

Rannsóknarverkefni Áfangaskýrsla 2011

Verkefni fjármagnað af Rannsóknasjóði Vegagerðarinnar

Vegsýn ehf
Reykjavíkurvegur 60
IS-220 Hafnarfjörður
Sími: 562 0600,
Gsm: 846 7253
www.vegsyn.is

Dags: 27.04. 2012
Unnið fyrir: Þjónustudeild Vegagerðarinnar, Einar Pálsson
Höfundur: Skúli Þórðarson

Mælingar á styrk NaCl á snjómokstursleiðum *Áfangaskýrsla 2011*



1	Inngangur	2
2	NordFoU MORS „Modelling of residual salt“	2
3	Þróun á SV-svæði.....	2
3.1	Mælingar	2
3.2	Aðgerðastýring og aðferðir til hálkuvanna	3
3.3	Leiðbeiningablöð.....	4
	Viðauki - Leiðbeiningablöð	5

1 Inngangur

Í þessari áfangaskýrslu er gerð grein fyrir stöðu verkefnisins vorið 2012.

Verkefnið gengur út á það að bæta ákvörðunarferli í hálkuvörnum. Þetta verður gert með því að prófa og innleiða aðferðir við mælingar, úrvinnslu og samtengingu á þeim áhrifaþáttum sem koma við sögu í hálkuvörnum vegna, svo sem saltstyrk og vætustig á vegi, veghita og veðurspár. Verkefnið tengist norrænu samstarfsverkefni NordFoU „Modelling of residual salt“, MORS, þar sem unnið verður að líkani fyrir endingu hálkusalts á vegi.

2 NordFoU MORS „Modelling of residual salt“

Um mitt ár 2011 var ákveðið að Vegagerðin tæki þátt í NordFoU verkefninu „Modelling of residual salt“, MORS, og að sú þátttaka væri tengd þessu verkefni. Markmið MORS eru að útbúa líkan fyrir endingu hálkuvornaraðgerða, sem unnt verður að nota samhliða öðrum aðferðum og föstum nemum í vegyfirborði til aðstoðar við stjórnun hálkuvornaraðgerða.

Vettvangsmælingar vegna MORS fóru fram á tilraunabraut við Horsens í Danmörku í janúar 2012 og önnur umferð mælinga fer fram um miðjan maí. Í þessum tilraunum er gerðar mælingar með færanlegum mælum (SOBO o.fl.) og föstum yfirborðsskynjurum. Áætlað er að skynjari sem Samrás hefur þróað fyrir Vegagerðina verði kominn þar upp í maí, en þá munu fást mikilvæg samanburðargögn vegna notkunar þessara skynjara hér á landi.

3 Þróun á SV-svæði

3.1 Mælingar

Eitt meginmarkmiða verkefnisins er að draga úr saltnotkun á SV-svæði. Mælingar er hægt að nota bæði til þess að útvega mikilvægar grunnupplýsingar um virkni hálkuvornaraðgerða í rannsóknarskyni og til þekkingaröflunar almennt, og einnig til eftirlits með árangri. Tilgangur mælinganna nú í vetur var að prófa tæki og aðferðir til þess að finna heppilegar mæliaðferðir sem nýtast við öflun þekkingar, stjórnun og eftirlit.

Í byrjun mars fékkst SOBO20 saltmælir að láni frá norsku vegagerðinni og var hann notaður til þess að safna gögnum á SV svæði Vegagerðarinnar. Gerðar hafa verið mælingar með honum ásamt því að mæla saltstyrk með ljósbrotsmæli, vætu á vegyfirborði og veghita með innrauðum handmæli sem Vegagerðin á. Nú er unnið úr þessum gögnum og þau sett í samhengi við veður, hálkuvornaraðgerðir skv. ferilskráningu og umferða á mælingatíma. Á grundvelli reynslu frá þessum mælingum verður gerð áætlun um mælingar með þátttöku starfsmanna vetrarþjónustu næsta vetur.

Ótímabært er að álykta mikið um núverandi verklag við hálkuvornir út frá þessum mælingum, en þó er hægt að benda á að athuganir á ferilskráningu og mælingar á salti á vegi þegar snjócoma eða skafrenningur ríkir benda til þess að saltnotkun á SV-svæði við þessar aðstæður (þ.e. snjócoma og / eða skafrenningur) sé talsvert miklu meiri en tíðkast í Noregi og í Danmörku, en þar hafa tiltölulega nýlega verið gefnar út nýjar leiðbeiningar um saltnotkun í snjókomu. Í þessum leiðbeiningum er ráðið frá því að salta í svo miklu magni að væta renni af snjónum. Þess í stað er lögð áhersla á forvirka söltun rétt fyrir snjóveður, góðan mokstur (helst með mjúkum blöðum sem geta hvílt á vegyfirborði án þess að skemma

yfirborðsmerkingar og slitlag) á meðan snjóar, og söltun í skammtastærðum 5-10 g/m². á meðan snjócoma varir.

3.2 Aðgerðastýring og aðferðir til hálkuvarna

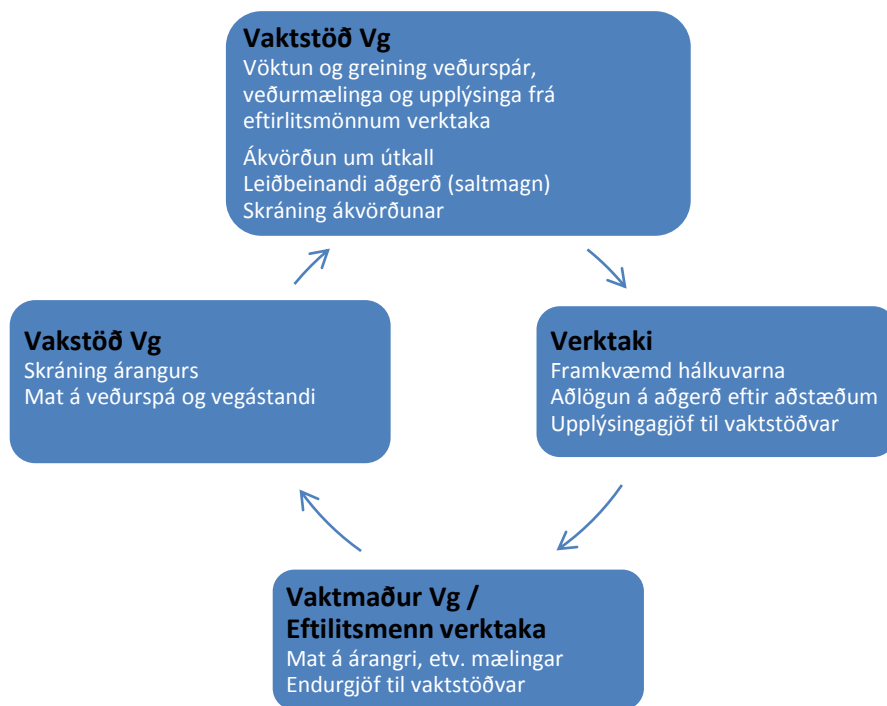
Farið hefur verið yfir núverandi verklag við aðgerðastjórnun á SV-svæði. Við þessa yfirferð hafa komið í ljós nokkur atriði sem vert er að huga að með tilliti til úrbóta sem gætu stuðlað að markvissari aðgerðastjórnun og minni saltnotkun:

- Forsendur aðgerða. Vaktmenn í vaktstöð nýta m.a. veðurspár, veðurmælingar og upplýsingar frá eftirlitsmönnum verktaka þegar ákvörðun um útkall er tekin. Hins vegar vantar upp á dagbókar skráningar þar sem fram kemur mat á veðurgögnum og aðstæðum, sem rökstuðning fyrir þeim aðferðum sem valdar eru.
- Val aðgerða. Þegar útkall berst frá vaktstöð fylgir því venjulega ekki ráðgjöf um aðferðavali eða saltmagn. Þessar ákvarðanir eru í höndum verktakans, og enda oftast en ekki í höndum einstakra bílstjóra. Þetta veldur m.a. skorti á samhæfðu aðferðavali, en þess ber þó að geta að bílstjórar verða alltaf að haga aðgerðum eftir aðstæðum. Þannig er vaktstöðin að mörgu leyti áhorfandi að þeim aðgerðum sem framkvæmdar eru. Á vaktstöðinni eru hins vegar bestu aðstæður til þess að hafa yfirlit yfir veður, veðurspá og aðrar aðstæður, og því er ákveðið sóknarfæri í því að færa virkari ákvarðanatöku þangað inn.
- Eftirlit og endurgjöf. Mælingar að loknum aðgerðum má nýta til þess að áætla hvort hæfilegt saltmagn hafi verið notað og eins til þess að meta það hvenær þörf er á nýjum aðgerðum. Ef vaktstöð skrásetur slíkar upplýsingar má betur fylgjast með því hvort heppilegar aðferðir hafa verið valdar og að saltnotkun sé hæfileg.

