

Burður vega og þungatakmarkanir

Sigurður Erlingsson, verkfræðideild Háskóla Íslands
Guðjón Örn Björnsson, University of Alberta

Inngangur

Jarðlag sem frýs hefur tilhneigingu til að draga til sín vatn. Þegar það svo þiðnar aftur tapar það hluta af styrk sínum á meðan að rakinn í því er mikill. Þegar og ef rakinn síðan streymir burtu vex styrkurinn aftur. Vegna þessa eru áspungatakmarkanir settar á fjölda vega að vori á meðan frost er að fara úr vegum þar sem burðarþol þeirra er skert til að draga úr hættu á vegskemmdum. Einnig kemur fyrir að setja þurfi á þungatakmarkanir vegna stuttra þíðutímabila á miðjum vetri. Bent hefur t.d. verið á að í vissum fylkjum Bandaríkjanna megi áætla að 40% allra vegskemmda megi rekja til skemmda sem eigi uppruna sinn á þáatíma (Kestler, 1999). Janoo og Shepard (2000) segja að 90% allra skemmda á malbiki eigi sér stað á þáatíma. Með því að lækka leyfilegan ásaþunga á þessu viðkvæma tímabili má því draga úr skemmdum og þar með auka endingu vegakerfisins. Ovik o.fl. (2000) telja að í Minnesota fylki í Bandaríkjunum megi auka endingartíma um 10% með því að beita tímabundnum öxulþungatakmörkunum. Árið 2004 hefur kostnaður vegna endurnýjunnar slitlaga og styrkingar vegsniða hér á landi verið varlega áætlaður um 1.810 milljónir kr. Þá er t.d. ekki tekið tillit til upphaflegs stofnkostnaðar. Ef beitt er sömu aukningu á endingartíma og Ovik telur að megi fá í Minnesota þá væri hægt að minnka árlegan viðhaldskostnað vegakerfisins um 180 mkr.

Ekki er fyrir hendi hér á landi nein góð stýring á því hvenær setja skuli á þungatakmarkanir, hversu miklar þær eigi að vera né hvenær megi aflétta þeim (Sigurður Erlingsson, 2002). Hér er tæpt á nokkrum atriðum er auka þekkingu okkar á hegðun jarðefna á þáatíma og geta hjálpað við að taka upplýsta ákvörðun um þungatakmarkanir á vegakerfinu.

Framkvæmd

Burðarþolsminnkun jarðvegs vegna frostleysinga er flókið fyrirbæri og ekki skilið að fullu. Til að auka skilning á hegðun jarðvegs á þáatíma tók Vegagerðin í notkun tvö vegsnið haustið 2001 þar sem komið var fyrir hitaskynjurum, rakanemum og rafleiðnistaf sem mælir bæði hitastig og rafleiðni í jarðvegi. Sniðin voru bæði á þjóðvegi 1, annarsvegar við Dýrastaði í Norðurárdal og hins vegar efst í Vatnsskarði vestanverðu í Húnavatnssýslu en skammt þar frá rekur Vegagerðin veðurstöð. Allur aflestur af mælíbúnaðinum er sjálfvirkur og er tekinn aflestur á klukkustundafresti og hann geymdur í safnstöð. Auk þess voru framkvæmdaar tíðar falllódsmælingar við mælistöðvarnar vorin 2002 og 2006. Síðan 2001 hefur mælisniðum verið fjölgað og eru nú rúmlega tugur mælisniða um allt land þar sem hitastig og rafleiðni er mæld

reglulega. Hins vegar er rakastig í vegsniði einungis mælt í Vatnsskarði og á Dýrastöðum.

