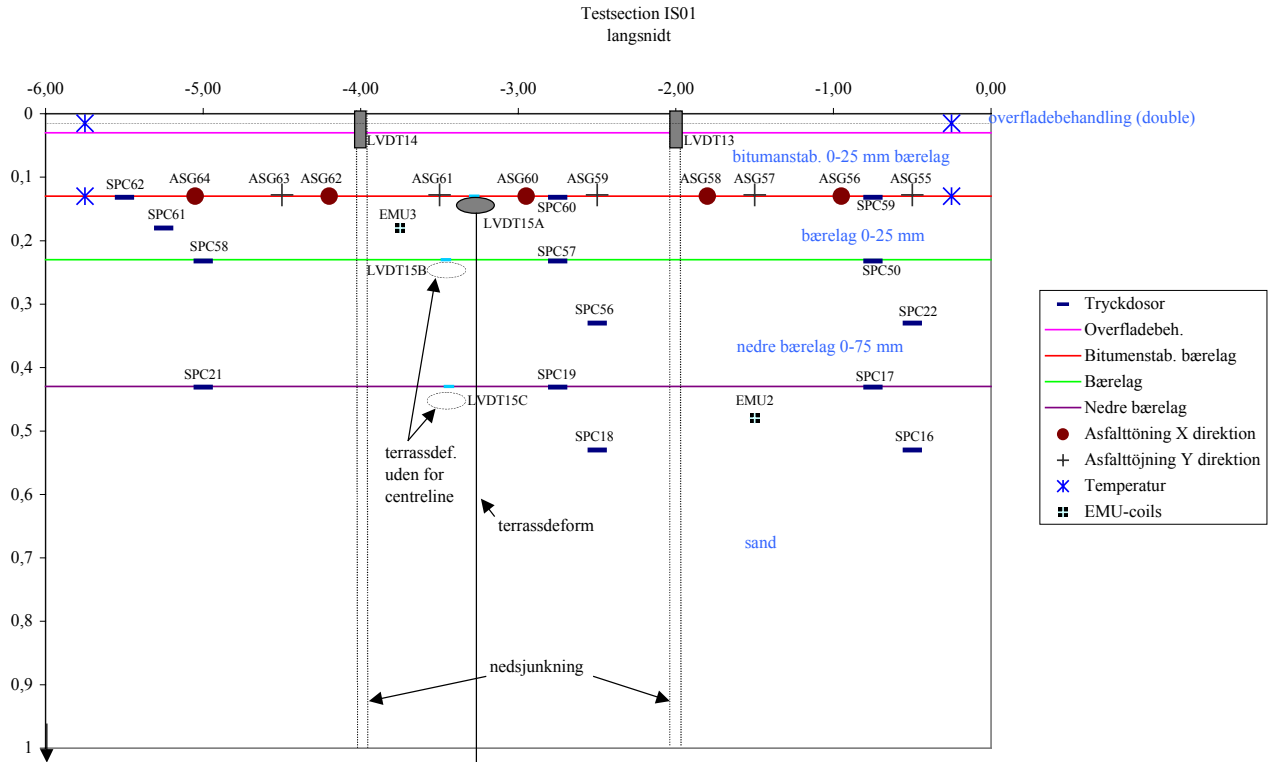
Sensor ID	Position (m)			Mätirktn.	Lager nr	Info
	X	Y	Z			
EMU00002	-1,50	0,0	0,527	Z	5	Överkant terrass
	-1,50	0,0	0,427	Z	5	Överkant terrass
EMU00003	-3,75	0,0	0,215	Z	3	Bärlager
	-3,75	0,0	0,105	Z	3	Bärlager

Sigmælur, LVDT. Heföbundin gerð.

Sensor ID	Position (m)			Mätirktn.	Lager nr	Info
	X	Y	Z			
LVDT0013	-2,00	0,00	0,000	Z	1	Ytdeflektion
LVDT0014	-4,00	0,00	0,000	Z	1	Ytdeflektion
LVDT015A	-3,28	0,00	0,105	Z	3	Bärlagerdeflektion
LVDT015B	-3,46	-0,18	0,213	Z	4	Förstärkn.lagerdefl.
LVDT015C	-3,44	0,13	0,421	Z	5	Terrassdeflektion

Hitanemar. Pentronic Pt-100

Sensor ID	Position (m)			Lager nr	Info
	X	Y	Z		
TEMP0038	0,50	-0,7	0,05	2	Otrafikerad yta
TEMP0043	6,50	-0,7	0,05	2	Otrafikerad yta



Mynd 3-10 Staðsetning mælíbúnaðar í uppbyggingu IS01

3.1.7 Raunverulegar þykktir laga í IS01

Þegar búið var að leggja hvert lag fyrir sig í IS01 var staða yfirborðs þeirra miðað við fastan punkt mæld. Mældir eru fimmtán punktar með 0,5 m millibili, eftir fimm línur, á miðju og $\pm 0,5$ og $\pm 1,0$ m frá miðlínu. Niðurstöður fyrir yfirborð einstakra laga eru sýndar á Mynd 3-11.

Út frá þessum mælingum er einnig hægt að reikna raunverulega þykkt hvers lags. Í töflu: “Tafla 3-9” eru sýndar niðurstöður að meðaltali fyrir hvert lag, borið saman við þykktir sem stefnt var að.

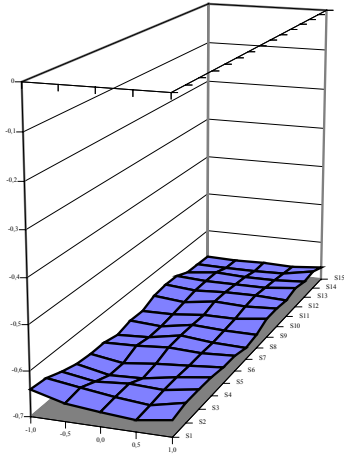
Tafla 3-9 Raunþykktir mismunandi laga í uppbyggingu IS01

Provgrov 1, IS01

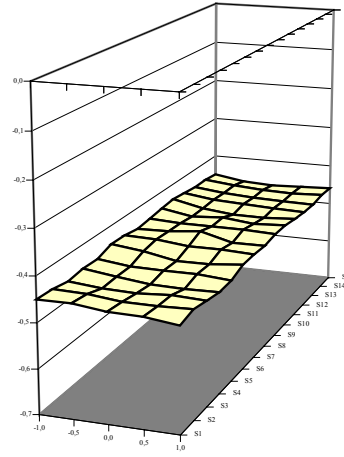
Niváer relativt fixdubb (m).

Lager	Nom. tjocklek mm	Nivá på ö.y. lager	Verklig tjocklek mm
Sand		0,665	
Förstärkn.	200	0,457	208
Bärlager	100	0,349	108
Bundet bä	100	0,259	90
Beläggning	30	0,244	15

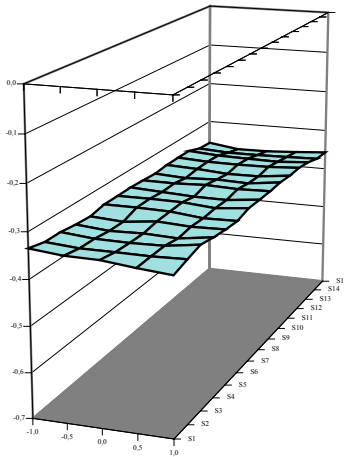
yfirborð undirlags



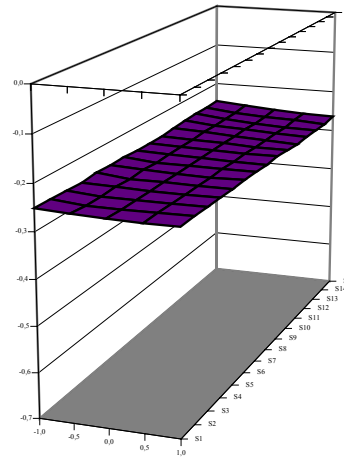
yfirborð neðra buðralags



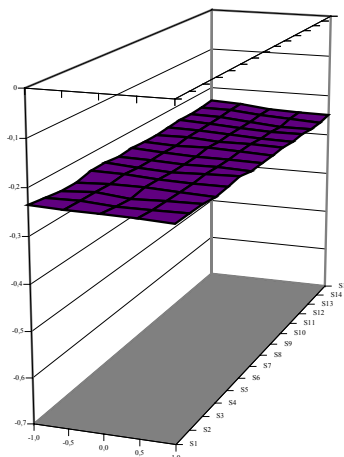
yfirborð ób. hluta e. burðarl.



yforborð bikb. hl. e. burðarl.



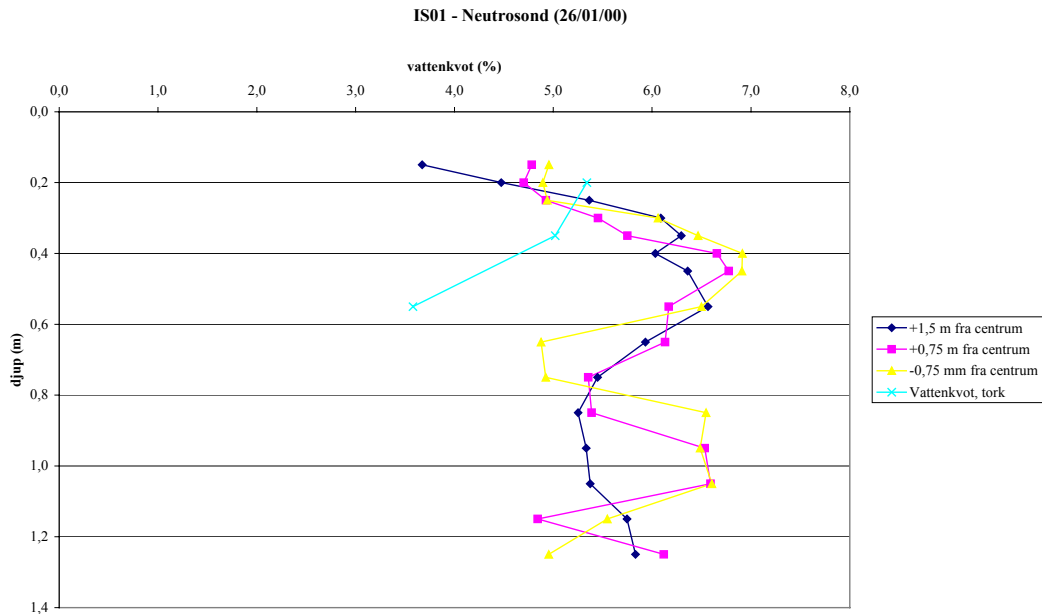
yfirborð klæðingar



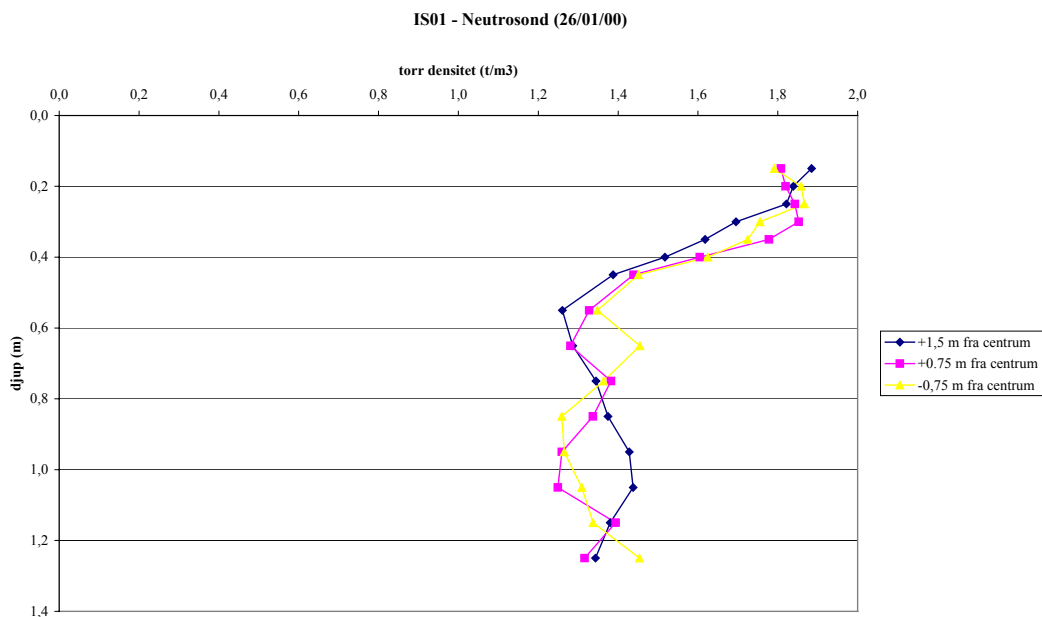
Mynd 3-11 Yfirborð mismunandi laga IS01, miðað við fastan punkt

3.1.8 “Neutrosndmælingar”

Þann 26. janúar 2000 (áður en HVS-keyrslur hófust) voru gerðar svokallaðar “neutrosndmælingar”¹³, þ.e. mælingar á rakainnihaldi og rúmþyngd á mismunandi dýptum í uppbyggingunni. Mælingarnar voru gerðar í rörum, sem komið var fyrir í uppbyggingunni, sjá kafla 3.1.6. Niðurstöður mælinganna eru sýndar á Mynd 3-12 og Mynd 3-13.



Mynd 3-12 Rakainnihald í mismunandi dýptum IS01 mælt með “neutrosnd”, einnig er sýnt rakainnihald mælt á sýnum sem tekin voru við byggingu kaflans og þurrkuð í ofni.



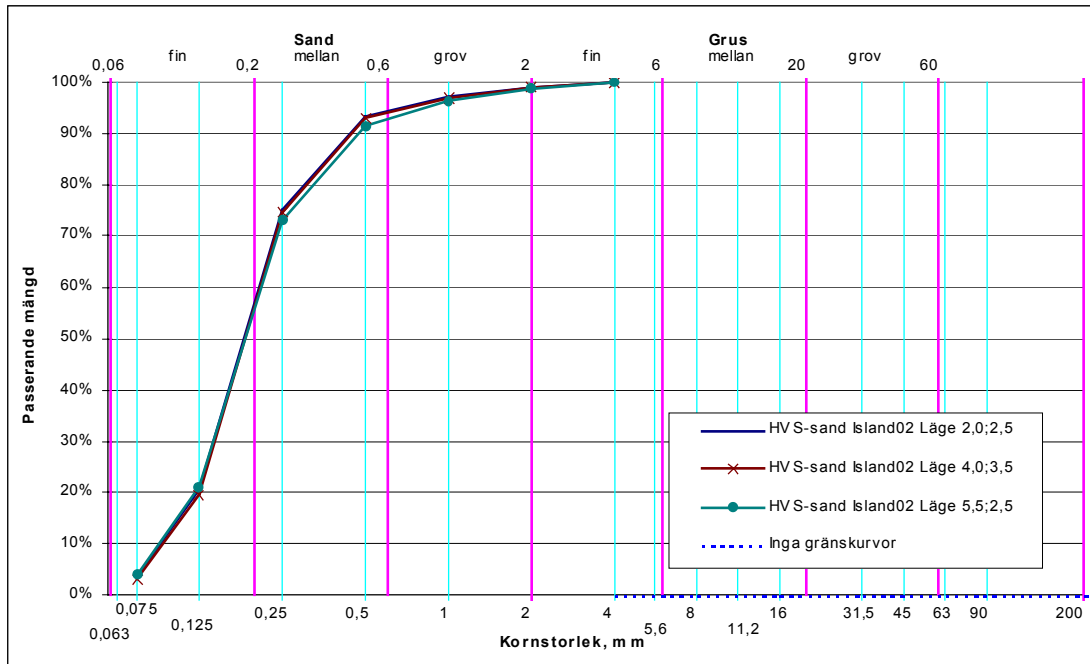
Mynd 3-13 Þurr rúmþyngd í mismunandi dýptum IS01, mælt með “neutrosnd”

3.2 Bygging tilraunakafla IS02

Þann 4. febrúar 2000, var lokið við að rífa tilraunakafla Svía (SE04). Byrjað var á uppbyggingu IS02 þann 7. febrúar 2000, með því að vinna í undirbyggingunni.

3.2.1 Undirbygging

Byrjað var á því að losa upp efsta lagið í miðju kafans til að losa upp aukþjöppun sem verður vegna prófunar á kaflanum sem var í gryfjunni. Tekin voru sýni af sandinum og mæld kornastærðardreifing. Niðurstöður eru sýndar á Mynd 3-14.



Mynd 3-14 Kornastærðardreifing sands í undirbyggingu IS02, mælt á VTI

3.2.1.1 Þjöppun undirbyggingar

Sandurinn var þjappaður með 450 kg víbróplötu. Eftir þjöppun var gert plötupróf og ísótópamælingar á yfirborði sandsins.

3.2.1.1.1 Niðurstöður plötuprófa

Plötupróf var gert í 6 punktum. Staðsetning mælipunkta og niðurstöður plötuprófa eru sýndar í töflu: “Tafla 3-10”. Þvermál plötu var 30 cm og hámarksálag 0,5 Mpa.

Tafla 3-10 Niðurstöður plötuprófa á undirbyggingu (sandlag) IS02**HVS - ISLAND 2**

Terrass - SAND

Statísk plattbelastning

00.02.10

Punktur nr	Läge		E _{v1} MPa	E _{v2} MPa	E _{v2} /E _{v1}
	Längs, m	Tværs, m			
1	5,2	1,8	15,21	64,84	4,26
2	5,2	3,0	23,40	75,92	3,24
3	3,8	2,0	21,82	77,32	3,54
4	2,2	2,9	15,93	69,67	4,37
5	1,0	3,1	29,82	83,03	2,78
6	0,8	2,0	17,38	72,32	4,16
Medel:			20,59	73,85	3,73
Stdav:			5,58	6,35	0,64
Max:			29,82	83,03	4,37
Min:			15,21	64,84	2,78

3.2.1.1.2 Niðurstöður ísótópamælinga

Ísótópamælingar voru gerðar í 12 punktum. Staðsetning punktanna og niðurstöður mælinganna eru sýndar í töflu: “Tafla 3-11”. Þar sem reynslan sýnir að ísótópamælir gefur of hátt rakinnihald, voru tekin rakasýni á 6 stöðum í sandinum og þurra rúmþyngdin umreiknuð í samræmi við niðurstöður þeirra mælinga (3,40%; 3,04%; 2,80%; 3,89%; 2,45%; 3,17% = meðaltal 3,1%). Þjöppunargráðan fæst með samanburði við þurra rúmþyngd, sem fékkst með modified proctor prófi (1,718 t/m³, miðað við 14,4% raka). Sandurinn hefur verið mun þurrari við þessa þjöppun.

Tafla 3-11 Niðurstöður ísótópamælinga á undirbyggingu (sandlagi) IS02**HVS - ISLAND 2**

Terrass - SAND

Ísótóp mæting

10.2.2000

Punktur nr	Längs, m	Tværs, m	Torrþéttleiki	Þéttleiki
			om rúm w fyrir torkprover (w=3,1%)	
1	0,50	1,50	1,666	97,0%
2	0,50	2,50	1,665	96,9%
3	0,50	3,50	1,650	96,1%
4	2,00	1,50	1,650	96,1%
5	1,50	2,50	1,662	96,7%
6	2,00	3,50	1,665	96,9%
7	4,00	1,50	1,630	94,9%
8	4,50	2,50	1,669	97,1%
9	4,00	3,50	1,636	95,2%
10	5,50	1,50	1,625	94,6%
11	5,50	2,50	1,659	96,6%
12	5,50	3,50	1,631	94,9%
Medel:			1,651	96,1%
Stdav:			0,016	0,9%
Max:			1,669	97,1%
Min:			1,625	94,6%

3.2.1.2 Mælibúnaður í undirbyggingu

Eftirfarandi mælibúnaði var komið fyrir í undirbyggingunni (sandinum).

Drýstidósir til spennumælinga:

Fimm dósir allar í miðlínu. Tvær (merktar SPC23 og SPC27) eru 10 cm undir lagskilum sands og neðra burðarlags, en þrjár (merktar SPC26, SPC28 og SPC29) í lagskilunum sjálfum. Nánari staðsetning kemur fram á Mynd 3-20 á bls 45.

“EMU-coils” til streitumælinga:

Fjögur stykki allir á miðlínu. Tveir mælur (merktir EMU4 og EMU7) mæla streitu á 10 cm bili 15 til 25 cm undir lagskilum og tveir (merktir EMU5 og EMU8) mæla streitu á efstu 10 cm undir lagskilunum. Nánari staðsetning kemur fram á Mynd 3-20 á bls 45.

“Terrasdeform” til mælinga á sigi:

Eitt stykki (merkt LVDT17C), 22 cm hægra megin við miðlínu, miðað við að horft sé frá punkti 0,00 á Mynd 3-20 á bls. 45, í yfirborði sandlagsins.

3.2.2 Neðra burðarlag

Uppbygging neðra burðarlagsins hófst 11. febrúar 2000. Þegar búið var að byggja kaflann upp var mælibúnaði komið fyrir í honum og var því lokið 16. febrúar 2000.

3.2.2.1 Þjöppun neðra burðarlags

Neðra burðarlagið var þjappað með 450 kg víbróþjöppu.

Eftir þjöppunina var gerð ísótópamæling á yfirborði neðra burðarlagsins.

3.2.2.1.1 Niðurstöður ísótópamælinga

Ísótópamælingar voru gerðar í 12 punktum og koma niðurstöður fram í töflu: “Tafla 3-12”. Þar sem reynsla sýnir að ísótópamælir gefur of hátt rakainnihald, var þurra rúmþyngdin umreiknuð í samræmi við niðurstöður rakamælinga. Tekin voru 6 rakasýni af neðra burðarlaginu (3,65%; 4,26%; 4,01%; 3,85%; 4,08%; 3,38% = meðaltal 3,9%). Þjöppunargráðan er miðuð við þurra rúmþyngd sem fékkst með svokölluðu “Vibroborð” (2,470 t/m³).

Tafla 3-12 Niðurstöður ísótópamælinga á neðra burðarlagi IS02

HVS - ISLAND 2

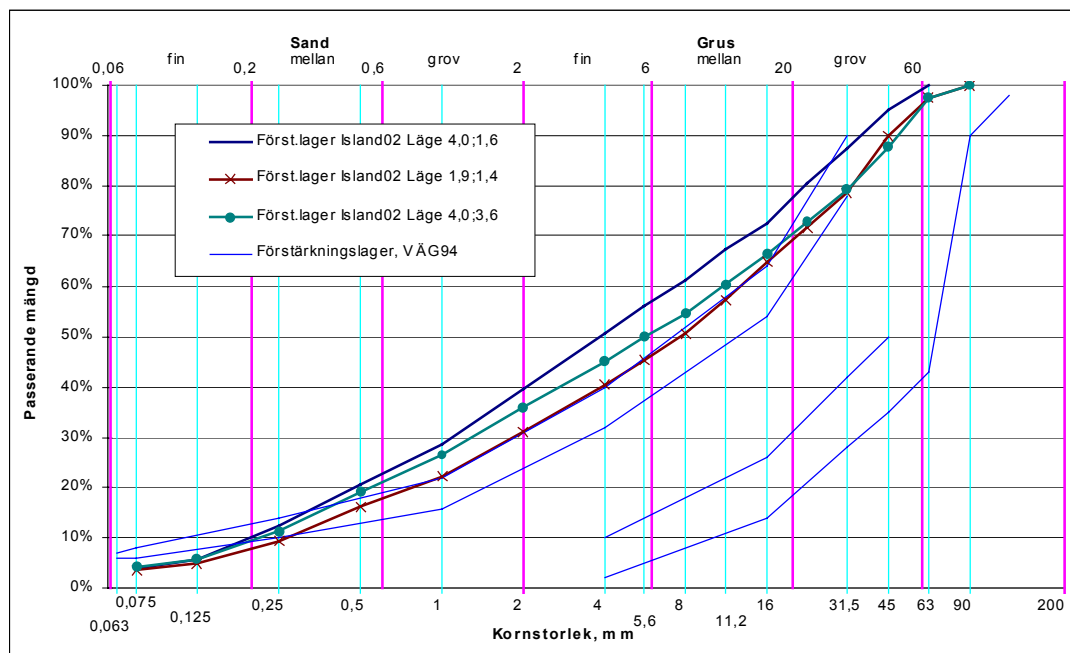
Förstärkningslager

Isotóp mæting 15.2.2000

Punkt nr	Längs, m	Tværs, m	Torrþéttleiki om r m w för torkpróver (w = 3,9%)	Packnings- grad
1	0,50	1,60	2,237	90,6%
2	0,50	2,60	2,234	90,4%
3	0,30	3,50	2,260	91,5%
4	1,90	1,40	2,288	92,7%
5	1,70	2,40	2,316	93,8%
6	2,00	3,40	2,296	93,0%
7	4,00	1,60	2,270	91,9%
8	4,35	2,60	2,343	94,9%
9	4,00	3,60	2,291	92,8%
10	5,40	1,40	2,302	93,2%
11	5,50	2,40	2,259	91,5%
12	5,50	3,40	2,299	93,1%
Meðal:			2,283	92,4%
Std av:			0,032	1,3%
Max:			2,343	94,9%
Min:			2,234	90,4%

3.2.2.2 Prófanir á sýnum úr neðra burðarlagi

Tekin voru þrjú sýni úr neðra burðarlaginu eftir að það var lagt og mæld kornastærðardreifing þeirra. Niðurstöður eru sýndar á Mynd 3-15.



Mynd 3-15 Kornastærðardreifing neðra burðarlags IS02, sýni tekin við byggingu og mæld á VTI

3.2.2.3 Mælibúnaður í neðra burðarlagi

Eftirfarandi mælibúnaði var komið fyrir í neðra burðarlagi IS02.

Drýstidósir til spennumælinga:

Fimm stykki, allar í miðlínu. Tvær dósir (merktar SPC30 og SPCB) eru 10 cm undir lagskilum við efra burðarlag og þrjár (merktar SPCA, SPC63 og SPC64) eru í lagskilunum sjálfum. Nánari staðsetningu má sjá á Mynd 3-20, á bls. 45.

“EMU-coils” til streitumælinga:

Eitt stykki (merkt EMU9) mælir streitu í miðju neðra burðarlaginu, sjá nánari staðsetningu á Mynd 3-20, á bls. 45.

“Terrassdeform” til mælinga á sigi:

Eitt stykki (merkt LVDT17B), 23 cm vinstra megin við miðlínu, miðað við að horft sé frá punkti 0 á mynd Mynd 3-20, á bls. 45, í yfirborði neðra burðarlagsins.

3.2.3 Efra burðarlag

Byrjað var á byggingu efra burðarlags þann 17. Febrúar 2000 og lokið við að setja mælibúnið niður í það þann 22. febrúar 2000. Kaflinn var byggður í tveimur lögum.

3.2.3.1 Þjöppun efra burðarlags

Hvort lag efra burðarlags var þjappað með 450 kg víbróþjöppu.

Gerðar voru plötuprófsmælingar, ísótópamælingar og falllóðsmælingar eftir þjöppun seinna lagsins. Þegar niðurstöður plötuprófa (sjá töflu: “Tafla 3-13”) lágu fyrir, kom í ljós að þær voru lakari en fyrir óbundna hluta efra burðarlags IS01 og á mörkum þess að standast kröfur ALVERKS. Fyrir vikið var kaflinn vökvaður og þjappaður aftur og ísótópamælingar endurtekna. Áður en klæðing var lögð, fór gúmmihjólavalti nokkrar umferðir til að slétta og þetta yfirborðið, sem virtist nokkuð laust í sér. Efnið varð sýnilega þéttara í yfirborðinu eftir þetta, en engar mælingar voru gerðar.

3.2.3.1.1 Niðurstöður plötuprófa

Gerð voru plötupróf á 6 punktum. Prófið var gert eftir venjulega þjöppun. Niðurstöður eru sýndar í töflu: “Tafla 3-13”. Þvermál plötu var 30 cm og hámarksálag 0,5 Mpa.

Tafla 3-13 Niðurstöður plötuprófa á efra burðarlagi IS02**HVS - ISLAND 2**

Bárlager

Statísk plattbelastning**00.02.21**

Punktur nr	Läge		E _{v1} MPa	E _{v2} MPa	E _{v2} /E _{v1}
	Längs, m	Tværs, m			
1	0,4	2,4	79,99	184,63	2,31
2	2,3	2,3	62,05	186,06	3,00
3	5,3	2,1	81,45	197,59	2,43
4	5,4	2,9	72,65	169,21	2,33
5	3,0	3,0	92,69	208,40	2,25
6	0,8	3,0	64,60	180,38	2,79
Medel:			75,57	187,71	2,52
Stdav:			11,48	13,67	0,31
Max:			92,69	208,40	3,00
Min:			62,05	169,21	2,25

3.2.3.1.2 Niðurstöður ísótópamælinga

Ísótópamælingar voru gerðar annars vegar 21. febrúar 2000, eftir venjulega þjöppun og hins vegar 22. febrúar 2000, eftir að efnið hafði verið bleytt og þjappað aftur. Þar sem reynsla sýnir að ísótópamælir gefur of hátt rakainnihald, er þurra rúmþyngdin umreiknuð í samræmi við niðurstöður rakamælinga. Ekki voru tekin rakasýni við fyrri mælinguna, en hins vegar 6 sýni, tengd mælingu á kornastærðardreifingu við seinni mælinguna. Í töflunum hér á eftir er þjöppunargráðan því miðuð við umreikninga með mældu rakastigi fyrir seinni mælinguna sjá töflu “Tafla 3-15”. Fyrir fyrri mælinguna, sjá töflu “Tafla 3-14” er hins vegar notað rakastig, reiknað út frá mældu rakastiginu og hlutfalli mælds rakastigs með ísótópamælinum í fyrra og seinna skiptið. Í báðum tilvikum er þjöppunargráðan miðuð við þurra rúmþyngd sem fékkst með modified proctor prófi á VTI (2,277 t/m³).

