



Snjósöfnunargrindur

Handbók

Unnið fyrir Vegagerðina

Umsjónarmaður Vegagerðarinnar

Björn Ólafsson

Unnið af ORION Ráðgjöf ehf

Umsjón:

Sigurður Kiernan

Einnig unnið af:

Árna Jónssyni

Yfirfarið af:

Sigurði Kiernan

Verk unnið :

Veturinn 1999-2000

Reykjavík, mars 2000

Sigurður Kiernan

Efnisyfirlit

| | |
|---|-----------|
| 1. Inngangur..... | 1 |
| 2. Tilgangur snjósöfnunargrinda..... | 3 |
| 3. Mismunandi gerðir snjósöfnunargrinda..... | 6 |
| 3.1 Grindur sem festar eru með vírstögum eða skástoðum..... | 6 |
| 3.1.1 Grindur úr plastneti/ Tensar net | 8 |
| 3.1.2 Íslensk hönnun..... | 9 |
| 3.1.2.1 3 m há snjósöfnunargrind..... | 10 |
| 3.1.2.2 Snjósöfnunargrind með breytilegri hæð 10 | |
| 3.1.3 Grindur til bráðabirgða..... | 10 |
| 3.1.4 Wyoming grindur | 12 |
| 3.2 Grindur festar við staura..... | 13 |
| 3.3 Lokaðar grindur..... | 15 |
| 3.4 Mismunandi grindarefni..... | 15 |
| 3.5 “Lifandi snjósöfnunargróður” | 16 |
| 4. Eðli snjósöfnunar og virkni grinda..... | 18 |
| 4.1 Vindur..... | 18 |
| 4.2 Virkni grinda | 20 |
| 5. Hönnun og uppsetning..... | 22 |
| 5.1 Hvert er vandamálið? | 22 |
| 5.2 Hvaða svæði á að verja?..... | 23 |
| 5.3 Hvernig er vindafarið? | 24 |
| 5.4 Hversu mikill er snjóflutningurinn? | 26 |

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 5.5 | Hvar á að staðsetja grindina?..... | 30 |
| 5.5.1 | Fjarlægð frá vegi..... | 32 |
| 5.5.2 | Tillit tekið til landslagsins | 33 |
| 5.6 | Hvernig eru endaáhrifin? | 34 |
| 5.7 | Fjöldi raða og hæð? | 35 |
| 5.8 | Hönnun grinda | 38 |
| 5.8.1 | Bil við jörðu..... | 38 |
| 5.8.2 | Vindálag | 41 |
| 6. | Rannsóknir á snjósöfnunargrindum..... | 42 |
| 6.1 | Við Litlu Kaffistofuna í Svínahrauni..... | 42 |
| 6.2 | Steingrímsfjarðarheiði | 42 |
| 6.3 | Auðbjargarstaðabrekka..... | 43 |
| 6.4 | Þjóðvegurinn á Hellisheiði við Draugahlíðar 45 | |
| 6.5 | Rannsóknir Rannsóknarstofnunar byggingariðnaðarins á tilraunagrindum úr netum frá Hampiðjuni hf..... | 45 |
| 6.6 | Bólstaðarhlíðarbrekka..... | 45 |
| 6.7 | Skafrenningsmælar | 46 |
| 7. | Samantekt..... | 47 |
| 8. | Orðalisti | 48 |
| 9. | Heimildir | 49 |

1. Inngangur

Snjókomu er ekki hægt að hafa áhrif á en hægt er að hafa áhrif á vindinn sem færir snjóinn um set. Á hverjum vetri safnast snjór saman og myndar skafla sem skapa vandamál víða. Vegir lokast, umferðarslysum fjölgar, hús fara á kaf og bæir einangrast. Mörg þessara skafrenningsvandamála koma upp á sama stað ár eftir ár með tilheyrandi snjómoksturskostnaði fyrir Vegagerðina og aðra aðila sem tengjast vetrarþjónustu. Á þessum stöðum geta vel hannaðar snjósöfnunargrindur leyst vandann, að einhverju leyti, á mjög hagkvæman hátt.

Vegagerðin hefur byggt snjósöfnunargrindur víða um land til þess að minnka snjósöfnun inn á þjóðvegi og skapa betri akstursskilyrði. Þá hafa grindur einnig verið byggðar í þéttbýli víða um land til þess að breyta snjósöfnun við ýmis mannvirki. Þær auka öryggið í



*Mynd 1 Brotnar grindur við Auðbjargarstaðabrekku.
(Ljósmynd: Sigurður Kiernan).*

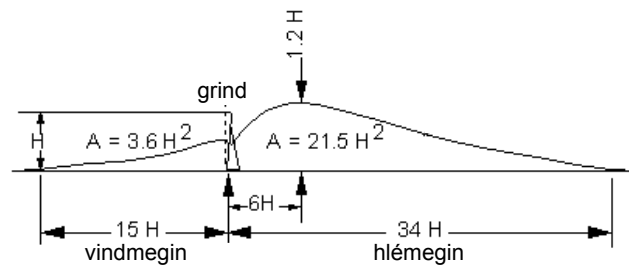
umferðinni og geta dregið umtalsvert úr kostnaði Vegagerðarinnar við vetrarþjónustu.

Þessi handbók er sniðin að þörfum þeirra sem tengjast vetrarþjónustu eða hönnun og uppsetningu snjósöfnunargrinda. Vanda þarf hönnun og uppsetningu grindanna til að ná sem mestum árangri. Oft eru grindurnar illa hannaðar og ranglega uppsettar og eru algeng mistök að vanmeta snjómagnið, setja grindurnar of nálægt eða of langt frá vegi, hafa bilið frá jörðu of lítið eða að hafa grindurnar of veikburða, eins og sjá má á myndinni hér fyrir neðan.

Handbókin mun fjalla í stuttu máli um það helsta sem nauðsynlegt er að vita til þess að hanna og staðsetja snjósöfnunargrindur á sem bestan hátt. Einnig mun stuttlega verða greint frá nýrri hönnun og rannsóknum á snjósöfnunargrindum sem gerðar hafa verið hér á landi.

2. Tilgangur snjósöfnunargrinda

Snjósöfnunargrindur hægja á vindi með þeim afleiðingum að vindur missir burðargetu sína og snjókorn falla til jarðar ýmist vindmegin eða hlémegin við grindurnar. Þannig er hægt að hafa stjórn á snjósöfnuninni með því að fella mestan snjóinn út áður en hann nær þeim stað sem verja skal. Með því að fella snjóinn að mestu út áður enn hann nær að vegi má bæta vegsýn og minnka skafsnojó inni á veginum.



Mynd 2 Snjósöfnun í kringum grind samkvæmt Bandarískum rannsóknum [Tabler].

Snjósöfnunargrindur eru notaðar til að:

- minnka og stjórna hengjumyndun við brúnir fjalla, gilja eða rása,
- minnka snjódýpt við upptakastoðvirki,
- minnka tíðni snjóflóða í minni brekkum, t.d. fyrir ofan vegi,
- minnka snjósöfnun á takmörkuðum stöðum, t.d. á vegum.



Mynd 3 Fyrir og eftir uppsetningu grinda í Bandaríkjunum¹

Snjósöfnunaraðstæður á Íslandi eru að mörgu leiti öðruvísi en á hinum Norðurlöndunum, því vindur er meiri hér á landi og landslagið ekki varið af skógum. Öryggið í umferðinni minnkar vegna skafrennings (vegsýn versnar og skafsniór sest) auk þess sem snjó-mokstur, umferðartöf, tjón og slys kosta umtalsverðar fjárhæðir.

Þá getur góð veggönnun minnkað snjósöfnun og bætt sjónlengd til muna, en það verða alltaf til vegakaflar sem hafa þann eiginleika að safna að sér sjó með tilheyrandi slæmum aksturs-skilyrðum og tíðum lokunum. Hægt er að fækka lokunum og bæta öryggið á þessum köflum með því að setja

snjósöfnunargrindur við hlið vegarins og þannig
stjórna skafrenningi.