Skissa að þessu fyrirkomulagi er sýnd á Mynd 1.

Rétt er að taka það fram að SV-svæði er landfræðilega stórt og þar geta veðurskilyrði verið mjög mismunandi innan svæðis. Í þessu ljósi er ekki raunhæft að allar ákvarðanir um saltmagn komi frá vaktstöð eða eftirlitsmönnum verktaka, heldur mun alltaf hvíla ábyrgð á bílstjórum að haga aðgerðum eftir aðstæðum. Skoðun á ferilskráningu bendir til þess að bílstjórar breyta oft stillingum á ferð sinni til þess að bregðast við aðstæðum hverju sinni. Hins vegar ættu upplýsingar um slíkt að berast til vaktstöðvar svo að betur megi fylgjast með saltnotkun.

Auk saltmagns pr. fermetra má ekki gleyma því að stilling á dreifbreidd hefur mikil áhrif á það heildarsaltmagn sem notað er. Þegar gerðar verða tillögur að ráðlagðri skammtastærð fyrir ólíkar aðstæður þurfa leiðbeiningar um dreifbreidd að fylgja með.



Mynd 1 Tillaga að ferli fyrir ákvarðanatöku sem gerir ráð fyrir meiri íhlutun vaktstöðvar, meira eftirliti með árangri, skráningu ákvarðana og meiri endurgjöf til vaktstöðvar en nú er.

3.3 Leiðbeiningablöð

Útbúin hafa verið leiðbeiningablöð um virkni salts og saltnotkun, sem ætluð eru sem handbókarefni fyrir starfsmenn. Hugsanlegt er að nýjar töflur fyrir ráðgefandi aðgerðaval og saltmagn við ólík skilyrði verði hluti af þessum blöðum. Drög að þessum blöðum fylgir hér með í viðauka.

Viðauki - Leiðbeiningablöð

Útgáfa 4		Yfirlit leiðbeiningablaða		18.04.2012
Leiðbeiningablöð fyrir hálkusalt eru gerð handa starfsmönnum vetrarþjónustu Vegagerðarinnar				
Flokkur	Heiti	Lýsing	Útgáfa	
1 Grunnupplýsingar	1-1 Frosteiginleikar salts	Blaðið fjallar um frostmark saltlausnar (NaCl + vatn) og reiknireglur fyrir samband saltmagns, saltstyrks og vatns.	2 - 18.04.2012	
2 Mælingar og skynmat	2-1 Sjónmat vætu	Myndir gefa hugmynd um útlit vegyfirborðs við mismunandi vætustig	1 – 29.02.2012	
	2-2 Vætumæling með Wettex	Framkvæmd vætumælingar með hjálp Wettex klúta og vigtar	2 – 20.02.2012	
	2-3 Saltstyrkur með ljósbrotsmæli	Blaðið lýsir notkun og kvörðun ljósbrotsmælis (refraktionsmælir) fyrir saltstyrk, NaCl.	1 – 16.02.2012	
	2-4 Saltmæling með SOBO 20	Blaðið lýsir framkvæmd saltmælingar með SOBO20 mæli fyrir hálkusalt á vegum.	2 – 18.04.2012	
	2-5 Eyðublað fyrir mælingar	Skráningarblað fyrir mælingar á saltmagni (SOBO), vætu (Wettex) og saltstyrk (ljósbrotsmælir)	2 – 18.04.2012	
3 Notkun salts	3-1 Saltpækili	Samband saltpækils sem dreift er á veg (NaCl 23% styrkur), vætumagns á vegi og frostmarks	3 – 18.04.2012	
	3-2 Þurrsalt	Samband þurrsalts sem dreift er á veg, vætumagns á vegi og frostmarks	2 – 18.04.2012	
	3-3 Pækilblandað salt	Yfirlit yfir heildarsaltmagn þegar dreift er pækilblönduðu salti	2 – 18.04.2012	
	3-4 Restsalt á vegi	Leiðbeiningar um túlkun saltmælinga á vegyfirborði.	2 – 5.03.2012	
4 Leiðbeiningar við aðgerðaval	4-1 Veðurspá og athuganir		Í vinnslu	
	4-2 Hrímfellur á veg			
	4-3 Blautur vegur frýs			
	4-4 Frostríging, ísing			
	4-5 Snjókoma			
Til athugunar <ul style="list-style-type: none"> Leiðbeiningablöðin eru í þróun og verða aðlöguð eftir þörfum Hvatt er til ábendinga og fyrirspurna um innihaldið til Skúla Þórðarsonar hjá Vegsýn, sími: 846 7253 eða Einars Pálssonar hjá Vegagerðinni, sími: 522 1102 				

Útgáfa 2

1-1 Frosteiginleikar salts (NaCl)

18.04.2012

Bláðið fjallar um frostmark saltlausnar (NaCl + vatn) og reiknireglur fyrir samband saltmagns, saltstyrks og vatns. Útskýringar og dæmi á bakhlið.

Skilgreiningar

 $S = \text{salt (g/m}^2\text{)}$
 $V = \text{væta (g/m}^2\text{)}$
 $P = \text{saltstyrkur, massahlutfall salts í blöndu (0 til 0,26 eða 0 til 26\%)}$

Reiknireglur

Ef tvennt af þrennu er þekkt; saltmagn, væta eða saltstyrkur, er auðvelt að reikna út þriðju breytuna

Saltstyrkur:

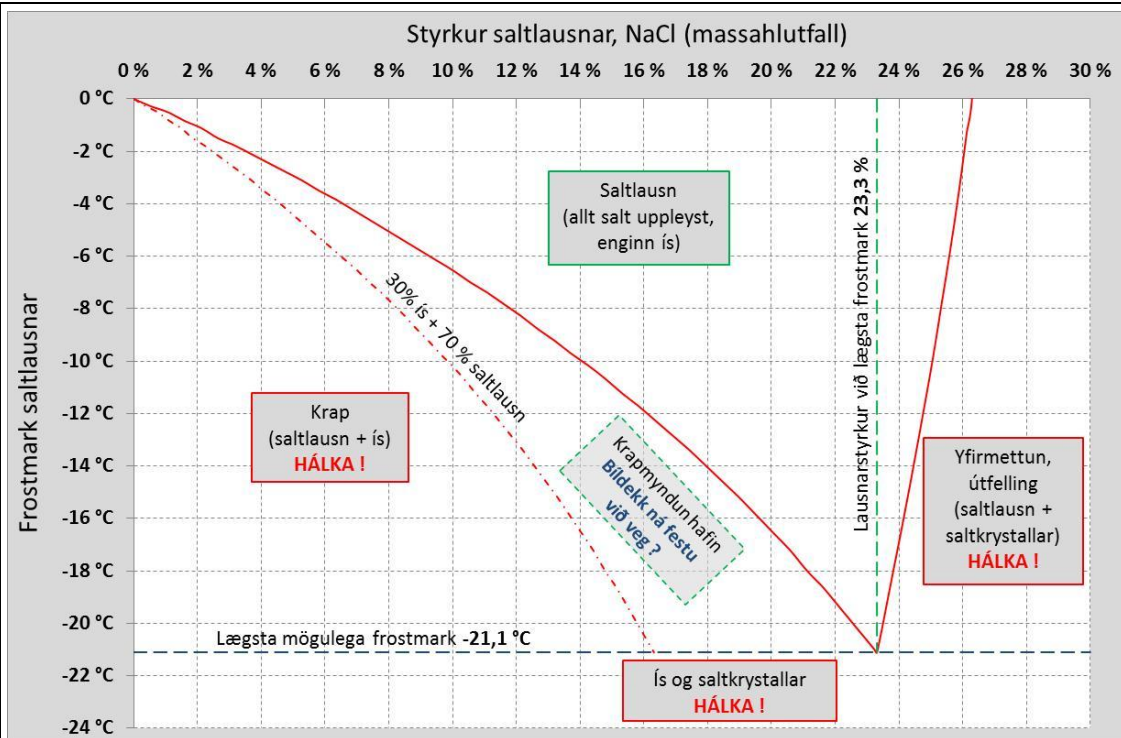
$$P = \frac{S}{S + V}$$

Saltmagn:

$$S = \frac{P \cdot V}{1 - P}$$

Vatnmagn:

$$V = \frac{S - P \cdot S}{P}$$



Línuritið hér að ofan er fasarit saltlausnar. Rauða línan sýnir breytingar á frostmarki lausnar sem fall af saltstyrk. Taflan sýnir saltmagn sem þarf til þess að ná tilætluðum saltstyrk og frostmarki miðað við vætu á vegi