Tafla 3-14 Niðurstöður ísótópamælinga á efra burðarlagi IS02 eftir fyrstu þjöppun**HVS - ISLAND 2**

Bárlager

Ísótóp mæting**21.2.2000**

Punktur nr	Längs, m	Tværs, m	Torrðensitet	Packnings- grad
			om r m w för torkprover (w = 4,4%)	
1	0,80	1,80	2,193	96,3%
2	0,80	2,50	2,123	93,2%
3	0,80	3,20	2,165	95,1%
4	2,30	1,70	2,231	98,0%
5	2,30	2,40	2,136	93,8%
6	2,30	3,10	2,239	98,3%
7	4,20	1,90	2,168	95,2%
8	4,20	2,60	2,181	95,8%
9	4,10	3,25	2,203	96,7%
10	5,80	1,80	2,172	95,4%
11	5,80	2,50	2,191	96,2%
12	5,80	3,20	2,169	95,2%
Medel:			2,181	95,8%
Stdav:			0,034	1,5%
Max:			2,239	98,3%
Min:			2,123	93,2%

Tafla 3-15 Niðurstöður ísótópamælinga á efra burðarlagi IS02 eftir aukajöppun**HVS - ISLAND 2**

Bárlager

Ísótóp mæting 22.2.2000

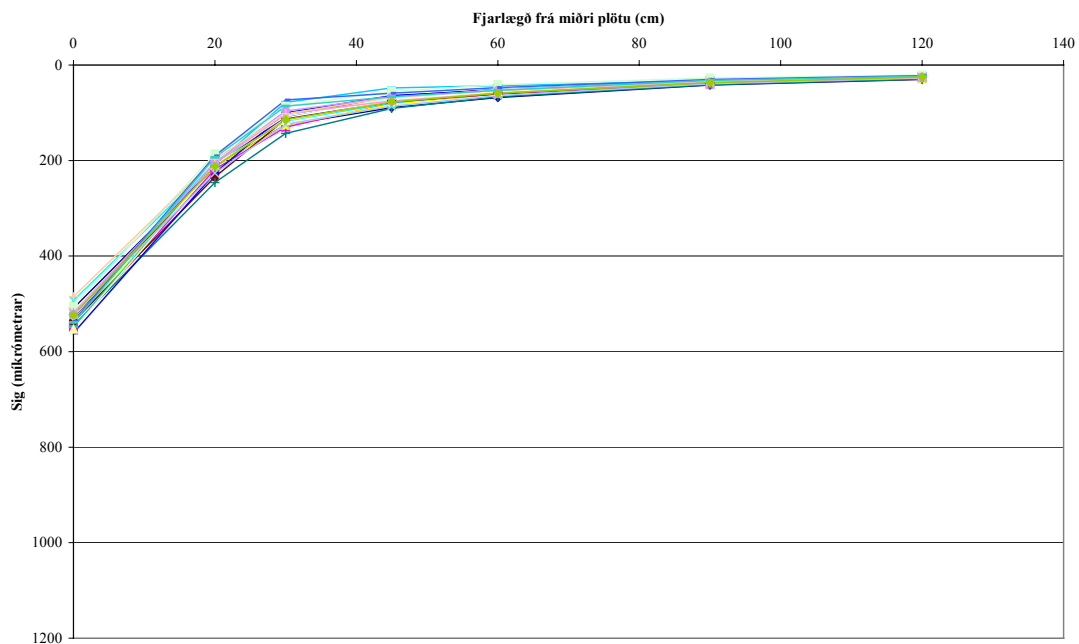
Punktur nr	Längs, m	Tværs, m	Torrþéttleiki om r m w för torkpróver (w = 5,8%)	Packnings- grad
1	5,50	2,00	2,213	97,2%
2	5,50	3,00	2,161	94,9%
3	0,50	3,00	2,181	95,8%
4	0,50	2,00	2,245	98,6%
5	3,50	1,90	2,276	99,9%
6	3,50	3,10	2,214	97,2%
7	1,50	3,30	2,204	96,8%
8	1,50	1,80	2,224	97,7%
			2,215	97,2%
			0,036	1,6%
			2,276	99,9%
			2,161	94,9%

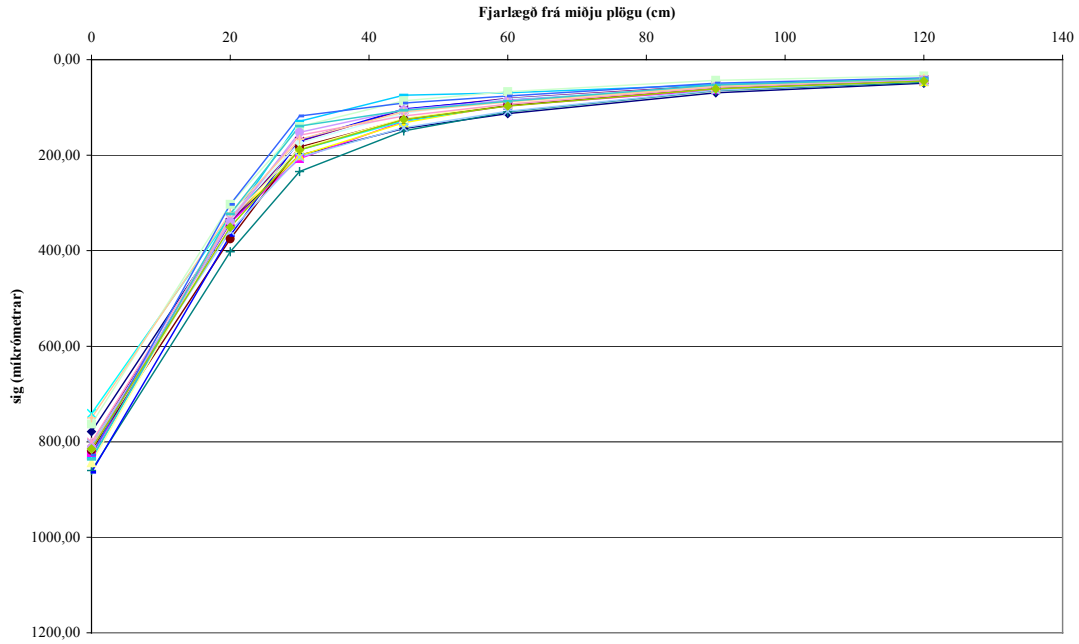
3.2.3.1.3 Niðurstöður falllódsmælinga

Falllódsmælingar voru gerðar með 30, 50 og 65 kN álagi (raunálag að meðaltali 28,7; 49,9 og 64,3 kN). Í þessu tilviki var ekki miðað við svokallaða 5% reglu, heldur var slegið 50 kN forálagshögg og síðan tvö högg fyrir hvert álag. Þegar niðurstöður voru skoðaðar kom þó í ljós að minna en 5% munur var á milli niðurstaðna, þannig að þetta var sambærilegt við það að 5% reglan hafi verið notuð.

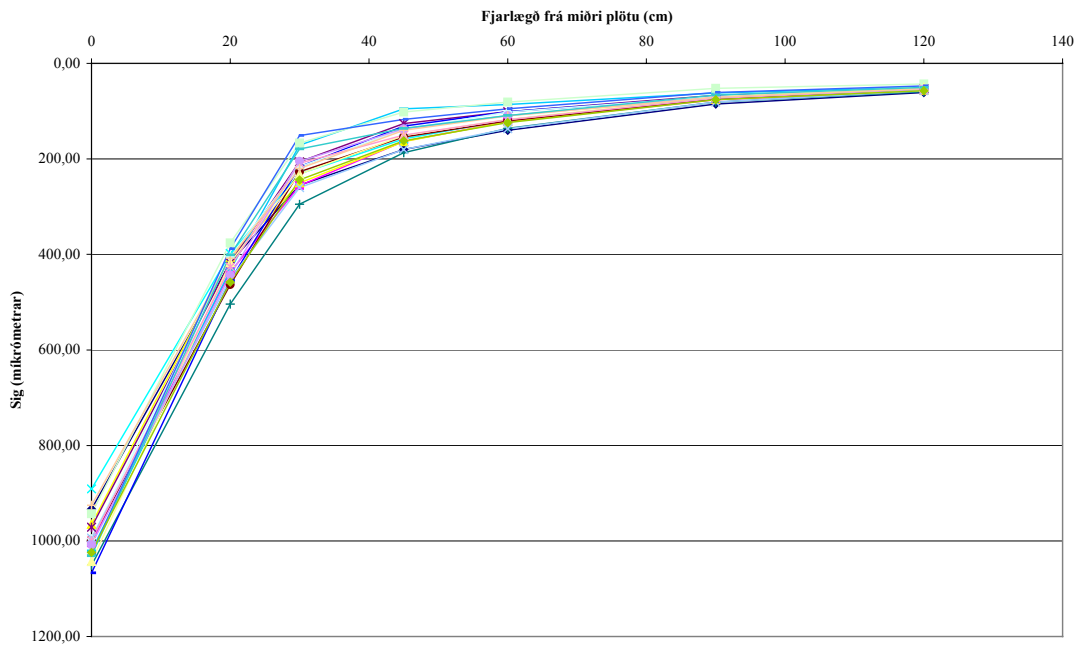
Alls voru gerðar falllódsmælingar á 21 punkti 7 á miðlínu og 7 hvoru megin, 0,5 m frá miðlínu. Lofthiti við mælingar var 0,1 til 6°C, oftast nær 0,1°C. Hitastig yfirborðs var skráð 3,5 til 5,0°C.

Niðurstöður (sigskálar) fyrir 30 kN álag eru sýndar á Mynd 3-16, fyrir 50 kN mælingar á Mynd 3-17 og fyrir 65 kN á Mynd 3-18.

**Mynd 3-16** Niðurstöður falllódsmælinga á óbundnu burðarlagi IS02, sigskálar (30 kN álag)



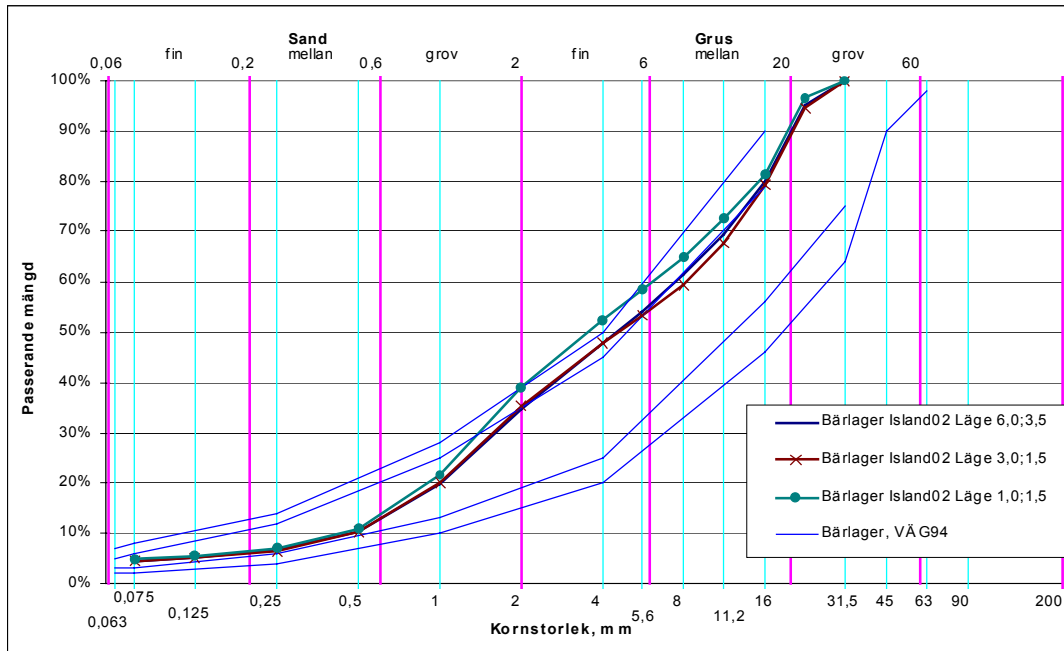
Mynd 3-17 Niðurstöður falllóðsmælinga á óbundnu burðarlagi IS02, sigskálar (50 kN álag)



Mynd 3-18 Niðurstöður falllóðsmælinga á óbundnu burðarlagi IS02, sigskálar (65 kN álag)

3.2.3.2 Prófanir á sýnum úr efra burðarlagi

Tekin voru þrjú sýni úr efra burðarlaginu og kornastærðardreifing þeirra mæld. Niðurstöður eru sýndar á Mynd 3-19.



Mynd 3-19 Kornastærðardreifing efnis í efra burðarlagi IS02, sýni tekin við byggingu og mæld á VTI

3.2.3.3 Mælibúnaður í efra burðarlagi

Eftirfarandi mælibúnaði var komið fyrir í efra burðarlaginu.

Þrýstidósir til spennumælinga:

Sex stykki, allar í miðlínu. Þrjár dósir (merktar SPC65, SPC67 og SPC69) í miðju laginu eða 10 cm undir lagskilum klæðingar og efra burðarlags. Þrjár dósir (merktar SPC66, SPC68 og SPC70) rétt undir lagskilum efra burðarlags og klæðingar. Nánari staðsetning kemur fram á Mynd 3-20 á bls 45.

“EMU-coils” til streitumælinga:

Eitt stykki (merkt EMU6) á miðlínu, mælir streitu í miðju laginu (á 10 cm bili). Nánari staðsetning kemur fram á Mynd 3-20 á bls 45.

“Terrasdeform” til mælinga á sigi:

Eitt stykki (merkt LVDT17A), á miðlínu við lagskil efra burðarlags og klæðingar. Nánari staðsetning kemur fram á Mynd 3-20 á bls. 45.

3.2.4 Klæðing

Klæðing var lögð á kaflann þann 24. febrúar 2000 af sænska verktakafyrirtækinu SKANSKA. Áður en klæðing var lögð, var valtað yfir með gúmmíhjólavalta (af gerðinni Hamm DV 6K, 7,8 tonn), til að reyna að “þétta” yfirborð efra burðarlagsins, sem virtist laust í sér. Þessi sami valti var notaður til að valta klæðinguna.

Gerð bindiefnis átti að vera í samræmi við BL 4500 skv. Väg94, sem samsvarar ÞUB 4500 H í Alverk. Gerð var mæling, á VTI, á seigju bindiefnisins við 60°C og reyndist hún vera 4480 mm²/s, sem er innan marka fyrir ÞUB 4500, samkvæmt ALVERK 95.

Bikmagn var mælt með því að setja tvær plötur undir dreifarann. Mæling gaf 2,00 kg/m² í fyrra laginu og 1,66 kg/m² í því síðara. Útrentun úr dreifibíl gaf 2,23 l/m² í

fyrri lagi og $1,80 \text{ l/m}^2$ í seinna laginu. Tekið var sýni af bindiefninu og seigja þess mæld, eins og áður segir.

Kornastærðardreifing steinefna í klæðingunni er sýnd á myndum “Mynd 3-8” á bls 28 og “Mynd 3-9” á bls. 29

3.2.5 Almennt um mælibúnað í IS02

Á Mynd 3-20 er langsnið í tilraunakafla IS02, sem sýnir staðsetningu mismunandi mæla sem komið var fyrir í uppbyggingunni.

Auk þeirra mæla sem getið er hér að framan, er í uppbyggingunni, einn mælir til að mæla sig yfirborðs undan álagi, merktur LVDT16.

Annar mælibúnaður sem ekki kemur fram á myndinni er, tvö rör til rakamælinga (“neutrosond”), sem sett voru niður 100 cm frá miðlínu, sitt hvoru megin. Þá eru þrjú rör sett 225 cm frá miðlínu öðru megin, með tveggja metra millibili, til að mæla vatnsstöðu þegar fyllt er í gryfjuna.

Í töflu: “Tafla 3-16”, eru nánari staðsetningar mismunandi mæla teknar saman. Staðsetning í “Z” stefnu er raunveruleg dýpt frá yfirborði klæðingar, fengið með viðmiðun við fastan punkt.

Tafla 3-16 Staðsetning mæla í uppbyggingu IS02**Þrýstinemar (þrýstidósir). Frá Háskólanum í Nottingham, Englandi**

Sensor ID	Position (m)			Mätirktn.	Lager nr	Info
	X	Y	Z			
SPC00023	-0,75	0,0	0,497	Z	4	I undergrunden
SPC00026	-1,00	0,0	0,397	Z	4	I undergrunden
SPC00027	-2,75	0,0	0,497	Z	4	I undergrunden
SPC00028	-3,00	0,0	0,397	Z	4	I undergrunden
SPC00029	-5,00	0,0	0,397	Z	4	I undergrunden
SPC00030	-0,75	0,0	0,303	Z	3	I förstärkningslager
SPC0000A	-1,00	0,0	0,203	Z	3	I förstärkningslager
SPC0000B	-2,75	0,0	0,303	Z	3	I förstärkningslager
SPC00063	-3,00	0,0	0,203	Z	3	I förstärkningslager
SPC00064	-5,00	0,0	0,203	Z	3	I förstärkningslager
SPC00065	-0,75	0,0	0,112	Z	2	I bärлагret
SPC00066	-1,00	0,0	0,042	Z	2	I bärлагret
SPC00067	-2,75	0,0	0,112	Z	2	I bärлагret
SPC00068	-3,00	0,0	0,042	Z	2	I bärлагret
SPC00069	-4,75	0,0	0,112	Z	2	I bärлагret
SPC00070	-5,00	0,0	0,042	Z	2	I bärлагret

Streitunemar, EMU-coils. Bún. til að safna gögn. frá Nottingham, spólur mism.

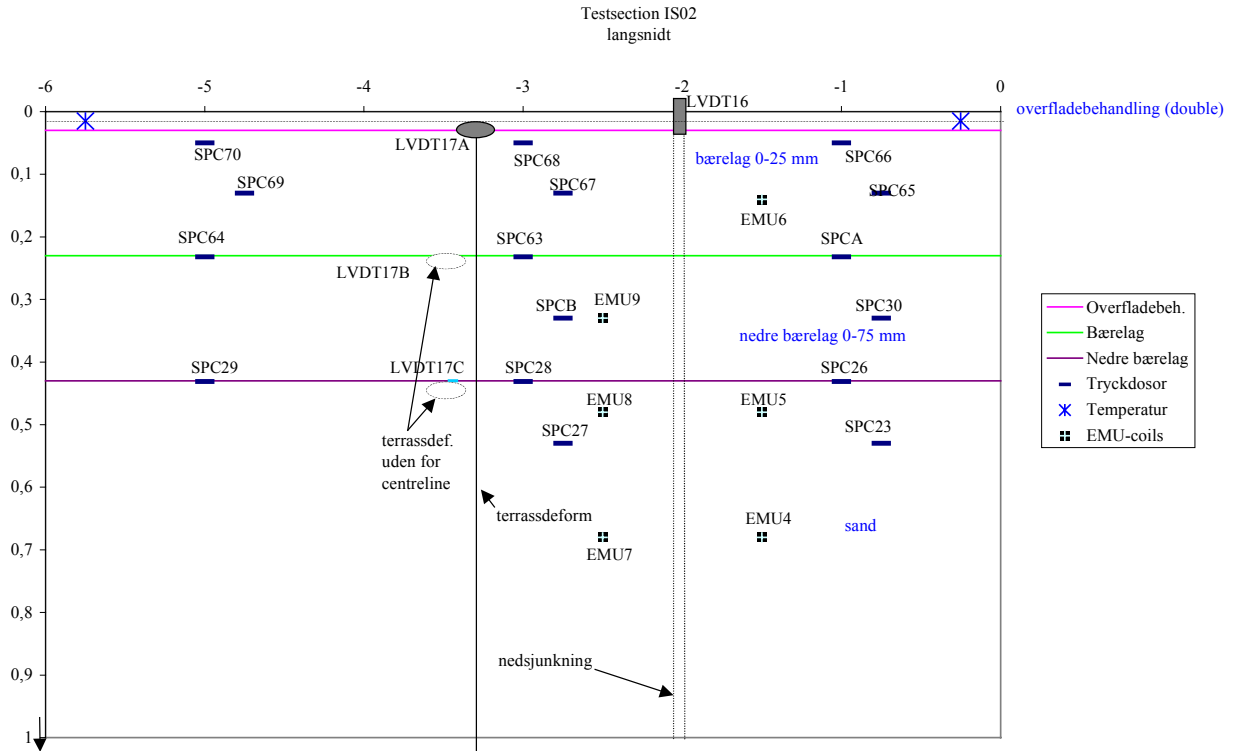
Sensor ID	Position (m)			Mätirktn.	Lager nr	Info
	X	Y	Z			
EMU00004	-1,50	0,0	0,710	Z	4	I terrass
	-1,50	0,0	0,600	Z	4	I terrass
EMU00005	-1,50	0,0	0,515	Z	4	Överkant terrass
	-1,50	0,0	0,405	Z	4	Överkant terrass
EMU00006	-1,50	0,0	0,167	Z	2	Bärlager
	-1,50	0,0	0,057	Z	2	Bärlager
EMU00007	-2,50	0,0	0,710	Z	4	I terrass
	-2,50	0,0	0,600	Z	4	I terrass
EMU00008	-2,50	0,0	0,515	Z	4	Överkant terrass
	-2,50	0,0	0,405	Z	4	Överkant terrass
EMU00009	-2,50	0,0	0,358	Z	3	Förstärkningslager
	-2,50	0,0	0,248	Z	3	Förstärkningslager

Sigmælar, LVDT. Af hefðbundinni gerð.

Sensor ID	Position (m)			Mätirktn.	Lager nr	Info
	X	Y	Z			
LVDT0016	-2,00	0,00	0,000	Z	1	Ytdeflektion
LVDT017A	-3,32	0,00	0,042	Z	2	Bärlagerdeflektion
LVDT017B	-3,43	-0,23	0,203	Z	3	Förstärkn.lagerdefl.
LVDT017C	-3,42	0,22	0,397	Z	4	Terrassdeflektion

Hitanemar. Pentronic Pt-100

Sensor ID	Position (m)			Lager nr	Info
	X	Y	Z		
TEMP0043	0,50	0,7	0,01	2	Otrafikerad yta
TEMP0051	5,50	0,7	0,01	2	Otrafikerad yta



Mynd 3-20 Staðsetning mælibúnaðar í uppbyggingu IS02

3.2.6 Raunverulegar þykktir laga í IS02

Þegar búið var að leggja hvert lag fyrir sig í IS02 var staða yfirborðs þeirra miðað við fastan punkt mæld. Mældir eru fimmtán punktar með 0,5 m millibili, eftir fimm línur, á miðju og $\pm 0,5$ og $\pm 1,0$ m frá miðlínu. Niðurstöður fyrir yfirborð einstakra laga eru sýndar á Mynd 3-21.

Út frá þessum mælingum er einnig hægt að reikna raunverulega þykkt hvers lags. Í töflu: “Tafla 3-17” eru sýndar niðurstöður að meðaltali fyrir hvert lag, borið saman við þykktir sem stefnt var að.

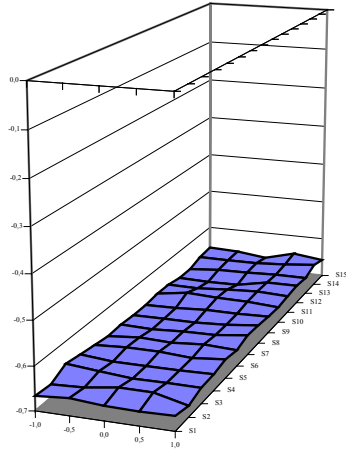
Tafla 3-17 Raunverulegar þykktir laga í uppbyggingu IS02

Provgrov 2, IS02

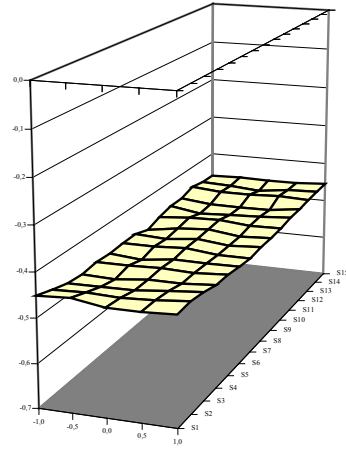
Niváer relativt hörn höger jarnvægráls (m).

Lager	Nom. tjocklek mm	Nivá på ö.y. lager	Verklig tjocklek mm
Sand		0,662	
Förstärkt	200	0,468	194
Bärlager	200	0,277	191
Belägg	20	0,265	12

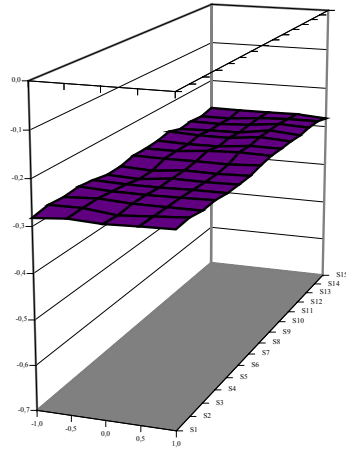
yfirborð sandlags



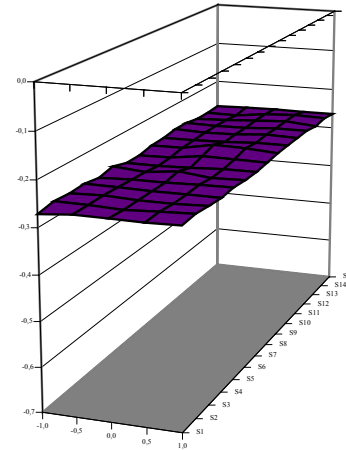
yfirborð neðra burðarlags



yfirborð efra burðarlags



yfirborð klæðingar



Mynd 3-21 Yfirborð mismunandi laga IS02, miðað við fastan punkt

3.3 Bygging tilraunakafla IS03

3.3.1 Undirbygging

Undirbyggingin er sú sama og notuð var í IS01 og vísast til upplýsinga um hana í kafla 3.1.1.

3.3.1.1 Þjöppun undirbyggingar

Þar sem neðra burðarlag IS01 var ekki fjarlæggt, var ekki hægt að losa sandinn upp, eins og venja er að gera. Um þjöppun undirbyggingar vísast því í kafla 3.1.1.1, en jafnframt hefur hún fengið viðbótarþjöppun við uppbyggingu efri laga IS01 og keyrslu HVS tækisins á kaflanum.

3.3.1.1.1 Niðurstöður plötuprófa

Sjá kafla 3.1.1.1.1

3.3.1.1.2 Niðurstöður ísótópamælinga

Sjá kafla 3.1.1.1.2

3.3.1.2 Mælubúnaður í undirbyggingu

Eftirfarandi mælubúnaði var komið fyrir í undirbyggingunni (sandinum).

Drýstidósir til spennumælinga:

Fimm stykki allar í miðlínu. Tvær dósir (merktar SPC16 og SPC18) eru 10 cm undir lagskilum sands og neðra burðarlags, en þrjár (merktar SPC17, SPC19 og SPC21) í lagskilunum sjálfum. Nánari staðsetning kemur fram á Mynd 3-31 á bls 60.

“EMU-coils” til streitumælinga:

Eitt stykki (merkt EMU2) á miðlínu, mælir streitu í efstu 10 cm í sandlaginu. Nánari staðsetning kemur fram á Mynd 3-31 á bls 60.

“Terrasdeform” til mælinga á sigi:

Eitt stykki (merkt LVDT20C), 13 cm hægra megin við miðlínu, miðað við að horft sé frá punkti 0,00 á Mynd 3-31 á bls.60, í yfirborði sandlagsins.

3.3.2 Neðra burðarlag

Neðra burðarlag er það sama og notað var í IS01, sjá kafla 3.1.2.

3.3.2.1 Þjöppun neðra burðarlags

Um fyrstu þjöppun neðra burðarlagsins vísast í kafla 3.1.2.1. Þegar búið var að fjarlægja 3x8 m svæði af óbundna hluta efra burðarlags IS01, var gert ráð fyrir að losa upp neðra burðarlagið og þjappa það aftur til að fá það sem líkast neðra burðarlagi í IS02. Hins vegar var ákveðið að gera þetta ekki þegar til kom. Ástæðan var m.a. sú að talið var að erfitt gæti verið að ná sambærilegri þjöppun og IS02, auk þess sem hætta væri á að aðskilnaður yrði í efninu á þann veg að grófari kornin færdust upp í yfirborðið. Gerðar voru ísótópamælingar á yfirborði neðra burðarlagsins til

samanburðar við niðurstöður IS02 og einnig fyrri niðurstöður IS01, til að sjá hversu mikið efnið hefur pakkast í viðbót. Niðurstöður koma fram hér á eftir.

3.3.2.1.1 Niðurstöður ísótópamælinga

Niðurstöður ísótópamælinga eru sýndar í töflu “Tafla 3-18”. Þar sem reynsla sýnir að ísótópamælir mælir of hátt rakainnihald var þurra rúmþyngdin umreiknuð í samræmi við niðurstöður rakamælinga. Tekin voru 6 rakasýni af neðra burðarlaginu (4,42% ; 4,04%; 4,41%; 4,25%; 3,95%; 4,46% = meðaltal 4,3%) Þjöppunargráðan er miðuð við þurra rúmþyngd sem fékkst með svokölluðu “Vibroboard” (2,470 t/m³). Í töflu “Tafla 3-18” eru einnig sýndar niðurstöður ísótópamælinga á IS01 og IS02, til samanburðar.

Tafla 3-18 Niðurstöður ísótópamælinga neðra burðarlags IS03

H V S - Í S L A N D 3

Förstärkningslager

Isotopmätning 16.3.2000

Punkt nr	Längs, m	Tvörs, m	Torrþéttleiki om r m w för torkprover (w=4,3%)	Packnings- grad
1	5,90	2,70	2,493	100,9%
2	4,10	3,50	2,420	98,0%
3	1,50	3,40	2,449	99,2%
4	0,85	2,75	2,489	100,8%
5	1,30	2,30	2,500	101,2%
6	0,00	1,60	2,511	101,7%
7	1,70	1,70	2,523	102,2%
8	4,00	1,80	2,513	101,8%
9	5,60	2,50	2,427	98,3%
10	5,40	3,40	2,507	101,5%
11	5,80	1,85	2,469	100,0%
12	0,10	3,30	2,420	98,0%
Meðel:			2,477	100,3%
Stdav:			0,038	1,6%
Max:			2,523	102,2%
Min:			2,420	98,0%
Medelvärden från Island 1:			2,398	97,09%
Medelvärden från Island 2:			2,283	92,45%

3.3.2.2 Prófanir á sýnum úr neðra burðarlagi

Sjá kafla 3.1.2.2.

3.3.2.3 Mælubúnaður í neðra burðarlagi

Eftirfarandi mælubúnaði var komið fyrir í neðra burðarlagi IS03.

Drýstidósir til spennumælinga:

Fimm stykki, allar á miðlínu. Tvær dósir (merktar SPC22 og SPC56) eru 10 cm undir lagskilum efra og neðra burðarlags, en þrjár dósir (merktar SPC50, SPC57 og SPC58) eru á lagskilunum sjálfum. Sjá nánari staðsetningu á Mynd 3-31 á bls. 60.

EMU-coils til streitumælinga:

Eitt stykki (merkt EMU11) í miðju neðra burðarlagi, þ.e. mælir streitu á 10 cm bili í miðju laginu, sjá nánari staðsetningu á á Mynd 3-31 á bls. 60.

“Terrasdeform” til mælinga á sigi:

Eitt stykki (merkt LVDT20B), 18 cm vinstra megin við miðlínu, miðað við að horft sé frá punkti 0,00 á á Mynd 3-31 á bls. 60, í yfirborði neðra burðarlagsins.

3.3.3 Efra burðarlag óbundinn hluti

Óbundni (neðri) hluti efra burðarlagsins var lagður 17. mars 2000. Fjarlægðir voru 3x8 m af óbundna hluta efra burðarlags IS01 og fyllt í með 0-25 mm efni.

3.3.3.1 Þjöppun óbundna hluta efra burðarlags

Efnið var lagt út í einu lagi og þjappað með 450 kg víbróplötu.

Eftir þjöppun voru gerðar ísótópamæingar, falllódsmælingar og plötuprófsmælingar á yfirborðinu.

3.3.3.1.1 Niðurstöður plötuprófa

Plötupróf var gert á 6 punktum. Staðsetning þeirra og niðurstöður plötuprófa koma fram í töflu “Tafla 3-19”. Í töflunni eru einnig sýndar niðurstöður plötuprófa á óbundna hluta efra burðarlags fyrir IS01 og á efra burðarlag fyrir IS02. Þvermál plötu var 30 cm og hámarksálag 0,5 Mpa.