<http://www-wwrc.uwyo.edu/wrds/rmfres/i80reslt.html>

3. Mismunandi gerðir snjósöfnunargrinda

Til eru margar tegundir grinda og fjölmörg mismunandi efni eru notuð, svo sem viður, stál eða plastefni. Hægt er að vera með lárétt eða lóðrétt þverbönd, en niðurstöður rannsókna sýna að láréttu þverböndin fyllast síður af snjó. Ástæðan er sú að þegar snjór hefur fyllt bilið frá jörðu tekur næsta bil við og hindrar að grindurnar fyllist meir. Hér á landi kemur vindur oft bæði framan og aftan að grindunum og því eiga þær til að fyllast meira en ef vindur er bara frá annarri áttinni.

Gerðir undirstaða fjölmargar. Hægt er að vera með, svo dæmi séu tekin, steypar undirstöður eða niðurgrafna staura úr stáli eða viði, bergfestur og stög, yfirborðsfestingar, sandpoka og fleira til þess að halda grindunum á sínum stað. Hér á eftir er fjallað um kosti og galla mismunandi gerða af festingum, en valið fer eftir staðsetningu og tegund grinda sem nota skal.

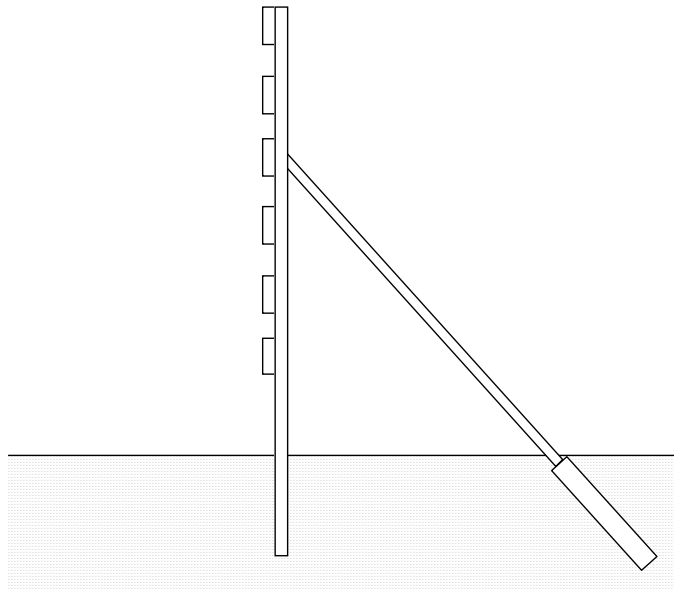
3.1 Grindur sem festar eru með vírstögum eða skástoðum

| |
|---|
| Grindur sem festar eru með vírstögum eða skástoðum: |
| Kostir <ul style="list-style-type: none">• Ódýrastar á flestum stöðum,• Einfalt að setja upp og taka niður,• Hægt að framleiða einingar fyrirfram sem |

flýtir fyrir uppsetningu.

Ókostir

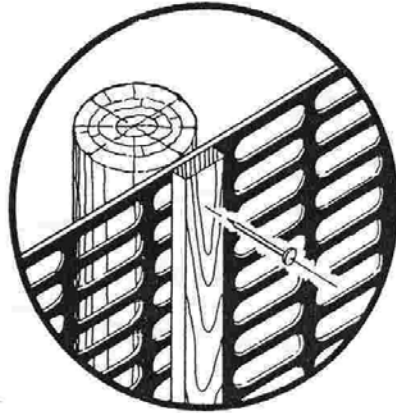
- Geta skemmst vegna snjóálags og skriðs í halla ef grindurnar fyllast,
- Eru fyrirferðarmiklar,
- Þola minna vindálag,
- Getur reynst erfitt að vera með mjög háar grindur (mest 4,3 m samkvæmt bandarískum niðurstöðum).



Mynd 4 Dæmi um grind með skástoð.

3.1.1 Grindur úr plastneti/ Tensar net

Plastefni hafa bæst við sem grindarefni og eru Tensar netin algengust þeirra. Tensar eru létt net úr plastefni og eru víða notuð í Bandaríkjunum. Tilraunir hafa verið gerðar á þessum netum á Steingrímsfjarðarheiði árið 1990 með litlum árangri (sjá kafla 6.2).



Mynd 5 Uppsetning Tensar neta



Mynd 6 Grindur úr plastneti (Tensar).

Uppsetning netanna er fljótleg en samkvæmt bandarískri könnun tekur um 1 klst. fyrir þrjá að setja upp 30 m af Tensar netum.

3.1.2 Íslensk hönnun

Árið 1997 hóf Vegagerðin tilraun með nýja tegund af snjósöfnunargrindum, ofan Litlu Kaffistofunnar í Svínahrauni, í samstarfi við Plastmótun ehf. og Árna Jónsson. Grindurnar eru að því leyti frábrugðnar öðrum snjósöfnunargrindum sem byggðar hafa verið að þær eru úr endurunnu plasti og stáli. Burðarvirkið er úr stáli og er það hannað þannig að hægt er að mestu að nota staðlað skiltaefni Vegagerðarinnar í það. Netið er gert úr 80 mm breiðum plastrenningum sem bræddir eru saman með þverböndum úr sama efni. Netið er síðan fest á stálstoðirnar með plastræmu, kambstáli og hosuklemmum.



Mynd 7 Íslensk hönnun (Ljósmynd: Árni Jónsson).

Settar voru upp tvær mismunandi snjósöfnunargrindur sem eru báðar 50 m langar, en lýsing á þeim er hér fyrir neðan.

3.1.2.1 3 m há snjósöfnunargrind

Þessi snjósöfnunargrind er með u.þ.b. 0,2H bili við jörð og er þéttleiki netsins um 45%. Hún er stífuð af með stálstífum á fimmtu hverri stoð en vírastögum á milli. Vírastögin hafa með tímanum slaknað en það hefur ekki haft áhrif á endinguna því plastið í netinu er það sterkt að það virðist ekki vera nauðsynlegt að hafa stífur á hverri stoð.

3.1.2.2 Snjósöfnunargrind með breytilegri hæð

Neðsti hluti grindanna er 0,8 m hár með 0,2H bili við jörð og er þéttleiki netsins um 50%. Gert er ráð fyrir að hægt verði að hækka þessa grind með tveimur 0,8 m netum þannig að hún verði 2,4 m á hæð eftir því sem snjór sest að henni. Stoðirnar eru frábrugðnar hærri snjósöfnunargrindinni að því leyti að þær eru úr kambstáli með plasti utan um en sú hærri er með 2,5" stálrör.

3.1.3 Grindur til bráðabirgða

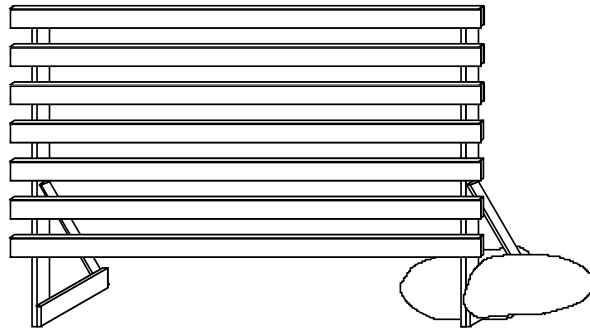
Ýmsar rannsóknir eru nauðsynlegar áður en hafist er handa við hönnun og uppsetningu snjósöfnunargrinda á ákveðnum stað. Meðal annars er hægt að fylgjast með snjósöfnun við tilraunagrindur, sem hægt er að setja upp með litlum tilkostnaði og fyrirhöfn, áður en ráðist er í smíði varanlegra og kostnaðarsamra mannvirkja.

Grindur sem settar eru upp í tilraunaskyni í stuttan tíma hér á landi, til þess að finna rétta staðsetningu

varanlegra grinda, eru yfirleitt úr afgangsviði og festar niður með sandpokum og steypustyrktarjárnri (sjá myndir hér fyrir neðan). Með þeim fæst dýrmæt reynsla sem nýtist þegar varanlegar grindur eru hannaðar og staðsettar.