Lýsing vegfirborðs	Vatnmagn ml/m ² , g/m ²	Vatnsfilma, mm	Styrkur saltlausnar, NaCl												
			2%	4%	6%	8%	10%	12%	14%	16%	18%	20%	22%	23%	
Rakablettir, ekkert endurkast, erfitt að finna dropa í glufum	Rakt 10	0,01	0	0	1	1	1	1	2	2	2	3	3	3	
	50	0,05	1	2	3	4	6	7	8	10	11	13	14	15	
Rakt, vætir lófann við snertingu, staðbundin ljósþegun, spormyndun og úði frá umferð	Lítið blautt 100	0,10	2	4	6	9	11	14	16	19	22	25	28	30	
	150	0,15	3	6	10	13	17	20	24	29	33	38	42	45	
	200	0,20	4	8	13	17	22	27	33	38	44	50	56	60	
	250	0,25	5	10	16	22	28	34	41	48	55	63	71	75	
	300	0,30	6	13	19	26	33	41	49	57	66	75	85	90	
	350	0,35	7	15	22	30	39	48	57	67	77	88	99	105	
	400	0,40	8	17	26	35	44	55	65	76	88	100	113	119	
450	0,45	9	19	29	39	50	61	73	86	99	113	127	134		
Greinileg vatnsfilma og ljósþegun, mikill úði frá umferð, pollamyndun á ójöfnu yfirborði, vatn safnast í hjólfaraslit	Blautt 500	0,50	10	21	32	43	56	68	81	95	110	125	141	149	
	550	0,55	11	23	35	48	61	75	90	105	121	138	155	164	
	600	0,60	12	25	38	52	67	82	98	114	132	150	169	179	
	650	0,65	13	27	41	57	72	89	106	124	143	163	183	194	
	700	0,70	14	29	45	61	78	95	114	133	154	175	197	209	
	750	0,75	15	31	48	65	83	102	122	143	165	188	212	224	
	800	0,80	16	33	51	70	89	109	130	152	176	200	226	239	
	850	0,85	17	35	54	74	94	116	138	162	187	213	240	254	
	900	0,90	18	38	57	78	100	123	147	171	198	225	254	269	
	950	0,95	19	40	61	83	106	130	155	181	209	238	268	284	
1000	1	20	42	64	87	111	136	163	190	220	250	282	299		
Frostmark, °C			-1,0	-2,2	-3,4	-4,9	-6,5	-8,2	-10,1	-12,1	-14,3	-16,6	-19,0	-20,3	

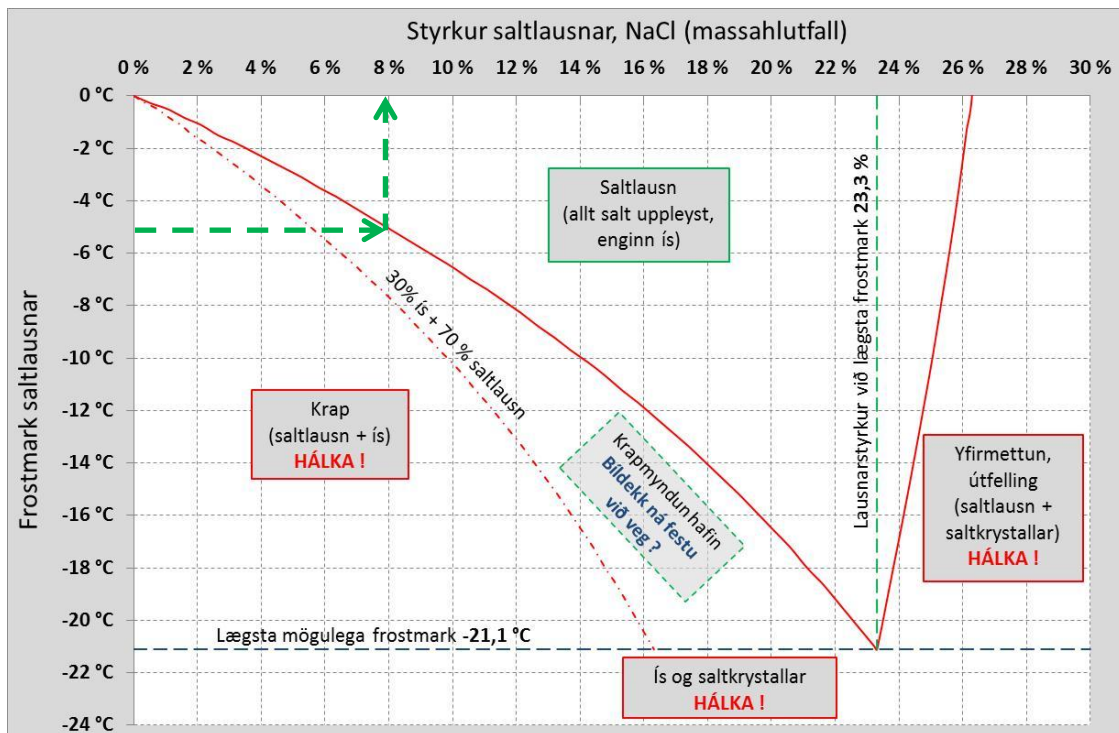
Til athugunar:

- Strikalínan fyrir krapablöndu 30/70 sýnir þau mörk sem talið er að áhrif umferðar dugi til þess að hindra að

Íshimna festist á vegyfirborði (skv. yfirstandandi rannsóknum í Noregi)

Fasalínurit saltlausnar sýnir við hvaða hitastig saltlausn af mismunandi styrk byrjar að frjósa. Frystingin gerist ekki í einu vefangi heldur byrja ísnálar að myndast þar til smátt og smátt allur vökvi er frosinn. Frystingin er talin hefjast við yfirborð og í kringum aðskotaagnir í lausinni. Af þessum sökum er einnig teiknuð inn strikálína sem sýnir gróflega hvernig samband hitastigs og styrks saltlausnar gæti verið þegar 30% af vökvanum er frosinn, en við þessar aðstæður er talið að umferðin ráði ennþá við að brjóta ísinn lausan frá yfirborði og því ekki hætta á hálfu.

Á skýringarmyndinni hér að neðan er sýnt að við -5° hita þarf saltlausn að vera 8 % að styrk til að haldast íslaus. Við 6 % styrk eru 30 % af vökvanum frosin.



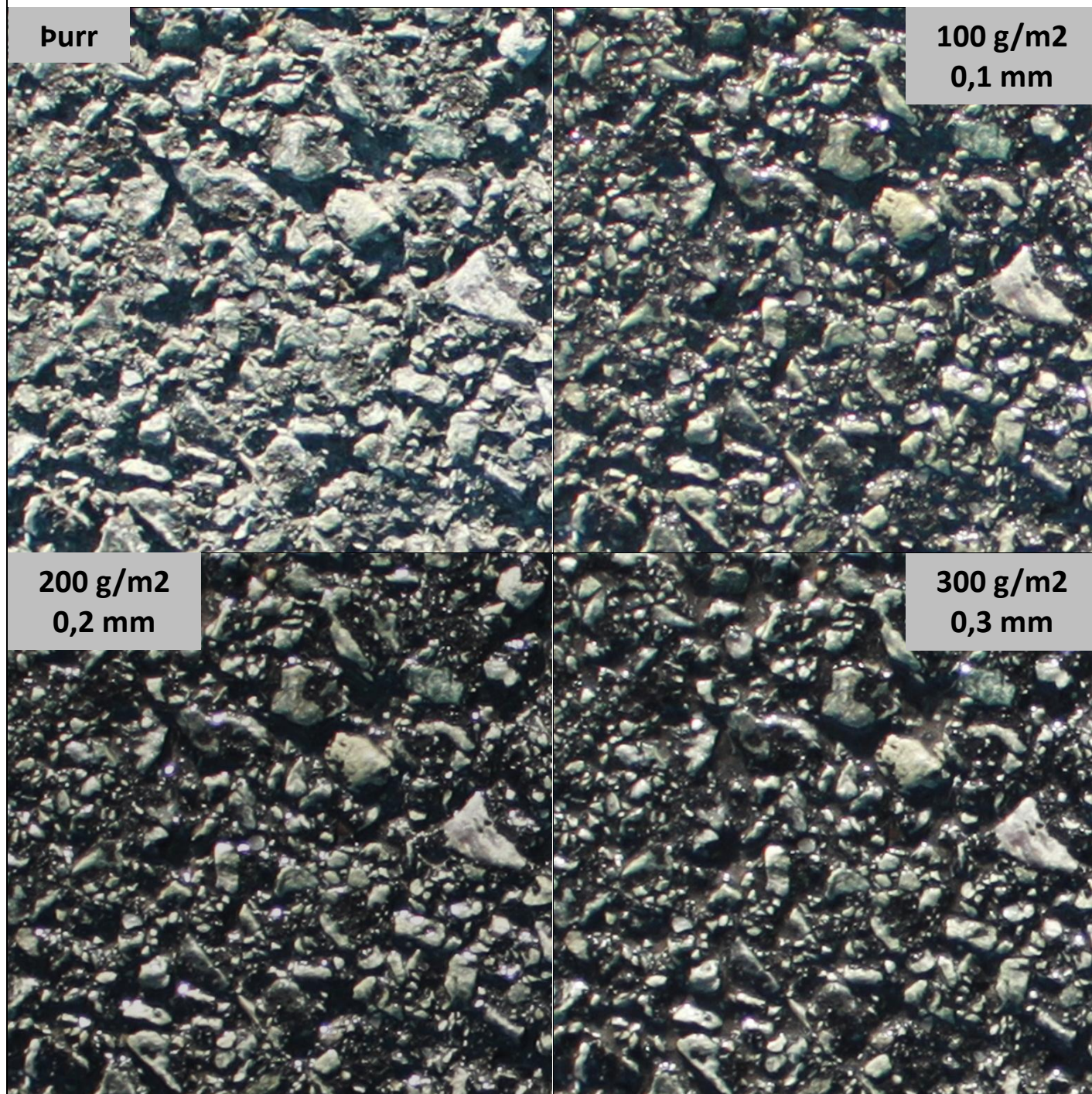
Til þess að halda saltlausn á vegi í 8 % styrk þarf nauðsynlega að hafa hugmynd um vætumagn á veginum. Þá er hægt að styðjast við **töfluna** til þess að ákvarða saltmagn sem þarf. Ef vætumæling (blað 2-2 eða sjónmat, blað 2-1) gefur til kynna að vætán sé nálægt 300 g/m^2 , þá gefur taflan að 26 g/m^2 af salti þarf.