Tafla 3-19 Niðurstöður plötuprófa á óbundna hluta efra burðarlags IS03

HVS - ISLAND 3

Bärlager

Statisk plattbelastning

00.03.20

Punkt nr	Läge		E _{v1} MPa	E _{v2} MPa	E _{v2} /E _{v1}
	Längs, m	Tvårs, m			
1	0,9	1,9	115,76	272,14	2,35
2	3,1	1,9	112,18	265,12	2,36
3	5,1	1,9	115,29	262,62	2,28
4	1,1	3,1	170,86	234,67	1,37
5	3,0	3,0	160,74	228,73	1,42
6	5,0	3,0	101,65	242,29	2,38
Medel:			129,41	250,93	2,03
Stdav:			28,82	18,00	0,49
Max:			170,86	272,14	2,38
Min:			101,65	228,73	1,37
<i>Medelvärden från Island 1:</i>			<i>109,85</i>	<i>231,80</i>	<i>2,11</i>
<i>Medelvärden från Island 2:</i>			<i>75,57</i>	<i>187,71</i>	<i>2,52</i>

3.3.3.1.2 Niðurstöður ísótópamælinga

Niðurstöður ísótópamælinga eru sýndar í töflu: “Tafla 3-20”. Þar sem reynsla sýnir að ísótópamælir mælir of hátt rakainnihald var þurra rúmþyngdin umreiknuð í samræmi við niðurstöður rakamælinga. Tekin voru 6 rakasýni af burðarlaginu og raki þeirra mældur (3,36%; 2,82%; 3,70%; 3,72%; 3,62%; 3,69% = meðaltal 3,5%). Þjöppunargráðan er miðuð við þurra rúmþyngd sem fékkst með modified proctor prófi (2,277 t/m³, við 6,5% raka). Í töflunni eru einnig sýndar niðurstöður ísótópamælinga á óbundna hluta efra burðarlags fyrir IS01 og á efra burðarlagin í IS02.

Tafla 3-20 Niðurstöður ísótópamælinga á óbundna hluta efra burðarlags IS03

HVS - ISLAND 3

Bárlager

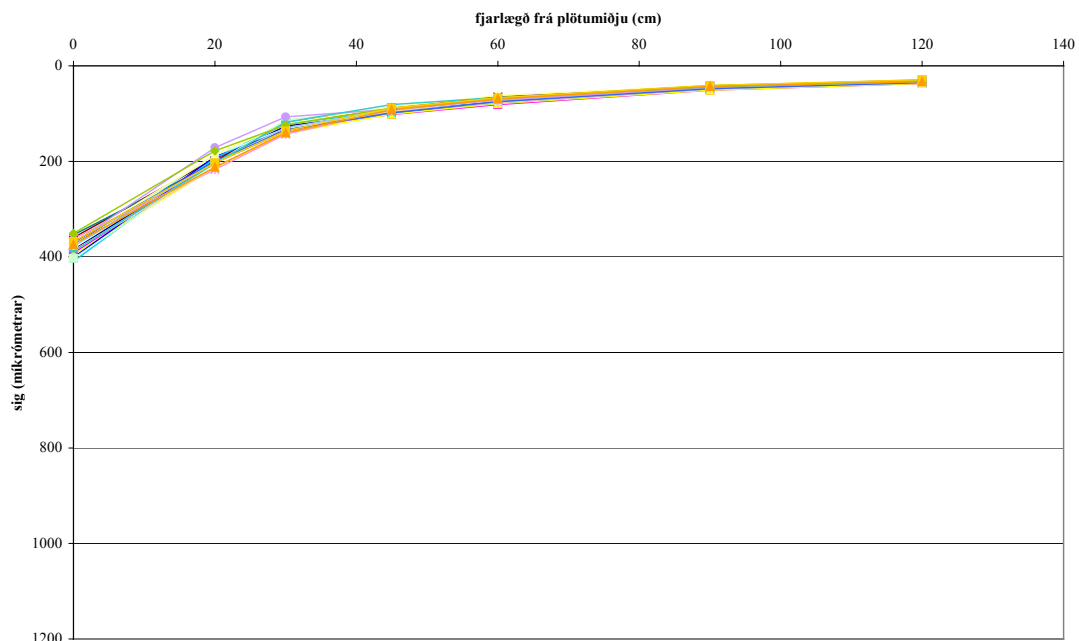
Ísótópmæting 21.3.2000

Punktur nr	Längs, m	Tværs, m	Torrþéttleiki om r m w för torkpróver (w=3,5%)	Packnings- grad
1	0,30	1,80	2,115	92,9%
2	0,50	2,50	2,229	97,9%
3	-0,30	3,20	2,142	94,1%
4	2,30	1,70	2,210	97,0%
5	2,30	2,50	2,133	93,6%
6	2,30	3,30	2,203	96,7%
7	3,70	2,00	2,192	96,2%
8	3,70	2,50	2,159	94,8%
9	3,70	3,00	2,182	95,8%
10	5,70	1,60	2,192	96,2%
11	5,70	2,50	2,133	93,6%
12	5,70	3,40	2,172	95,4%
Meðal:			2,172	95,4%
Stdav:			0,036	1,6%
Max:			2,229	97,9%
Min:			2,115	92,9%
Meðelværdin frá Island 1:			2,193	96,3%
Meðelværdin frá Island 2:			2,215	97,2%

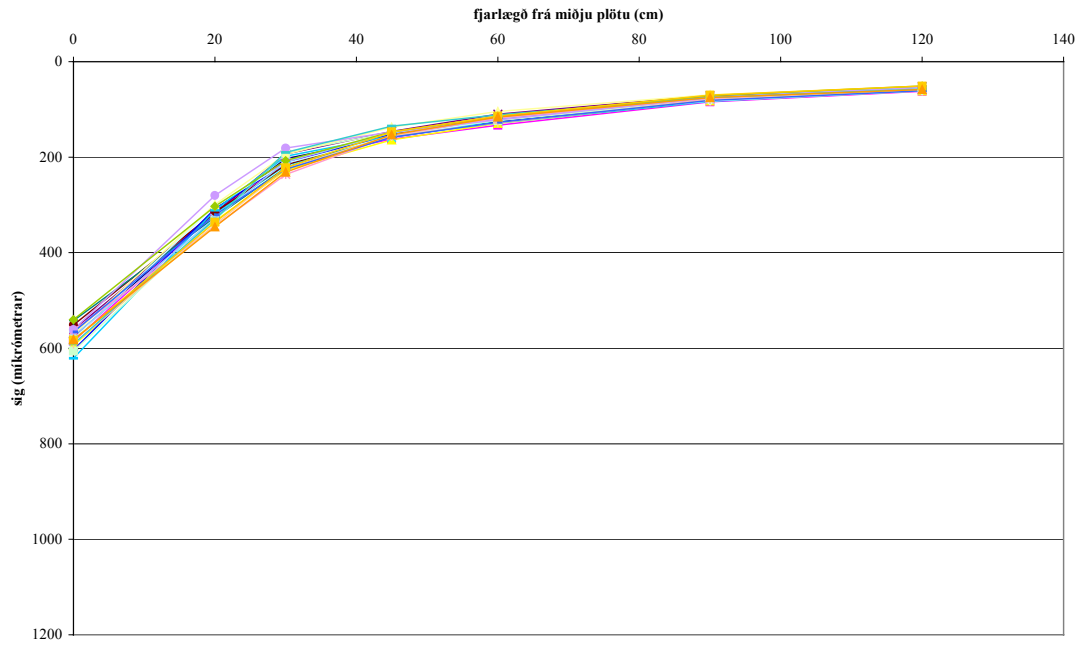
3.3.3.1.3 Niðurstöður falllódsmælinga

Falllódsmælingar voru gerðar með 30 kN, 50 kN og 65 kN álagi. Miðað var við 5% regluna, eftir eitt forálagshögg (50 kN), fyrst mælt með 30 kN, svo 50 kN og að lokum 65 kN á sama punktinum.

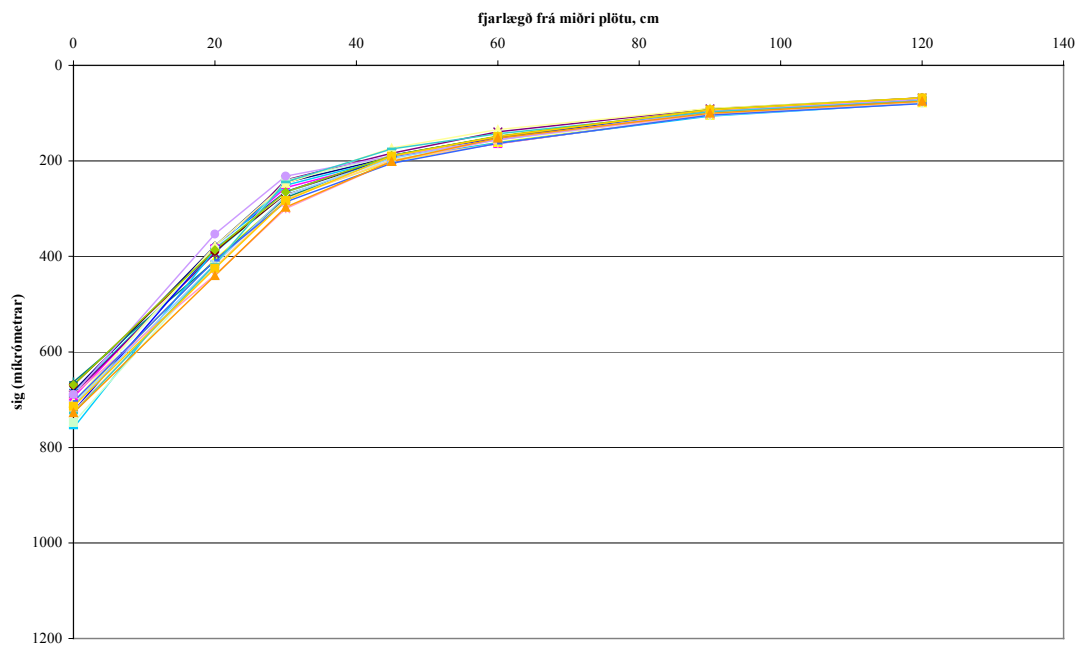
Alls voru gerðar mælingar á 21 punkti, 7 punktar á miðlínu og 7 hvoru megin á línunum 0,5 m frá miðlínu. Lofthiti og hiti yfirborðs var á bilinu 5 til 8°C. Niðurstöður, sigskálar, eru sýndar á myndum: “Mynd 3-22”, “Mynd 3-23” og Mynd 3-24.



Mynd 3-22 Falllódsmælingar á óbundna hluta efra burðarlags IS03 (30 kN álag), sigskálar



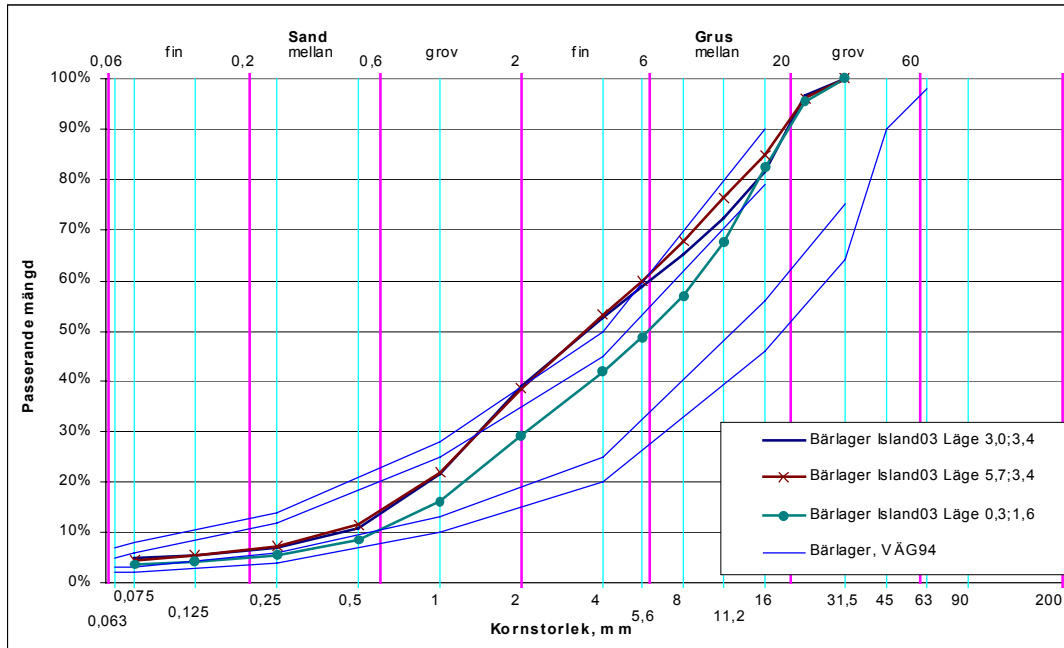
Mynd 3-23 Falllóðsmælingar á óbundna hluta efra burðarlags IS03 (50 kN álag), sigskálar



Mynd 3-24 Falllóðsmælingar á óbundna hluta efra burðarlags IS03 (65 kN álag), sigskálar

3.3.3.2 Prófanir á sýnum úr óbundnum hluta efra burðarlags

Tekin voru sýni af efnunum úr óbundna hluta efra burðarlagsins, eftir að það var lagt út og kornastærðardreifing þeirra mæld. Niðurstöður eru sýndar á Mynd 3-25.



Mynd 3-25 Kornastærðarsýni óbundna hluta efra burðarlags IS03, sýni tekin við byggingu kaflans og prófuð á VTI

3.3.3.3 Mælibúnaður í óbundna hluta efra burðarlags

Eftirfarandi mælibúnaði var komið fyrir í óbundna hluta efra burðarlagsins.

Drýstidósir til spennumælinga:

Fjögur stykki, allar í miðlínu. Ein dós (merkt SPC61) í miðju laginu eða 5 cm undir lagskilum óbundna og bundna hluta efra burðarlagsins, en þrjár (merktar SPC34, SPC35 og SPC36) í lagskilunum sjálfum. Nánari staðsetning kemur fram á á Mynd 3-31 á bls. 60.

“EMU-coils” til streitumælinga:

Eitt stykki (merkt EMU10) á miðlínu, mælir streitu í öllu laginu (á 10 cm þykkt). Nánari staðsetning kemur fram á á Mynd 3-31 á bls. 60.

“Terrasdeform” til mælinga á sigi:

Eitt stykki (merkt LVDT20A), á miðlínu við lagskil bundna og óbundna hluta efra burðarlagsins. Nánari staðsetning kemur fram á á Mynd 3-31 á bls. 60.

3.3.4 Efra burðarlag bikbundni hlutinn.

Bikbundna lagið var lagt þann 23. mars 2000 af sænska verktakafyrirtækinu SKANSKA. Efnid var blandað í blöndunarstöð í nágrenni við Gautaborg og ekið til VTI, þar sem það var lagt í tveimur lögum.

3.3.4.1 Þjöppun bikbundna hluta efra burðarlagsins

Fyrri lagið var þjappað með 10 tonna þungum tveggja valsa stáltromluvalta, af gerðinni Hamm HW 90/10, sex umferðir án titrunar. Seinna lagið var valtað með sama valta, sex umferðir án titrunar og einnig á eftir með nokkrum ferðum með 7,8 tonna þungum gúmmíhjólavalta af gerðinni Hamm DV 6K.

3.3.4.1.1 Niðurstöður ísótópamælinga

Ísótópamælingarnar voru gerðar 24. mars 2000. Niðurstöður mælinganna eru sýndar í töflu: “Tafla 3-21”. Rétt er að taka fram að það sem nefnt er “Vattenkvot” er samanlagt innihald biks og raka í efninu.

Tafla 3-21 Niðurstöður ísótópamælinga á bikbundna burðarlagi IS03

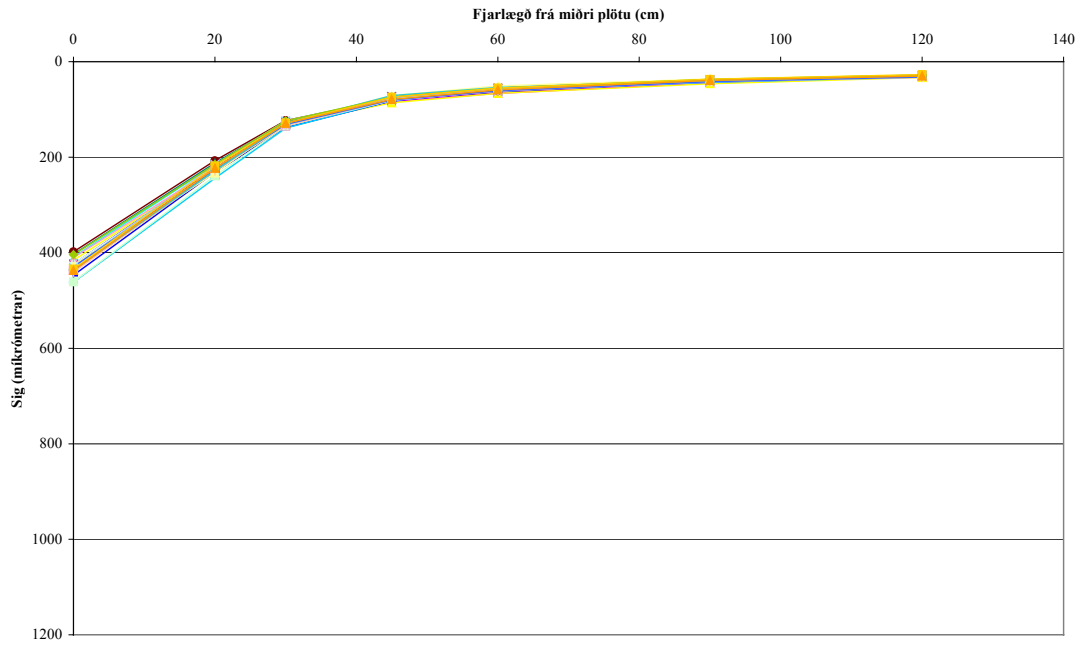
HVS - ISLAND 3					
Bundet bär Lager					
Isotopmätning 24.3.2000					
Läge					
Punkt nr	Längs, m	Tvärs, m	Vät-densitet, kg/dm ³	Torr-densitet, kg/dm ³	Vattenkvot
1	0,00	2,00	2,268	2,026	11,95%
2	0,00	2,50	2,270	2,030	11,83%
3	0,00	3,00	2,233	1,997	11,86%
4	2,00	1,80	2,265	2,028	11,66%
5	2,00	2,50	2,251	1,979	13,76%
6	2,00	3,20	2,232	1,977	12,88%
7	4,00	1,90	2,268	2,051	10,58%
8	4,00	2,50	2,288	2,047	11,73%
9	4,00	3,10	2,211	1,968	12,37%
10	6,00	2,00	2,250	2,015	11,68%
11	6,00	2,50	2,231	2,012	10,88%
12	6,00	3,00	2,250	2,024	11,17%
Medel:			2,251	2,013	11,86%
Stdav:			0,022	0,027	0,86%
Max:			2,288	2,051	13,76%
Min:			2,211	1,968	10,58%

3.3.4.1.2 Niðurstöður falllódsmælinga

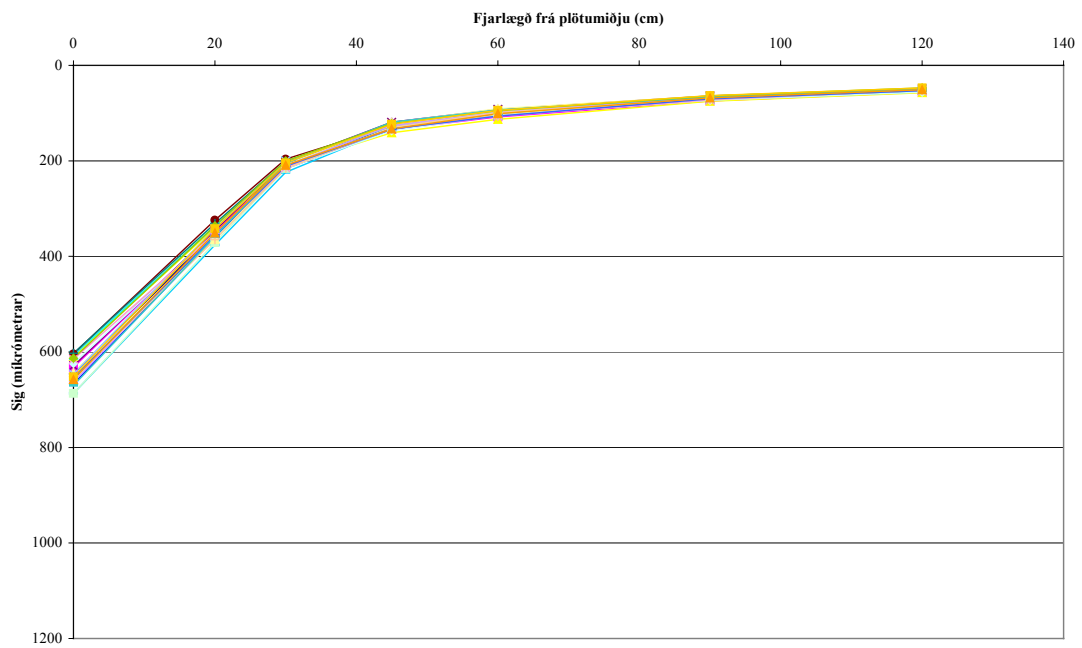
Falllódsmælingar voru gerðar með 30, 50 og 65 kN álagi. Eftir 50 kN forálag, var miðað við 5% regluna, fyrst mælt með 30 kN síðan 50 kN og að lokum 65 kN á sama punktinum.

Alls voru gerðar falllódsmælingar á 21 punkti. 7 á miðlínu og 7 hvoru megin, 0,5 m frá miðlínu. Lofthiti við mælingarnar var nokkuð breytilegur, frá 3 til 14 °C að meðaltali tæpar 8 °C. Hitastig yfirborðsins mældist frá 8,6 til 12,6 °C, tæpar 10°C að meðaltali.

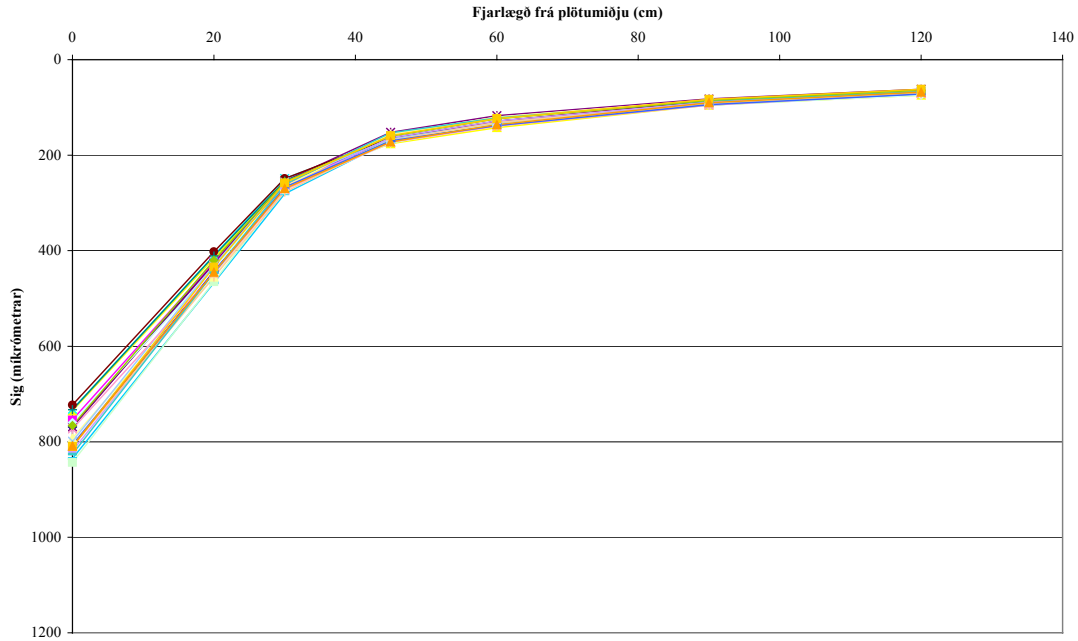
Niðurstöður mælinga fyrir 30 kN álag eru sýndar á Mynd 3-26. Niðurstöður fyrir 50 kN álag eru sýndar á Mynd 3-27. Niðurstöður fyrir 65 kN álag eru sýndar á Mynd 3-28.



Mynd 3-26 Falllóðsmælingar á bikbundna hluta efra burðarlags IS03 (30 kN álag), sigskálar



Mynd 3-27 Falllóðsmælingar á bikbundna hluta efra burðarlags IS03 (50 kN álag), sigskálar



Mynd 3-28 Falllööðsmælingar á bikbundna hluta efra burðarlags IS03, 65 kN álag (sigskálar)

3.3.4.2 Prófanir á sýnum úr bikbundna laginu

3.3.4.2.1 Kornastærðardreifing og bindiefnisinnihald

Tekni voru fjögur sýni af bikbundna laginu. Bik- og vatnsinnihald hvers um sig var mælt, ásamt kornastærðardreifingu. Niðurstöður eru sýndar á Mynd 3-29. Bikinnihald mældist 3,6% og restraki við bindiefnismælingu mældist 0,5%. Stefnt var að 4,0% bikinnihaldi. Var það gert að undangenginni tilraun á Íslandi og samkvæmt ráðleggingum Svía. Tilraunirnar á Íslandi voru fólgnar í að notuð var límingarbikþeyta (BP 55 Chem.) sem fékkst hjá Hlaðbæ-Colas við blöndun kjarna (3,5; 3,9; 4,2% restbik), og síðan voru gerð á þeim kleyfniþolspróf. Kleyfniþolið mældist 180 til 190 kPa, sem er langt ofan við kröfur í ALVERK (100 kPa). Kleyfniþolið var ekki háð bikinnihaldinu og því var stefnt á 4,0% restbik, m.a. miðað við fyrri tilraunir (tilraunir með bikfestun burðarlaga árið 1993 á Íslandi).

Auk áðurgreindra prófana á sýnum af bikbundna laginu voru að auki steyptir 6 kjarnar og prófaðir á ýmsa vegu. Kjarnarnir voru steyptir með því að pressa efnið í mótin með stöðugu 8 tónna álagi. Niðurstöður mælinganna eru sýndar á Mynd 3-30. Vatnsinnihald, sem fram kemur á Mynd 3-30, fékkst við að kjarnar voru geymdir í ofni við 40°C hita þar til þeir hættu að léttast.

Provmärkning : HVS-Island

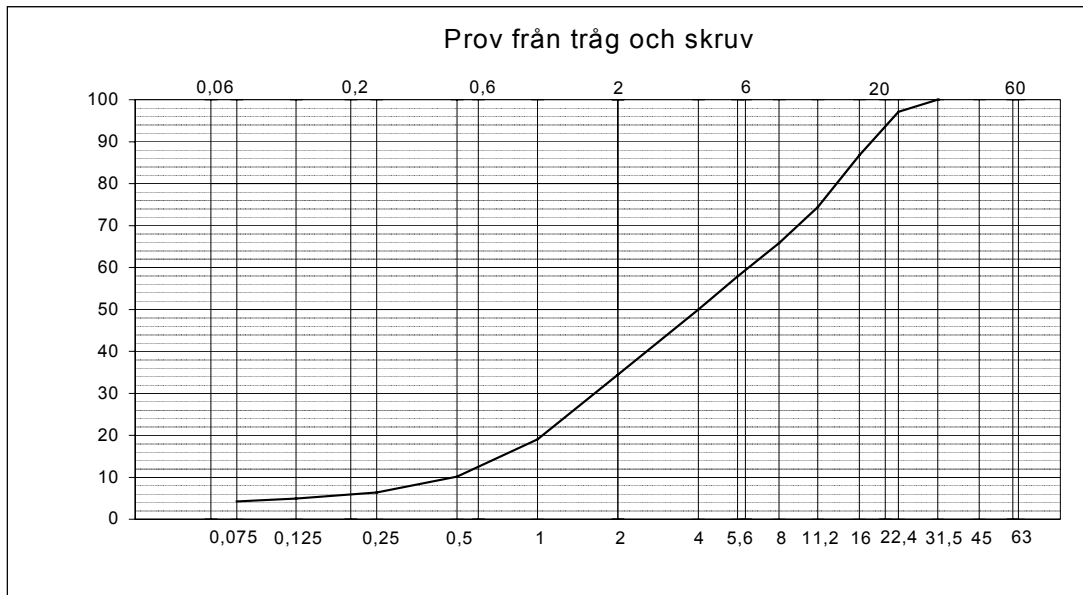
VTI-nr : Bärlager

Provtagningsdatum : 00-03-24

FAS Metod: 404-99 och 221-99

Enskilda värden

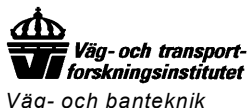
Bindemedelshalt (%), medelvärde	3,6	3,6	3,6	3,7	3,7
Vattenhalt (%), medelvärde*	0,5	0,50	0,46	0,48	0,46



*Två dubbelprov uttagna från tråg samt skruv

Sikt	0,075	0,125	0,25	0,5	1	2	4	5,6	8	11,2	16	22,4	31,5	45	63
Tråg	4,2	4,9	6,3	10,0	18,9	36,2	55,4	64,1	73,5	82,9	92,2	98,8	100,0		
Tråg	3,9	4,5	5,8	9,5	17,8	31,0	44,9	53,3	61,3	72,2	86,4	95,2	100,0		
Skruv	4,3	5,1	6,6	10,5	19,9	37,2	54,1	62,2	70,2	76,9	87,9	97,2	100,0		
Skruv	4,4	5,1	6,6	10,6	19,6	33,4	45,4	51,6	58,1	65,5	80,5	97,1	100,0		
Medelvärde	4,2	4,9	6,3	10,1	19,1	34,5	50,0	57,8	65,8	74,4	86,7	97,1	100,0		

Mynd 3-29 Niðurstöður mælinga á sýnum af bikbundnu burðarlagi IS03, mælingar gerðar á VTI



HVS-Island
Bärlager

Provtagningsdatum: 2000-03-24

Prov nr	Skrymdens. (g/cm ³)	Kompaktdens. (g/cm ³)	Hálrúm (%)	Styvheitsmodul (MPa)	Draghálfasthet (kPa)	Marshallstab (kN)	Vattenhalt (%)
1	2,173		21,0	1012	74		
2	2,163		21,3	759	79		
3	2,121		22,8	443		7,8	5,1
4	2,157	2,749	21,5	931	87		5,1
5	2,123		22,8	779		6,5	
6*	2,100		23,6	552		6,8	
Mv	2,140	2,749	22,2	746	80	7,0	5,1

* Pk trasig

Provningstemperatur:

Styvheitsmodul +10°C
Draghálfasthet +25°C
Marshallstabilitet +25°C

Provkropparna har tillverkats genom statisk packning
Vattenhalt - prov från tråg o skruv

Mynd 3-30 Niðurstöður mælinga á kjörnum steiptum úr sýnum af bikbundna lagi ISO3. Prófanir gerðar á VTI

3.3.4.2.2 Prófanir á bindiefninu

Tekið var sýni af bindiefninu sem notað var og það prófað og mælt á VTI. Niðurstöður prófanna koma fram í töflu: “Tafla 3-22”. Í töflunni eru einnig gefin upp mörk fyrir mismunandi eiginleika, samkvæmt sænsku verklýsingunum VÄG 94, fyrir bikþeytu BE 60 M B180. Í VÄG 94 eru kröfur til stungudýptar þannig að frávikið má ekki vera meira en 25% frá gildi sem samið er um í upphafi. Niðurstöðurnar í þessu tilviki (pen. v. 25°C (0,1 mm) = 199) teljast því innan marka miðað við B-180 (135 til 225).