Mynd 9 Auðbjargarstaðabrekka í janúar 1998. Tvær mismunandi útfærslur voru notaðar, lárétt þverbönd hinsvegar og lóðrétt þverbönd annars vegar. (Ljósmynd: Sigurður ...)



Mynd 8 Grindareining eins og notuð var í Auðbjargarstaðabrekku.

3.1.4 Wyoming grindur

Wyoming grindurnar eru algengustu grindurnar í Bandaríkjunum. Helstu kostir þeirra er að þær eru endingargóðar, einfaldar og fljótlegar í uppsetningu, ódýrar og þola mikið vindálag. Vegagerðin í Wyoming hannaði grindina og hefur hún verið notuð þar síðan 1971.



Mynd 10 Wyoming grindur meðfram þjóðvegi í Bandaríkjunum.

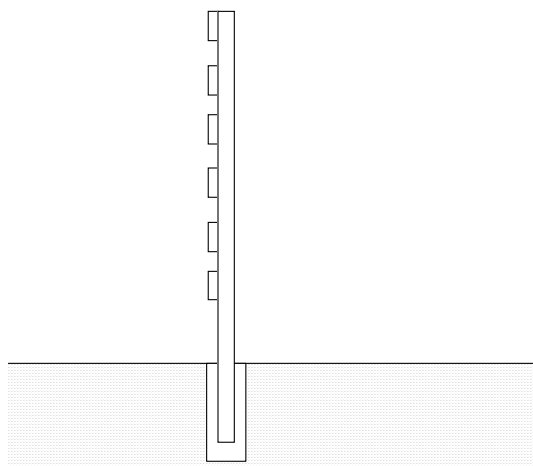
Langböndin í grindunum eru gerð úr 2,5*15 cm byggingatimbri sem er fest á timburstöðir og þær síðan festar niður með steypustyrktarstáli. Þessar grindur geta verið allt að 4,3 m á hæð og þola vind sem er allt að 45 m/s. Þær geta farið í kaf án þess að skemmast vegna snjósigs og hafa reynst viðhaldslitlar í meira en 25 ár. Grindunum hallar 15° undan vindi.

<http://www-wwrc.uwyo.edu/wrds/rmfres/i80fence.html>

3.2 Grindur festar við staura

Hægt er að festa grindur við staura sem settir eru í jörðu. Þar sem meira vindálag er á endagrindar-einingar eru þær styrktar aukalega með stögum. Tilraunir hafa verið gerðar héraendis á þessum tegundum grinda við Litlu kaffistofuna í Svínahrauni, Steingrímsfjarðarheiði og við Rb (Sjá kafla 6).

| Grindur sem festar eru við staura |
|---|
| <p>Kostir</p> <ul style="list-style-type: none">• Eru fyrirferðarlitlar,• Hægt að vera með háar grindur,• Þola meira snjóálag og skrið í halla ef grindurnar fyllast,• Gera það mögulegt að nota mismunandi efni í þverböndin,• Þola sífrera,• Þola meira vindálag. |
| <p>Ókostir</p> <ul style="list-style-type: none">• Yfirleitt dýrari en yfirborðsfestingar,• Tekur lengri tíma að setja upp,• Erfitt er að færa grindurnar,• Hanna þarf grindurnar sérstaklega fyrir hvern stað. |



Mynd 11 Grind fest við staur.

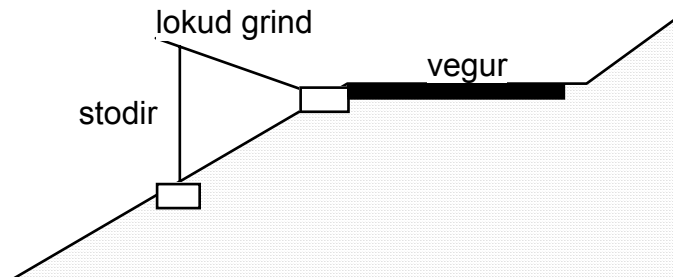
Hægt er að nota töfluna hér fyrir neðan sem grófa viðmiðun við stærðarval á staurum. Taflan er notuð í Bandaríkjunum og miðast við að hönnunarvindur sé 45m/s og að jarðvegur sé góður.

Tafla 1 Ummál og lengd stauris í jarðvegi miðað við hæð grinda [Tabler].

| Grindarhæð (m) | Bil á milli staura = 3 m | | Bil á milli staura = 4 m | |
|-------------------|-----------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|
| | Ummál stauris (cm) | Lengd stauris í jörðu (cm) | Ummál stauris (cm) | Lengd stauris í jörðu (cm) |
| 1 | 31 | 88 | 39 | 113 |
| 1,5 | 41 | 113 | 51 | 146 |
| 2 | 51 | 137 | 63 | 177 |
| 2,5 | 59 | 162 | 74 | 207 |
| 3 | 58 | 180 | 84 | 232 |
| 3,5 | 76 | 201 | 94 | 259 |
| 4 | 83 | 219 | 103 | 280 |

3.3 Lokaðar grindur

Mun meira magn snævar leggst vindmegin en hlémegin við lokaða grind, þar sem stór hluti snævar sem fer yfir lokaða grind festist í vindstrengi og berst lengra en ef grindin er hálfopin. Í sumum tilfellum getur reynst betra að nota lokaða grind út af þessu, þótt þær safni einungis um 1/3 af því snjómagni sem hálfopin grind gerir.



Mynd 12 Lokuð grind eins og notuð er í Hokkaido í Japan.

Lokuð grind kemur því til greina fyrir neðan veg í brattri hlið þar sem hálfopin grind hentar illa (sjá mynd hér fyrir neðan). Þar safnast snjórinn aðallega fyrir neðan grindina, en ekki uppi á veg.

3.4 Mismunandi grindarefni

Það hefur sýnt sig í tilraunum að lárétt þverbönd, með 50% opnun, virka betur en lóðrétt bönd og hefur efnisval (þver)banda ekki áhrif á þá niðurstöðu.

3.5 “Lifandi snjósöfnunargróður”

Tré og annar gróður geta safnað að sér snjó með því að minnka burðargetu vindsins á svipaðan hátt og snjósöfnunargrindur gera, en gróður er plássfrekur og á yfirleitt erfitt uppdráttar á snjóþungum og vindasömum stöðum. Á móti kemur að lítið sem ekkert viðhald er á gróðri þegar hann er fullvaxinn og endurnýjast hann af sjálfum sér. Það næst betri árangur ef notaðar eru grindur (um 1,5 m) til að verja gróðurinn á meðan hann er að vaxa upp. Ef grindurnar eru of háar getur snjóþunginn skemmt gróðurinn. Þegar gróðurinn er kominn í fulla hæð tekur hann við af grindunum.



Mynd 13 Gróðurbelti í Bandaríkjunum sem ver byggðakjarna og veg.

Ef einungis þunnt gróðurbelti er notað safnast snjórinn skjólmegin við beltið. Það getur gert ástandið verra ef gróðurinn er of nálægt veginum. Þá ber að hafa í huga að notkun efna við hálkuvarnir geta haft skaðleg áhrif á gróðurinn.

“Lifandi snjósöfnunargrindur”**Kostir**

- Gróðursetning og viðhald er mun minna en með grindum,
- Mjög langur líftími,
- Umhverfisvænar,
- Getur minnkað gróðureyðingu,
- Myndar skjól og minnkar hávaðamengun frá vegi.

Ókostir

- Tekur langan tíma fyrir gróðurinn að ná réttri hæð,
- Erfitt að hafa rétt opunarhlutfall þar sem það breytist þegar gróðurinn stækkar,
- Tekur upp mikið landssvæði.

Mælt er með að gróðurbeltið sé 30 til 50 metrum frá veginum. Einnig ber að passa að hávaxið gras eða annar gróður sé ekki of nálægt vegi að vetri til. Sá gróður getur virkað eins og grindur og myndað skafla á veginum.