Útgáfa 1	2-1 Sjónmat vætu	29.02.2012
----------	------------------	------------

Myndir gefa hugmynd um útlit vegyfirborðs við mismunandi vætustig

Forsendur

- Myndirnar sýna slitlag á Reykjanesbraut við mismunandi vætustig. Reitirnir eru í raunstærð.



Til athugunar

- Útlit yfirborðs, afrennsli og snerting með lófa getur verið mismunandi fyrir ólíkar slitlagsgerðir við sama vætustig. Stærð og lögun steina ásamt því hversu yfirborðið er slitið hefur mikið að segja.

Útgáfa 2

2-2 Vætumæling með Wettex

20.02.2012

Blaðið lýsir vætumælingu með hjálp Wettex klúta og vigtar.

Búnaður

- Wettex klútar¹
- Vigt með upplausn 1g eða minna (póstvigt úr ritfangaverslun dugar vel)
- Teygjur, til þess að halda klút samanbrotnum á vigtinni

Mælipunktur

Vætumagn er venjulega breytilegt í þversniði vegar og ræður hjólfaraslit og umferðarmagn þar mestu. Á lítið slitnum vegi er venjulega minni væta í hjólfari en á milli hjólfara (að því gefnu að umferð sé til staðar). Þessu er öfugt farið þegar mikil hjólfaramyndun er í slitlagi þar sem vatn rennur undan halla og safnast í hjólför.

- Mæla þarf í hjólfari og milli hjóla
- Mæla skal allar akreinar

Meta þarf hverju sinni hvaða mæling skal gilda fyrir viðkomandi akrein.



(a) (b) (c) (d)

Framkvæmd mælingar

1. Skráið viðmiðunarmassa fyrir þurran klút ásamt teygju. Wettex klútarnir eru meira og minna jafnþungir úr sama pakka, best að vega alla tíu ásamt tíu teygjum og taka meðaltal (deila með 10). Líklegur viðmiðunarmassi er 25-26g. Flatarmál klúts er 0,0835 m².

2. Leggið klút á mælipunkt og strjúkið þéttingsfast með lófanum yfir allan flötinn í 10 sekúndur.

3. Brjótið klútinn saman með röku hliðina inn og setjið teygju utan um.

4. Vegið klút ásamt teygju.

5. Ákvarðið gildi fyrir akrein, t.d. meðaltal mælinga í hjólfari og milli hjóla, dragið viðmiðunarmassann frá.



1. Ákvarða viðmiðunarmassa



2. Leggja klút á yfirborð, 10 sek.



3. Brjóta saman og setja teygju



4. Vigna klút eftir á

Dæmi: Mæling í tveimur punktum á akrein gefur brúttótölur: Hjólfar, a = 36 g, og milli hjóla, b = 41 g. Meðaltalið er 38,5 g, þurr klútur ásamt teygju er 26 g. Nettóvigt er því 12,5 g. Deilum með flatarmáli klúts í það og fáum vætu á fermetra fyrir þessa akrein: $12,5 \text{ g} / 0,0835 \text{ m}^2 = 150 \text{ g/m}^2$ (taflan hér að neðan nýtist við útreikninga almennt)

Væta	í klút g	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
	á vegi g/m ²	10	25	35	50	60	70	85	95	110	120	130	145	155	170	180	190	200	220	230	240	250	260	280	290	300
	í klút g	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
	á vegi g/m ²	310	320	340	350	360	370	380	400	410	420	430	440	460	470	480	490	500	510	530	540	550	560	570	590	600

Til athugunar

- Alltaf verður einhver raki eftir á veginum, og því er vanmat fólgið í aðferðinni. Hlutfallsleg nákvæmni eykst hins vegar eftir því sem vegur er blautari.
- Hægt er með góðu móti að mæla á vætubílinu 50 til 1000 g/m² eða meira. (0,05 – 1,0 mm vatnsfilmu). Á mjög blautan veg (ca. > 800 g/m²) er hægt að nota tvo klúta samtímis, annan ofan á hinn.
- Klútarnir verpast þegar þeir þorna og því er erfitt að endurnýta þá, auk þess sem sandur og salli geta valdið breytilegum viðmiðunarmassa.

¹ Fást hjá Servida-Besta að Tjarnarvöllum 11, Hafnarfirði.

Útgáfa 1

2-3 Saltstyrkur með ljósbrotsmæli

16.02.2012

Blaðið lýsir notkun og kvörðun ljósbrotsmælis (refraktionsmælir) fyrir saltstyrk, NaCl.

Búnaður

- Ljósbrotsmælir, gefur saltstyrk í prósentum þyngdar (hlutfall massa salts á móti massa lausnar)
- Pípetta eða lítil sprauta
- Filtklútur til að þurrka af mæli á milli mælinga

Mælipunktur

Saltstyrkur getur verið breytilegur í þversniði vegar, sérstaklega ef skammt er liðið frá aðgerð. Þegar umferð hefur dreift saltinu betur verður styrkurinn jafnari yfir þversnið akreinar, jafnvel þó vætan geti verið breytileg.

- Mæla þarf í hjólfari og milli hjóla
- Mæla skal allar akreinar

Meta þarf hverju sinni hvaða mæling skal gilda fyrir viðkomandi akrein.



(a)

(b)

(c)

(d)

Framkvæmd mælingar

1. Dragið nokkra dropa af vætu upp í pípettuna. Ef lítil væta er á vegi getur þurft að safna á nokkrum stöðum.

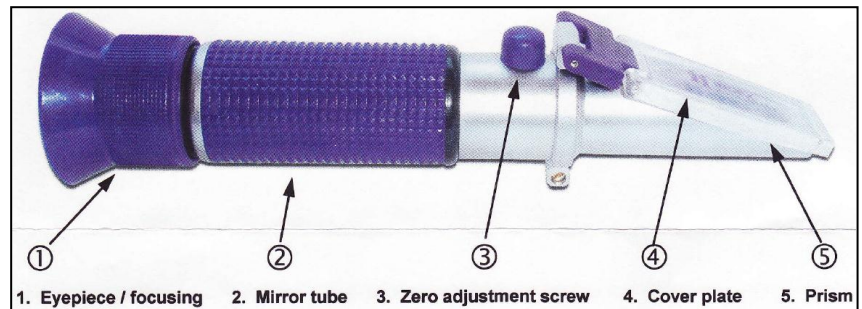
(2. - 3.) Fyrir kemur að sandur og salli dregst með, sérstaklega ef lítil væta er á vegi og sækja þarf vætu djúpt í glufur í yfirborðinu. Þá þarf að safna það miklu að hrista megi botnfall niður í stútinn og fleygja fyrsta dropanum. Sandur truflar mælinguna þar sem lokið nær ekki að falla þétt að glerinu.

4. Setjið hreinan dropa á glerið, leggið lokið á, lesið af kvarðanum.

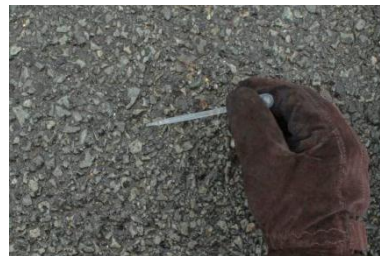
5. Þurrkið af varlega af glerinu með filtklút svo að sandur rispi ekki glerið.