Tafla 3-22 Niðurstöður mælinga á bindiefni (bikþeytu) sem notuð var í bikbundna hluta efra burðarlags ISO3, mælt á VTI

ANALYS AV BITUMENEMULSION VTInr 00-25

Prov märke: BE 60M 23/3-00 P. Tyllgren

Provning	Metod	Resultat	Specifikationer för BE 60 M enligt VÄG 94
Áterstod efter destillation till 260°C	vikt-%	ASTM D244	Lägst 60
Oljedestillat	vol-%		Högst 5
Silrest vid 50°C	vikt-%	FAS Metod 341	Högst 0,1
Áterstodens egenskaper efter destillation till 260°C			
Penetration vid 25°C	0.1 mm	FAS Metod 337	199

3.3.4.3 Mælibúnaður í bikbundna laginu

Eftirfarandi mælibúnaði var komið fyrir í bikbundna hluta efra burðarlagsins.

Streitunemar til mælinga á togstreitum í neðri brún bikbundna lagsins.

Tíu stykki, fimm til mælinga á togstreitum þvert á stefnu hjólsins (merktir ASG66, ASG68, ASG70, ASG72 og ASG74) og fimm til mælinga á togstreitum í akstursstefnu hjólsins (merktir ASG65, ASG67, ASG69, ASG71 og ASG73). Nánari staðsetning er sýnd á á Mynd 3-31 á bls. 60.

Hitamælar:

Fjórir hitamælar eru settir niður í bikbundna burðarlagið, u.þ.b. 70 cm frá miðlínu. Á Mynd 3-31 á bls. 60 er sýnt í hvaða dýpi þeir liggja.

3.3.5 Klæðing

Klæðing var lögð á kaflann þann 31. mars 2000 af sænska verktakafyrirtækinu SKANSKA. Bindiefið á að uppfylla kröfur um BL 4500 samkvæmt Væg 94, sem samsvarar PUB 4500 H í Alverk. Seigja við 60°C, mældist 4630 mm²/s, sem er innan marka fyrir PUB 4500, skv. Alverk 95.

Bikmagn var ákveðið 1,6 kg/m² fyrir neðra lag og 1,4 kg/m² fyrir efra lag.

Notað bikmagn var mælt með því að setja plötur undir dreifarann. Í fyrra lag mældist magnið (meðaltal tveggja platna) 1,62 kg/m² og í það seinna 1,44 kg/m². Útþrentun úr dreifibíl, gaf hins vegar 1,80 l/m² í fyrra lag og 1,67 l/m² í seinna lag. Taka verður fram að mælingar bílsins eru ekki nákvæmar fyrir svo lítinn flöt sem hér er um að ræða.

Kornastærðardreifing steinefna í klæðingunni er sýnd á myndum “Mynd 3-8” á bls 28 og “Mynd 3-9” á bls. 29

3.3.6 Almennt um mælibúnað í IS03

Á Mynd 3-31 er langsníð í tilraunakafla IS03, sem sýnir staðsetningu mismunandi mæla sem komið var fyrir í uppbyggingunni.

Auk þeirra mæla sem gerð hefur verið grein fyrir í köflunum hér að framan, eru tveir mælar í viðbót til mælinga á sigi yfirborðs undan álagi, merktir LVDT18 og LVDT19.

Annar mælibúnaður, sem ekki kemur fram á Mynd 3-31, var tvö rör til rakamælinga “neutrosond” sem sett voru 100 cm frá miðlínu sitt hvoru megin. Þá eru þrjú rör sett 225 cm frá miðlínu öðru megin, með tveggja metra milli bili, til að mæla vatnsstöðu þegar fyllt er á gryfjuna.

Í töflu: “Tafla 3-23”, eru nánari staðsetningar mismunandi mæla teknar saman. Staðsetning í “Z” stefnu er raunveruleg dýpt frá yfirborði, fengið með viðmiðun við fastan punkt.

Tafla 3-23 Staðsetning mismunandi mæla í uppbyggingu IS03 (Z er dýpt frá endanlegu yfirborði klæðingarinnar)**Streitunemar í neðri brún bikbundna lagsins, Dynatest PAST II-AC**

Sensor ID	Position (m)			Mätirktn.	Lager nr	Info
	X	Y	Z			
ASG00065	-0,50	0,00	0,104	Y	2	Underkant bit.stab lager
ASG00066	-1,00	0,00	0,104	X	2	Underkant bit.stab lager
ASG00067	-1,50	0,00	0,104	Y	2	Underkant bit.stab lager
ASG00068	-1,80	0,00	0,104	X	2	Underkant bit.stab lager
ASG00069	-2,50	0,00	0,104	Y	2	Underkant bit.stab lager
ASG00070	-3,00	0,00	0,104	X	2	Underkant bit.stab lager
ASG00071	-3,50	0,00	0,104	Y	2	Underkant bit.stab lager
ASG00072	-4,20	0,00	0,104	X	2	Underkant bit.stab lager
ASG00073	-4,50	0,00	0,104	Y	2	Underkant bit.stab lager
ASG00074	-5,00	0,00	0,104	X	2	Underkant bit.stab lager

Þrýstinemar (þrýstidósir). Frá Háskólanum í Nottingham í Englandi

Sensor ID	Position (m)			Mätirktn.	Lager nr	Info
	X	Y	Z			
SPC00016	-0,50	0,0	0,511	Z	5	I undergrunden
SPC00017	-0,75	0,0	0,411	Z	5	I undergrunden
SPC00018	-2,50	0,0	0,511	Z	5	I undergrunden
SPC00019	-2,75	0,0	0,411	Z	5	I undergrunden
SPC00021	-5,00	0,0	0,411	Z	5	I undergrunden
SPC00022	-0,50	0,0	0,307	Z	4	I förstärkningslager
SPC00050	-0,75	0,0	0,207	Z	4	I förstärkningslager
SPC00056	-2,50	0,0	0,307	Z	4	I förstärkningslager
SPC00057	-2,75	0,0	0,207	Z	4	I förstärkningslager
SPC00058	-5,00	0,0	0,207	Z	4	I förstärkningslager
SPC00034	-0,75	0,0	0,104	Z	3	I bärlagret
SPC00035	-2,75	0,0	0,104	Z	3	I bärlagret
SPC00061	-5,25	0,0	0,154	Z	3	I bärlagret
SPC00036	-5,50	0,0	0,104	Z	3	I bärlagret

Streitunemar, EMU-coils. Bún. Til að safna gögnum frá Nottingham, spólur mism.

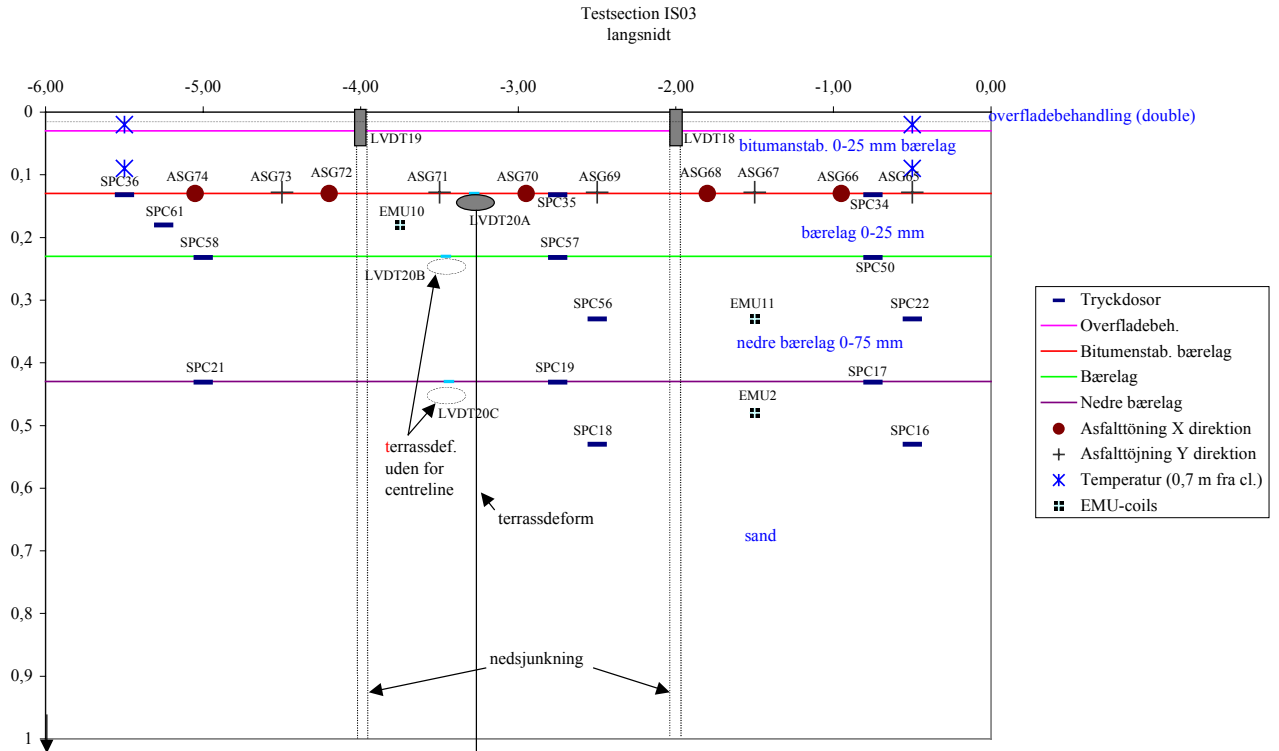
Sensor ID	Position (m)			Mätirktn.	Lager nr	Info
	X	Y	Z			
EMU00002	-1,50	0,0	0,517	Z	5	Överkant terrass
	-1,50	0,0	0,417	Z	5	Överkant terrass
EMU00011	-1,50	0,0	0,357	Z	4	Förstärkningslager
	-1,50	0,0	0,257	Z	4	Förstärkningslager
EMU00010	-3,75	0,0	0,207	Z	3	Bärlager
	-3,75	0,0	0,104	Z	3	Bärlager

Sigmælar, LVDT. Af hefðbundinni gerð.

Sensor ID	Position (m)			Mätirktn.	Lager nr	Info
	X	Y	Z			
LVDT0018	-2,00	0,00	0,000	Z	1	Ytdeflektion
LVDT0019	-4,00	0,00	0,000	Z	1	Ytdeflektion
LVDT020A	-3,28	0,00	0,104	Z	3	Bärlagerdeflektion
LVDT020B	-3,46	-0,18	0,207	Z	4	Förstärkn.lagerdefl.
LVDT020C	-3,44	0,13	0,411	Z	5	Terrassdeflektion

Temperaturgivare. Pentronic Pt-100

Sensor ID	Position (m)			Lager nr	Info
	X	Y	Z		
TEMP0043	0,50	-0,7	0,08	2	Otrafikerad yta
TEMP0052	0,50	-0,7	0,01	1	Otrafikerad yta
TEMP0051	5,50	-0,7	0,08	2	Otrafikerad yta
TEMP0053	5,50	-0,7	0,01	1	Otrafikerad yta



Mynd 3-31 Staðsetning mælibúnaðar í uppbyggingu IS03

3.3.7 Raunverulegar þykktir laga í IS03

Þegar búið var að leggja hvert lag fyrir sig í IS03 var staða yfirborðs þeirra miðað við fastan punkt mæld. Mældir eru fimmtán punktar með 0,5 m millibili, eftir fimm línur, á miðju og $\pm 0,5$ og $\pm 1,0$ m frá miðlínu. Yfirborð sandlagsins (undirbyggingarinnar, er það sama og fyrir IS01, þar sem ekki var hreyft við því við byggingu IS03, sjá Mynd 3-11 á bls. 32. Niðurstöður fyrir yfirborð annarra laga eru sýndar á “Mynd 3-32”.

Út frá þessum mælingum er einnig hægt að reikna raunverulega þykkt hvers lags. Í töflu: “Tafla 3-24” eru sýndar niðurstöður að meðaltali fyrir hvert lag, borið saman við þykktir sem stefnt var að.

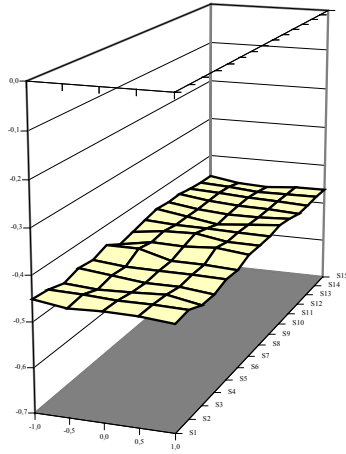
Tafla 3-24 Raunverulegar þykktir laga í IS03

Provgrav 1, IS03

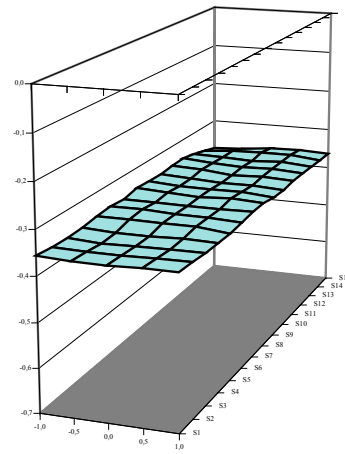
Niváer relativt fixdubb (m).

Lager	Nom. tjocklek mm	Nivá på ö.y. lager	Verklig tjocklek mm
Sand		0,665	
Förstärkn.	200	0,461	204
Bärlager	100	0,358	103
Bundet bär	100	0,267	91
Beläggning	20	0,254	13

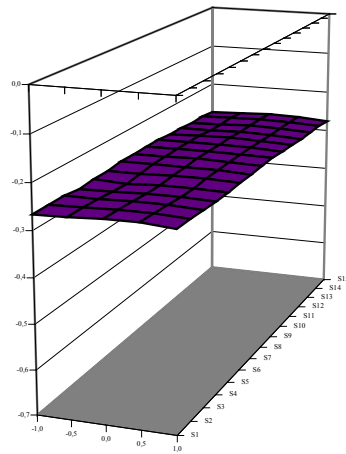
yfirborð neðra burðarlags



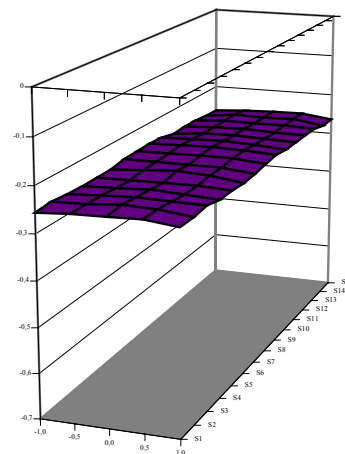
yfirborð ób. hl. e. burðarl



yfirborð bikb. hl. e. buðarl.



yfirborð klæðingar



Mynd 3-32 Yfirborð mismunandi laga IS03, miðað við fastan punkt

4. HVS-prófanir á tilraunaköflum

Hér á eftir verður gerð grein fyrir HVS-pröfunum á tilraunaköflunum. Hér eru ekki teknar saman niðurstöður svörunarmælinga (“responsmælinga”, þ.e. svörun hinna mismunandi nema við álagi). Niðurstöður svörunarmælinga verða til að byrja með unnar þannig að þær verða varðveittar í Excel-skjölum, en verða síðar fluttar í sameiginlegan gagnabanka Finna, Svía og Íslendinga um HVS-próf.

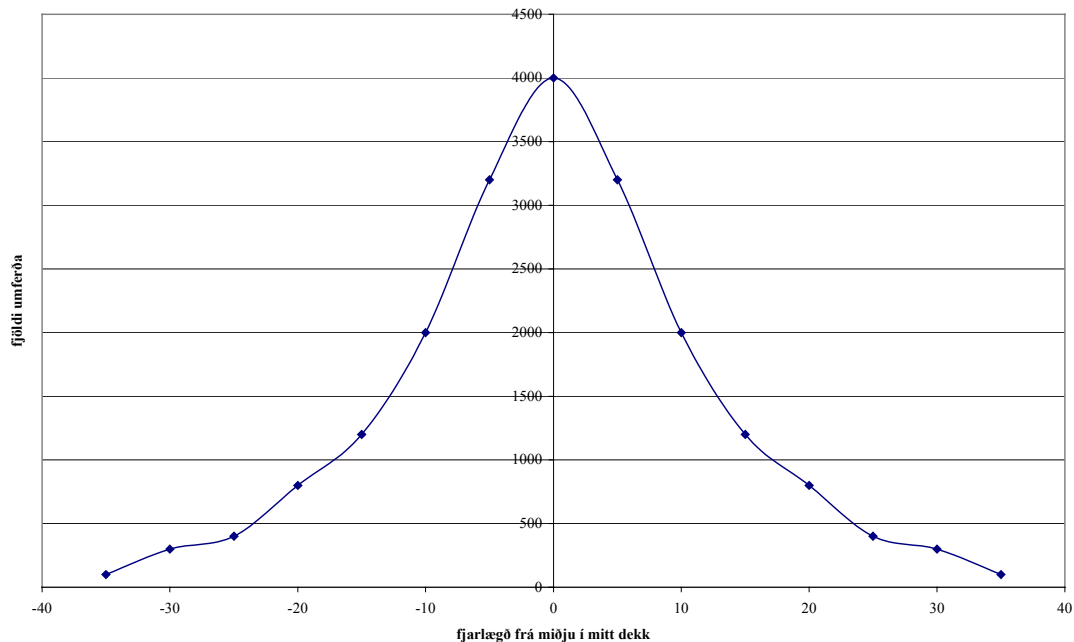
4.1 Almenn

Almennt skiptast HVS-próf í þrennt, forálagskeyrslur, svörunarmælingar og aðalkeyrslur. Hér verður stuttlega gerð grein fyrir hverri fyrir sig.

4.1.1 Forálagskeyrslur

Hefðbundnar forálagskeyrslur eru fólgnar í eftirfarandi:

- Einfalt hjól (stærð: 425/65 R 22,5)
- 30 kN álag
- loftþrýstingur í dekki 700 kPa
- hraði 12 km/klst
- hitastig 10°C
- 20.000 umferðir
- álagi normaldreift þvert sbr Mynd 4-1



Mynd 4-1 Dreifing álags þvert á akstursstefnu í forálagskeyrslum

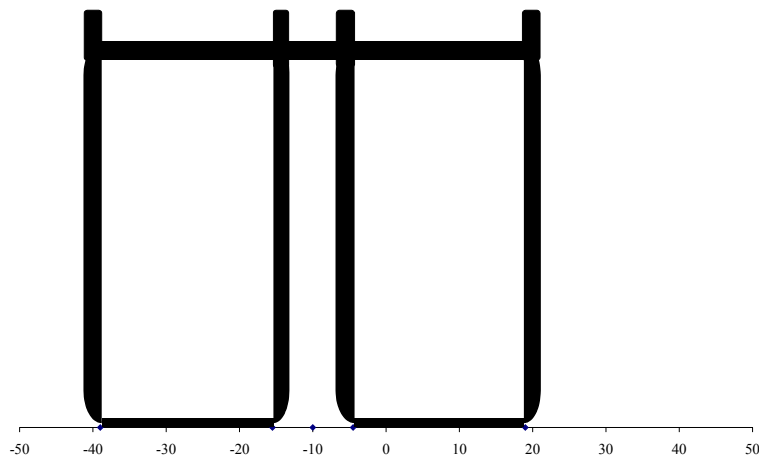
Áður en forálagskeyrslur hefjast, eru gerðar þversniðsmælingar á yfirborðinu til að miða við hjólfaradýpt í framhaldinu.

4.1.2 Svörunarmælingar (“responsemælingar”)

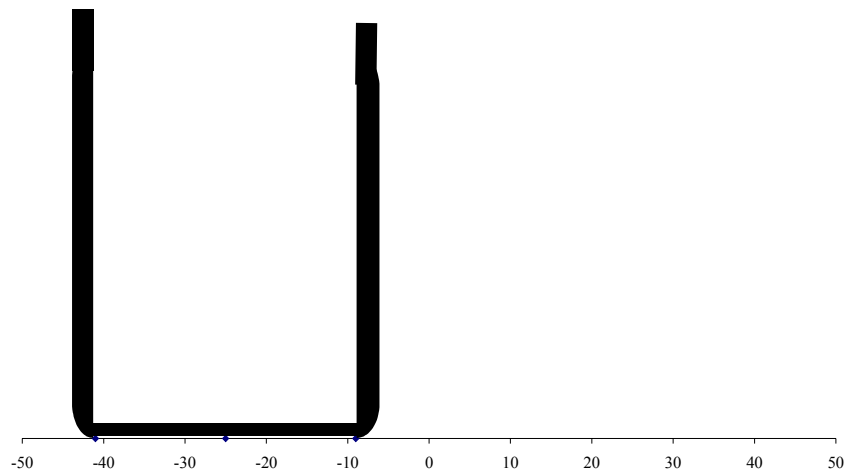
Í svörunarmælingum er fólgið að skráð er svörun hinna mismunandi nema, sem komið hefur verið fyrir í uppbyggingunni, við mismunandi breytistærðir (álag og aðstæður).

Breytistærðir við mælingarnar geta verið eftirfarandi, en valið er úr þessum möguleikum fyrir mismunandi uppbyggingar:

- Hjólagerð:
 - ♦ einfalt hjól stærð: 425/65 R 22,5, breidd snertiflatar 32 mm
 - ♦ tvöfalt hjól stærð: 295/80 R 22,5, breidd snertiflatar hvors um sig 23,5 mm, fjarlægð milli hjóla (miðja í miðju): 34 mm
- Álag:
 - ♦ 30 – 80 kN (oftast 30, 50, 60 og 80 kN)
- Loftþrýstingur í dekkjum:
 - ♦ 500 – 900 kPa (oftast 500, 600, 800 og 900 kPa)
- Hraði:
 - ♦ 2 –12 km/klst (oftast 2, 4, 8 og 12 km/klst)
- Staðsetning þvert á akstursstefnu:
 - ♦ miðlína,
 - ♦ í fastri fjarægð frá miðlínu (15 cm frá miðlínu miðað við mitt einfalt hjól og mitt á milli tvöfaltra hjóla),
 - ♦ dreift yfir hjólfarið (-35 til +35 cm frá miðlínu í 5 cm stökkum fyrir einfalt hjól, en -25 til +25 cm frá miðlínu í 5 cm stökkum fyrir tvöfalt hjól). Dæmi um tvöfalt hjól í stöðu -10, er sýnt á Mynd 4-2. Dæmi um einfalt hjól í stöðu -25 er sýnt á Mynd 4-3.
- Hitastig:
 - ♦ 0 til 20°C (til dæmis 0, 10, 15 og 20 °C)

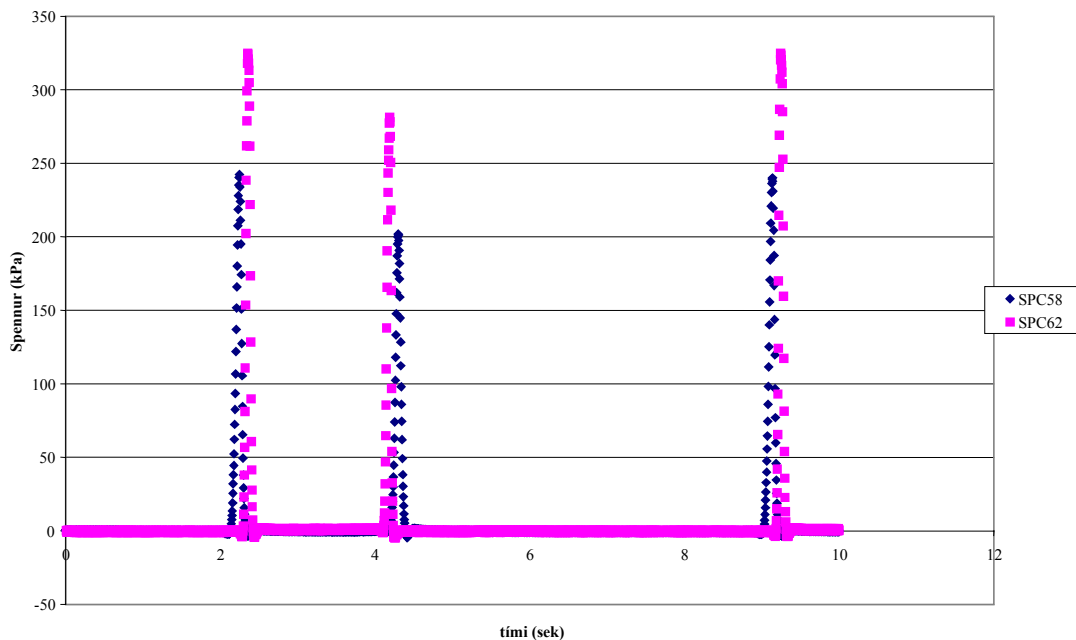


Mynd 4-2 Dæmi um staðsetning tvöfaltra hjóla þvert á akstursstefnu (staða -10 cm, þ.e. punktur mitt á milli hjóla er 10 cm frá miðlínu)



Mynd 4-3 Dæmi um stöðu einfalds hjóls (staða -25, þ.e. mitt hjól er 25 cm frá miðlínu)

Gagnasöfnunarbúnaður við HVS-tækið á VTI er finnskur og getur tekið við upplýsingum frá 16 mælum í senn. Við höfum valið að vera með allt að 32 mæla og því verður að keyra hverja samsetningu breytistærða tvisvar. Við svörunarmælingar er gögnum safnað í nægilega langan tíma til að þrír toppar fást fyrir hvern mæli, þ.e. hjólið eða hjólin fara þrjár umferðir um kaflann. Mælitíminn er til dæmis í 10 sek, þegar hraðinn er 12 km/klst. Á þeim tíma er svörunin skráð 2.500 sinnum. Dæmi um svörun mæla eru sýnd á Mynd 4-4.



Mynd 4-4 Svörun mæla SPC58 og SPC62 í uppbyggingu IS01, við 30 kN álagi á eitt hjól með 500 kPa loftþrýsting, hraði 12 km/klst

Á Mynd 4-4 eru skráðar svörunir tveggja spennumæla, sem liggja í mismunandi dýpt, nálægt enda kafla IS01, fyrir sambærilegt álag, sjá einnig Mynd 3-10 á bls 31. Á myndinni má sjá hvernig hjólið kemur fyrst inn á mæli SPC58 og svo strax á eftir inn

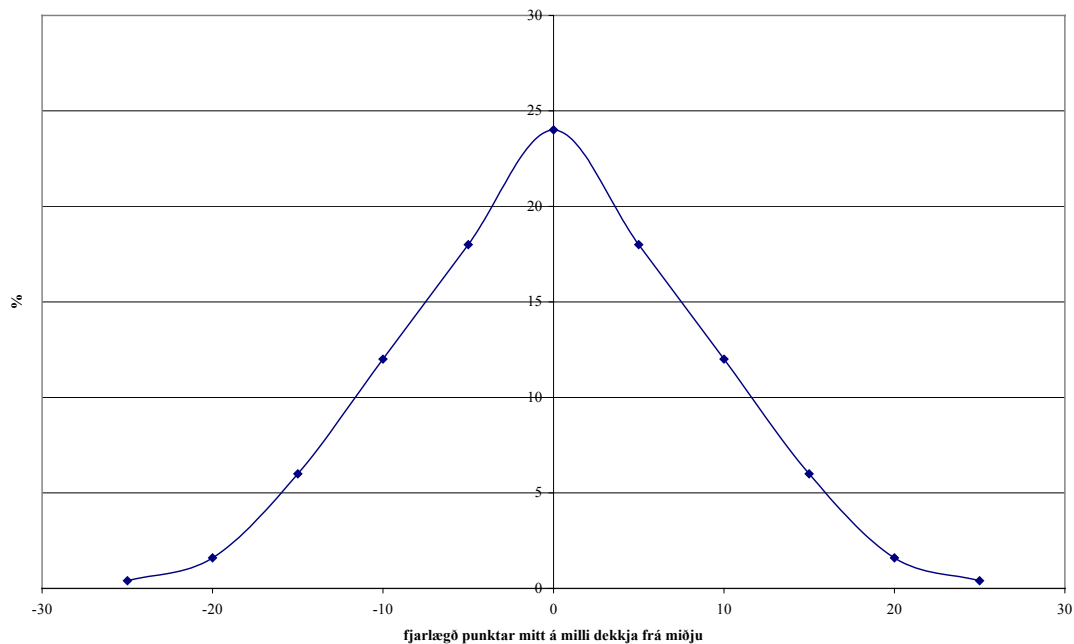
á mæli SPC62. Síðan snýr það við og kemur fyrst inn á þann síðarnefnda. Toppildi eru mismunandi eftir því í hvaða átt hjólið fer, en það skýrist af því að sveiflur voru í álaginu þegar það var 30 kN (á bilinu 29 til 31 kN), eftir því í hvaða átt hjólið fór.

Niðurstöður allra svörunarmælinga eru skráðar undir nafni og númeri viðkomandi samsetningar breytistærða ásamt auðkenni fyrir mismunandi mæla og síðan þarf að gera sérstakar ráðstafanir til að vinna úr þeim gögnum toppgildin, til frekari úrvinnslu. En fyrst þarf að fara yfir gögnin með tilliti til að meta hvort mælingarnar eru áreiðanlegar, hvort mælur séu staðsettir eins og gert er ráð fyrir o.s.frv.

4.1.3 Aðalkeyrslur

Í þessum keyrslum er tækið látið keyra með eftirfarandi stillingar breytistærða:

- Hjólagerð:
 - ♦ tvöfalt hjól stærð: 295/80 R 22,5, breidd snertiflatar hvors um sig 23,5 mm, fjarlægð milli hjóla (miðja í miðju): 34 mm
- Álag:
 - ♦ 60 kN
- Loftþrýstingur í dekkjum:
 - ♦ 800 kPa
- Hraði:
 - ♦ 12 km/klst
- Staðsetning þvert á akstursstefnu:
 - ♦ normaldreift yfir hjólfarið, staðsetning mitt á milli hjóla á bilinu –25 til +25 cm frá miðlínu í 5 cm stökkum. Hlutfallslegur fjöldi umferða í hverri stöðu er sýndur á Mynd 4-5.
- Hitastig:
 - ♦ 10°C



Mynd 4-5 Dreifing álags þvert á akstursstefnu í aðalkeyrslum

Einu sinni á sólarhring, þarf að stöðva tækið til að fara yfir það, smyrja og lagfæra. Þetta stopp tekur um tvær klukkustundir.

Þegar aðalkeyrslur eru í gangi, er stefnt að því að keyra svokallaðar minnkaðar svörunarmælingar einu sinni í viku. Við þessar mælingar er aðeins breytt álagi á hjól og stöðu þeirra þvert á akstursstefnu. Til dæmis er mælt fyrir álag 30, 50, 60 og 80 kN með bil milli hjóla annars vegar í stöðu 0 og hins vegar 15 cm frá miðju. Þessi mæling tekur aðeins um eina klukkustund.

Þrisvar í viku, á mánudögum, miðvikudögum og föstudögum er stefnt að því að gera þversniðsmælingar, til að fylgjast með þróun hjólfaramyndunar.