4. Eðli snjósöfnunar og virkni grinda

4.1 Vindur

Vindstrengir af völdum landslags myndast helst þar sem farvegur loftsins þrengist, þ.e. þar sem vindur blæs samsíða fjallshlíðum. Hlémegin og vindmegin fjalla er vindur oft hægari en annars staðar. Kviðótt aftakaveður verða stundum hlémegin fjalla vegna fjallabylgna. Oft er hvassara á fjallstoppum en á láglandi og á það m.a. rætur að rekja til þess að um fjöllin blæs vindur sem lítt hefur verið bremsaður af viðnámi við jörðu.

Haraldur Ólafsson, veðurfræðingur

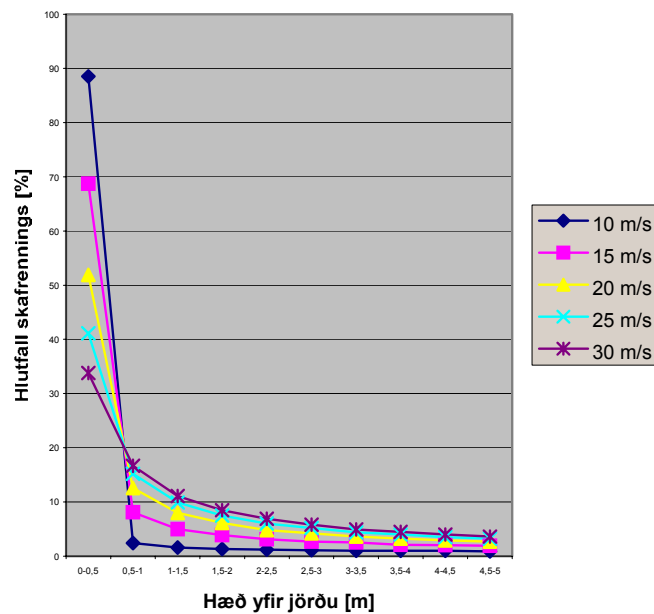
Falli snjókorn í logni eða litlum vindi ná þau að tengjast saman og mynda jafndreifða snjóþekju. Ef vindur hreyfir ekki við snjóþekjunni sígur hún saman með tímanum vegna eigin þunga, þéttist og tengingar á milli kornanna styrkjast. Þar sem vindur veldur skerspennu við yfirborðið, eiga snjóagnir það til að færast með vindi. Þá færast snjókornin með yfirborðinu sem leiðir til þess að angar snjókornanna brotna af þeim og þau minnka og verða kúlulagaðri. Minni agnir skoppa meðfram yfirborðinu en þyngri skriða og mynda snjóöldur.

Sá vindhraði, sem fær snjóagnir til að hreyfast úr stað, er háður loftþrýstingi og ástandi snævar. Eðlisléttur og laus snjór fer á hreyfingu þegar vindhraði er um 6 m/s, en við venjulegar aðstæður lyftist snjór ekki frá jörðu við minni vindhraða en 7 m/s. Snjór sem hefur blotnað eða harðnað af völdum sólar og vinds hreyfist hins

vegar ekki fyrr en við vindhraða yfir 20 m/s. Einnig eykst möguleikinn á að rífa upp mjög þéttan snjó með vaxandi vindstyrk.

Þó að foksnjór geti lyfst nokkur hundruð metra frá jörðu, á mesti snjóflutningurinn sér stað rétt við yfirborðið. Til dæmis á um 90 % af snjóflutningnum sér stað undir 1,5 metrum yfir jörðu þegar vindhraði er 10 m/s (sjá línurit hér fyrir neðan). Af þessum sökum þarf yfirleitt ekki að taka tillit til snjóflutnings fyrir ofan 5 metra frá jörðu [Tabler].

Lóðrétt dreifing skafrennings sem fall af vindhraða.



Línurit 1 Lóðrétt dreifing snævar í skafrenningi sem fall af vindhraða. Tölurnar eru gefnar upp sem prósentur af snjó í fyrstu 5 metrunum yfir jörðu.

Þegar snjókornin stöðvast hlé megin við hluti raðast þau þétt saman og tenging á milli þeirra myndast.

Snjóflutningur í neðstu 5 metrum fyrir ofan jörðu breytist með vindhraða samkvæmt jöfnunni¹ [Tabler]:

$$Q_{0.5} = U_{10}^{3.8} / 233847 \quad \text{Jafna 1}$$

þar sem:

$Q_{0.5}$ = snjóflutningur (kg/s) á hvern lengdarmetra þvert á vindstefnu,

U_{10} = vindhraði í 10 m hæð yfir jörðu (m/s)

Þessi jafna gildir fyrst og fremst ef snjó getur skafið allan veturinn af skoðunarsvæðinu.

Dæmi: Ef vindhraði er 20 m/s fæst $Q_{0.5} = 0,376$ kg/s/m. Þetta samsvarar 108 m³/dag/m.

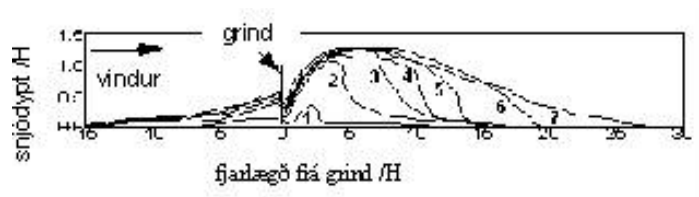
4.2 Virkni grinda

Eins og nefnt var í kafla 2 hægist á vindinum þegar hann nálgast snjósöfnunargrindur. Þar sem vindurinn byrjar að hægja á sér fyrir framan grindurnar fellur einhver snjór til jarðar vindmegin grindanna. Ef grindurnar eru 50 % opnar, safnast um 15% af snjónum vindmegin en um 85% hlémegin.

Snjósöfnuninni við grindurnar er oft skipt niður í áfanga eins og sjá má á myndinni hér fyrir neðan. Í fyrsta áfanga myndast linsulaga skafli af snjóögnum sem skriða meðfram yfirborðinu. Vindurinn hægir á sér staðbundið sem jafngildir um 15 sinnum hæðina á

¹ Það hafa verið settar fram margar líkingar af sambandi flutningsmagn snævar og vindhraða.

grindunum (15H). Í næsta áfanga verður linsan dýpri þangað til hún breytir um lögun og aftasti hlutinn verður brekkulaga, eins og sjá má á sniði 1 til 3 á myndinni hér fyrir neðan. Á þessu stigi eykst viðnámið við vindinn og aftasti hlutinn fer að draga til sín meiri snjó. Skaflinn hækkar en lengist lítið. Þegar skaflinn er orðinn sem dýpstur, sem er um 1 til 1,2 sinnum grindarhæð, tekur næsta stig við. Skaflinn



Mynd 14 Sýnir hvernig snjósöfnun eykst í þrepum fyrir girðingar sem eru með 50% opnun

lengist og brekkulögunin hverfur eins og sjá má á sniði 4 til 6. Í síðasta stiginu dregst úr snjósöfnuninni þegar skaflinn nálgast hámarks stærð. Brekkulögunin er alveg horfin og skaflinn lengist aðeins, snið 7.

Í Bandaríkjunum er reiknað með að skaflinn nái mest 35 sinnum hæð grindanna, en íslenskar aðstæður eru aðeins öðruvísi. Snjórinn er blautari og kemur vindurinn oft frá báðum áttum sem gerir það að verkum að lengd skaflsins er nálægt 25H.

(Ath. Skipulegar mælingar hafa ekki farið fram hér á landi).

<http://www-wwrc.uwyo.edu/wrds/rmfres/fengrows.html>

5. Hönnun og uppsetning

Hér fyrir neðan er gátlisti fyrir uppsetningu á snjó-söfnunargrindum:

1. skilgreina vandamálið,
2. greina snjósöfnunarsvæði frá öðrum,
3. finna ríkjandi snjósöfnunarvindáttir,
4. mæla stærð aðsópssvæðis og reikna út mögulegan snjóflutning,
5. velja stað fyrir grindurnar sem er í hæfilegri fjarlægð frá vegi,
6. ákvarða hæð grinda og fjölda raða,
7. velja grindartegund og ákvarða bil frá jörðu.