Kvörðun mælis

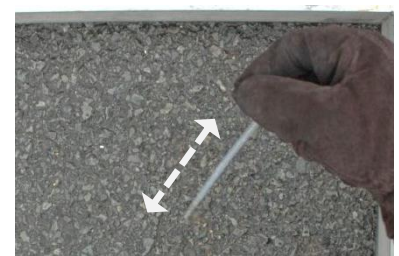
Reglulega þarf að kanna virkni mælisins með dropa af kranavatni (mælt er með eimuðu vatni, en kranavatn virðist gera sama gagn). Ef mælir sýnir ekki styrkinn núll við hreint vatn þarf að stilla hann með skrúfunni (3 á mynd) sem liggur undir plathettunni ofan á mælinum fyrir aftan lokið (4) á glerinu (5).



Ljósbrotsmælir fyrir saltstyrk: (1) Skerpustilling, (2) leggur, (3) kvörðunarskrúfa (undir plathettu), (4) lok, (5) mæliflötur, gler



1. Safna vætudropum



2. Hrista fram botnfall ef þarf



3. Fleygið dropa með sandi ef þarf



4. Leggja dropa á glerið, lokið á og lesa af kvarða

Til athugunar

- Mælirinn er kvarðaður til þess að vinna í 20° hita. Ekki hefur verið kannað hvort þetta valdi verulegri skekkju þegar mælt er úti við lægra hitastig, en ætla má að skekkjan sé óveruleg.

Útgáfa 2

2-4 Saltmæling með SOBO 20

18.04.2012

Bláðið lýsir framkvæmd saltmælingar með SOBO20 mæli fyrir hálkusalt á vegum.

SOBO 20

Sérhæft, færánlegt tæki sem mælir saltmagn á yfirborði vegar í g/m². Mælingin er gerð við það að tækið skammtar 40 ml af vökva niður í hólf sem þrýst er niður á vegyfirborð. Tækið mælir rafleiðni í lausninni og reiknar út saltmagnið sjálfkrafa.

Aflestur

Aflestur er gefinn á díóðukvarða frá 1 – 45 g/m². Gildi á bilinu 1 – 14 eru lesin beint af kvarðanum, en þegar mælir sýnir 15 er rofi nr. 2 settur á „x3“ og aflestrartalan margfölduð með þremur, sjá töflu til hliðar.

Vökvablanda

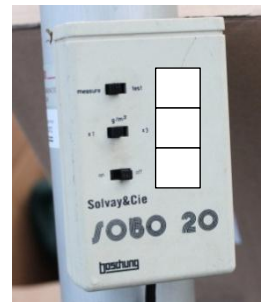
Vökvinn er blanda eimaðs vatns og acetons (aceton 15% af massa, eða 18,3% af rúmmáli, þ.e. 183 ml aceton í einum lítra af blöndu).



x1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
x3	-	-	-	-	-	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45

Rofar

1. Mæling/prófun
2. Aflestrarkvarði þrefaldaður (ef saltmagn hærra en 15)
3. Höfuðrofi: Af/Á

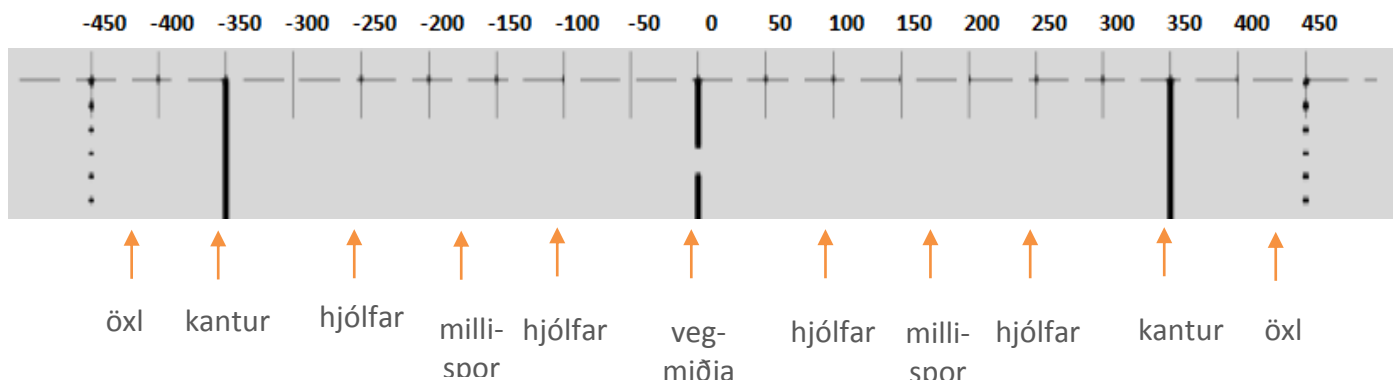

Aflestrarkvarði

Aðferð

Saltmagn getur verið mjög breytilegt í þversniðinu, sérstaklega skömmu eftir að salti er dreift. Þess vegna þarf að mæla fleiri punkta í þversniðinu, fjöldi fer eftir markmiði mælingarinnar. Saltmagnið er hins vegar frekar stöðugt í stefnu samsíða vegi, engu að síður er rétt að mæla tvisvar í sama punkti (með hæfilegri hliðrun) og e.t.v. þrisvar ef miklu munar. Meðaltal mælinga í tilteknum punkti er látið gilda.

I Rannsóknarmæling

Hentar til þess að kortleggja nákvæmlega dreifingu salts í þversniði, t.d. til að meta hvernig salt frá dreifara skilar sér í þversnið vegarins. Mælt er þétt, t.d. með 30 eða 50 cm bili yfir þversniðið. Nauðsynlegt að staðsetja mælingar með málbandi t.d. út frá miðlinu akbrautar. Tölurnar ofan myndarinnar sýna dæmi um mælipunkta í þversniði.


II Eftirlitsmæling

Heppileg aðferð til þess að meta restsalt á vegi, fljótlegri leið því ekki er þörf á málbandi. T.d. er hægt að styðjast við mælipunkta sem sýndir eru með gulum örvum hér að ofan og taka meðaltal innan hvorrar akreinar fyrir sig, eða jafnvel mæla aðeins í báðum hjólförum og á milli þeirra. Þessa aðferð ætti alla jafna að nota.

Til athugunar

- Ekki er hægt að mæla tvisvar í sama punkt vegna mælivökva sem verður eftir á yfirborðinu. Ef mælt er fljótlega aftur á sama stað þarf að hliðra mælisniði ca. 50 cm á móti umferð til þess að tryggja að mælt er í hreinu sniði. Ef akbraut hefur umferð í báðar áttir þurfa því mælisnið hvorrar akreinar að fjarlægjast.
- Mæling með SOBO er ekki áreiðanleg þegar snjór eða óuppleyst saltkorn eru á vegi
- Mælivökvi er fylltur á með því að skrúfa handfangið ofan af, geymirinn tekur rúmlega einn lítra og dugur því hver áfylling í allt að 30 mælingar. Ef geymirinn tæmist þarf að huga að því að pumpa tvisvar til þrisvar með því að þrýsta tækinu niður á veg áður en mælingar halda áfram.

Færið frekari athugasemdir um veður o.fl. eftir þörfum á bakhlíð

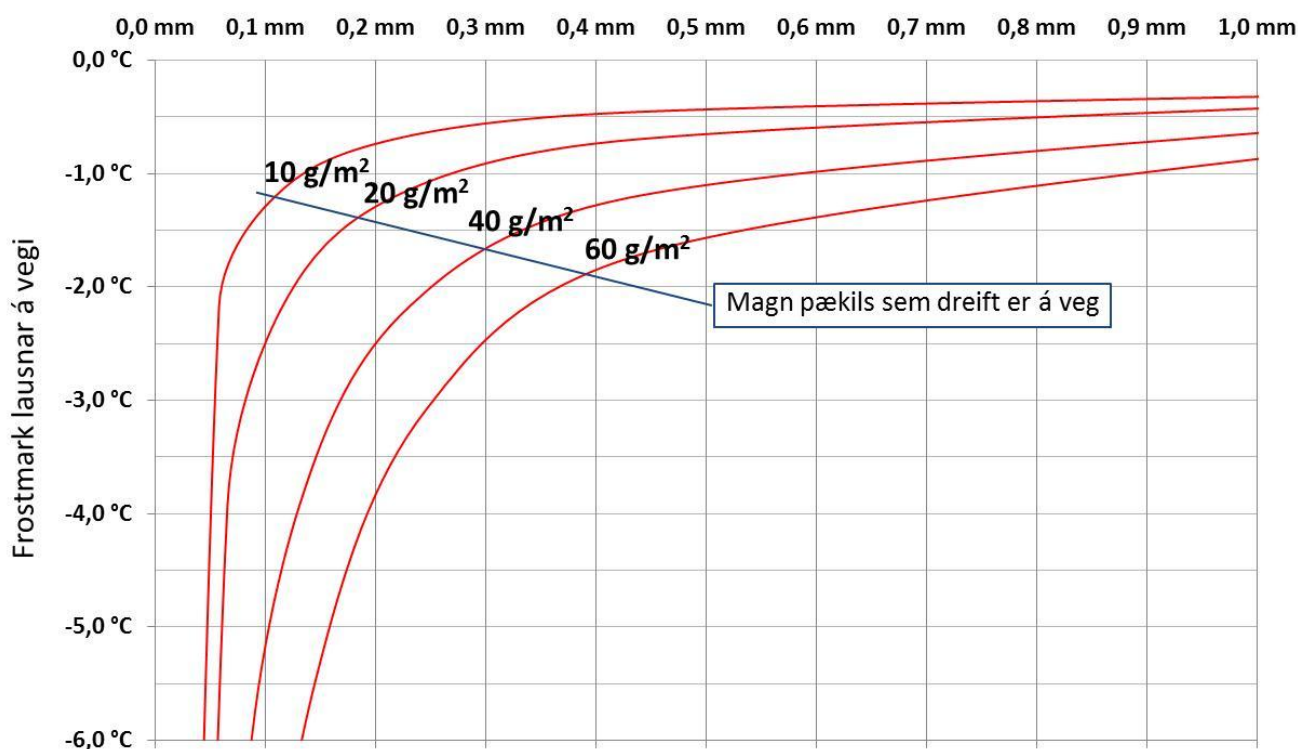
Útgáfa 3	3-1 Saltpækill	18.04.2012
----------	-----------------------	------------