Í ofangreindu er talað um að “stefnt sé að” mælingum, vegna þess að ekki er alltaf hægt að fylgja þessu plani ef eitthvað kemur upp á.

4.2 HVS-próf á kafla IS01

Eins og fram hefur komið fyrir í þessari skýrslu, var kafli IS01 ekki byggður í samræmi við það sem við höfðum fyrirskrifað. Bikgerð var ekki rétt (of mjúkt bik notað, sjá kafla 3.1.4.2.1) og bikinnihald of hátt (4,6% í stað 4,0%). Þrátt fyrir þetta var HVS-tækið sett inn á kaflann til að keyra á honum meðan unnið var að uppbyggingu kafla IS02.

4.2.1 Forálag á IS01

Gert var ráð fyrir að keyra hefðbundið forálag á kaflann.

Forálagskeyrslur á IS01 hófust þann 1. febrúar 2000. Þegar búið var að keyra um 2000 umferðir, var komin blæðing og um 2 cm hjólför í yfirborðið. Fjórir hitamælur sem settir voru í upphafi í bikbundna lagið voru einnig dottnir úr sambandi. Eftir 2774 umferðir var ákveðið að stöðva forálagskeyrsluna. Þá mældust hjólför, meðaltal 5 mælisniða, 19,58 mm (minnst: 17,62; mest: 21,37), sjá einnig “Mynd 4-6” á bls. 68.

4.2.2 Mæling á svörun IS01 gagnvart mismunandi álagi

Í töflu “Tafla 4-1”, eru sýndar þær aðstæður, sem svörun mismunandi mæla var skráð fyrir IS01. Eins og fram kemur í töflunni, var ekki hægt að gera mælingar fyrir hraða 2 og 4 km/klst, vegna bilunar í HVS-tækinu. Hitastig við mælingar með “Beläggningstemp.” 0°C, var í raun nær 1°C, mælt í c.a. 4-5 cm dýpi í bikbundna laginu.

Þessar mælingar voru gerðar á tímabilinu 3. til 14. febrúar 2000.

Niðurstöður mælinganna eru varðveittar í Excel skjölum, en síðar færðar í sameiginlegan gagnagrunn Finna, Svía og Íslendinga um HVS-próf.

Tafla 4-1 Skema fyrir svörnumarmælingar á IS01

HVS-Nordic/VTI, Responsmätning Test IS01

Singel hjul							
Nummer	Ringtryck (kPa)	Last (kN)	Hastighet (km/h)	Position i tvärled (cm)*			Beläggningstemp. (°C)
				0	-15	distribution	
S1	500	30	12	x			+10
S3	500	80	12	x			+10
S4	500	60	12			x	+10
S5	600	30	12	x			+10
S7	600	80	12	x			+10
S8	600	60	12			x	+10
S9	800	30	12	x			+10
S11	800	80	12	x			+10
S12	800	60	2*	x			+10
S13	800	60	4*	x			+10
S14	800	60	8	x			+10
S16	800	60	12			x	+10
S17	900	30	12	x			+10
S19	900	80	12	x			+10
S20	900	60	12			x	+10

*sleppt v. bilunar í tæki

Parhjul							
Nummer	Ringtryck (kPa)	Last (kN)	Hastighet (km/h)	Position i tvärled (cm)*			Beläggningstemp. (°C)
				0	-15	distribution	
P1	500	30	12	x	x		+10
P3	500	80	12	x	x		+10
P4	500	60	12			x	+10
P5	600	30	12	x	x		+10
P7	600	80	12	x	x		+10
P8	600	60	12			x	+10
P9	800	30	12	x	x		+10
P11	800	80	12	x	x		+10
P12	800	60	12			x	+10
P13	800	60	2*	x	x		+10
P14	800	60	4*	x	x		+10
P15	800	60	8	x	x		+10
P17	900	30	12	x	x		+10
P19	900	80	12	x	x		+10
P20	900	60	12			x	+10
P21	800	30	12	x	x		+0
P23	800	80	12	x	x		+0
P24	800	60	12			x	+0
P29	800	30	12	x	x		+15
P31	800	80	12	x	x		+15
P32	800	60	12			x	+15

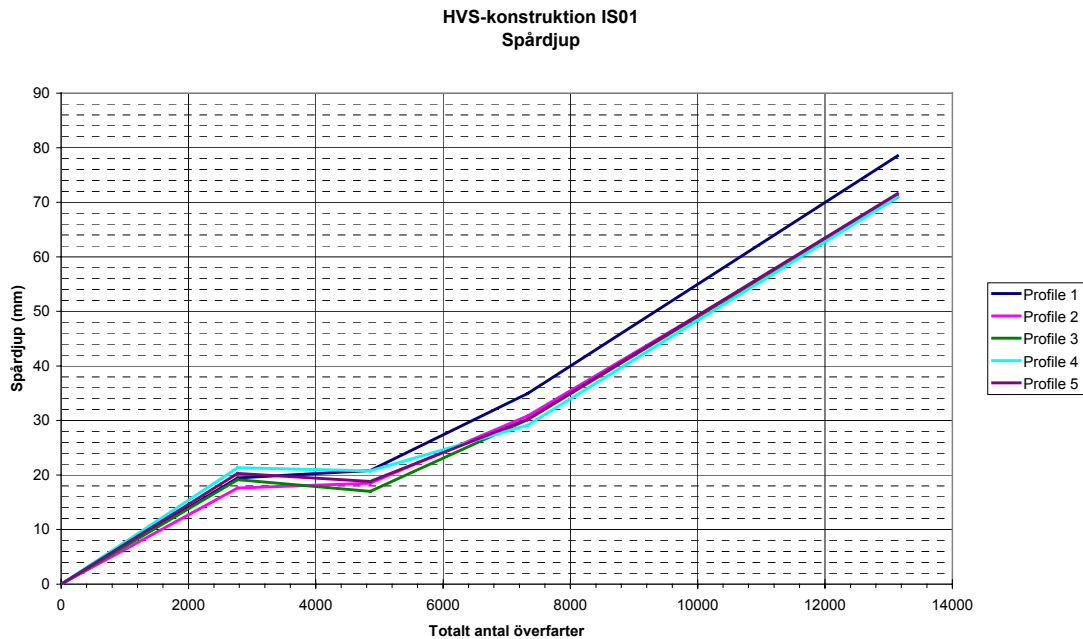
*sleppt v. bilunar í tæki

*) Position i tvärled: 0 = Centrumlinjen
 Tvärfördelning singel hjul: från -35 till +35 cm i 5 cm steg
 Tvärfördelning dubbel hjul: från -25 till +25 cm i 5 cm steg

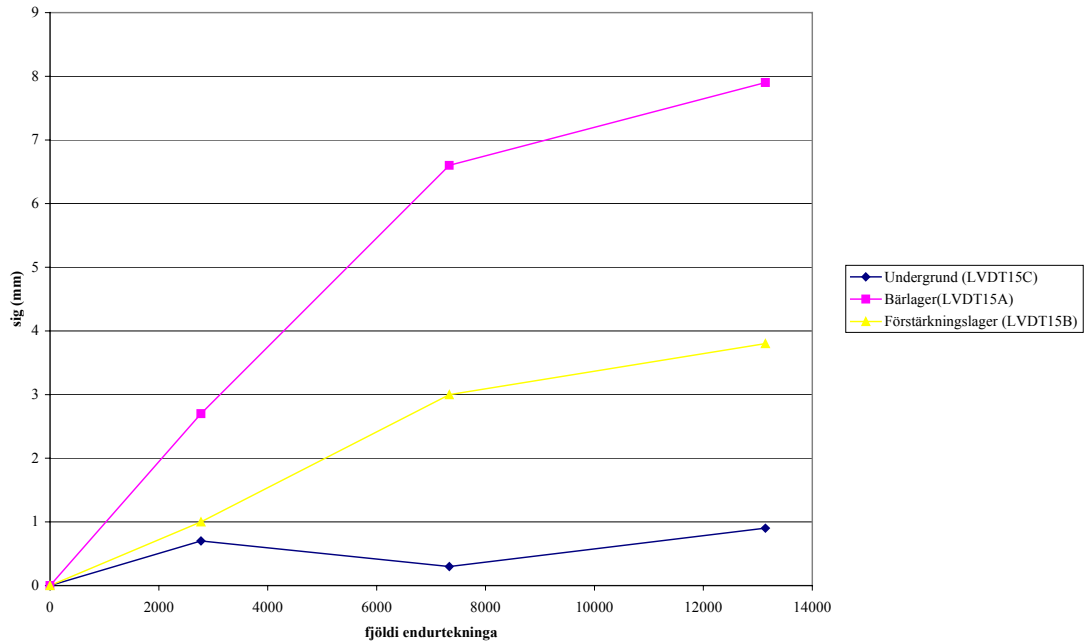
4.2.3 Aðalkeyrslur á IS01

Aðalkeyrslur á IS01 hófust þann 15. febrúar 2000, en urðu endaslepptar, vegna ástands kaflans eftir forálag og svörunarmælingar. Keyrslurnar voru því stöðvaðar þann 16. febrúar 2000 eftir samtals 13.140 umferðir, forálag og svörunarmælingar innifaldar. Þá voru hjólför orðin um 72 mm, sjá þróun hjólfaradýptar á Mynd 4-6. Til samanburðar er varanlegt sig, mælt með s.k. “terrassdeform”-mælum (sjá staðsetningu þeirra á Mynd 3-10 á bls. 31), sýnt á Mynd 4-7.

Athygli vekur á Mynd 4-6 að engin hjólfaraaukning mælist meðan á svörunarmælingunum stendur, jafnvel minnkun. Þetta var skoðað sérstaklega og skýringin virðist vera sú að við forálagskeyrslurnar er notað einfalt hjól, sem færast þvert á akstursstefnu eftir normaldreifingu (sjá Mynd 4-1 á bls. 62). Dreifing álags við svörunarmælingar, þvert á akstursstefnu, er jafnari en þó heldur meiri öðrum megin við miðju. Það virðist því vera svo að við svörunarmælingarnar hafi hið mjúka efni í bikbundna laginu færst meira til hliðar en þegar forálagskeyrslum var lokið. Þetta sést á Mynd 4-8, þar sem þróun eins þversniðs frá fyrstu til þriðju mælingar er sýnd. Hjólförin mælast þau sömu, en eru mun víðari við þriðju mæling.

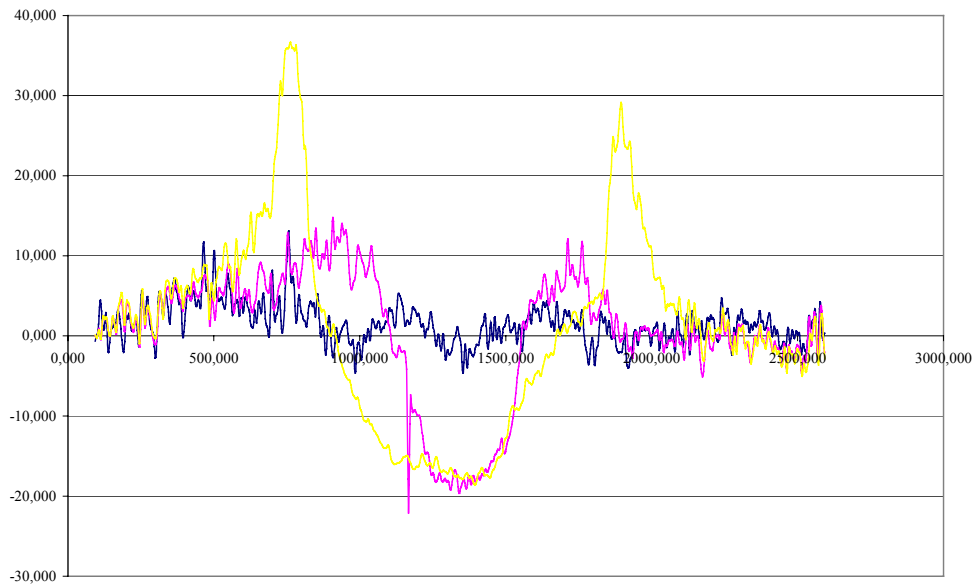


Mynd 4-6 Þróun hjólfaradýptar á kafla IS01



Mynd 4-7 Varanleg samþjöppun í mismunandi lögum mæld með “terrassdeform” IS01

IS01 þróun þversniðs 1 frá upphafsmælingu til þriðju mælingar



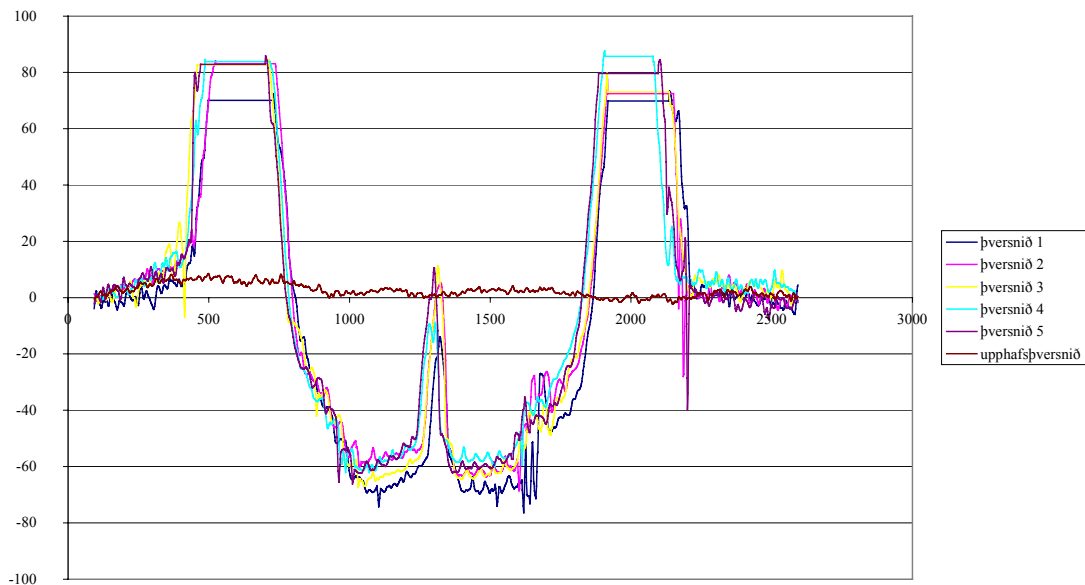
Mynd 4-8 Þversniðsmælingar, dæmi um þróun frá upphafsmælingu til þriðju mælingar, sem gerð var að loknum svörunarmælingum (IS01)

Mynd 4-9 sýnir þversnið mæld eftir þessar 13.140 umferðir, þar af um 6.000 með tvöföldu hjóli. Eins og sjá má, markar hjólið vel í yfirborðið og eins hafa myndast hryggir sitt hvoru megin við. Þeir eru ekki sýndir til fulls, heldur hefur verið skorið ofan af þeim.

Á Mynd 4-10 sést hvernig kaflinn leit út eftir að búið var að fjarlægja HVS tækið af honum. Þegar þetta var skoðað nánar kom í ljós að hryggirnir til hliðar mynduðust ekki af því að efnið í uppbyggingunni (bikbundna lagið) ýttist til hliðar og upp, heldur meira vegna þess að efnið í hjólförinum ýttist til hliðar og upp á klæðinguna, líkt og

vatn sem slettist. Efnið í hryggjunum liggur því ofan á klæðingunni, sem hefur lítið sem ekkert hreyfst utan hjólfaranna.

Þversnið IS01 e. 13.140 umferðir samtals, þar af um 6000 með tvöföldu hjóli



Mynd 4-9 Þversnið IS01 eftir 13.140 umferðir auk upphafsmælingar



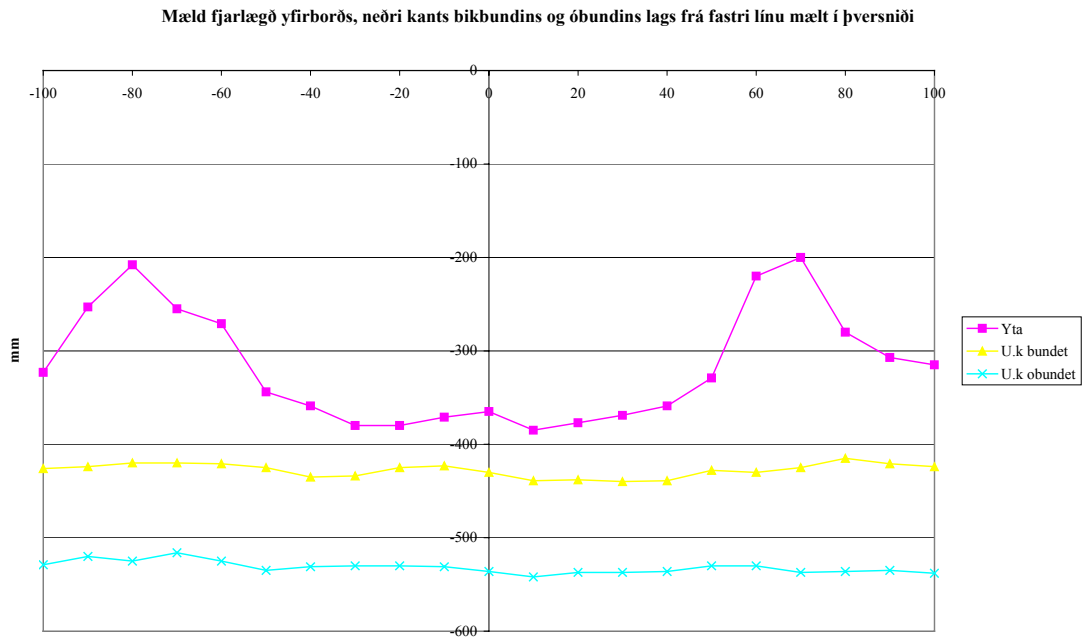
Mynd 4-10 IS01 að loknum keyrslum

4.2.4 Mælingar eftir aðalkeyrslur á IS01

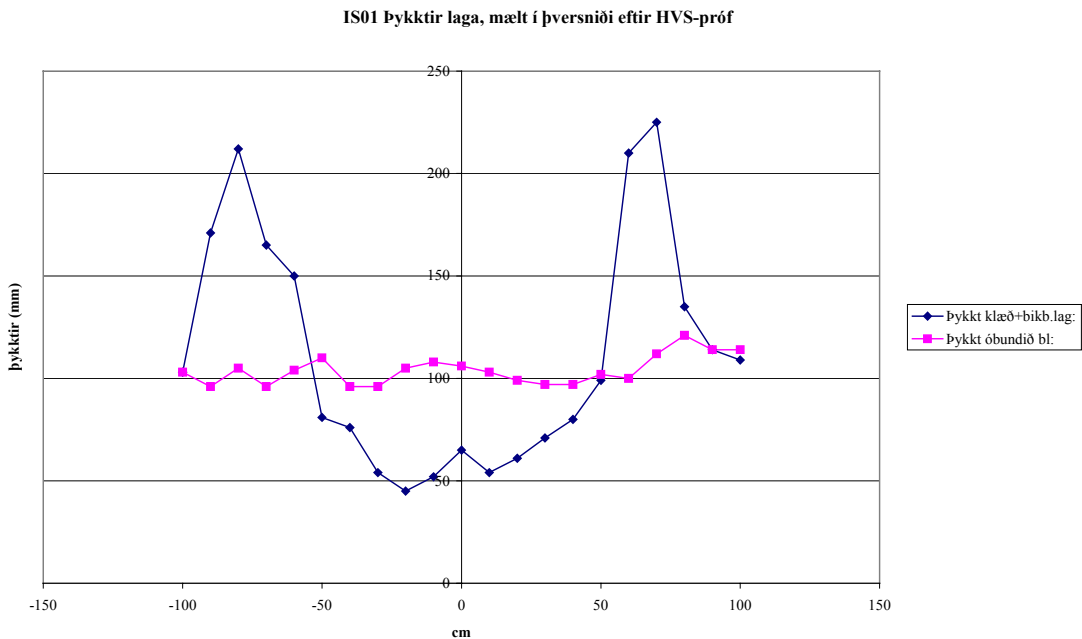
Eftir að búið var að fjarlægja HVS-tækið af var tekið þversnið í kaflann og lagþykktir mældar. Þá var bikbundna lagið fjarlægt og gerðar ísótópamælingar á óbundna burðarlaginu sem þar var undir. Greint er frá niðurstöðum hér á eftir.

4.2.4.1 Grafið þversnið

Eftir HVS-próf, var grafið þversnið í uppbygginguna og mældar fjarlægðir mismunandi lagskila frá réttsskeið, sem lögð var þvert yfir gryfjuna. Niðurstöður mælinga á fjarlægðum yfirborðs klæðingar, lagskilum bikbundna- og óbundna hluta efra burðarlags og lagskilum óbundna hluta efra burðarlags og neðra burðarlags, eru sýndar á Mynd 4-11. Á Mynd 4-12 eru sýnt hvaða þykktir annars vegar klæðing og bikbundinn hluti efra burðarlags og hins vegar óbundinn hluti efra burðarlags hefur, samkvæmt mælingunum sem sýndar eru á Mynd 4-11.



Mynd 4-11 Mæld fjarlægð yfirborðs, neðri kants bikbundins lags og óbundins lags frá fastri mælinínu í gröfnu þversniði eftir keyrslur á IS01



Mynd 4-12 Þykktir laga, mælt í gröfnu þversniði eftir keyrslur á IS01

4.2.4.2 Ísótópamælingar á yfirborði óbundna hluta efra burðarlags

Niðurstöður ísótópamælinganna koma fram í töflu “Tafla 4-2“. Mælingamaður gerði athugasemd um að yfirborð lagsins hafði hreyfst við að bikbundna lagið var fjarlæggt. Fyrir vikið er rúmþyngdin trúlega vanmetin. Þar sem reynsla er fyrir því að rakamælingar ísótópamælisins sýni of há gildi er þurra rúmþyngdin reiknuð út frá niðurstöðum rakamælinga í sex sýnum sem tekin voru af efninu við mælinguna (4,29%; 4,05%; 3,89%; 4,09%; 4,02%; 3,94% = meðaltal 4,0%). Þjöppunargráðan er miðuð við þurra rúmþyngd fenginni með modified proctor þjöppun við 5,6 % rakastig ($2,277 \text{ t/m}^3$).

Tafla 4-2 Niðurstöður ísótópamælinga á óbundna hluta burðarlags IS01, eftir keyrslur

H V S - Í S L A N D 1

Bárlager

Ísótópmæting 14.3.2000

Punktur nr	Längs, m	Tværs, m	Torrþéttleiki om r m w för torkprover (w = 4,0%)	Þéttleiki Packnings- grad
1	0,30	1,60	2,194	96,4%
2	1,80	1,60	2,050	90,0%
3	3,60	1,60	2,063	90,6%
4	6,00	1,60	2,144	94,2%
5	5,20	3,40	2,194	96,4%
6	3,50	3,40	2,199	96,6%
7	1,70	3,30	2,142	94,1%
8	1,00	3,40	2,073	91,0%
9	0,00	2,50	2,154	94,6%
10	1,30	2,70	2,189	96,1%
11	3,20	2,20	2,179	95,7%
12	6,00	2,50	2,159	94,8%
Meðal:			2,145	94,2%
Stdav:			0,054	2,4%
Max:			2,199	96,6%
Min:			2,050	90,0%
<i>Meðalt. mæling fyrir HVS-keyrslu</i>			2,193	96,3%

4.3 HVS-próf á kafla IS02

HVS-tækið var fært inn og sett upp á kafla IS02 á tímabilinu 28. febrúar til 3. mars 2000. Eftir það hófust keyrslur samkvæmt áætlunum.

4.3.1 Forálag á IS02

Forálagskeyrslur hófust þann 6. mars 2000 og var lokið daginn eftir. Þær voru samtals 20.000 og eftir þær voru hjólför að meðaltali: 16,58 mm (mest 18,67 og minnst 15,08), sjá einnig “Mynd 4-13“ á bls. 74 sem sýnir þróun hjólfaramyndunar við mælingarnar almennt.

4.3.2 Mæling á svörun IS02 gagnvart mismunandi álagi

Í töflu: “Tafla 4-3“, eru sýndar þær aðstæður, sem svörun mismunandi mæla var skráð fyrir IS02.

Þessar mælingar voru gerðar dagana 8. og 10. mars 2000.

Niðurstöður mælinganna verða til að byrja með varðveittar í Excel-skjölum, en síðar færðar í sameiginlegan gagnagrunn Finna, Svía og Íslendinga um HVS-keyrslur.

Tafla 4-3 Skema fyrir svörunarmælingar á IS02

HVS-Nordic/VTI, Responsmätning Test IS02

Singel hjul							
Nummer	Ringtryck (kPa)	Last (kN)	Hastighet (km/h)	Position i tvärled (cm)*			Beläggningstemp. (°C)
				0	-15	distribution	
S1	500	30	12	x			+10
S2	500	50	12	x			+10
S3	500	80	12	x			+10
S4	500	60	12			x	+10
S5	600	30	12	x			+10
S6	600	50	12	x			+10
S7	600	80	12	x			+10
S8	600	60	12			x	+10
S9	800	30	12	x			+10
S10	800	50	12	x			+10
S11	800	80	12	x			+10
S12	800	60	2	x			+10
S13	800	60	4	x			+10
S14	800	60	8	x			+10
S16	800	60	12			x	+10
S17	900	30	12	x			+10
S18	900	50	12	x			+10
S19	900	80	12	x			+10
S20	900	60	12			x	+10

Parhjul							
Nummer	Ringtryck (kPa)	Last (kN)	Hastighet (km/h)	Position i tvärled (cm)*			Beläggningstemp. (°C)
				0	-15	distribution	
P1	500	30	12	x	x		+10
P2	500	50	12	x	x		+10
P3	500	80	12	x	x		+10
P4	500	60	12			x	+10
P5	600	30	12	x	x		+10
P6	600	50	12	x	x		+10
P7	600	80	12	x	x		+10
P8	600	60	12			x	+10
P9	800	30	12	x	x		+10
P10	800	50	12	x	x		+10
P11	800	80	12	x	x		+10
P12	800	60	12			x	+10
P13	800	60	2	x	x		+10
P14	800	60	4	x	x		+10
P15	800	60	8	x	x		+10
P16**	800	60	12	x	x		10
P17	900	30	12	x	x		+10
P18	900	50	12	x	x		+10
P19	900	80	12	x	x		+10
P20	900	60	12			x	+10

** Bara gert í "minirespons" meðan á aðalkeyrslum stendur

*) Position i tvärled: 0 = Centrumlinjen
 Tvärfördelning singel hjul: från -35 till +35 cm i 5 cm steg
 Tvärfördelning dubbel hjul: från -25 till +25 cm i 5 cm steg

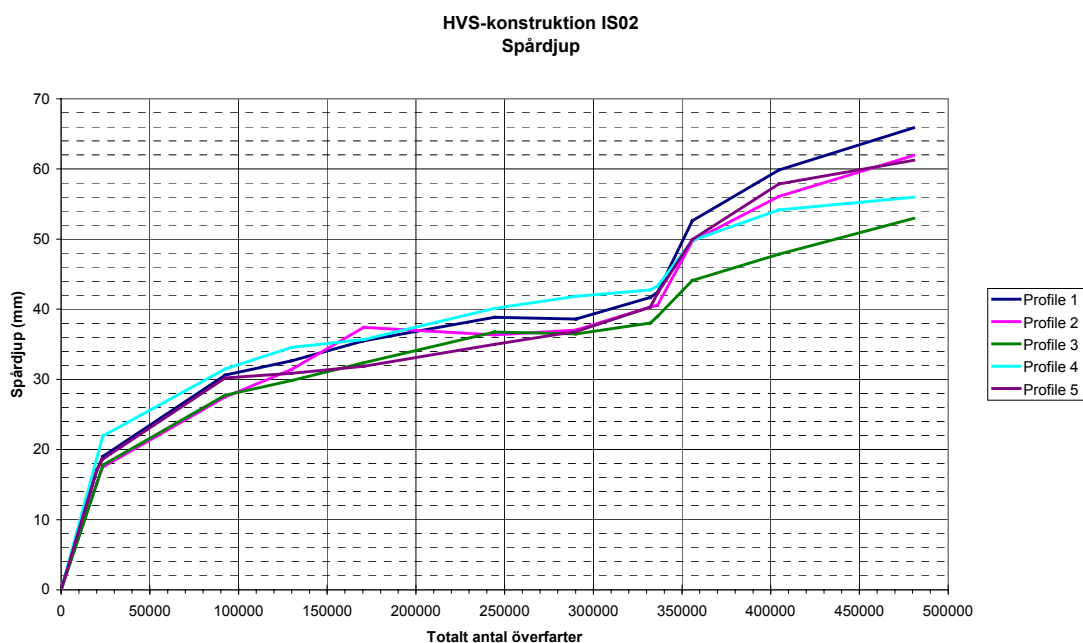
4.3.3 Aðalkeyrslur á IS02

Aðalkeyrslur á IS02 hófust þann 10. mars 2000. Þann 22. mars 2000, var byrjað að hleypa vatni í gryfjuna. Þá var búið að keyra samtals um 290.000 umferðir á kaflanum, forálag og svörunarmælingar innifaldar. Þann 24. mars 2000, voru keyrslur stöðvaðar, og vatn látið renna inn í gryfjuna um þá helgi og fram á morgun þann 28. mars 2000. Þá var vatnsstaðan komin 26 cm undir yfirborð sandlagsins og keyrslur hófust aftur. Keyrslunum var síðan hætt þann 3. mars 2000 og þá höfðu verið farnar samtals 480.600 umferðir.

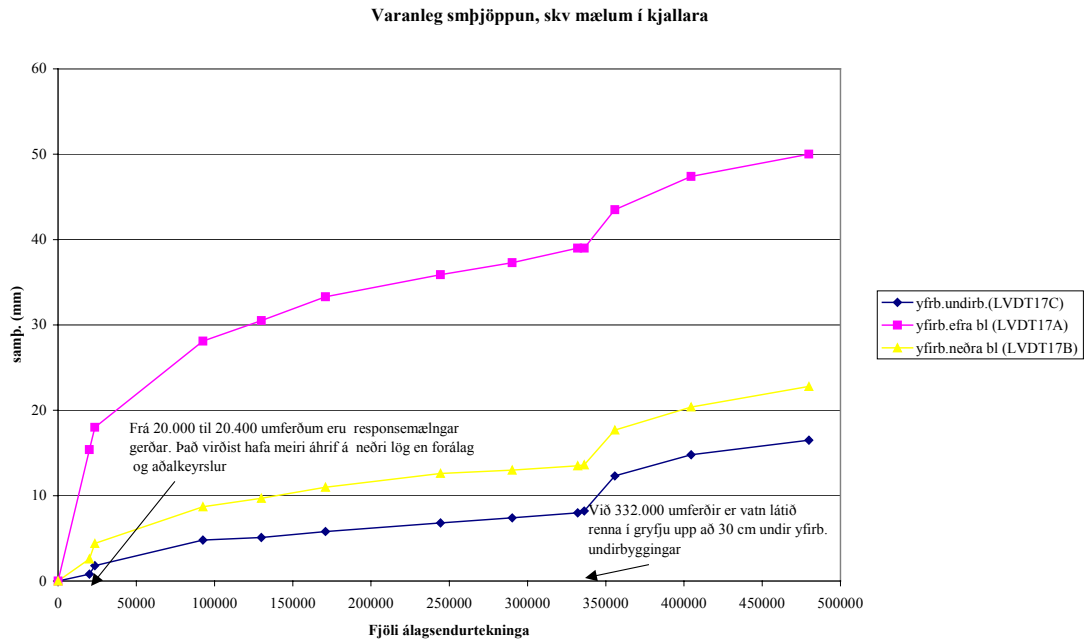
Í töflu “Tafla 4-4“ eru upplýsingar um keyrsluna eins og þær voru sendar út í svokölluðum “weekly reports” frá VTI. Skráðar dagsetningar eru þegar viðkomandi fjölda álagsendurtekninga er náð. Í töflunni kemur þróun hjólfara fram, en hún er einnig sýnd á Mynd 4-13. Á Mynd 4-14 er mæling á varanlegri samþjöppun í mismunandi lögum (með s.k. “terrassdeform”-mælum, sjá nánar um staðsetningu þeirra á Mynd 3-20 á bls. 45), sýnd til samanburðar.