5.1 Hvert er vandamálið?

Mikilvægt er að skilgreina vandann strax með því að athuga staðsetningu og ástæðu snjófoksins. Einnig ber að athuga hvort vandamálið er mikil snjósöfnun, skaf-



Mynd 15 Skeringar sem skapa vandamál í Bólstaðahlíðarbrekku (mynd: Vegagerðin, 20. janúar 1995).

renningur og slæmt skyggni, hálkumyndun eða svæði með óvenju mörgum vetrarslysum. Ástæður snjósöfnunar geta verið margvíslegar, svo sem vegskeringar, nærliggjandi gróður, byggingar, vegrið, snjómokstursnjór og fleira sem getur valdið skafrenningi og óæskilegri snjósöfnun.

Þegar búið er að skilgreina vandamálið er hægt að snúa sér að lausn þess. Stundum er vandamálið frekar einfalt og lítilla aðgerða þörf en oft þarf meiri aðgerða við.

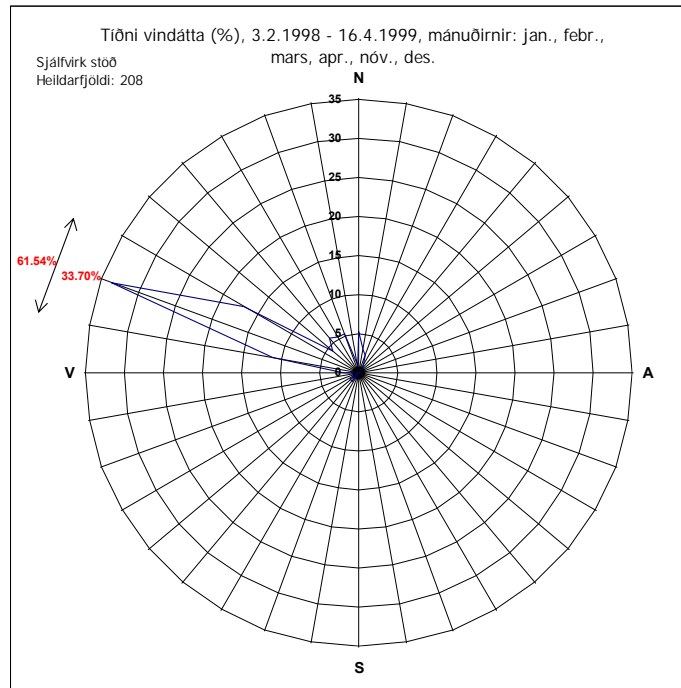
5.2 Hvaða svæði á að verja?

Til þess að nýta snjósöfnunargrindurnar sem best ber að greina svæðið þannig að vitað sé nákvæmlega hvar vandamálið er. Þannig er hægt að auka líkurnar á því að grindurnar séu staðsettar rétt frá byrjun. Nauðsynlegt er að gera athugarnir að vetrarlagi og skrá staðsetningu þar sem snjósöfnunin byrjar og endar.

Hægt er að nota kort af svæðinu ef það er fyrir hendi til þess að merkja inn snjósöfnunarsvæðið. Ef ekki eru til nógu nákvæm kort af svæðinu er hægt að nota loftmyndir eða taka af því ljósmyndir. Loftmyndir teknar að vetrarlagi geta gefið skýra mynd af snjósöfnun og ríkjandi vindstefnu. Ef teknar eru ljósmyndir er nauðsynlegt að einhver einkenni svæðisins sjáist svo hægt sé að átta sig á staðháttum að sumarlagi. Einnig er nauðsynlegt að hafa samband við menn sem eru kunnugir staðháttum, þar sem þeir geta komið með mikilvægar upplýsingar um snjósöfnunina.

5.3 Hvernig er vindafarið?

Vindstefnan er eitt mikilvægasta atriðið í hönnun snjó-söfnunargrinda, þar sem hún ákvarðar lengd aðsóps-svæðis, snjóflutning og staðsetningu og stefnu grinda. Því er nauðsynlegt að vindstefnan sé reiknuð mjög nákvæmlega.



Mynd 16 Dæmi um vindróf frá Auðbjargarstaða-brekku. Skilyrði: Vetrarmánuðir, vindhraði > 20 m/s og hiti < 0°C.

Til að finna út ríkjandi vindstefnu er valin nærliggjandi veðurstöð sem gefur góða mynd af því svæði sem á að verja. Með því að gera vindrósir út frá veðurgögnum yfir vetrarmánuðina² og fyrir hita undir 0°C og vindstyrk yfir 7 m/s³ finnast þær vindáttir sem valda snjóflutningi. Ef ekki fæst ein greinilega ríkjandi vindátt er hægt að skoða hærri vindhraða, 10, 15 og 20 m/s, en við 20 m/s er snjóflutningurinn orðin um 50 sinnum meiri en við 7 m/s.

Þar sem veðurfar við fyrirhugaðan grindarstað er ekki í samræmi við nærliggjandi veðurstöð er nauðsynlegt að nota aðrar aðferðir til að greina vindstefnu, svo sem:

- út frá loftmyndum sem teknar eru að vetrarlagi,
- út frá einkennum í gróðri, eins og hallandi tré,
- út frá skaflamyndun að vetrarlagi,
- út frá samvinnu við heimamenn eða aðra sérfróða aðila.

Snjóruðningsmenn eru oft með mikilvægar upplýsingar um ríkjandi skafrenningsvindáttir. Þá gefa straumlínulaga skaflar góða mynd af ríkjandi vindáttum, en nauðsynlegt er að mæla stefnuna nokkrum sinnum með áttavita yfir vetrarmánuðina og reikna út meðalstefnu til þess að fá sem nákvæmasta mynd af vindstefnunni. Hafa ber í huga að sá skafl sem verður fyrir valinu sé einkennandi fyrir svæðið í heild sem fyrirhugað er að verja, þar sem hæð og skeringar kunna að breyta vindstefnu staðbundið.

² Veðurfar er árstíðarbundið og breytilegt eftir stöðum. Athuga má fyrir tímabilið nóvember til apríl.

³ Við 7 m/s fara snjóagnir að lyftast.



Mynd 17 Straumlínulaga skaflar. (Ljósmynd: Árni Jónsson).

Ef taka á loftmynd til þess að fá heildarsýn yfir stærra skafrenningssvæði er gott að hafa eftirfarandi í huga:

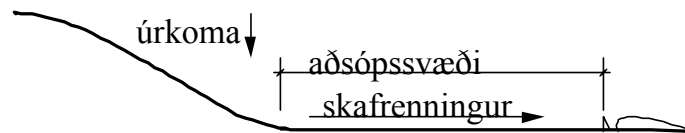
- svarthvítar filmur gefa skarpari skil en litfilmur,
- yfirleitt er mjög gott að taka myndir síðla dags á björtum, sólríkum degi, því þá eru góðir skuggar (kontrastar),
- gott er að flug fari fram eftir mikinn skafrenning með einkennandi vindstefnu fyrir svæðið,
- nauðsynlegt er að myndir séu teknar áður en það fer að snjóa eða áður en snjórinn fer að bráðna.
- lofmyndir geta flýtt vinnu, því þær koma einnig að notum við að staðsetja skafrenningsstaði, mæla aðsópssvæði og staðsetningu grinda.

5.4 Hversu mikill er snjóflutningurinn?

Ein mikilvægasta grundvallarforsendan við hönnun snjósöfnunargrinda er snjómagnið og er því fyrsta atriðið að meta hversu mikinn snjó grindurnar þurfa að taka á móti yfir veturinn. Við hönnun snjógrinda er það oft vanmetið, sem leiðir til þess að grindurnar yfirfyllast og hætta þar að leiðandi að sinna sínu hlutverki. Það er því mikilvægt að reikna út hvað grindurnar þurfa að geta tekið á móti miklum snjó áður en farið er út í hönnun á þeim.

Til eru tvær aðferðir til að finna hve mikinn snjó grindurnar þurfa að geta tekið á móti. Ein aðferðin er að meta snjóflutninginn út frá veðurgögnum. Önnur aðferð er að prófa sig áfram og bæta kerfið með reynslu sem fæst eftir hvern vetur.