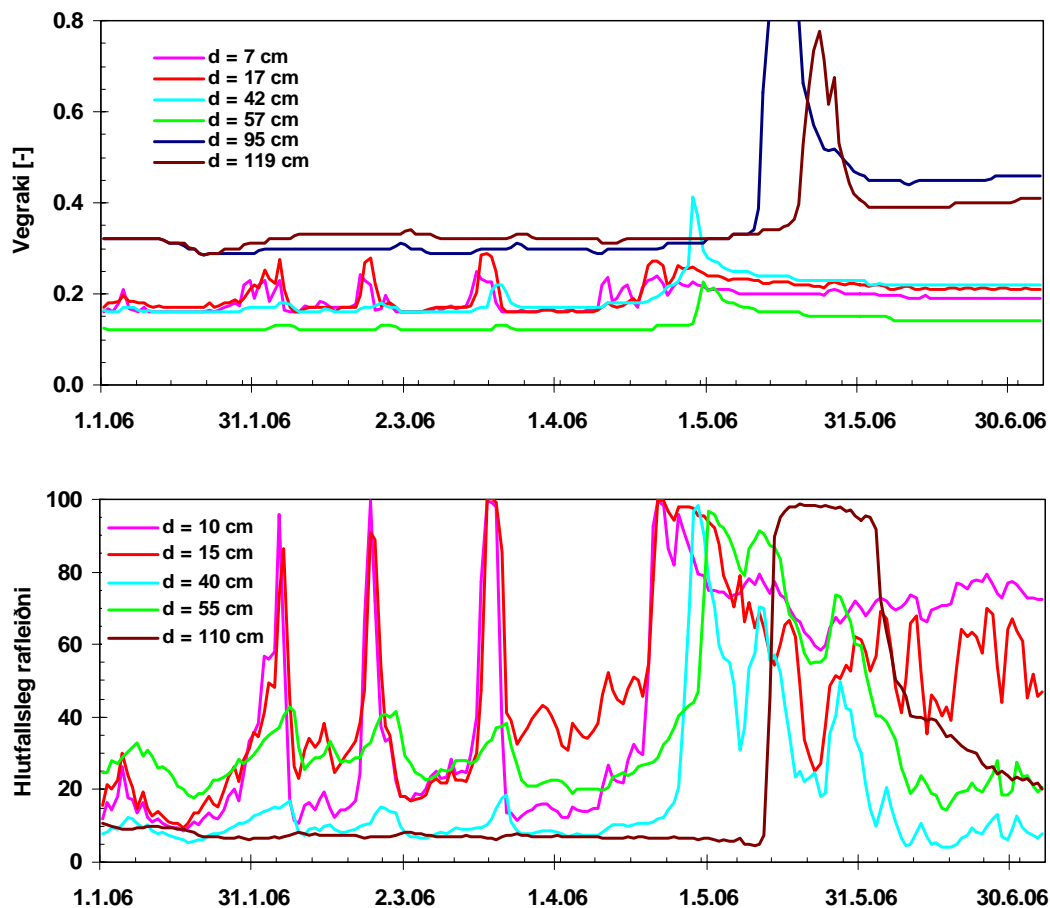
Hita- og rakastig sem og rafleiðni breytist við fasabreytingu vatns úr vökvaástandi yfir í frosið ástand og svo aftur við þiðnun. Helsti ókostur varðandi mælingu hitastigs er að breytingin er mjög hæg. Hins vegar breytist raki og leiðni mun hraðar við fasabreytinguna. Því er hægt að nýta þær upplýsingarnar til að meta hversu stór hluti vegbyggingarinnar er frosinn á hverjum tíma.

Niðurstöður

Síðan mælingar hófust hefur vitneskja á burði jarðefna við frostleysingar aukist. Hér verður þremur þáttum gerð skil.

Rafleiðni sem mat á breytingu í rakastigi

Rafleiðni frosinna jarðefna er mun minni en rakra jarðefna. Þetta má nýta sér til að meta hvort tiltekinn staður í jarðvegssniði er frosinn eða ekki. Ef rafleiðnin er síðan mæld með reglulegu dýptarbili niður fyrir frostdýpi má áætla hversu stór hluti sniðsins er frosinn og hversu stór er þiðinn hverju sinni.