Blaðið lýsir sambandi saltpækils sem dreift er á veg (NaCl 23% styrkur), vætumagns á vegi og frostmarks. Útskýringar og dæmi á bakhlíð.

Forsendur útreikninga

- Vegur er án alls restsalts áður en pæklað er
- Miðað er við fullmettaða lausn NaCl , 23% af þyngd
- Vegur gæti verið þurr eða blautur fyrir pæklun, gögnin sýna frostmark að teknu tilliti til heildarvætu á vegyfirborði, óháð því hvernig væta er tilkomin

Væta á vegi (pækill og viðbótarvæta)



Línuritið sýnir breytingar á frostmarki vætu á vegyfirborði eftir að pæklað er, að teknu tilliti til heildarvætu á vegi. Á láréttum ás er heildarrakamagn eftir að pækli er dreift (0,1mm vökvafilma á vegi = 100 g/m²). Hér getur verið um að ræða raka sem fyrir var á vegi (vatn, ís eða hjarn), úrkomu sem fellur eftir á, eða úrkomu sem spáð er. Ferlarnir sýna hvernig frostmark hækkar (færast nær núlli) eftir því sem saltlausnin þynnist út þegar vatnsmagn á vegi eykst. Af þessu má dæma að pækill einn og sér dugar ekki þegar vegur er orðinn blautari en 0,2 - 0,4 mm sem jafngildir 200 – 400 g af vökva á fermetra.

Frostmark á vegi nálgast núll gráður hratt eftir því sem rakamagn á veginum eykst og hætta er á að hálf myndist. Þrátt fyrir að pækillinn sé mjög sterk saltupplausn þá er sjálft saltmagnið pr. fermetra ekki mikið, og lausnin þynnist því hratt. Sjá töflu hér til hliðar.

Taflan sýnir heildarsaltmagn á vegi eftir að mismiklu magni af pækli er dreift.

Umferð skvettir vætu og salti af veginum en hefur ekki áhrif á styrk lausnar á vegi

Pækilmagn		Saltmagn g/m ²
g/m ²	ml/m ²	
10	8,5	2,3
20	17,0	4,6
40	33,9	9,2
60	50,9	13,8

Dæmi: Veghiti er -3°C, væta á vegi fyrir aðgerð mælist 0,2 mm. Ef sett eru út 60 g/m² af pækli, er heildarvæta orðin 0,25 mm. Skurðpunktur -3°C og 0,25 mm í línuritinu er akkúrat á 60 g/m² línunni og því eru þetta magn lágmark.

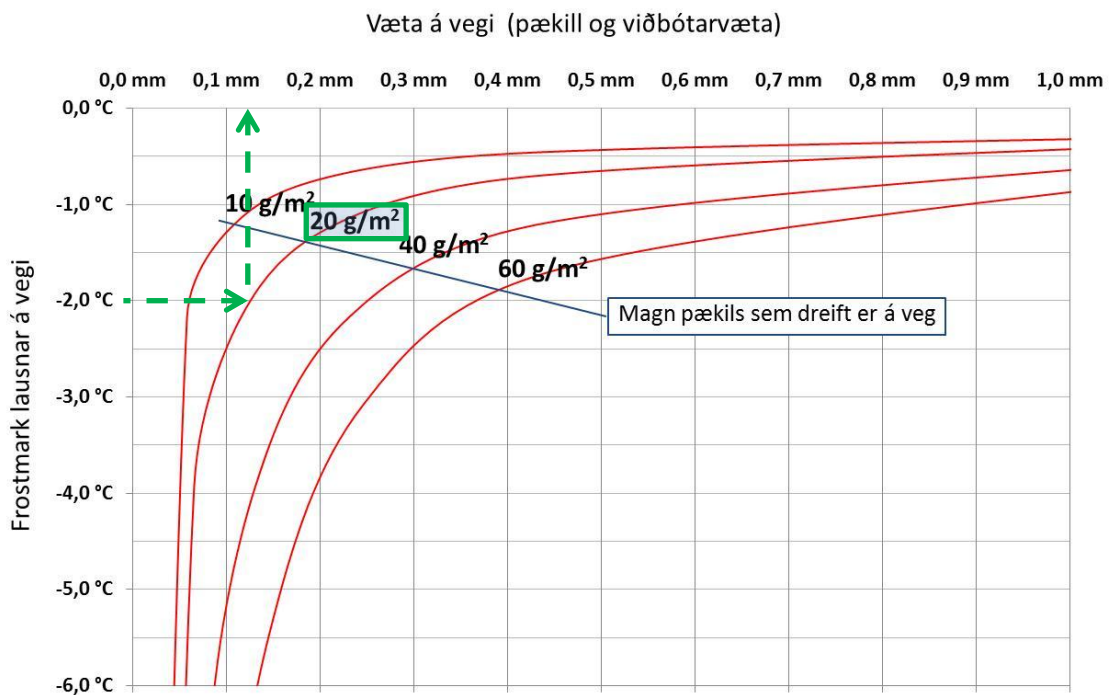
Til athugunar:

- Virkni pækils er mjög viðkvæm fyrir auknu vatnsmagni á vegi, hann þynnist hratt út

- Aðferðin hentar helst á rakan eða lítið blautan veg (< 0,2 – 0,4 mm) þegar ekki er von á frekari vætu eða snjó, og frost er ekki meira en ca. -3°C.
- Þækill virkar fljótt, en fylgja þarf eftir með forbleyttu salti ef von er á frekari úrkomu

Á skýringarmyndinni hér að neðan er tekið dæmi um útlagðan þækil 20 g/m².

Grænu píllurnar sýna að til þess að halda frostmarki við -2° má væta á vegi ekki fara mikið yfir 0,1 mm (100 g/m²). Ágætt viðmið er að vatn byrjar að skvettast í úða undan bíldekkjum við 0,1 mm vætu.



Útgáfa 2

3-2 Þurrsalt

18.04.2012

Bláðið lýsir sambandi þurrsalts sem dreift er á veg, vætumagns á vegi og frostmarks. Væta í línuritunum miðar við fljóttandi vatn sem leyst getur upp salt en ekki heildarmagn sem bundið er í snjó.

Dæmi á bakhlið

Forsendur útreikninga

- Vegur er án alls restsalts áður en saltað er
- Hér er ekki gert ráð fyrir því að þækill sé notaður samhliða salti, um er að ræða þurrsalt á saltlausan veg
- Þurrsalt er eingöngu notað við snjókomu. Þessu bláði er aðeins ætlað að varpa ljósi á virkni þurrsalts í snertingu við vætu, en ekki að gefa tæmandi leiðbeiningar um dreifimagn í snjókomu.

Línuritin sýna frostmark vætu á vegyfirborði þegar allt saltið er uppleyst. Efri myndin gildir fyrir veghita niður að -6°C , neðri myndin fyrir kaldara ástand.