Snjóflutningur⁴ fer eftir snjókomu, vindi, vindátt og lengd aðsópssvæðis,⁵ sem er svæðið í vindstefnu frá grindunum að einhverri hindrun, sem getur verið hæð, gil, skógur, á eða vatn. Best er að nota loftmynd til þess að mæla lengd aðsópssvæðis, en einnig er hægt að nota landakort eða mæla á staðnum. Athuga ber að 3 km eru efri mörk aðsópssvæðisins, þar sem snjór sem fellur í meira en 3 km fjarlægð er ekki tekinn með í útreikningum.



Mynd 18 Aðsópssvæðisaðferðin sem notuð er við að áætla skafrenningsmagnið.

Næst er að ákvarða úrkomu í formi snævar og skafrenning. Það er gert með því að reikna meðalvetrarúrkomu nokkurra ára frá upplýsingum veðurstöðvar sem gefur góða mynd af því svæði sem á að verja. Ekki er ráðlegt að reikna með óvenjulega snjómiklu

⁴ Snjóflutningur [tonn/m] er skilgreindur sem það snjómagm sem færast til með vindi á ákveðnu tímabili á hvern lengdarmetra hornrétt á vindstefnu.

⁵ Lengd opins svæðis frá snjósöfnunargrind þar sem vindur tekur upp snjóagnir og flytur að grindunum.

ári þar sem kostnaðurinn getur orðið mun hærri. Nota skal úrkomu sem á sér stað þegar hitastig er undir frostmarki yfir vetrarmánuðina. Með jöfnu 2 hér fyrir neðan fæst síðan snjómagnið.

Samkvæmt Tabler er yfirleitt áætlað að 70% af snjókomu færast til sem skafrenningur ef landslagið er flatt og gróðursnautt⁶.

Líklegt snjómagn (Q_t) í skafrenningi miðað við stórt aðsópssvæði er hægt að reikna skv. Tabler:

$$Q_t = 1500 * S * (1 - 0,14^{A/3000}) \quad \text{[tonn/m]} \quad \text{Jafna 2}$$

Þar sem:

S= Skafrenningur eða 0,7*meðalárssnjókoma [m]

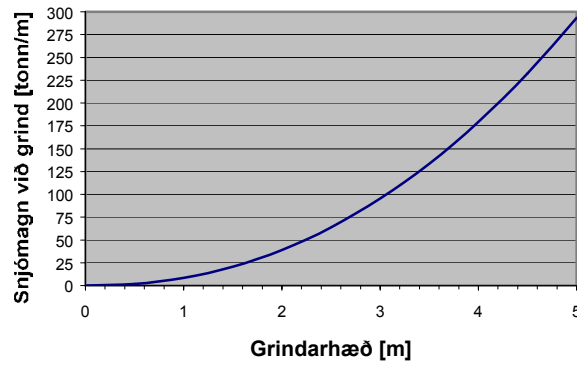
A= Lengd aðsópssvæðis [m]

Dæmi: Ef meðalárssnjókoma er 340 mm og lengd opins svæðis í skafrenningsstefnu að grindarstað er 0,5 km er snjómagnið samkvæmt jöfnu 2:

$Q_t = 1500 * 0,34 * 0,7 * (1 - 0,14^{500/3000}) = 100 \text{ tonn/m}$. Þar sem grindurnar verða settar hornrétt á skafrenningsáttina þarf hver grindarmetri að taka á móti 100 tonnum af snjó ef um einfalda röð er að ræða. Línuritið hér fyrir neðan er notað til þess að fá rétta hæð á grindarmannvirkinu.

⁶ Samkvæmt rannsóknum í Síberíu og Wyoming í Bandaríkjunum er skafrenningur sjaldan meiri en 70 % af vetrarúrkomu.

Snjómagn samanborið við grindarhæð



Mynd 19 Snjógeymslumagn á lengdarmetra miðað við hæð grinda [2]

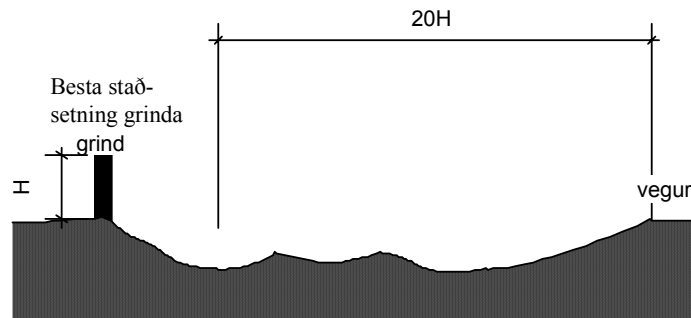
Línuritið hér fyrir ofan miðast við að skaflarnir nái jafnvægi í einni ríkjandi vindátt. Ef skafrenningssvindur er einnig úr gagnstæðri átt breytist lögun skaflanna og meiri hætta er á að bilið við jörðu lokist. Í þeim tilfellum ber að stækka bilið eða hafa opnari grindur, sem gerir það að verkum að skaflarnir færast fjær grindunum og breyta um lögun. Við það minnkar flatarmál þeirra og snjómag. Þetta ber að hafa í huga þegar línuritið hér fyrir ofan, sem byggir á mestri mögulegri snjósöfnun, er notað.

Ef staðsetning grindanna er á láglendi nálægt sjó, þar sem verulegar líkur eru á því að snjórinn þiðni eitthvað yfir vetrarmánuðina, er hægt að minnka hönnunarsnjómagnið eitthvað. Það þarf að meta hverju sinni.

5.5 Hvar á að staðsetja grindina?

Legu grindanna skiptir verulegu máli og því er mikilvægt er að vanda til staðsetningarinnar þannig að grindurnar séu nægilega langt en samt ekki of langt frá því svæði sem þær eiga að verja. Gott er að fara eftir eftirfarandi gátlista við ákvörðun á legu grinda:

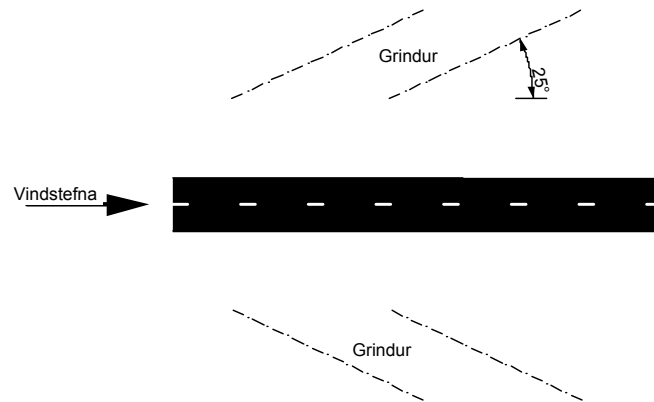
- nota skal kort eða loftmynd af svæðinu, helst í kvarðanum 1:5000 eða stærra,
- merkja skal staðinn á kortið sem á að verja,
- draga skal línur samhliða ríkjandi skafrenningsátt,
- ákvarða skal fjarlægð og legu grindanna frá því svæði sem á að verja,
- merkja inn grindurnar til bráðabirgða á kortið,
- fara á vettvang til þess að geta staðsett grindurnar nákvæmlega, þá með tilliti til landfræðilegra atriða sem erfitt er að greina á korti eða loftmynd (sjá mynd fyrir neðan).



Mynd 20 Landlagsaðstæður geta haft áhrif á heppilegustu fjarlægð frá vegi.

Stefna grindanna hornrétt á vind skiptir minna máli en að grindurnar séu nógu langar til þess að verja allt

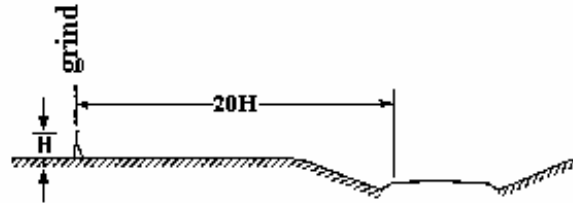
svæðið. Grindurnar eiga helst að vera samsíða vegi ef ríkjandi skafrenningsátt er innan við 25° frá hornréttri stefnu vegarins (sjá mynd 22). Ef skafrenningsátt er nær veginum fæst betri virkni út úr grindunum ef þær eru hornrétt á áttina. Ef vindurinn er samsíða miðlínu vegar er hægt að minnka skafrenninginn og bæta sjónlengd með því að setja grindur sitt hvoru megin vegar en með 25° stefnu frá miðlínu hans, eins og sjá má á mynd 20 hér fyrir neðan.