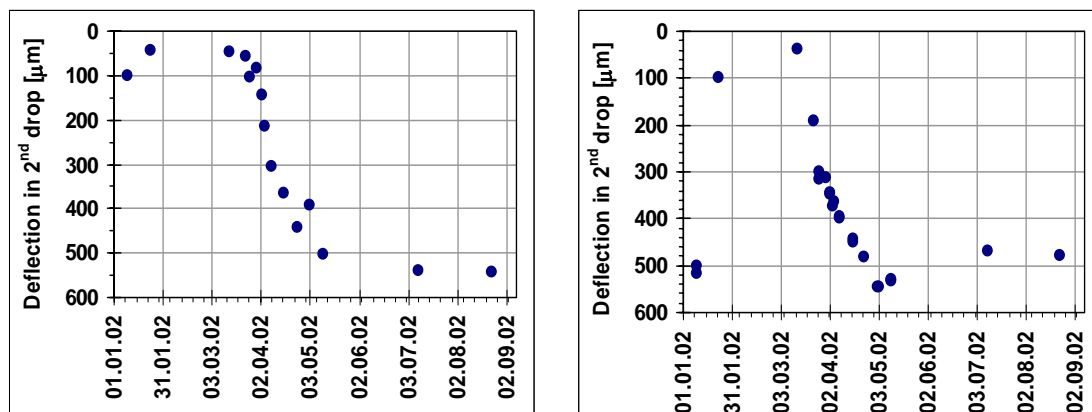


Mynd 1. Raki og rafleiðni á nokkrum dýpum sem fall af tíma í Vatnsskarði fyrri hluta árs 2006.

Á mynd 1 má sjá góða samsvörun í svörun raka og hlutfallslegrar rafleiðni í vegsniði í Vatnsskarði. Vel má sjá þrjú þíðutímabil að vetri sem einungis ná niður í efsta hluta vegarins. Auk þess má sjá vorþáatímabilið sem byrjar um miðjan apríl en þá eykst raki og rafleiðni fyrst á nema næst yfirborði og síðan á næst grynsta og svo koll af kolli.

Túlkun falllódsmælinga

Vorin 2002 og 2006 voru framkvæmdar nokkuð tíðar falllódsmælingar á vegsniðinu í Vatnsskarði (Sigurður Erlingsson, 2004).

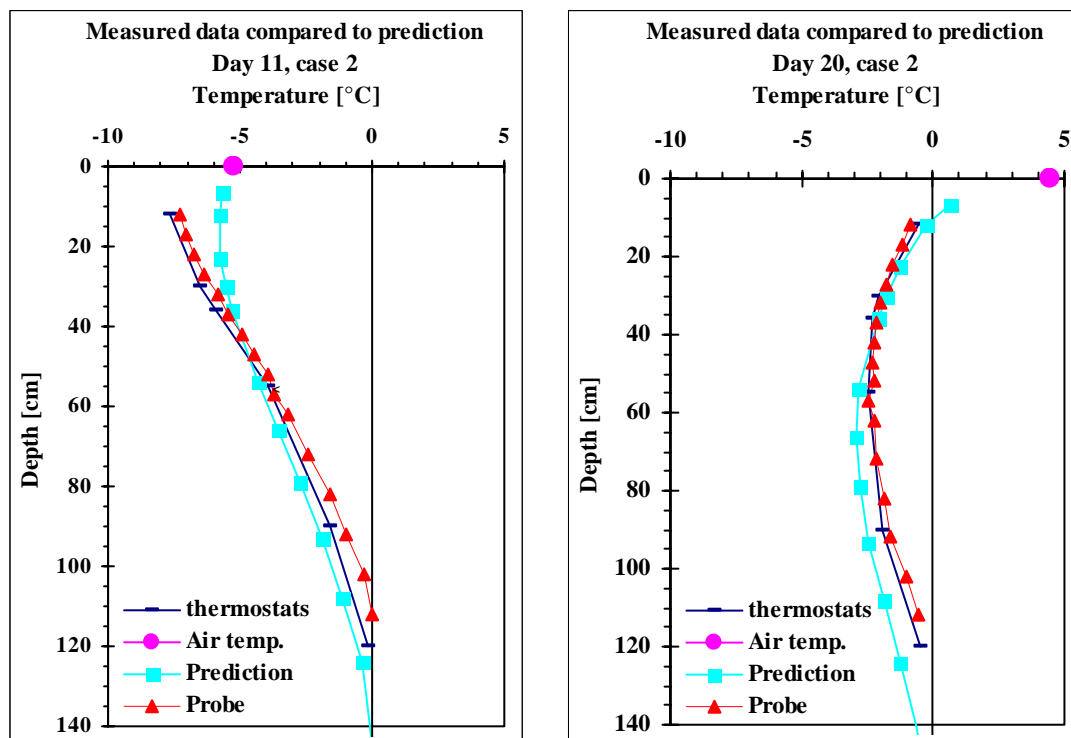


Mynd 2. Niðurbeyja D_0 úr öðru höggi úr falllódsmælingum frá vegsniði í a) Vatnsskarði og b) Dýrastöðum árið 2002.