Tafla 4-4 Upplýsingar um keyrslur á IS02, úr “weekly reports” frá VTI

date	Load repetitions	rut depth (mm)	Wheel load (kN)	load direction	nr / length	Remarks
6.3.2000	0	0,0				
8.3.2000	20000	16,9	30, singel	both	none	Preloading
10.3.2000	23402	19,0	30,50,60,80 kN	both	none	Response measurements
13.3.2000	92502	30,6	60 kN	both	none	IS02 Main Test Started
15.3.2000	129892	32,7	60 kN	both	none	
17.3.2000	170602	35,50	60 kN	both	none	
20.3.2000	244334	38,83	60 kN	both	none	
22.3.2000	290150	38,60	60 kN	both	none	Filling water in subgrade started
24.3.2000	332002	41,70	60 kN	both	none	
24.3.2000	336216	#N/A				Test stopped during filling water
28.3.2000	336216	42,40				
28.3.2000	336466	#N/A	30,50,60,80 kN	both	none	Response measurements, water
29.3.2000	355816	52,61	60 kN	both	none	Water level -26 cm
31.3.2000	404556	59,85	60 kN	both	none	Water level -26 cm
3.4.2000	480600	65,85	60 kN	both	none	Test stopped, water level -26 cm

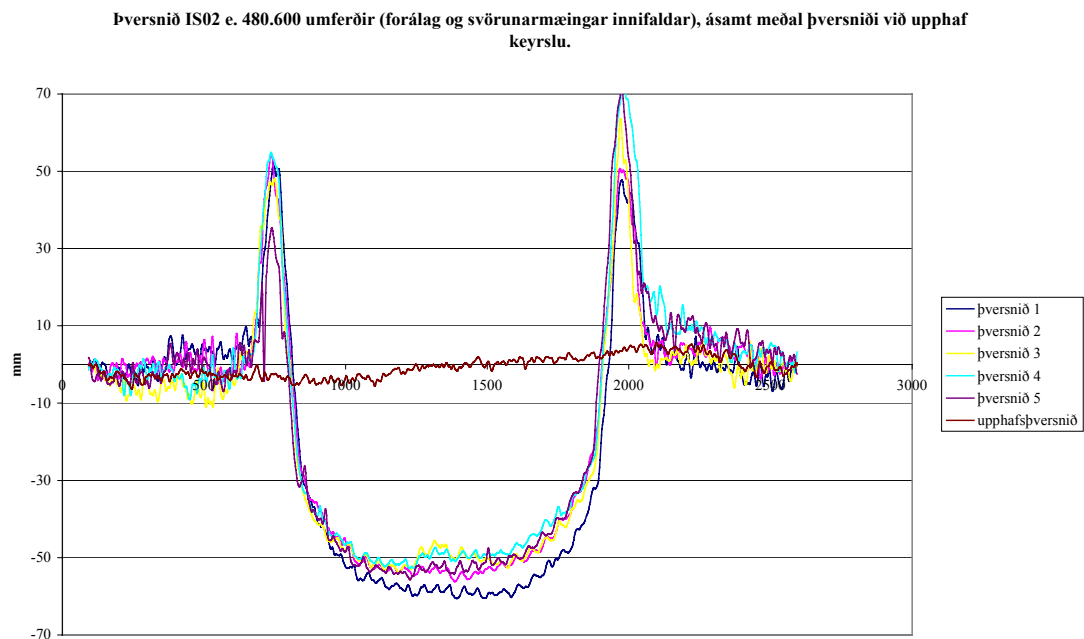


Mynd 4-13 Þróun hjólfaradýptar á IS02



Mynd 4-14 Varanleg samþjöppun mismunandi laga, mælt með “terrassdeform”-mælum (nánari staðsetning Mynd 3-20 á bls. 45), fyrir IS02

Á Mynd 4-15 eru sýndar þversniðsmælingar við lok keyrslu með HVS-tækinu auk meðaltal þversniðsmælingar í upphafi.



Mynd 4-15 Þversnið IS02 við lok HVS-keyrslu, auk meðalþversniðs við upphaf

4.3.4 Mælingar eftir aðalkeyrslur á IS02

4.3.4.1 Almennt ástand

Eins og fram hefur komið hér á undan, eru mikil hjólför í kaflanum eftir prófin. Á einum stað er einnig byrjun á holumyndun, þar sem komið er niður úr klæðingunni. Yfirborð klæðingarinnar er mjög bikrikt og slétt og markar fyrir förum í það eftir álagshjól HVS-tækisins.



Mynd 4-16 IS02 eftir keyrslur

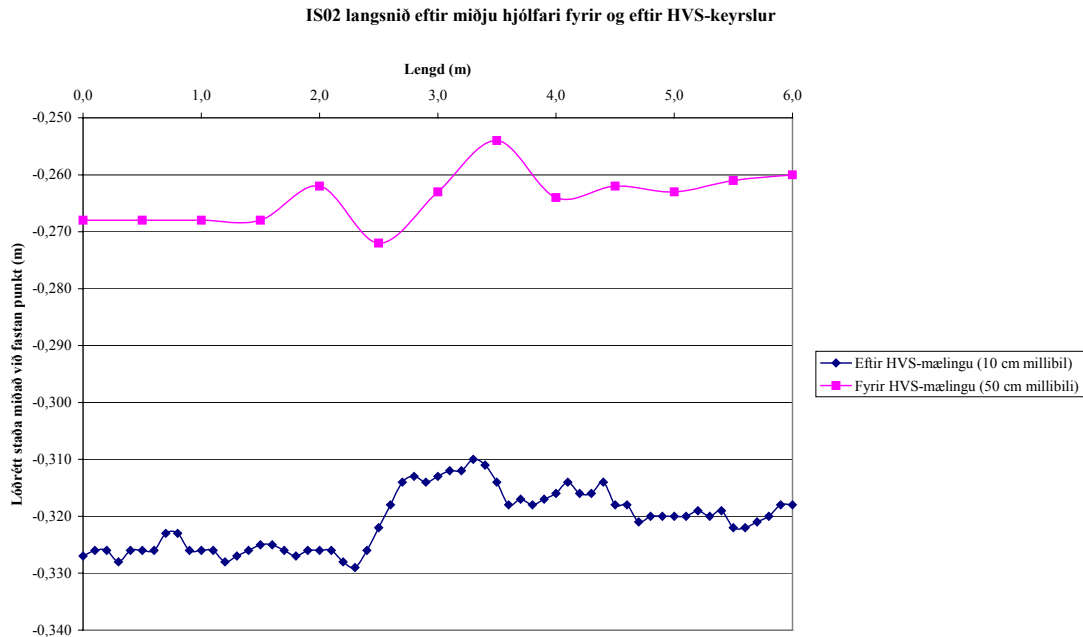


Mynd 4-17 IS02, markar fyrir förum eftir álagshjól, einnig er hola að byrja að myndast

4.3.4.2 Sléttleiki langs eftir kaflanum

Þegar HVS-keyrslum lauk, voru gerðar hæðarmælingar á línu eftir miðju hjólfarinu, með 10 cm millibili, til að fá mat á sléttleikann. Niðurstöður hæðarmælingarinnar eru sýndar á Mynd 4-18. Á myndinni eru einnig sýndar niðurstöður sambærilegra

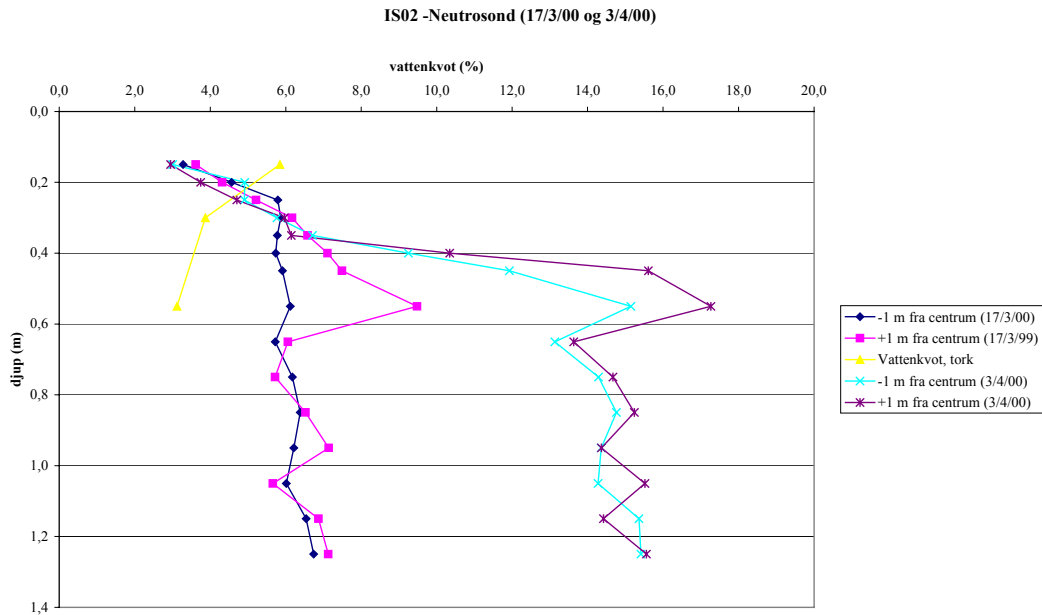
mælinga sem gerðar voru fyrir HVS-keyrslurnar, en í því tilviki voru þær gerðar með 50 cm millibili.



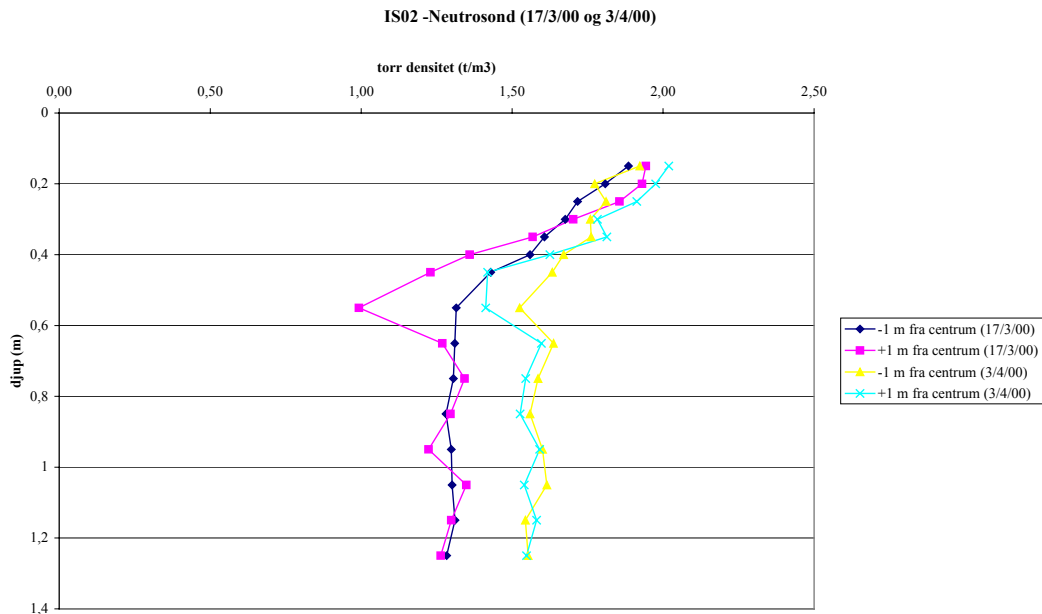
Mynd 4-18 Langsnið eftir miðju hjólfari IS02, fyrir og eftir HVS-keyrslur

4.3.4.3 “Neutrosondmælingar”

Rakainnihald og rúmþyngd í mismunandi dýptum var mælt með “neutrosondaðferð”, í rörum sem komið var fyrir í uppbyggingunni, sjá kafla 3.2.5. Mælingarnar voru gerðar annars vegar þann 17. mars 2000, þegar aðalkeyrslur voru farnar af stað og hins vegar þann 3. apríl 2000, eftir að aðalkeyrslum lauk, en þá var vatn enn í gryfjunni. Niðurstöðurnar eru sýndar á Mynd 4-19 og Mynd 4-20.



Mynd 4-19 Rakainnihald í mismunandi dýptum IS02 mælt með “neutrosond”, einnig er sýnt rakainnihald mælt á sýnum sem tekin voru og þurrkuð í ofni



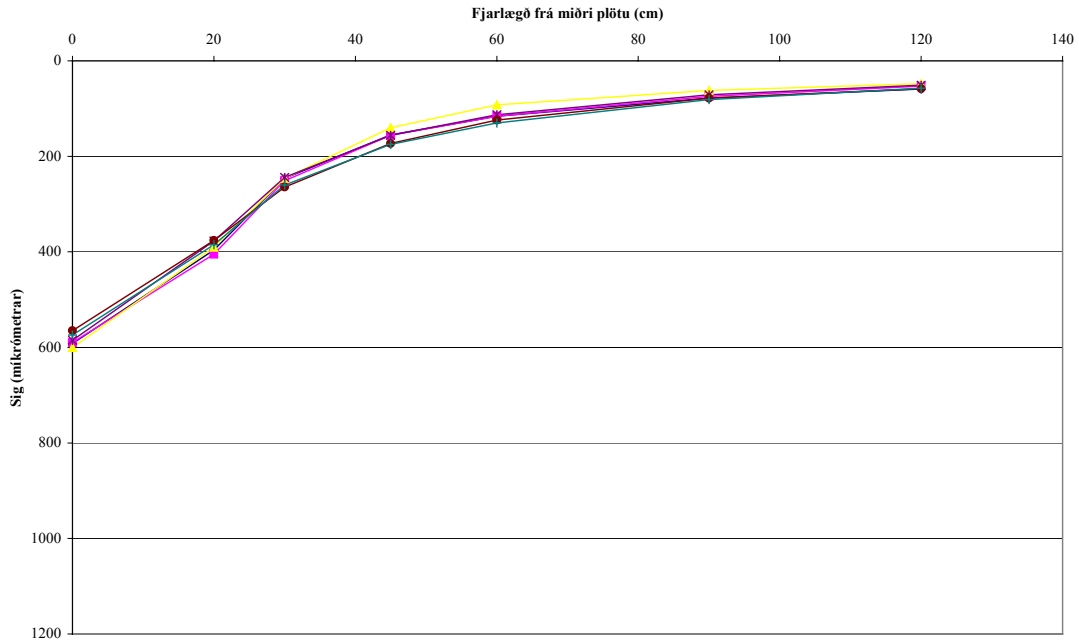
Mynd 4-20 Þurr rúmþyngd í mismunandi dýptum IS02, mælt með “neutrosond”

4.3.4.4 Falllóðsmælingar

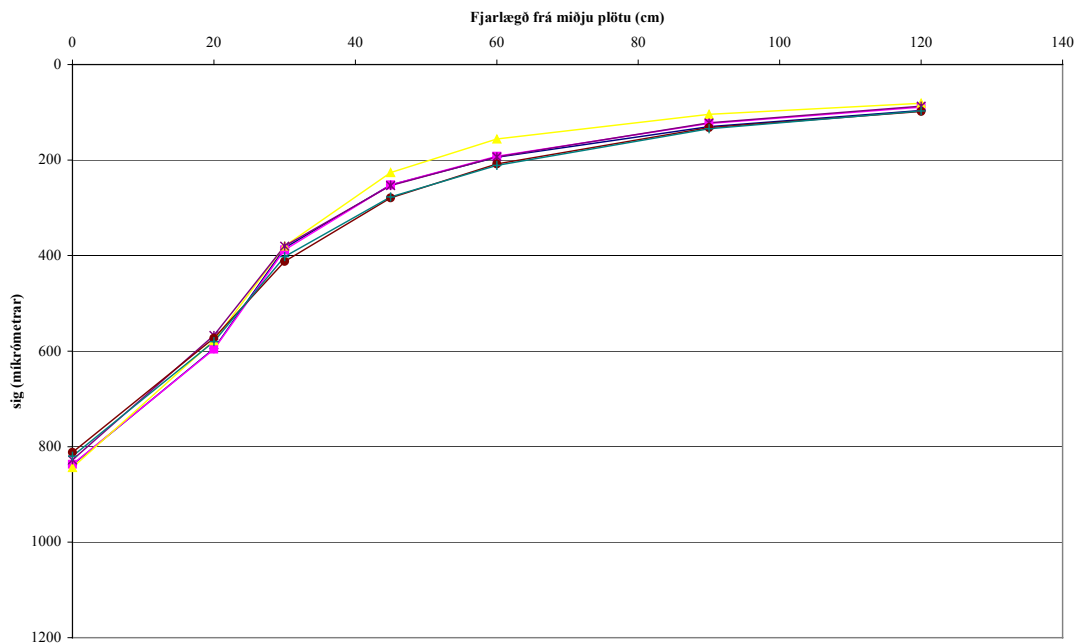
Gerðar voru falllóðsmælingar á miðlínu kafans, eftir að HVS-keyrslum var lokið og tækið komið út. Mælt var í sömu punktum og á miðlínu fyrir HVS-keyrslur á burðarlaginu. Í fyrsta punkti var mælinum “snúið öfugt” við það sem var í fyrri mælingu. Þriðji punktur lenti þar sem mælir LVDT16 er, en þar var sett stálplata áður en klæðingin var lögð þeirri mælingu er sleppt. Vatnsstaða við þessar mælingar var 26 cm undir yfirborði klæðingar. Mælingarnar voru gerðar þannig að eftir 50 kN forálag,

var miðað við 5% regluna og mælt fyrst með 30 kN, svo 50 kN og að lokum 65 kN álagi í sama punktinum.

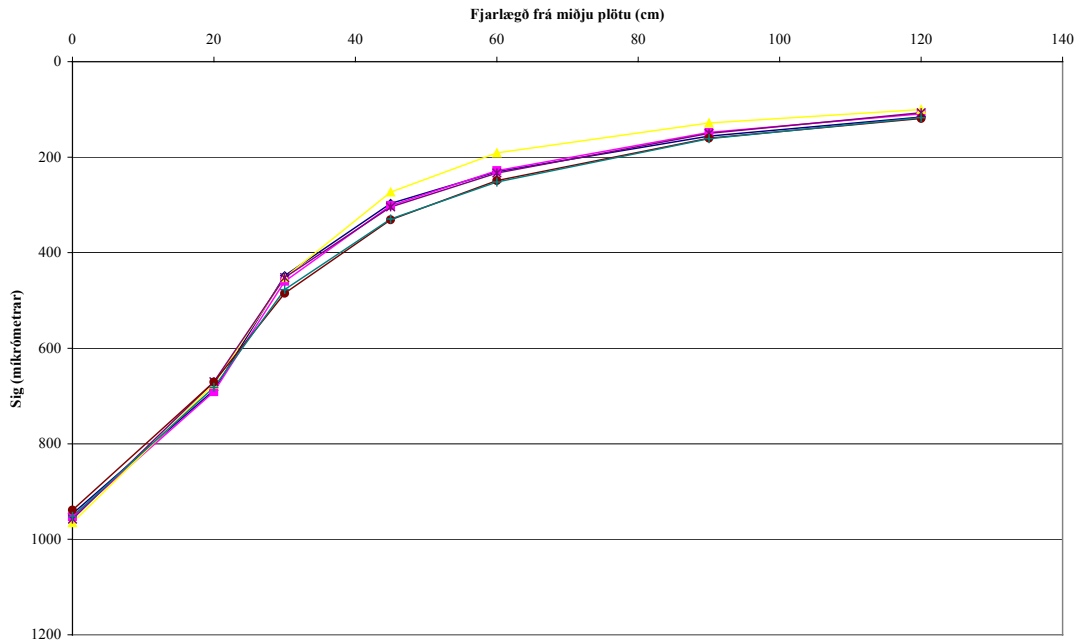
Niðurstöður falllóðsmælingar eftir HVS-keyrslur eru sýndar á Mynd 4-21 fyrir 30 kN álag, á Mynd 4-22 fyrir 50 kN álag og á Mynd 4-23 fyrir 65 kN álag.



Mynd 4-21 Falllóðsmælingar á miðlínu IS02 eftir HVS-keyrslur, 30 kN álag (sigskálar)



Mynd 4-22 Falllóðsmælingar á miðlínu IS02 eftir HVS-keyrslur, 50 kN álag (sigskálar)

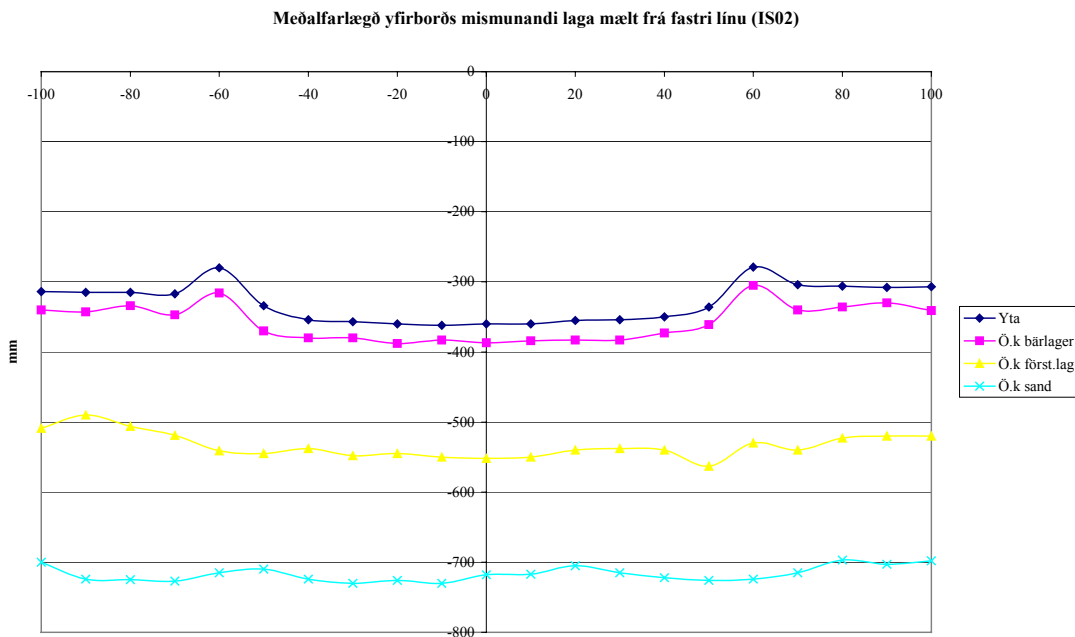


Mynd 4-23 Falllóðsmælingar á miðlínu IS02, eftir HVS-keyrslur, 65 kN álag (sigskálar)

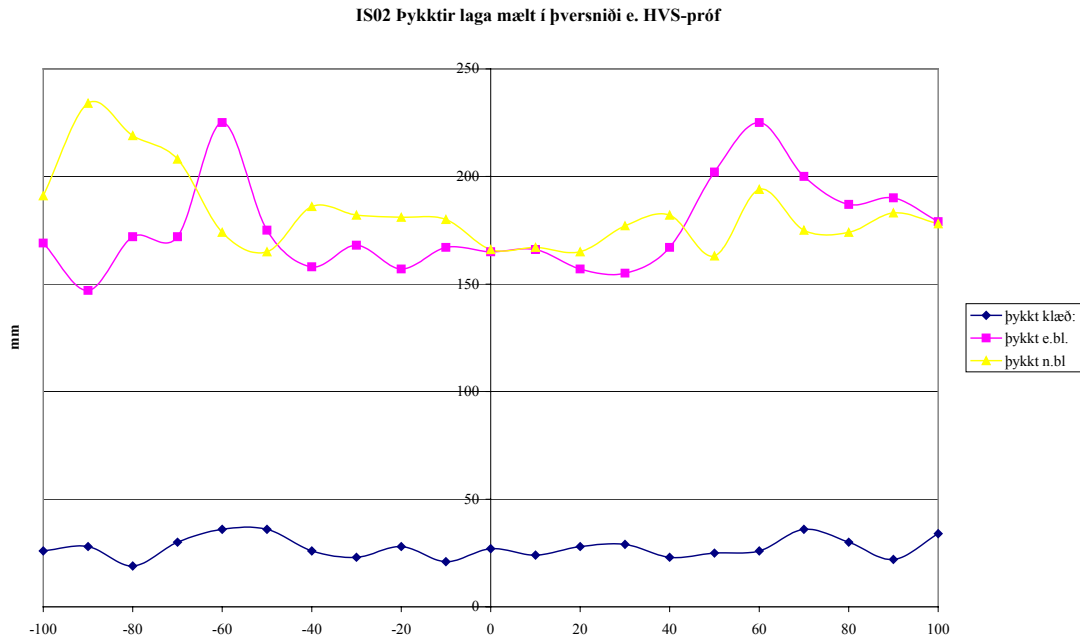
4.3.4.5 Grafið þversnið

Þegar mælingum var lokið, var grafið þversnið í uppbygginguna. Þversniðið var tekið í stöð -2,2, sjá Mynd 3-20 á bls. 45.

Þegar þetta þversnið var skoðað, kom fram að efsti hluti burðarlagsins hafði skriðið til hliðar og ýst upp í hrygginn sem myndast við hlið hjólfaranna, eins og sést á Mynd 4-24. Á Mynd 4-25 er þykkt einstakra laga, sbr Mynd 4-24, dregin upp.



Mynd 4-24 Meðalfjarlægð yfirborðs mismunandi laga frá fastri línu mælt í gröfðu þversniði IS02



Mynd 4-25 Þykktir mismunandi laga, mælt í þversniði eftir HVS-keyrslur (IS02)

4.3.4.6 Ísótópamælingar á efra burðarlagi

Niðurstöður ísótópamælinganna koma fram í töflu: “Tafla 4-5“. Þar sem reynsla er fyrir því að rakamælingar ísótópamælisins sýni of há gildi er þurra rúmþyngdin reiknuð út frá niðurstöðum rakamælinga í tveimur sýnum sem tekin voru af efninu við mælinguna (4,60%; 4,37%; = meðaltal 4,48%). Þjöppunargráðan er miðuð við þurra rúmþyngd fenginni með modified proctor þjöppun við 5,6 % rakastig (2,277 t/m³).

Tafla 4-5 Niðurstöður ísótópamælinga á efra burðarlagi IS02 eftir HVS-keyrslur

HVS - ISLAND 2			Efter belastning	
Bárlager				
Isotopmätning 12.4.2000				
Läge				
Punkt nr	Längs, m	Tvärs, m	Torr densitet om r m w för torkprover (w= 4,5%)	Packningsgrad
1	3,80	2,40	2,354	103,3%
2	6,00	2,50	2,340	102,8%
3	4,60	2,50	2,307	101,3%
4	5,30	2,50	2,412	105,9%
Medel:			2,353	103,3%
Stdav:			0,044	1,9%
Max:			2,412	105,9%
Min:			2,307	101,3%
Medelvärden från Island 2, för bel.:			2,215	97,2%

4.3.4.7 Kornastærðardreifing neðra burðarlags

Þrjú sýni voru tekin af neðra burðarlaginu eftir HVS-keyrslur. Sýnin voru tekin úr hjólförum. Kornastærðardreifing sýnanna var mæld og eru niðurstöður sýndar á Mynd 4-26. Á sömu mynd eru einnig sýnt meðaltal kornastærðardreifingar sýna sem voru tekin af efninu við byggingu kaflans, sjá einnig kafla 3.2.2.2.

Hólabrú

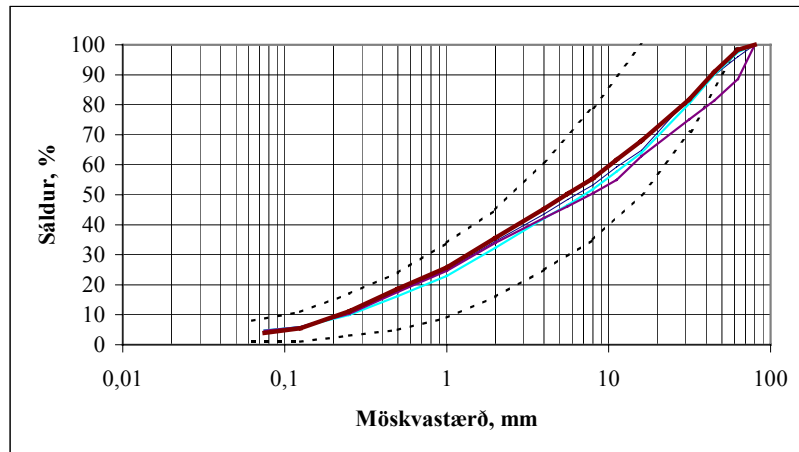
0-75 mm efni eftir HVS-keyrslur

Kornastærðardreifing

Mæling gerð á VTI: 27.4.2000

(einnig meðaltal mælinga á efni sem tekið var við byggingu kaflans)

ISO-sigti mm	Sáldur þyngdar %
0,075	
0,125	
0,25	
0,5	
1	
2	
4	
5,6	
8	
11,2	
16	
31,5	
63	



Mynd 4-26 Kornastærðardreifing neðra burðarlags, þrjú sýni tekin eftir HVS-keyrslur (einnig meðaltal þriggja sýna tekin við byggingu kaflans(feit lína))

4.3.4.8 Kornastærðardreifing efra burðarlags

Þrjú sýni voru tekin af efra burðarlaginu eftir HVS-keyrslur. Sýnin voru tekin úr hjólförum. Kornastærðardreifing sýnanna var mæld og eru niðurstöður sýndar á “Mynd 4-27“. Á myndinni eru einnig sýnt meðaltal kornastærðardreifingar sýna sem tekin voru af efninu við byggingu, sjá einnig kafla 3.2.3.2.