Mynd 21 Grindakerfi sem minnkar skafrenning og bætir sjónlengd.

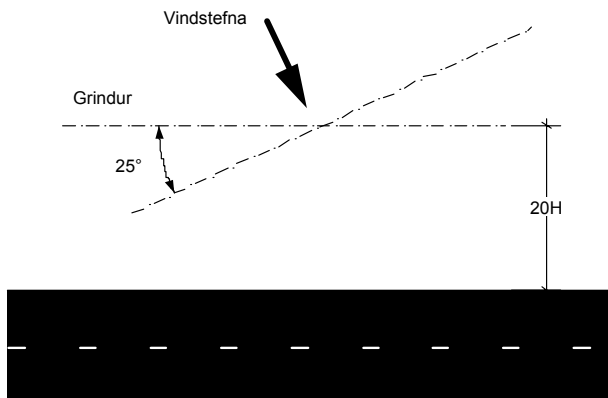
5.5.1 Fjarlægð frá vegi

Staðsetja skal grindur þannig að skaflinn nái ekki því svæði sem á að verja. Fjarlægðin frá vegi verður að



Mynd 22 Fjarlægð frá vegi.

vera að minnsta kosti 20-25 sinnum hæð grinda, miðað við íslenskar aðstæður, flata jörð og grindur sem eru 50 % opnar. Ef grindur eru staðsettar of nálægt vegi getur ástandið orðið verra en það var án grinda.



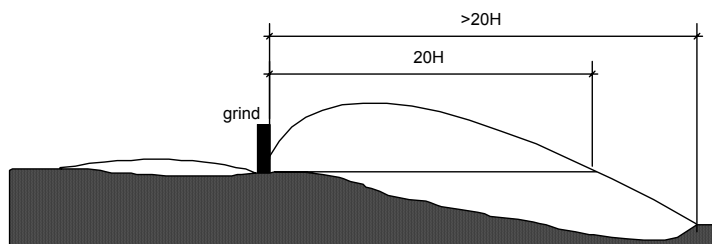
Mynd 23 Staðsetning grinda.

Dæmi: Grindur sem eru 50 % opnar, 2 m háar og staðsettar á láréttu svæði ættu að vera að minnsta kosti $20 \cdot H = 20 \cdot 2 \text{ m} = 40 \text{ metra}$ frá vegi.

Grindurnar eiga að vera sem næst hornrétt á vindstefnu, en hægt er að snúa þeim allt að 25° án verulegra breytinga á snjósöfnun [Tabler].

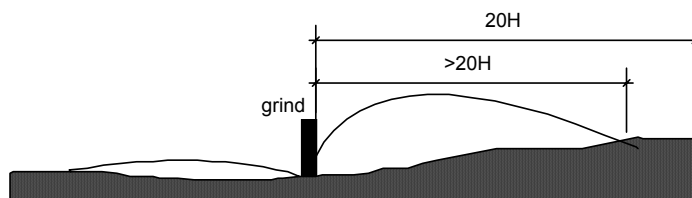
5.5.2 Tillit tekið til landslagsins

Ef svæðið er ekki lárétt þarf að aðlaga fjarlægðina eftir því, eins og sjá má á mynd 25.



Mynd 24 Hagstæð staðsetning grinda.

Mismunandi landslagseinkenni, eins og hóll, skurður eða gil, geta gert það að verkum að staðsetja þurfi grind lengra frá vegi en sem samsvarar lágmarkslengd, 20-25H, en hafa ber í huga að vörn grindar minnkar með meiri fjarlægð frá vegi. Þá er hægt að notfæra sér lögun landslagsins til þess að fá betri söfnunarrýmd

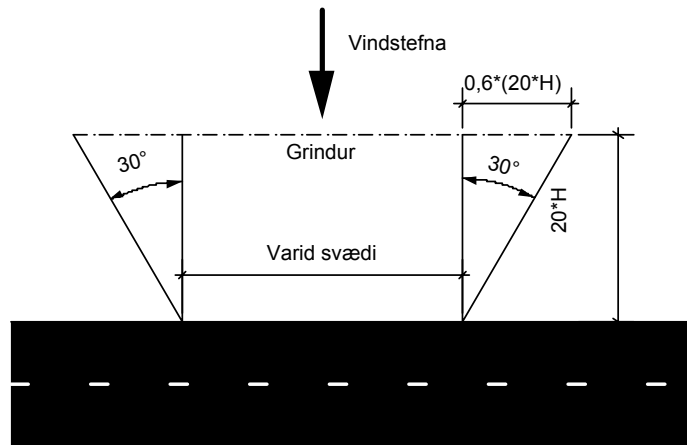


Mynd 25 Óhagstæð staðsetning grinda.

(sjá mynd fyrir ofan). Ákjósanleg staðsetning grinda er uppi á hæð eða hóli, vindmegin við einhverja lökkun, svo sem við á eða skurð, þannig að meiri snjósöfnun geti átt sér stað. Einnig, ef grindin er staðsett í lægð eða ef brekka er hlémegin, minnkar virknin og snjósöfnunargetan, eins og sjá má á myndinni hér fyrir neðan.

5.6 Hvernig eru endaáhrifin?

Grindur verða að vera lengri en það svæði sem þær eru að verja vegna breytilegra vindáttu og minni snjósöfnunar við enda grinda. Ef taka á tillit til endaáhrifa og allt að 30° breytileika í vindstefnu þarf að lengja grindur í báðar áttir sem samsvarar 60 % af fjarlægð grindanna frá vegi (sjá mynd hér fyrir neðan).



Mynd 26 Lengd grinda samhliða vegi.

$$\text{Lenging grinda}^7 = 0,6 \cdot (20 \cdot H) \quad [\text{Tabler}]$$

Jafna 3

Þar sem:

H=Hæð grinda

20*H= Fjarlægð grinda frá vegi

*Dæmi: Gerum ráð fyrir að 3 m há grind eigi að verja 200 m vegakafli. Staðsetning grindanna er ákveðin 20*hæð grindanna frá vegi eða 60 m. Samkvæmt jöfnunni hér fyrir ofan fæst:*

*Lenging grinda = 0,6*60 m = 36 m.*

Heildarlengd grinda verður því 272 m.

5.7 Fjöldi raða og hæð?

Hæð grinda er einn mikilvægasti hönnunarliðurinn, þar sem hæðin hefur mest áhrif á snjósöfnunarkvæmi, snjórýmd og kostnað. Önnur hönnunatriði, eins og opunarhlutfall og form, skipta mun minna máli.

Þegar snjómagnið er fundið er einfalt að ákveða hæð grindanna eða fjölda raða út frá línuriti 2 í kafla 5.4 sem gefur geymslurýmd grinda miðað við hæð. Til dæmis er hægt að nota tvær raðir af þriggja metra háum grindum sem samanlagt geta safnað $100 \cdot 2 = 200$ tonn á lengdarmetra.

Samkvæmt dæminu í kafla 5.4 er snjómagnið 100 tonn/m. Hér uppfyllir 3 m há grindarröð kröfuna um

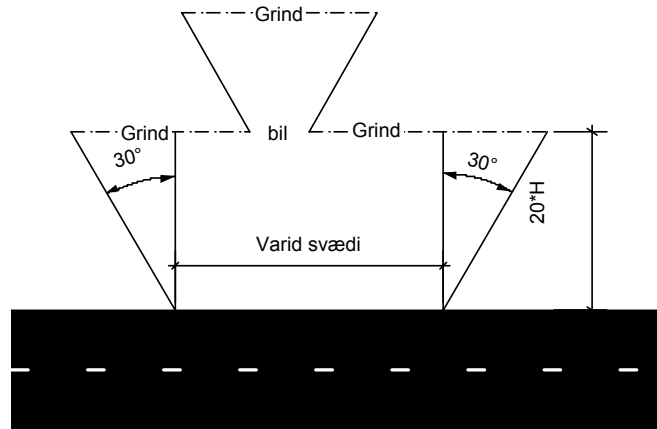
⁷ Bilið frá vegi er oft haft 20 til 25H miðað við íslenskar aðstæður.

snjómagm alveg eins og fjórar 1,5 m háar grindarraðir. Hér yrði þó fyrir valinu ein 3 m grindarröð þar sem hún er ódýrari en fleiri raðir, einfaldari og fljótlegri í uppsetningu, leggur mun minna landssvæði undir sig og safnar snjónum á skilvirkari hátt. Því er yfirleitt hagkvæmara að hafa eina háa röð en fleiri lægri raðir.