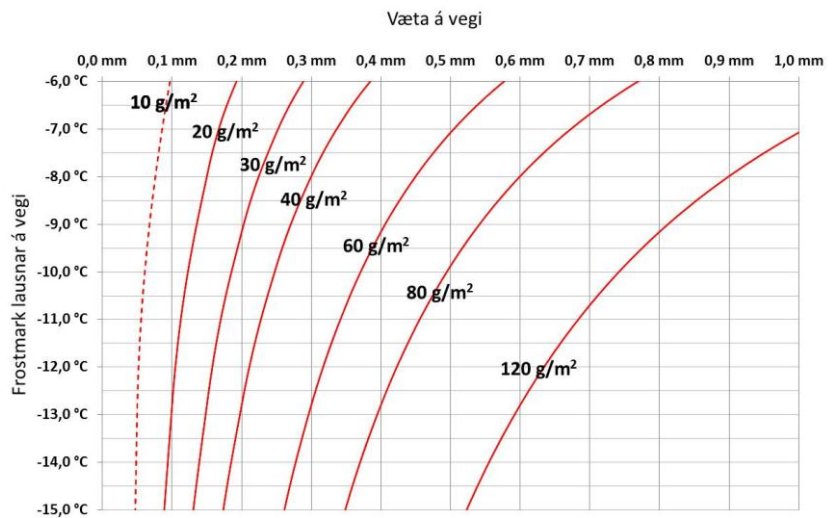
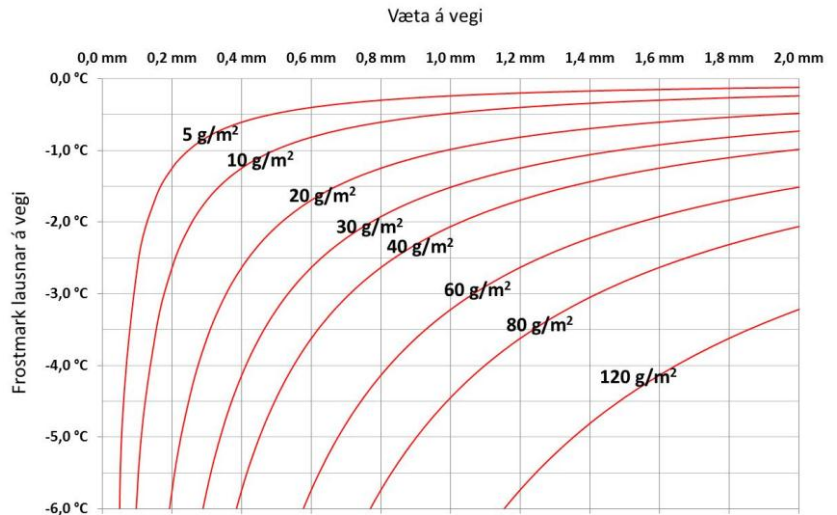
Á láréttum ás er heildarmagn vætu sem tiltæk er á vegyfirborði. Vætumagnið er gefið í vatnsþykkt á vegi í millímetrum, (0,1mm vökvafilma á vegi = 100 g/m^2 af vökva). Lóðréttur ás sýnir frostmark lausnar (blöndu vatns og salts).

Háلكuvarnaraðgerð virkar vel þegar skurðpunktur frostmarks og vætu er vinstra megin og ofan við þá línu sem tilgreinir saltmagn á vegi.

Dæmi: (sjá dæmi um aflestur á bakhlið)

a)
Veghiti samkvæmt mælingu í veðurstöð er -2°C . Áætluð (eða mæld) væta á vegi er 400 g/m^2 (jafngildir 0,4 mm).
→ Saltmagn á vegi þarf að vera 15 - 20 g/m^2

b)
Spáð er samhangandi snjóéljum, allt að 1 mm/klst, þegar veghiti liggur við -1°C . Ef ætlunin er að salta þannig að allur snjór bráðni þarf skv. línuriti að dreifa 20 g/m^2 á hverri klukkustund. (ATH: Hér er á ferðinni mikil einföldun, sjá punkta að neðan)



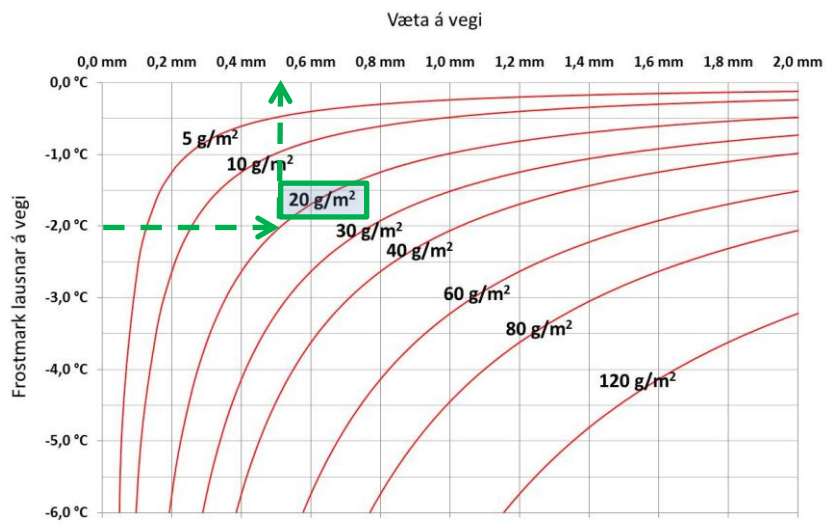
Til athugunar

- Til þess að salt bræði snjó þarf orku frá umhverfinu, og því fellur veghitinn enn frekar. Talið er að veghiti geti fallið tímabundið um allt að 2^3 gráður vegna þessa. (Áhrif: það þarf meira salt)
- Nægilegt saltmagn í snjókomu miðast við að hindra að snjór þjappist og festist við vegyfirborð. Saltið þarf því aðeins að veikja tengingar milli korna í snjónum, ekki bræða hann allan.
- Snjór og væta ásamt salti hverfa af vegi vegna umferðar, slapp skvettist burt.

³ þarf að athuga betur

Á skýringarmyndinni hér að neðan er tekið dæmi um útlagt þurrsalt 20 g/m².

Grænu pílurnar sýna að til þess að halda frostmarki við -2° má væta á vegi ekki fara yfir 0,5 mm (500 g/m²).



Útgáfa 2

3-3 Pækilblandað salt

18.04.2012

Yfirlit yfir heildarsaltmagn þegar dreift er pækilblönduðu salti

Forsendur útreikninga

- Miðað er við pækilstyrk 23 %. Þannig skila hver 10 g af pækli 2,3 g af salti.
- Línuritíð gefur yfirlit yfir heildarmagn á útlögðu salti þegar dreift er pækilblönduðu salti
- Virkni blöndunnar er háð vætumagni á vegi og veghita, sjá línurit á blaði 3-2 *Þurrsalt* eða töflu á blaði 1-1 *Frosteiginleikar salts*

Efri myndin er miðuð við saltdreifara þar sem hægt er að velja magn þurrsalts og pækils hvors um sig. Lárétti ásinn gefur pækilmagn, bláu línurnar magn þurrsalts og á lóðrétta ásnum má lesa heildarsaltmagn sem lagt er út við tiltekna stillingar.

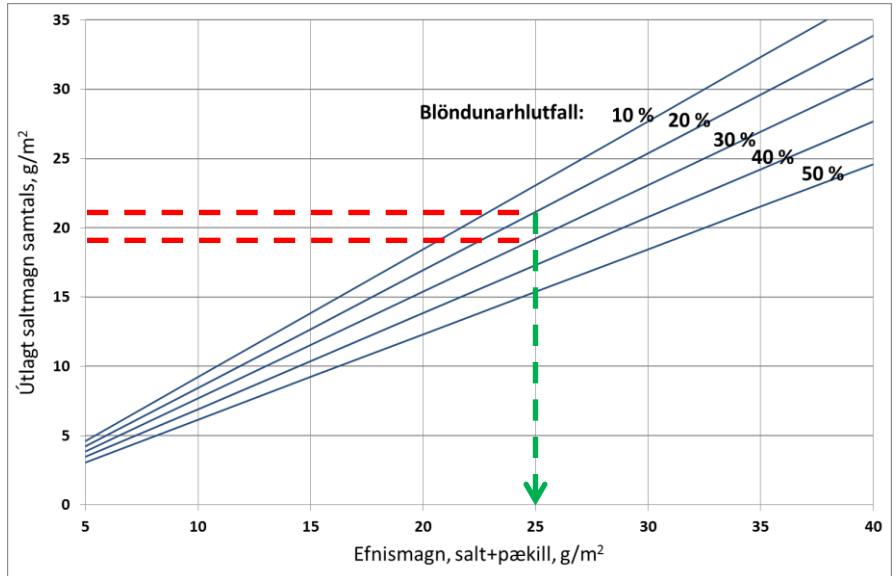
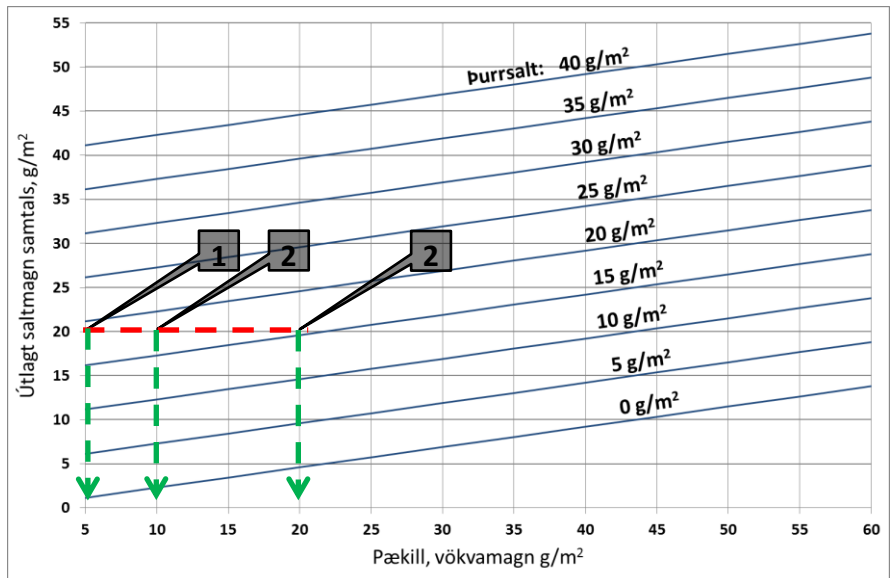
Dæmi:

Aðgerð er ætlað að skila 20 g af salti með hæfilegu pækilmagni. Stillingar geta verið t.d. (þurrsalt+pækill), 19+5, 18+10 eða 15+20.

Neðri myndin á við um saltdreifara með forbleytingu, en hún skilar blöndu þar sem algengt er að pækill sé í kringum 30 % af massa.

Dæmi:

Ef dreifarinn er stilltur á 25 g/m² og forbleytingu er lítill munur á heildarsaltmagni hvort heldur sem forbleytingarhlutfallið er 20 eða 30 %. Í báðum tilfellum er útlagt saltmagn í kringum 20 g/m².



Til athugunar

- Aldrei ætti að blanda saman pækli og þurrsalti þegar vegur er blautur eða eftir að snjócoma hefst. Ef vegur er hins vegar þurr eða rakur hjálpar bleyting með pækli til við að halda salti á veginum.
- Í snjókomu ætti aðeins að dreifa þurrsalti.

Útgáfa 2

3-4 Restsalt á vegi

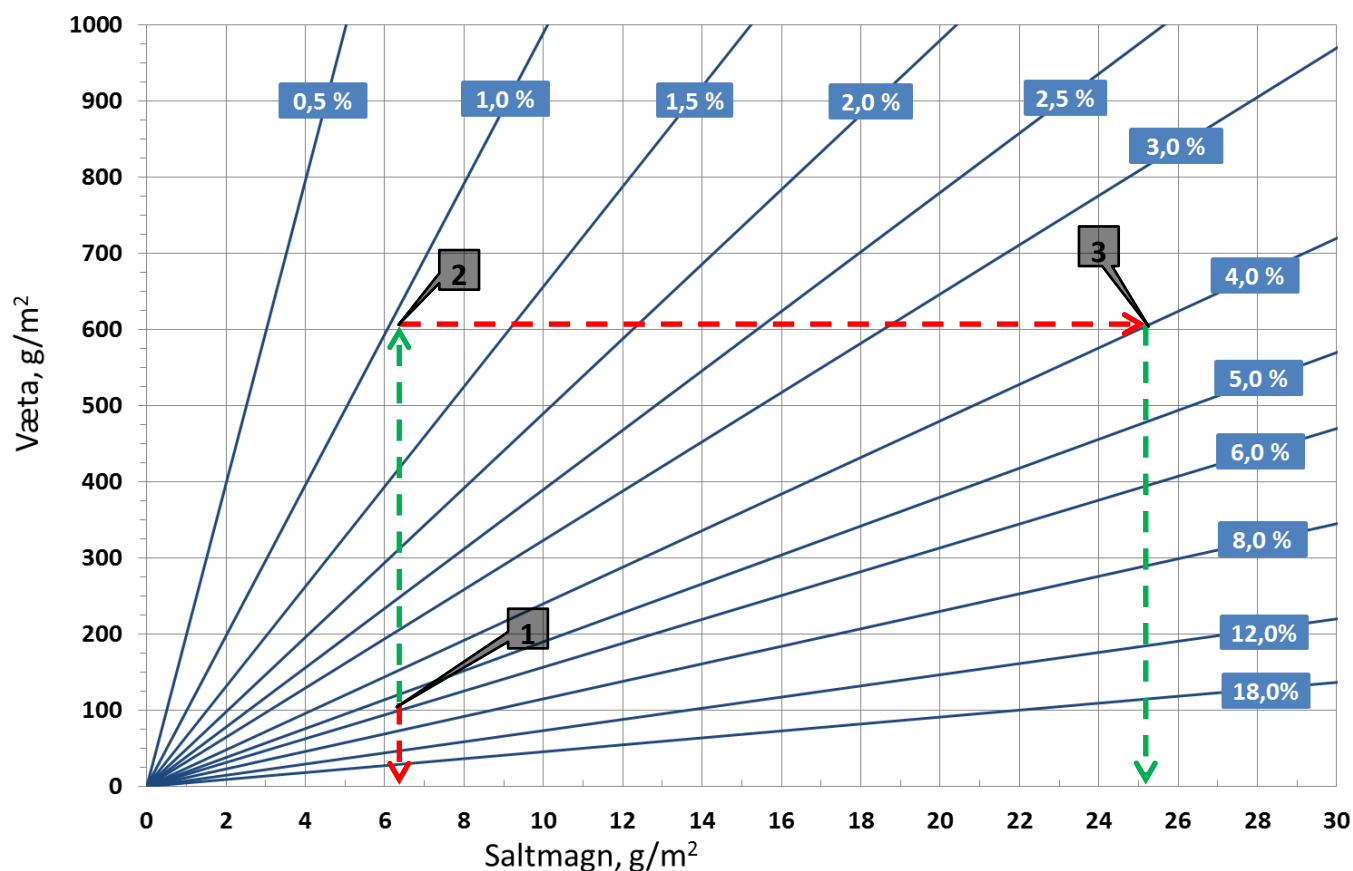
2.03.2012

Hér er eru gefnar leiðbeiningar um túlkun saltmælinga á vegyfirborði þannig að áætla megi hversu miklu salti þarf að bæta á veg svo að tiltekið frostmark náist miðað við tiltekið vætustig

Forsendur

- Hugtakið „restsalt“ er notað yfir það saltmagn sem eftir er á vegi hverju sinni
- Gengið út frá því að annað hvort saltstyrkur (ljósbrotsmælir) eða saltmagn (SOBO 20) sé mælt, og að væta sé mæld með Wettex eða metin sjónrænt
- Samband saltstyrks og frostmarks er gefið í þessari töflu: (sjá einnig blað 1-1)

styrkur %	0,5%	1,0%	1,5%	2,0%	2,5%	3,0%	4,0%	5,0%	6,0%	8,0%	12,0%	18,0%
frostmark °C	-0,2	-0,5	-0,7	-1,0	-1,3	-1,6	-2,2	-2,8	-3,4	-4,9	-8,2	-14,3



Dæmi

Mæling með ljósbrotsmæli gefur 6 % saltstyrk á vegi (frostmark $-3,4^{\circ}\text{C}$), og Wettexmæling sýnir 100 g/m^2 af vætu. (Punktur 1 á línuritinu). Áætlaður saltstyrkur verður því rúmlega 6 g/m^2 . Veghiti á veðurstöð mælist -2°C og mun ekki lækka samkvæmt veðurspá, en veðurradar gefur til kynna að von er á léttum éljum, allt að 0.5 mm/klst sem ekki standa yfir lengur en í klukkustund. Svo létt él munu ekki mynda snjólag sem hægt er að ryðja, og því vænlegt í þessu tilfalli að gera ráð fyrir því að bræða snjó og halda saltstyrk nægilegum til að forðast háku.

Ljóst er að heildarvætumagn fer fljótlega í 600 g/m^2 , og saltstyrkur þynnist í um 1 % (punktur 2), frostmark verður því hærra en mínus $0,5^{\circ}$ ef allur snjórinn leysist upp, og hætta verður á að lausnin byrji að frjósa. Nú þarf að koma saltstyrk upp í 4% til þess að ná frostmarki $-2,0^{\circ}$ (punktur 3). Með því að bæta salti á veg þannig að saltmagn nái 25 g/m^2 ætti frostmark að ná -2° þó að allur snjór bráðni. **Leiðbeinandi saltskammtur er því 20 g/m^2 .**

Ef snjókoma verður hinsvegar viðvarandi og með meiri þéttleika er ekki raunhæft að bræða allan snjó með salti. Þá þarf að moka og salta hæfilega þannig að restin af snjónum sem ekki mokast sé haldið í því ástandi að hann þjappist ekki (sjá blað 3-5 Salt í snjókomu).