Hólabrú

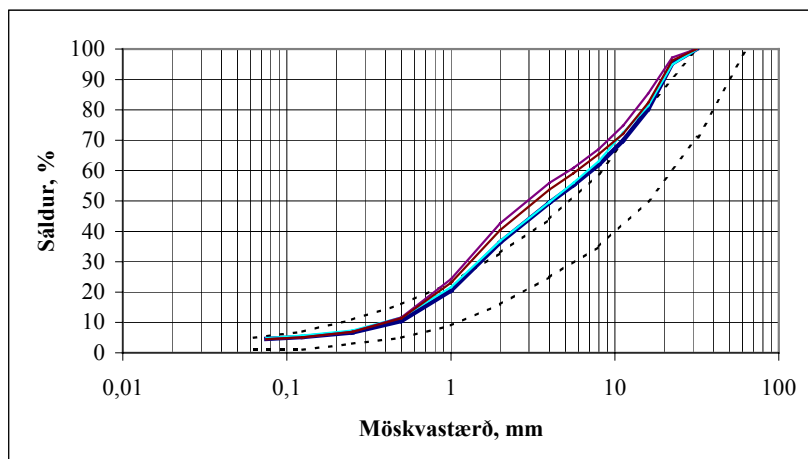
0-25 mm efni -eftir HVS keyrslur

Kornastærðardreifing

Mæling gerð á VTI: 26.4.2000

(einnig meðaltal þriggja sýna sem tekin voru við byggingu kaflans)

ISO-sigti mm	Sáldur þyngdar %
0,075	
0,125	
0,25	
0,5	
1	
2	
4	
5,6	
8	
11,2	
16	
31,5	
63	



Mynd 4-27 Kornastærðardreifing efra burðarlags, þrjú sýni tekin eftir HVS-keyrslur (einnig meðaltal þriggja sýna tekin við byggingu kaflans (feit lína))

4.3.4.9 Brothlutfall (“fraction of crushed material”) efra burðarlags

Mælingar gerðar, skv. staðli EN 933-5-98, á VTI 8. maí 2000. Niðurstöður koma fram í töflu “Tafla 4-6“. Hafa skal vara á að þetta próf hefur ekki gott “reproducability”.

Tafla 4-6 Niðurstöður mælinga á brothlutfalli 0-25 mm efnis eftir HVS-próf á IS02, mælt á VTI

%	
<i>Cc</i> 83	<i>Cr</i> 17
<i>Ctc</i> 71	<i>Ctr</i> 10

Cc – korn með >50% brotinn flöt (hlutfall af heildarsýni)

Ctc – korn með >90% brotinn flöt (hlutfall af heildarsýni)

Cr – korn með >50% rúnnaðan flöt (hlutfall af heildarsýni)

Ctr – korn með >90% rúnnaðan flöt (hlutfall af heildarsýni)

4.3.4.10 “Flakiness index”- próf

“Flakiness index”- prófið var gert á VTI skv. staðli EN 933-3, þann 28. apríl 2000. Prófið var gert á einu sýni og mældist kleyfnistuðullinn 10,0.

4.4 HVS-próf á kafla IS03

HVS-tækið var fært inn og sett upp á kafla IS03 á tímabilinu 4. til 7. apríl 2000. Eftir það hófust keyrslur samkvæmt áætlunum.

4.4.1 Forálag á IS03

Forálagskeyrslur hófust þann 10. apríl 2000 og var lokið daginn eftir. Áður en raunverulegt forálag var sett á, voru farnar 20 umferðir í hverri stöðu hjólsins, til að fá steina í yfirborði klæðingar til að setjast til. Fjöldi umferðar í forálagskeyrslum var annars samtals 20.000 og eftir þær voru hjólför að meðaltali: 12,85 mm (mest 14,36 og minnst 10,79), sjá einnig Mynd 4-28 á bls. 86, sem sýnir þróun hjólfaramyndunar við mælingarnar almennt.

4.4.2 Mæling á svörun IS03 gagnvart mismunandi álagi

Í töflu: “Tafla 4-7“, eru sýndar þær aðstæður, sem svörun mismunandi mæla var skráð fyrir álag einfalds hjóls á IS03 og í töflu: “Tafla 4-8” fyrir álag tvöfalds hjóls. Erfitt er að ná jöfnu hitastigi í bikbundna lagið, nema á nokkrum tíma. Því voru hitastig sem nefnd eru í töflu “Tafla 4-8” aðeins höfð til viðmiðunar, en mælt við það hitastig sem náðist á einum sólarhring.

Þessar mælingar voru gerðar dagana 12. til 19. apríl 2000.

Niðurstöður mælinganna eru varðveittar í Excel skjölum, en verða síðar færðar í sameiginlegan gagnagrunn Finna, Svía og Íslendinga um HVS-próf.

Tafla 4-7 Skema fyrir svörunarmælingar á IS03, einfalt hjól

HVS-Nordic/VTI, Responsmätning Test IS03

Nummer	Singel hjul			Position i tvärled (cm)*			Beläggningstemp. (°C)
	Ringtryck (kPa)	Last (kN)	Hastighet (km/h)	0	-15	distribution	
S1	500	30	12	x			+10
S2	500	50	12	x			+10
S3	500	80	12	x			+10
S4	500	60	12			x	+10
S5	600	30	12	x			+10
S6	600	50	12	x			+10
S7	600	80	12	x			+10
S8	600	60	12			x	+10
S9	800	30	12	x			+10
S10	800	50	12	x			+10
S11	800	80	12	x			+10
S12	800	60	2	x			+10
S13	800	60	4	x			+10
S14	800	60	8	x			+10
S16	800	60	12			x	+10
S17	900	30	12	x			+10
S18	900	50	12	x			+10
S19	900	80	12	x			+10
S20	900	60	12			x	+10

*) Position i tvärled:

0 = Centrumlinjen

Tvärfördelning singel hjul: från -35 till +35 cm i 5 cm steg

Tvärfördelning dubbel hjul: från -25 till +25 cm i 5 cm steg

Tafla 4-8 Skema fyrir svörunarmælingar á IS03, tvöfalt hjól

HVS-Nordic/VTI, Resposmätning Test IS03

Nummer	Parhjól			Position i tvärled (cm)*			Beläggings- temp. (°C)
	Ringtryck (kPa)	Last (kN)	Hastighet (km/h)	0	-15	distribution	
P1	500	30	12	x	x		+10
P2	500	50	12	x	x		+10
P3	500	80	12	x	x		+10
P4	500	60	12			x	+10
P5	600	30	12	x	x		+10
P6	600	50	12	x	x		+10
P7	600	80	12	x	x		+10
P8	600	60	12			x	+10
P9	800	30	12	x	x		+10
P10	800	50	12	x	x		+10
P11	800	80	12	x	x		+10
P12	800	60	12			x	+10
P13	800	60	2	x	x		+10
P14	800	60	4	x	x		+10
P15	800	60	8	x	x		+10
P17	900	30	12	x	x		+10
P18	900	50	12	x	x		+10
P19	900	80	12	x	x		+10
P20	900	60	12			x	+10
P21	800	30	12	x	x		+0
P22	800	50	12	x	x		+0
P23	800	80	12	x	x		+0
P24	800	60	12			x	+0
P29	800	30	12	x	x		+15
P30	800	50	12	x	x		+15
P31	800	80	12	x	x		+15
P32	800	60	12			x	+15
P33	800	30	12	x	x		+20
P34	800	50	12	x	x		+20
P35	800	80	12	x	x		+20
P36	800	60	12			x	+20

*) Position i tvärled: 0 = Centrumlinjen
 Tvärfördelning singelhjul: från -35 till +35 cm i 5 cm steg
 Tvärfördelning dubbelhjul: från -25 till +25 cm i 5 cm steg

4.4.3 Aðalkeyrslur á IS03

Aðalkeyrslur á IS03 hófust þann 25. apríl 2000. Þann 8. maí 2000 var byrjað að hleypa vatni á gryfjuna. Þá voru komnar um 291.000 umferðir á kaflann, forálag og svörunarmælingar innifaldar. Þann 9. maí 2000 voru keyrslur svo stöðvaðar og vatn látið renna áfram í gryfjuna, þar til það var komið um 30 cm undir yfirborð sandsins (raun 29 cm). Keyrslur hófust aftur þann 14. maí 2000 og héldu áfram til 22. maí, en þá slitnaði keðjan í HVS-tækinu og því varð aðalkeyrslum sjálfhætt eftir samtals um 475.000 umferðir.

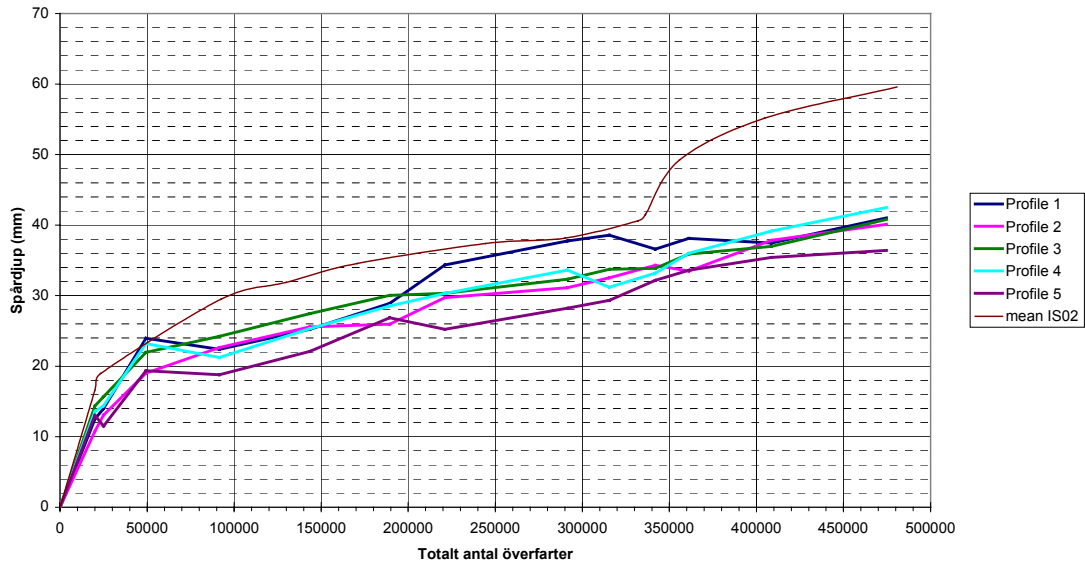
Í töflu: “Tafla 4-9“ eru upplýsingar um aðalkeyrsluna eins og þær voru sendar út í svokölluðum “weekly reports” frá VTI. Skráðar dagsetningar eru þegar viðkomandi fjölda álagsendurtekninga er náð. Í töflunni kemur þróun hjólfara fram, ein hún er einnig sýnd á Mynd 4-28. Á Mynd 4-28 er einnig sýnd þróun hjólfara (meðaltal) á kafla IS02. Á Mynd 4-29 er mæling á varanlegri samþjöppun í mismunandi lögum

(með svokölluðum “terrassdeform”-mælum, sjá nánar staðsetningu þeirra á Mynd 3-31 á bls. 60), sýnd til samanburðar.

Tafla 4-9 Upplýsingar um keyrslur á IS03, úr “weekly reports” frá VTI

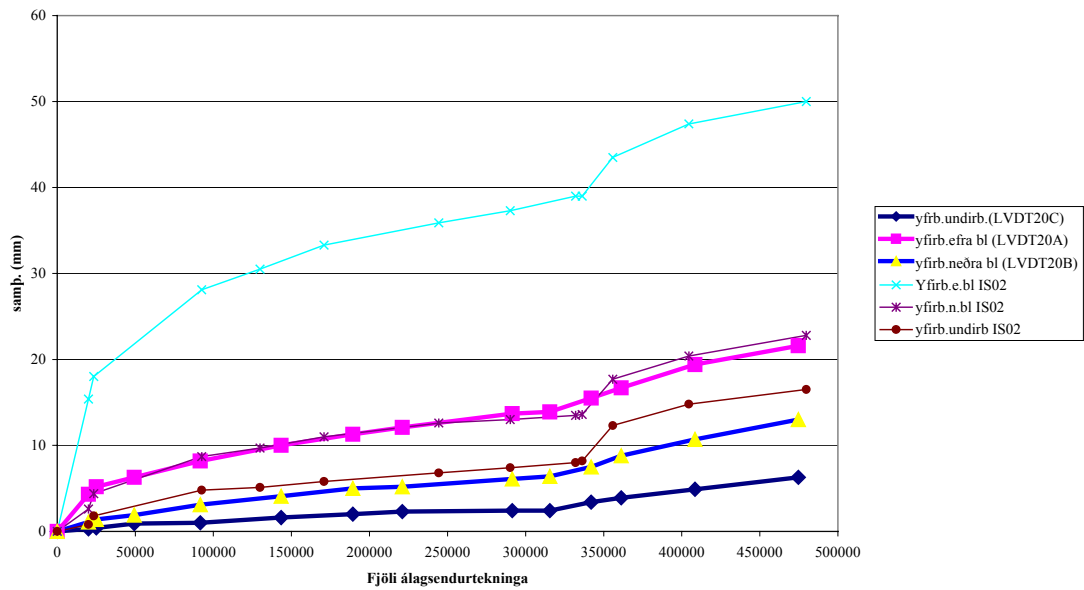
Profile nr.3 date	Load repetitions	rut depth (mm)	Wheel load (kN)	load direction	cracking nr / length	Remarks
10.4.2000	0	0,00				
12.4.2000	20000	14,36	30, singel	both	none	Preloading
19.4.2000	25000	15,67	30,50,60&80	both	none	Response measurements
25.4.2000	25000	15,67		60	none	IS03 Main Test Started
26.4.2000	49272	21,96		60	both	none
28.4.2000	91556	24,24		60	both	none
1.5.2000	143501	27,45		60	both	none
3.5.2000	189340	30,04		60	both	none
5.5.2000	221040	30,33		60	both	none
8.5.2000	291470	32,33		60	both	none
9.5.2000	315526	#N/A				Filling water in subgrade started
12.5.2000	315526	33,749	30,50,60,80			Test stopped, Waterlevel -60cm from subgrade surface
14.5.2000	315886	#N/A		60	both	Response measurements, Water level -29cm
15.5.2000	341978	33,88		60	both	Main Test Restarted
17.5.2000	361168	35,89		60	both	Water level -30 cm
19.5.2000	408562	36,97		60	both	Water level -29 cm
22.5.2000	474604	#N/A		60	both	Water level -28 cm
25.5.2000	474630	40,79	30,50,60,80	both	none	Test interrupted, Broken Chain
25.5.2000	475014	#N/A	30,50,60,80	both	none	Respons measurements, Water level -29 cm
						Test stopped after respons measurements

HVS-konstruktion IS03
Spárdjup



Mynd 4-28 Þróun hjólfaradýptar á IS03 (til samanburðar er meðaltal á kafla IS02, sjá Mynd 4-13 á bls. 74)

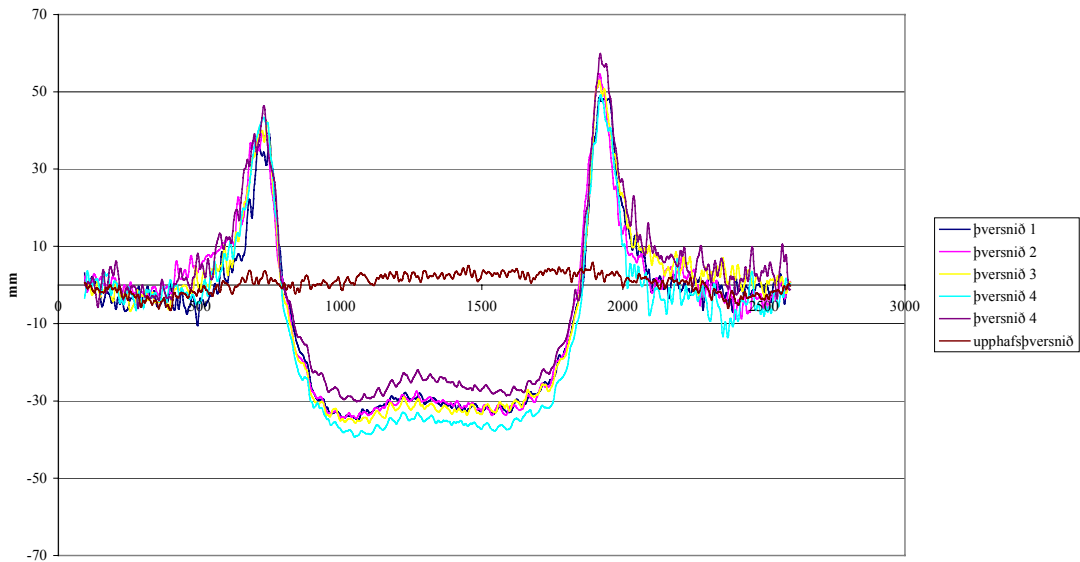
Varanleg samþjöppun, skv mælum í kjallara



Mynd 4-29 Varanleg samþjöppun mismunandi laga, mælt með “terrassdeform”-mælum (nánari staðsetning á Mynd 3-31 á bls. 60), fyrir IS03. Til samanburðar sömu mælingar fyrir IS02 (sjá Mynd 4-14 á bls. 75)

Á Mynd 4-30 eru sýndar þversniðsmælingar við lok keyrslna með HVS-tækinu á IS03, auk meðaltals þversniðsmælinga við upphaf keyrslna.

Þversnið IS03 e. 475.000 umferðir (forálag og svörunarmælingar innifaldar), ásamt meðalþversniði við upphaf keyrslu



Mynd 4-30 Þversnið IS03 við lok HVS-keyrslu, auk meðalþversniðs í upphafi

4.4.4 Mælingar eftir aðalkeyrslur á IS03

4.4.4.1 Almennt ástand

Almennt ástand kaflans var ekki metið af skýrsluhöfundi, þar sem keyrslum lauk eftir að hann var kominn heim til Íslands. Samkvæmt upplýsingum frá Svíum, var útlit kaflans svipað og IS02, hjólför nokkur og yfirborð glattað, sjá einnig Mynd 4-31



Mynd 4-31 IS03 eftir HVS-keyrslur, unnið að gerð þversniðs

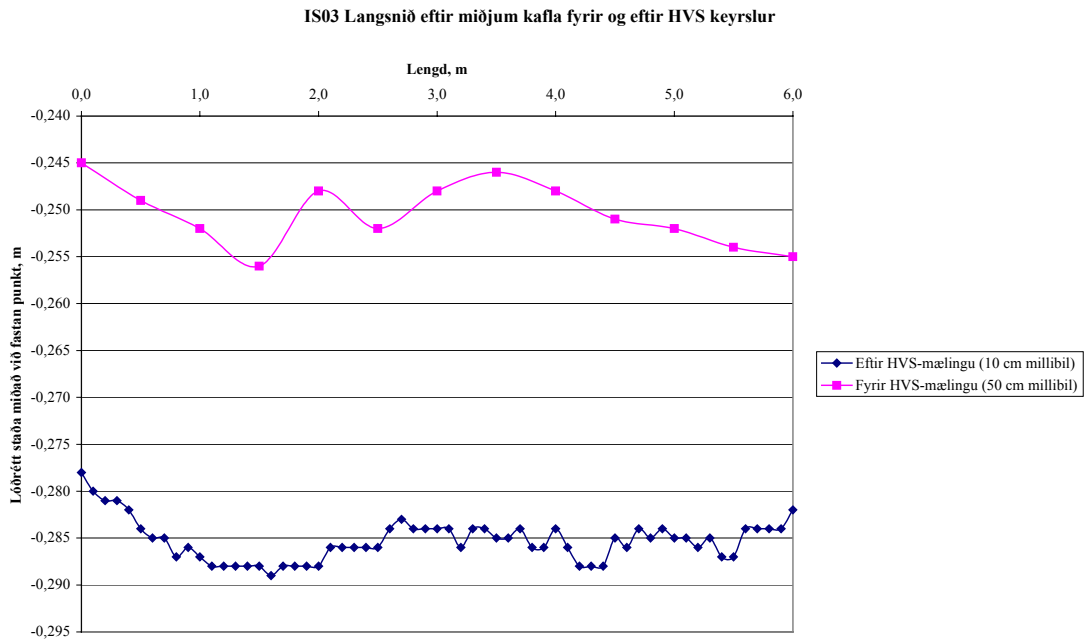
Eftir prófið var gerð tilraun til að ná borkjörnum úr bikbundna hlutanum, utan hjólfara. Ljóst var af þeirri tilraun að bikbundni hlutinn hafði ekki náð fullri hörðun, þar sem aðeins efsti hluti náðist heill upp, en það sem var þar fyrir neðan molnaði, sjá einnig Mynd 4-32.



Mynd 4-32 Borkjarnar sem komu upp úr IS03, utan hjólfara

4.4.4.2 Sléttleiki langs eftir kaflanum

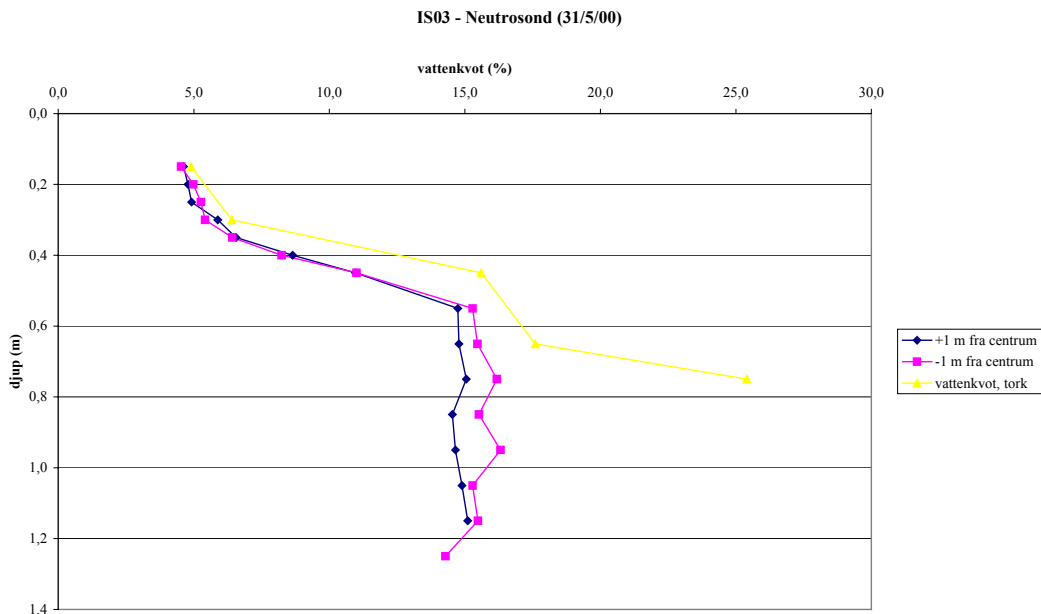
Þegar HVS-keyrslum lauk, voru gerðar hæðarmælingar á línu eftir miðju hjólfarinu, með 10 cm millibili, til að fá mat á sléttleikann. Niðurstöður hæðarmælingarinnar eru sýndar á Mynd 4-33. Á myndinni eru einnig sýndar niðurstöður sambærilegra mælinga sem gerðar voru fyrir HVS-keyrslurnar, en í því tilviki voru þær gerðar með 50 cm millibili.



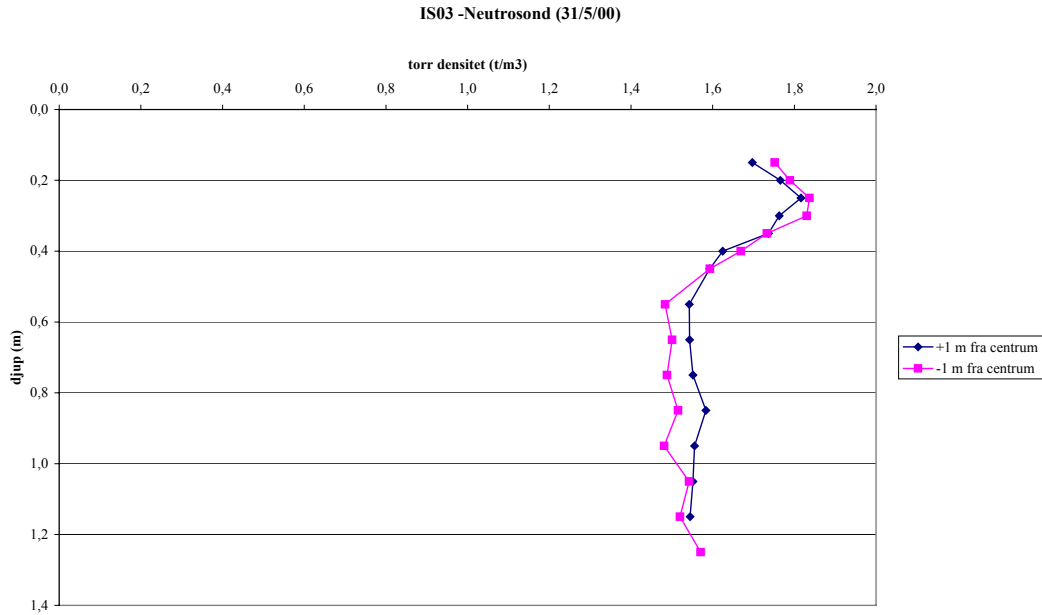
Mynd 4-33 Langsnið eftir miðju hjólfari IS03, fyrir og eftir HVS-keyrslur

4.4.4.3 “Neutrosondmælingar”

Mælingar á rakainnihaldi og rúmþyngd með “neutrosond”-aðferð, á mismunandi dýptum í uppbyggingu IS03, voru gerðar þan 31. maí 2000, þegar aðalkeyrslum var lokið. Þá var enn vatn í gryfjunni. Mælingarnar voru gerðar í rörum sem komið var fyrir í uppbyggingunni, sjá kafla 3.3.6. Niðurstöður mælinganna eru sýndar á Mynd 4-34 og Mynd 4-35.



Mynd 4-34 Rakainnihald í mismunandi dýptum IS03 mælt með “neutrosond”, einnig er sýnt rakainnihald mælt á sýnum sem tekin voru og þurrkuð í ofni

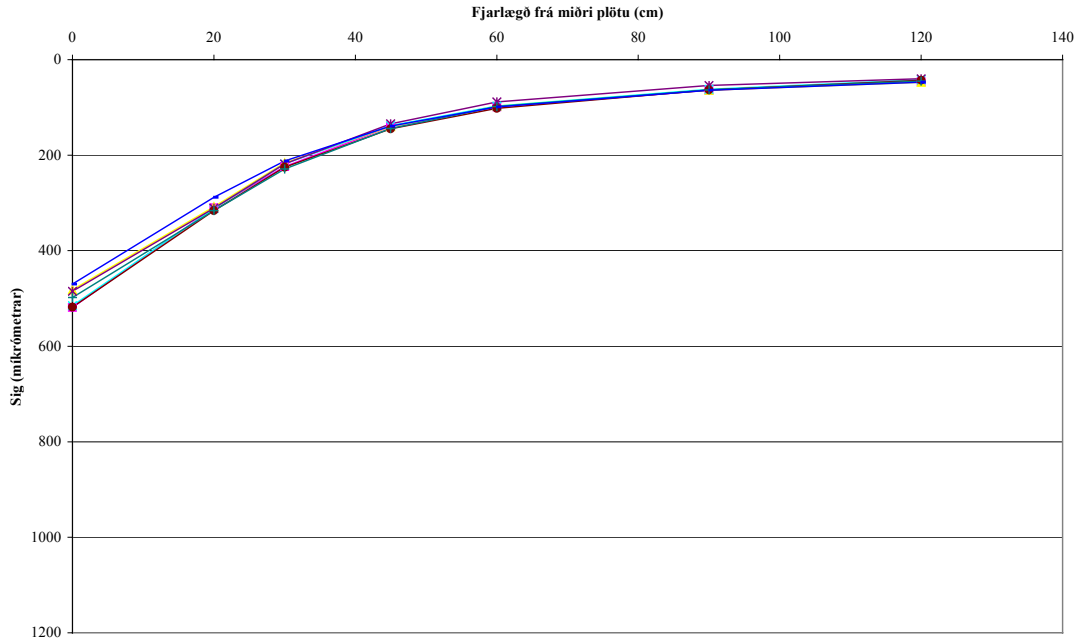


Mynd 4-35 Þurr rúmþyngd í mismunandi dýptum IS03, mælt með “neutrosond”

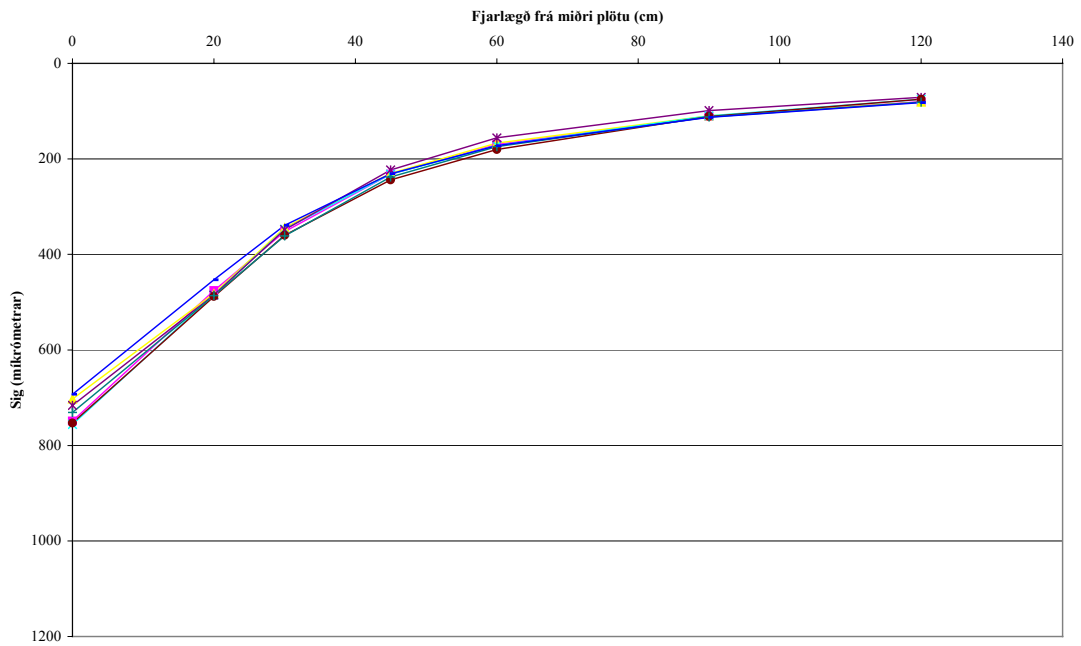
4.4.4.4 Falllóðsmælingar

Gerðar voru falllóðsmælingar á miðlínu kaflans, eftir að HVS-keyrslum lauk. Mælt var í sömu punktum og á miðlínu fyrir HVS-keyrslur á bikbundna burðarlaginu. Í fyrsta punkti var mælinum “snúið öfugt” við það sem var í fyrri mælingu. Vatnsstaða við þessar mælingar var 27 cm undir yfirborði klæðingar. Hitastig í bikbundna laginu var um 12°C. Mælingarnar voru gerðar þannig að eftir 50 kN forálag, var miðað við 5% regluna og mælt fyrst með 30 kN, svo 50 kN og að lokum 65 kN álagi í sama punktinum.