Mynd 2 sýnir niðurbeygju mælda með falllóði Vegagerðarinnar árið 2002 á vegsniðum í Vatnsskarði og á Dýrastöðum. Sjá má að um veturinn mælist lítil niðurbeygja (< 100 µm) vegna þess að vegurinn er að miklu leyti frosinn en í lok marsmánaðar eykst niðurbeygjan þegar vorþáatímabilið hefst. Nær hún hágildi við um rúmlega 500 µm. Á Dýrastöðum lækkar niðurbeygjan síðan fyrir sumar- og haustmælinguna eins og búist er við. Lækkunin er þó ekki mikil. Í vegsniði á Vatnsskarði er ekki að greina neina lækkun á niðurbeygju fyrir sumar og haustmælingu.

Spá um hitastigsdreifingu í vegsniðum

Hægt er að framreikna hitastig sem fall af dýpi í vegsniði með því að leysa varmaleiðnihlutfleiðulíkinguna. Til að gera ákvörðunina sem réttasta þarf að taka til varmafræðilegra efniseiginleika mismunadi laga vegsniðsins (Guðjón Örn Björnsson, 2006). Nðurstöður sem hér eru sýndar fengust með hugbúnaðinum TEMP/W frá GEOSLOPE. Tímabilið sem framreiknað var miðaðist við 23. janúar 2003 og reiknuð var hitastigsdreifing vegsniðsins einungis út frá mældum lofthita. Var þetta gert fyrir næstu 30 daga eða fram til 21. febrúar. Á þessu tímabili var um 10 daga þáatímabil þar sem Vegagerðin beytti áspungatakmarkunum.



Mynd 3. Framreiknað (ljósblátt) og mælt (rauður og dökkblár ferill) hitastig sem fall af dýpi í vegsniði á Dýrastöðum eftir a) 11 daga og b) 20 daga.

Á mynd 3 má sjá framreiknaðan hitastigsferil eftir 11 og 20 daga borna saman við mælingar. Sjá má að framreiknaðum og mældum ferlum ber nokkuð vel saman þó ákveðið frávík komi fram á fyrri ferlinum næst yfirborði sem tengist dægursveiflu þ.e. að sól hiti upp efsta hluta vegarins sem ekki er tekið tillit til í reikningum.

Hagnýting vegahaldara af reikningum sem þessum er að nákvæm veðurspá gerir það kleyft að meta hitastigsferillinn fram í tímann nokkuð áreiðanlega sem hjálpar veghaldara að taka ákvarðanir um þungatakmarkanir.

Að lokum

Síðan að mælisniðin voru tekin í gagnid árið 2001 hefur töluvert áunnist er varðar þekkingu og aukinn skilning á hegðun jarðlaga á þáátíma. Þó er mikilvægt að afla betri þekkingar á hvernig vegsniðin ná aftur fyrri styrk sínum í kjölfar þáátímans. Er verið að vinna úr falllódsmælingum með bakreikningum frá 2002 og 2006 sem lið í því.

Heimildir

Björnsson, G. Ö. (2006) Thaw Induced Axle Load Limitation, MSc thesis, Dept. of Civil and Environmental Engineering, University of Alberta, Edmonton, 203p.

Janoo, V. og Shepherd, K. (2000) Seasonal Variation of Moisture and Subsurface Layer Moduli, *Transportation Research Record*, n. 1709, p 98-107.

- Kestler, M. A., Hanek, G., Truebe, M., and Bolander, P. 1999. Removing spring thaw load restrictions from low-volume roads: development of a reliable, cost-effective method. Proceedings, 7th International Conference on Low-Volume Roads, May 23-26, Baton Rouge, LA. In: *Transportation Research Record*, n. 1652, v. 2. p 188-197.
- Ovik, J.M., Siekmeier, J.A. and van Deusen D. 2000. Improved load restrictions guidelines using mechanistic analysis. Minnesota Road Research Project (Mn/Road Project) Available from <http://www.lrrb.gen.mn.us/pdf/200018.pdf> [accessed 27th March 2006]
- Sigurður Erlingsson (2002) *Mælitækni til stýringar á þungatakmörkunum – Áfangaskýrsla 1* (ár 2001). Vegagerðin/Háskóli Íslands, 28 bls.
- Sigurður Erlingsson (2004) *Mælitækni til stýringar á þungatakmörkunum – Áfangaskýrsla 2*. Vegagerðin/Háskóli Íslands, 15 bls.