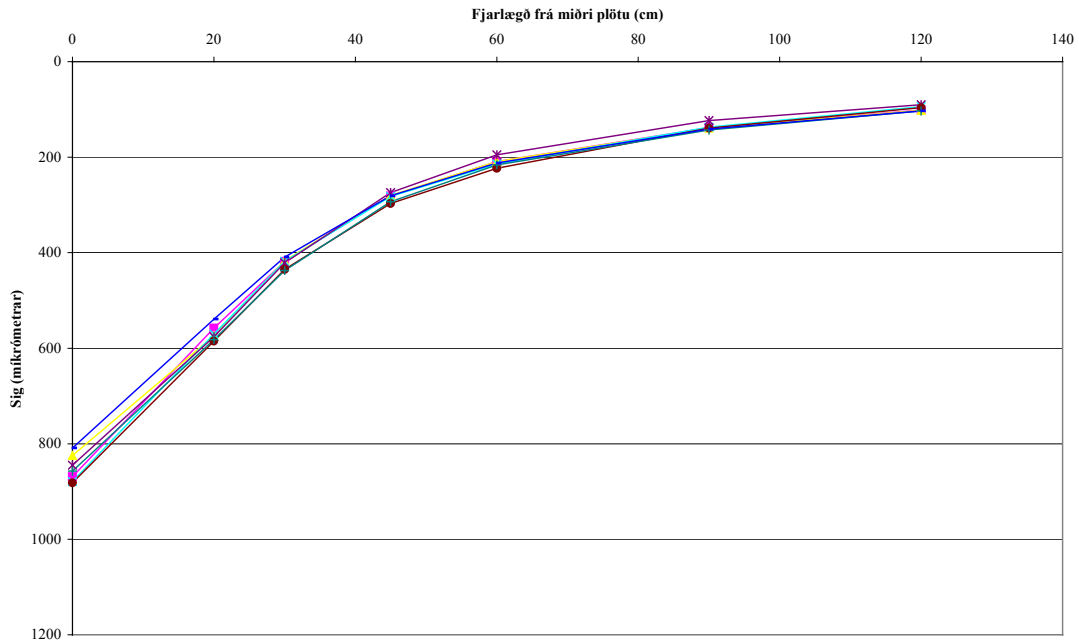
Niðurstöður falllóðsmælingar eftir HVS-keyrslur eru sýndar á Mynd 4-36 fyrir 30 kN álag, á Mynd 4-37 fyrir 50 kN álag og á Mynd 4-38 fyrir 65 kN álag.



Mynd 4-36 IS03, Falllóðsmælingar á miðlínu, eftir HVS-keyrslur, 30 kN álag (sigskálar)



Mynd 4-37 IS03, Falllóðsmælingar á miðlínu, eftir HVS-keyrslur, 50 kN álag (sigskálar)

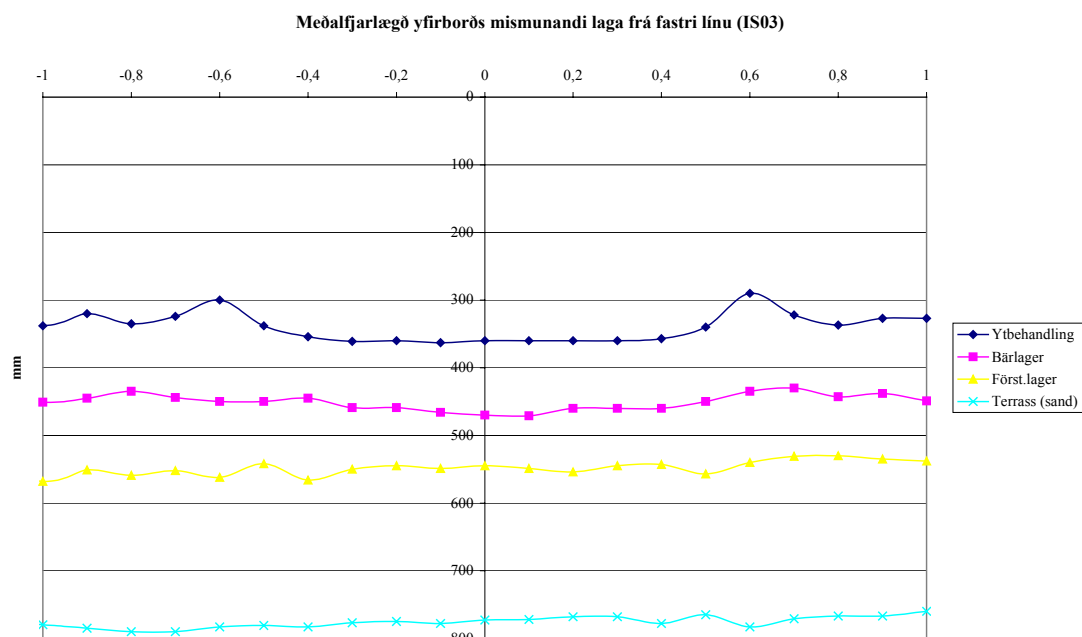


Mynd 4-38 IS03, Falllóðsmælingar á miðlínu, eftir HVS keyrslur, 65 kN álag (sigskálar)

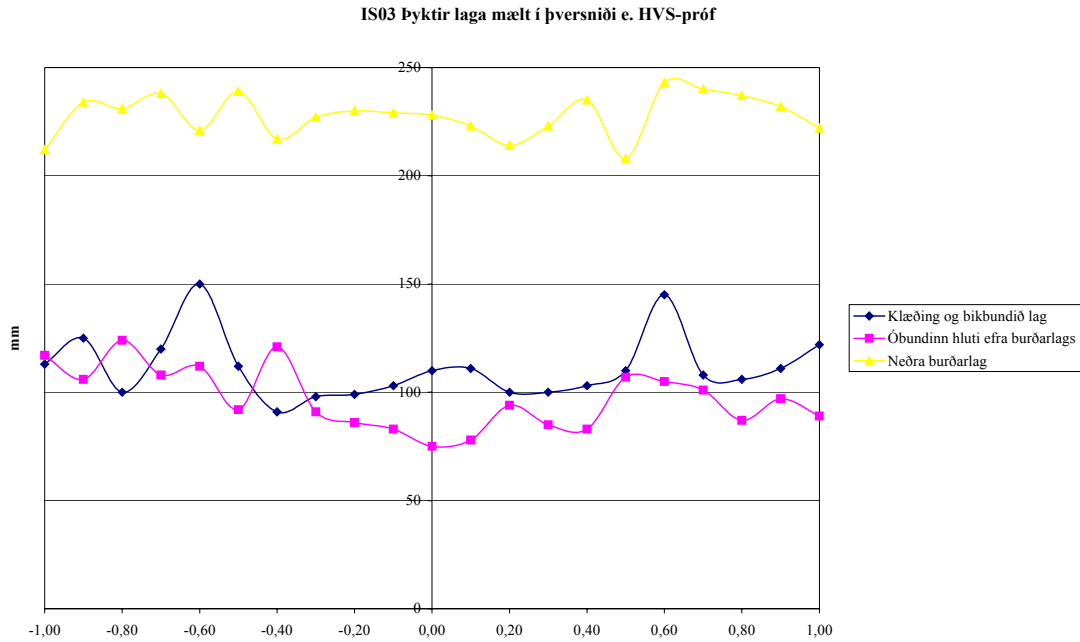
4.4.4.5 Grafið þversnið

Þegar mælingum var lokið, var grafið þversnið í uppbygginguna. Þversniðið var tekið í stöð $-2,75$, sjá Mynd 3-31 á bls 60. Við mælingar á meðalfjarlægð mismunandi laga frá fastri línu, var ekki gerður greinarmunur á klæðingu og bikbundnu lagi, þannig að þau eru tekin sem eitt lag, sjá Mynd 4-39.

Á Mynd 4-40 er þykkt einstakra laga, sbr Mynd 4-39, dregin upp.



Mynd 4-39 Meðalfjarlægð yfirborðs mismunandi laga frá fastri línu mælt í gröfðu þversniði IS03



Mynd 4-40 Þykktir mismunandi laga, mælt í þversniði eftir HVS-keyrslur (IS03)

4.4.4.6 Ísótópamælingar á efra burðarlagi

Niðurstöður ísótópamælinganna koma fram í töflu “Tafla 4-10“. Þar sem reynsla er fyrir því að rakamælingar ísótópamælisins sýni of há gildi er þurra rúmþyngdin reiknuð út frá niðurstöðum rakamælinga á þremur sýnum sem tekin voru af efninu við mælinguna (3,34%; 3,38%; 3,40% = meðaltal 3,4%). Þjöppunargráðan er miðuð við þurra rúmþyngd fenginni með modified proctor þjöppun við 5,6% rakastig (2,277 t/m³).

Tafla 4-10 Niðurstöður ísótópamælinga á efra burðarlagi IS03 eftir HVS-keyrslur

H V S - I S L A N D 3

Bärlager

Isotopmätning 8.6.2000

Punkt nr	Längs, m	Tværs, m	Torrþensitet om r m w för torkprover (w=3.4%)	Packningsgrad
1	1,00	2,80	2,263	99,4%
2	1,90	2,20	2,255	99,0%
3	5,70	2,20	2,284	100,3%
4	4,40	2,75	2,247	98,7%
5	5,55	2,80	2,183	95,9%
6	4,70	2,50	2,223	97,6%
Medel:			2,243	0,985
Stdav:			0,035	0,015
Max:			2,284	1,003
Min:			2,183	0,959
<i>Medelvärden från Island 3, för bel.:</i>			2,172	95,4%

4.4.4.7 Kornastærðardreifing neðra burðarlags

Þrjú sýni voru tekin af neðra burðarlaginu eftir HVS-keyrslur. Sýnin voru tekin úr hjólförum. Kornastærðardreifing sýnanna var mæld, sjá niðurstöður á Mynd 4-41. Á myndinni er einnig sýnt meðaltal kornakúrfu sýna sem tekin voru við byggingu kafla

IS01 (sjá einnig kafla 3.1.2.2), en neðra burðarlag IS01 var notað óbreytt við byggingu kafla IS03.

Hólabrú

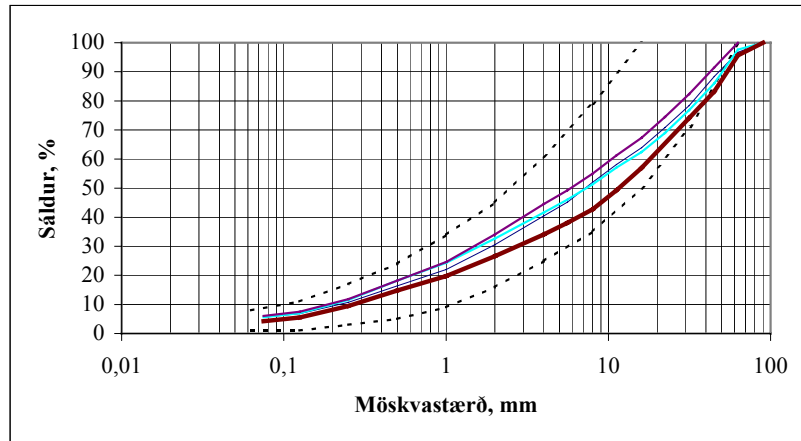
0-75 mm efni eftir HVS-keyrslur (IS03)

Kornastærðardreifing

Mæling gerð á VTI: 15.8.2000

(einnig meðaltal mælinga á efni sem tekið var við byggingu kaflans)

ISO-sigti mm	Sáldur þyngdar %
0,075	
0,125	
0,25	
0,5	
1	
2	
4	
5,6	
8	
11,2	
16	
31,5	
63	



Mynd 4-41 Kornastærðardreifing neðra burðarlags, þrjú sýni tekin eftir HVS-keyrslur á IS03 (einnig meðaltal þriggja sýna (feit lína) tekin við byggingu kaflans, þ.e. byggingu IS01).

4.4.4.8 Kornastærðardreifing óbundins hluta efra burðarlags

Þrjú sýni voru tekin af óbundna hluta efra burðarlags IS03 eftir HVS-keyrslur. Sýnin voru tekin í hjólförum. Niðurstöður eru sýndar á Mynd 4-42. Þar er einnig sýnt meðaltal mælinga þriggja sýna sem tekin voru við byggingu kaflans.

Hólabrú

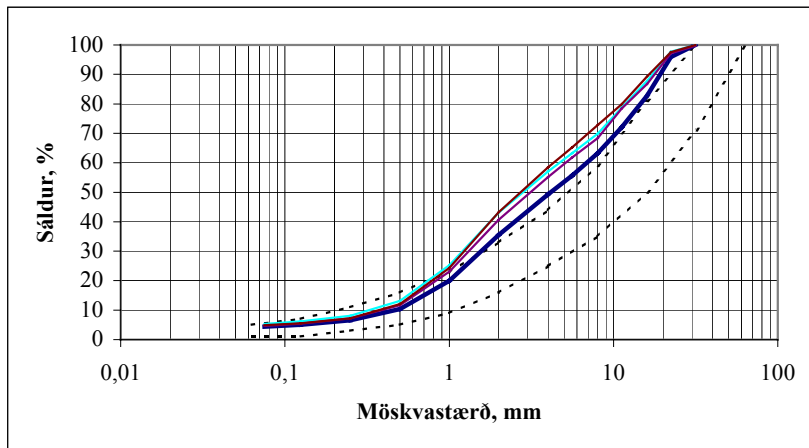
0-25 mm efni -eftir HVS keyrslur (IS03)

Kornastærðardreifing

Mæling gerð á VTI: 14.8.2000

(einnig meðaltal þriggja sýna sem tekin voru við byggingu kaflans)

ISO-sigti mm	Sáldur þyngdar %
0,075	
0,125	
0,25	
0,5	
1	
2	
4	
5,6	
8	
11,2	
16	
31,5	
63	

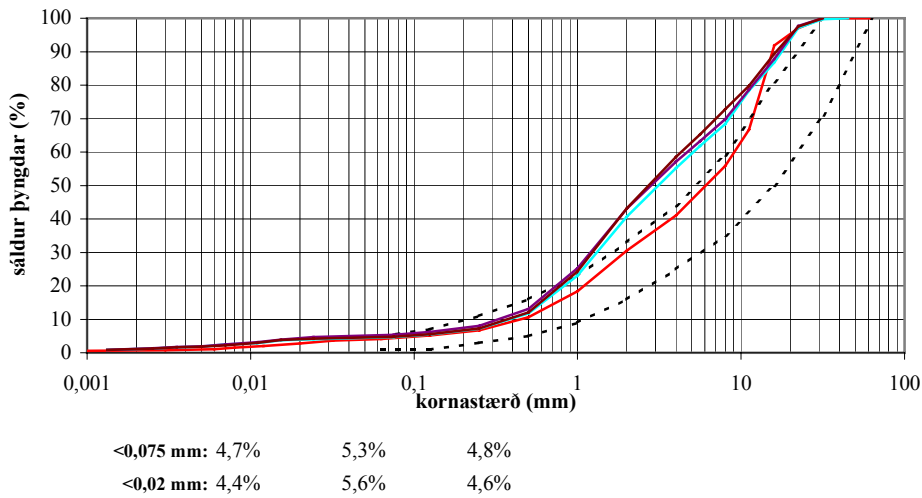


Mynd 4-42 Kornastærðardreifing óbundins hluta efra burðarlags, þrjú sýni tekin eftir HVS keyrslur IS03 (einnig meðaltal þriggja sýna (feit lína) tekin við byggingu kaflans).

Gerðar voru hydrometermælingar á sýnunum þremur og eru niðurstöður þeirra sýndar á Mynd 4-43. Þar er einnig sýnd hydrometermæling sem gerð var á Rb á sýnum af 0-25 mm efni úr Hólabrú.

Hólabrú 0-25 mm efni e. HVS-keyrslur IS03

Mæling gerð á VTI: 14.8.2000

Rannsóknir á kornastærðum

Mynd 4-43 Hydrometermælinga sýna af óbundnum hluta efra burðarlags IS03, eftir HVS-keyrslur (einnig hydrometermæling gerð á Rb, rauð lína (sjá **Mynd 2-9** á bls.14))

4.4.4.9 Brothlutfall

Mælingar gerðar, skv. staðli EN 933-5-98, á VTI 26. júní 2000. Niðurstöður eru sýndar í töflu “Tafla 4-11”. Hafa skal í huga að þetta próf hefur ekki gott “reproducability”.

Tafla 4-11 Niðurstöður mælinga á brothlutfalli 0-25 mm efnis eftir HVS próf á IS03, mælt á VTI

%	
<i>Cc</i>	<i>Cr</i>
86	14
<i>Ctc</i>	<i>Ctr</i>
73	8

Cc – korn með >50% brotinn flöt (hlutfall af heildarsýni)

Ctc – korn með >90% brotinn flöt (hlutfall af heildarsýni)

Cr – korn með >50% rúnnaðan flöt (hlutfall af heildarsýni)

Ctr – korn með >90% rúnnaðan flöt (hlutfall af heildarsýni)

4.4.4.10 “Flakiness index”- próf

“Flakiness index”- prófið var gert á VTI skv. staðli EN 933-3, þann 20. júní 2000. Prófið var gert á einu sýni og mældist kleyfnistuðullinn 10,0.

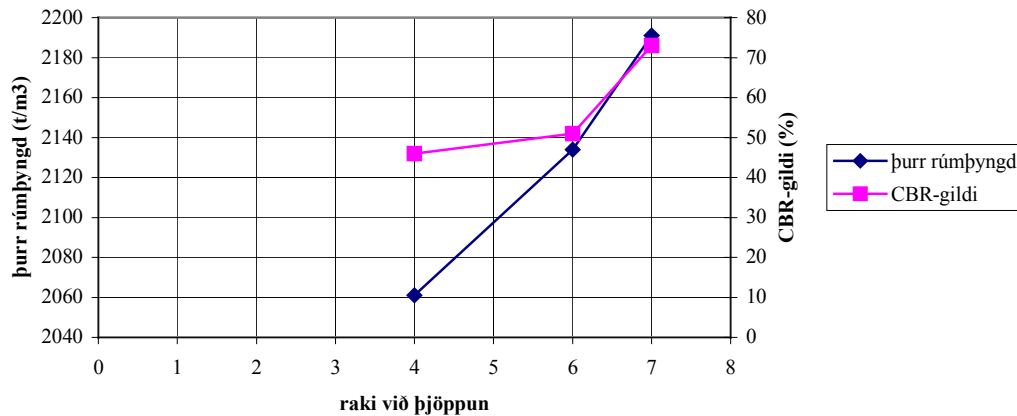
4.4.4.11 CBR-próf

Gert var CBR-próf á sýnum sem tekin voru úr óbundnum hluta efra burðarlags IS03, eftir HVS-keyrslur. Niðurstöður þess eru sýndar á Mynd 4-44.

IS03 - burðarlagsefni, eftir HVS-próf

Mæling gerð á VTI: jún.00

CBR-próf



Mynd 4-44 Niðurstöður CBR-prófs á sýnum af efra burðarlagi IS03, eftir HVS keyrslur

5. Lokaorð

Í þessa skýrslu hefur verið safnað saman gögnum og upplýsingum um HVS-keyrslur á íslenskum veguppbyggingum í Svíþjóð fyrri hluta árs 2000. Ekki eru í skýrslunni niðurstöður mælinga (“svörunarmælinga”) sem gerðar voru á spennum, streitum og niðurbeygju sem fall af álagi HVS-tækisins. Þær verða til að byrja með varðveittar í Excel-skjölum, en síðar fluttar í sameiginlegan gagnagrunn með niðurstöðum HVS-mælinga Finna, Svía og Íslendinga. Þessi skýrsla er ætluð til að vera uppsláttarrit við framhaldsúrvinnslu gagna úr verkefninu.

5.1 Umræða um verkefnið

Í kafla 2.1 í þessari skýrslu, eru markmið verkefnisins skilgreind. Þar segir meðal annars að stefnt skyldi að því að fá samanburð á álagsforsendum, skemmdum, endingu, spennum og streitum í óbundnum og bikbundnum burðarlögum, þar sem notað er “gott” burðarlagsefni. Ljóst er af því sem fram kemur í skýrslunni, að þessu markmiði var ekki náð, hvað varðar “gott” efni. Til þess er óbundna burðarlagsefnið of sendið, samkvæmt kornastærðarmælingum sem gerðar voru á efninu eftir að það var komið til Svíþjóðar, og hörðnun bikbundna lagsins ekki nægileg áður en aðalkeyrslur hófust.

Fyrri atriðið var ófyrirséð og skýringar á því óljósar. Mælingar á kornastærðardreifingu sýna sem tekin voru úr námumni héraendis, bentu til að efnið lægi innan marka fyrir efra burðarlag samkvæmt kröfum í Alverk 95, en þó nálægt efri mörkum (sjá Mynd 2-5 á bls. 12). Mælingar á kornastærðardreifingu efnisins sem kom til Svíþjóðar sýnir að það liggur utan marka (sjá Mynd 2-6 á bls. 13). Sýni sem tekin eru eftir HVS-keyrslurnar, sýna enn meiri sandhlykk, sjá Mynd 4-27 á bls. 82 og Mynd 4-42 á bls. 94. Erfitt er að átta sig á hvort þarna er um niðurbrot að ræða, eða hvort skýringin kunni að liggja í sýnatökunni eða einhverju öðru. Verkefnishópurinn valdi að nota efnið úr Hólalbrúar námu í þessar tilraunir, þar sem hægt var að nota efni úr þeirri námu í öll lög uppbyggingarinnar (sjá kafla 2.3 á bls. 8). Eftir á að hyggja

hefði e.t.v. verið rétt að vinna efnið betur, t.d. með því að taka sandhlykkinn úr 0-25 mm efninu, þannig að það lægi betur innan markalína.

Fyrirfram var vitað að bikbundna lagið þyrfti tíma til að harðna. Því ákvað verkefnishópurinn að byrja skyldi á því að byggja þann kafla í desember 1999. Kaflinn átti því að fá tíma til að harðna yfir hátíðarnar áður en klæðing yrði lögð á hann í byrjun janúar. Hitastig í tilraunaskálanum var haft hátt til að reyna að flýta fyrir hörðuninni. Þetta var gert með hliðsjón af því að þegar bikfest burðarlag er blandað á rannsóknastofu, er hörðnun náð með því að geyma sýnin við 40°C hita í 7 sólarhringa, eða 60°C hita í þrjá sólarhringa. Bikbundni hluti kaflans sem lagður var fyrst (IS01) fékk ríflega þrjár vikur í vel kyntum tilraunaskálanum, áður en klæðing var lögð á hann. Þegar klæðingin er kominn á, minnka hinsvegar möguleikar fyrir rakann að sleppa úr bikbundna efninu og hörðnunin verður hægari. Það kom síðan í ljós að bindiefnið, sem notað var, var mun mýkra en fyrirskrifað hafði verið (sjá kafla 3.1.4.2.2 á bls. 27) og því var ákveðið að byggja annan kafla með bikbundnu burðarlagi (IS03). Ekki leið nema vika frá því bikbundni hluti þess kafla var lagður, þar til klæðing var sett á hann, þannig að hann fékk mun minni tíma til að harðna. Það er reyndar óljóst hversu langan tíma þarf til að bikbundið lag nái fullri hörðnun við aðstæður sem hægt er að skapa í tilraunaskála. Reynsla og rannsóknir í Noregi og einnig hér á Íslandi benda til að vegakaflar með bikbundnum lögum, þar sem notað er froðubik eða bikþeyta eins og í þessu tilviki, nái ekki upp fullum styrk fyrr en einhvern tíma á fyrsta ári eftir að þeir eru byggðir. Borkjarnar sem teknir voru úr kafla IS03 eftir HVS-keyrslur sýndu að bikbundna lagið hafði ekki náð fullri hörðnun á ríflega tveggja mánaðar tímabili (sjá kafla 4.4.4.1 á bls. 88). Það er því ljóst að kaflinn fékk á sig álag sem svarar margra ára umferð, meðan hann var enn í því ástandi sem hann er í á fyrsta ári í raunveruleikanum. Niðurstöður svörunarmælinga (spennur, streitur og niðurbeygjur) undan mismunandi álagi, gefa hins vegar upplýsingar um væntanlegt lágmarks -burðarþol og -styrk kafla með þessa uppbyggingu og nýtist þannig til samanburðar við slíkar mælingar í öðrum uppbyggingum. Til að fá fram áhrif langtímaálags á kaflann hefði þurft að byggja hann með mun meiri fyrirvara, hugsanlega allt að eins árs, þannig að bikbundna lagið hefði verði búið að ná fullum styrk áður en endurteknar álagskeyrslur hófust.

Velta má því fyrir sér, hvort hraðað álagspróf eins og hér voru gerð, henti ekki fyrir veguppbyggingar eins og við höfum hér á Íslandi. Ástæðan fyrir þessum vangaveltum er hin mikla hjólfaramyndun sem kemur fram. Ljóst er að endurtekna álagið er hugsanlega mun sporbundnara en venjulega á íslenska vegi og eins kemur margra ára álag á stuttum tíma, sem gengur ekki þegar langan tíma tekur að fá upp fullt burðarþol í vegina, en það mistókst varðandi bikbundna kaflann eins og nefnt er hér að framan. Hins vegar eru þetta atriði sem eru til staðar í öllum hröðuðum álagsprófum. Það er því tæpast hægt að segja að prófin henti ekki þegar um er að ræða að fá samanburð við niðurstöður prófa gerðar við svipaðar aðstæður. Hins vegar verður að hafa þessa hluti í huga ef bera á niðurstöður saman við raunverulega vegi sem hafa fengið álag yfir lengri tíma (rauntímaálag).

Ástæðuna fyrir mikilli hjólfaramyndun má líklega að hluta rekja til þess að markmiðum verkefnisins um athugun á “góðu” burðarlagsefni hafi ekki verið náð, eins og fram kemur hér á undan. Niðurstöður mælinga á hjólfaramyndun verður því að skoða í ljósi þess, þó ekki verði fullyrt um hegðun “góðs” efnis nema með raunverulegum prófunum í HVS tæki. Verkefnishópurinn telur þó að við þessi próf hafi fengist staðfesting á atriðum sem menn vissu um, til dæmis varðandi hættu á

hjólfaramyndum í sendnum burðarlagsefnum. Gögnin sem safnað hefur verið kalla einnig á frekari úrvinnslu og athuganir, eins og gerðar eru tillögur um hér á eftir, sem leiða okkur til frekari vitneskju. Þá finnst verkefnishópnum mikilvægt að með þessum prófunum erum við komin inn í samstarf og samband við alþjóðlegar rannsóknir og mælingar á þessu sviði, sem leiðir til þess að við eigum auðveldar með að yfiræra niðurstöður hraðaðra álagsprófa á okkar aðstæður.

5.2 Tillögur um framhald

Eitt af fyrstu verkefnum í framhaldi af þessu er að fara yfir svörunarmælingar og kanna gæði þeirra. Hugsanlega hafa orði bilanir í nemum sem leiða til augljóslegra rangra niðurstaðna. Þá ætti í þessu sambandi einnig að kanna hvort staðsetning nema sé eins og gert var ráð fyrir. Þetta er nauðsynlegt að gera áður en niðurstöðurnar eru notaðar til annarra athugana og eins áður en niðurstöðurnar verða fluttar inn í sameiginlegan gagnagrunn með Svíum og Finnum.

Í tengslum við verkefnið hafa verið gerð ýmis efnispróf. Verkefnishópurinn telur rétt að skoða niðurstöður þeirra nánar, til dæmis að bera saman niðurstöður fyrir og eftir HVS-prófin, til að fá mat á hugsanlegt niðurbrot og fleira. Þessar niðurstöður mætti einnig bera saman við niðurstöður styrkleikaprófa sem gerð hafa verið á efni úr Hólabrúarnámu og fá þannig mat á hvað þau segja. Verkefnishópurinn telur einnig rétt að bera saman niðurstöður efnisprófa á íslenskum efnum og efnum sem notað hafa verið í HVS-próf Svía og Finna. Í þessu sambandi má nefna meðal annars kvik (“dynamic”) þríasapróf, ýmis niðurbrotspróf o.s.frv. Þessar athuganir telur hópurinn nauðsynlegar til að leggja grunn að mati á samanburði niðurstaðna HVS-prófa á mismunandi vegbyggingum.

Þegar niðurstöður svörunarmælinga liggja fyrir, verður hægt að gera athuganir á þeim. Bera ætti saman niðurstöður fyrir okkar kafla innbyrðis og síðan við niðurstöður mælinga á sænskum og finnskum tilraunaköflum. Einnig mætti hugsanlega útvíkka þennan samanburð við mælingar sem gerðar hafa verið í hröðuðum álagsprófum annars staðar. Verkefnishópurinn telur einnig rétt í tengslum við þetta að fá upplýsingar um reynslu manna af þessum prófum, s.s. samanburð við raunverulega vegi.

Varðandi burðarþolshönnun vega, hafa menn í seinni tíð litið meira til fræðilegra aðferða í stað reynsluaðferða, sem hafa verið hvað algengastar til þessa. Niðurstöður þessa verkefnis geta nýst til þess að meta slíkar aðferðir. Niðurstöður svörunarmælinga má bera saman við útreiknaðar niðurstöður, fengnar með mismunandi líkönum, til að kanna hversu vel þau geta spáð fyrir um þær. Þá mætti einnig kanna hvort líkөн sem reikna ástand sem fall af tíma og álagi geti sagt fyrir um þróunina sem varð í tilraunaköflum okkar í þessu verkefni.

Að lokum má ítreka það sem nefnt er hér á undan, að með þessum prófum erum við komin inn í samstarf og samhengi við alþjóðlegar rannsóknir á þessu sviði. Verkefnishópurinn telur því mikilvægt að fylgjast vel með hvað það varðar og má í því sambandi nefna COST verkefni “Improvements in Pavement Research with Accelerated Load Testing (COST 347)”, sem væntanlega mun hefjast á næstunni.

Ritgerðir um HVS-próf

Árið 1999, þann 18-20 október, var haldin ráðstefna í Reno, Nevada, USA. Efni ráðstefnunnar var:

Accelerated Pavement Testing

Gefinn hefur verið út diskur með þeim ritgerðum sem lagðar voru fram. Í viðauka við þessa skýrslu eru upplýsingar um þær, heiti, númer á disk og höfunda. Hægt er að nálgast diskinn hjá:

University of Nevada, Reno
T² Center/257
Reno, NV 89557-0179
Fax: 00 1 775 784 1429 (frá Íslandi)

Titill disksins er:

Accelerated Pavement Testing, 1999 International Conference, October 18-20, 1999, Reno, Nevada. “Post” Conference Presentations.

Tilvísanir í staðla og verklýsingar:

- ¹ Framkvæmt samkvæmt staðli EN 933-1
- ² Framkvæmt samkvæmt staðli ASTM D1557
- ³ Framkvæmd prófsins byggir á sænskum verklýsingum. Finna má lýsingu á því í skýrslu Steinefnaneftdar: “Steinefni í bundin slitlög – viðloðunarpróf”, 1994.
- ⁴ Framkvæmt samkvæmt staðli ASTM D442
- ⁵ Framkvæmt samkvæmt lýsingu í riti Rb nr. 57: “Berggreiningarkerfi Rb”, 1989
- ⁶ Framkvæmt samkvæmt staðli EN 933-5
- ⁷ Framkvæmt samkvæmt staðli Nordtest 1214-95 (8-16 mm)
- ⁸ Framkvæmt samkvæmt staðli EN 933-3
- ⁹ Framkvæmt samkvæmt staðli ASTM D1883
- ¹⁰ Ekki framkvæmt samkvæmt staðli, en stuðst við sænska verklýsingu: VV MB 606:1993
- ¹¹ Við framkvæmd var stuðst við sænska framkvæmdalýsingu, tækið var af gerðinni “CPN”.
- ¹² Ekki framkvæmt samkvæmt staðli, en stuðst við sænska verklýsingu: VV MB 112:1998
- ¹³ Við framkvæmd var stuðst við sænska framkvæmdalýsingu, tækið var keypt hjá Nucletronics Aps í Danmörku.