Ef ekki eru nægileg gögn fyrir hendi til að spá fyrir um snjómagmið, er hægt að prófa sig áfram. Samkvæmt Tabler er best að byrja með um 2,5 metra girðingu og prófa sig áfram út frá henni.

Grindareiningar í sömu röð eiga að vera samhangandi og eins langar og unnt er. Ástæðan er að hröðun vinds milli grindareininga minnkar snjósöfnunina á miklu stærra svæði en sem samsvarar bilinu vegna endaáhrifa eins og minnst var á í kafla 5.6.

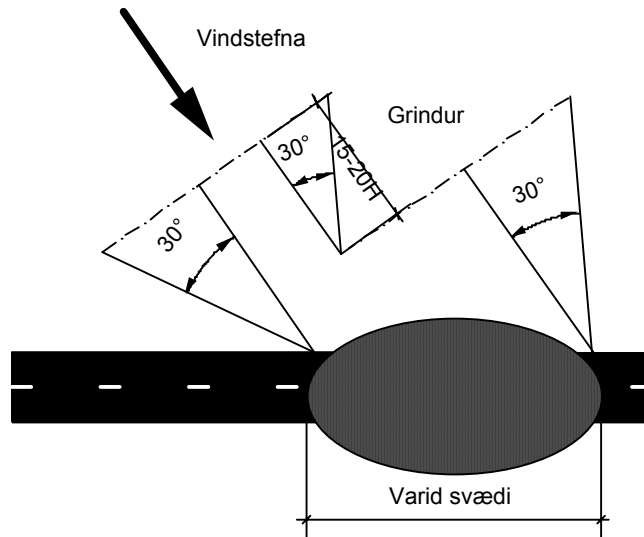
Gerðar hafa verið tilraunir með bil á milli grinda í Wyoming í Bandaríkjunum og kom í ljós veruleg skerðing á snjósöfnun þar sem bilið var aðeins 15 cm á milli grinda. Þar sem nauðsynlegt er að hafa bil milli grinda er hægt að minnka áhrifin með því að hafa tvær aðskildar raðir sem skerast eða að hafa aðra grindarröð vindmegin, eins og sjá má á neðangreindri



Mynd 27 Bil í grindarröð.

mynd.

Þó að ein stór grind sé hlutfallslega afkastameiri en fleiri lágar grindur, koma upp aðstæður þar sem þær henta ekki, eins og þegar um bráðabirgða eða tímabundna uppsetningu er að ræða eða grindur eru



Mynd 28 Svæði varið með fleiri en einni grind á ská.

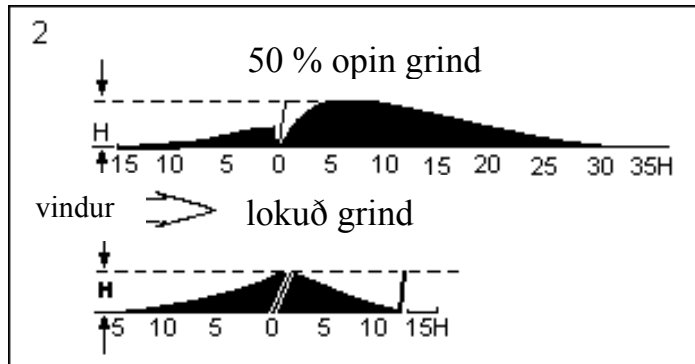
settar upp og teknar niður árlega. Í þeim tilfellum ber að hafa bilið rétt á milli grinda þannig að sem best virkni fáiist. Hægt er að miða við $15H-20H$ á milli grinda ef svæðið er á jafnsléttu.

Ef verja þarf langan vegakafla og ef vindstefnan er þannig að grindurnar geta ekki verið samsíða vegi, getur lausnin verið að staðsetja grindur eins og sýnt er á myndinni hér fyrir neðan.

5.8 Hönnun grinda

Þegar ákvörðun hefur verið tekin um hæð, lengd og staðsetningu grinda, skal ganga frá hönnuninni og velja tegund grinda og efni.

Besta virknin fæst ef grindurnar eru 45-55 % opnar.

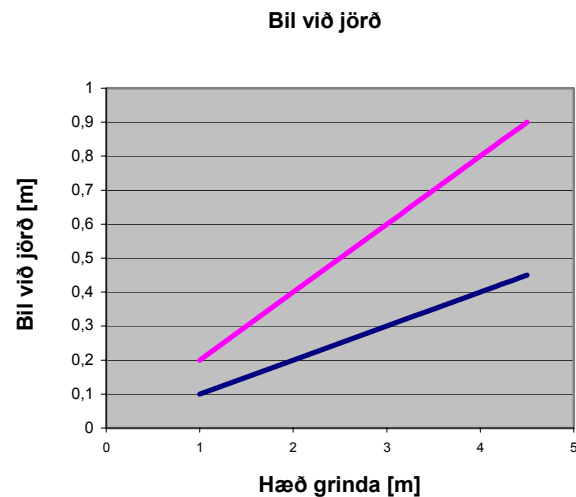


Mynd 29 Munur á lokaðri grind og grind sem er 50 % opin.

5.8.1 Bil við jörðu

Grindur, sem eru að hluta til undir snjó, hafa ekki eins góða virkni og geta einnig skemmst vegna snjóálags. Bil við jörðu hækkar grindina, eykur snjórýmdina og gerir það að verkum að minni líkur eru á því að snjór leggist að grindunum. Gott bil hefur þau áhrif að straumlínan sem stefnir á efstu brún grinda helst uppi lengur en ef undirstraumur er lítill. Straumfræðilega miðast aðferðin við að halda þeirri straumlínu sem stefnir efst á grindina uppi, þar sem undirstraumar sem fara um bilið að neðan halda henni lengur ofar en hún hefði annars verið. Ef grindurnar eru til dæmis alveg

lokaðar er engin undirstraumur til staðar og lengd fannarinnar minnkar um helming [McClung]. Tilraunir í Bandaríkjunum hafa sýnt að bil frá jörðu sem er 10 til 12 % af heildarhæð grinda gefur besta snjósöfnun (sjá línurit hér fyrir neðan). Bil sem er of stórt dregur greinilega úr snjósöfnuninni en stundum getur verið betra að stækka bilið þar sem mikill snjór er eða þar sem einhver landslagseinkenni kunna að valda snjósöfnun við grind. Þessar bilastærðir ber að hafa eingöngu sem viðmiðun þar sem aðstæður eru eitthvað öðruvísi hér á landi en í Bandaríkjunum.



Línurit 2 Mörk hámarks- (efri línan) og lágmarks bils (neðri línan) við jörð.

Einnig hefur sýnt sig hér á landi að ef vindur og snjósöfnun koma úr gagnstæðri átt er betra að hafa bilið stærra þar sem það gerir það að verkum að skaflinn færir fjær grindinni og minni líkur eru á að bilið við jörðu lokist.

Ef gróður er til staðar skal mæla bilið frá hæð gróðursins eins og hann er að vetrarlagi að neðstu brún grindar.

5.8.2 Vindálag

Vindálag eða ástreymisþrýstingur (Q) á grind reiknast út frá ÍST 12.3 þar sem vindálag á flöt er margfeldi álagsstuðuls (S), ástreymisþrýstings (q) og átaksflatar (A). Í þessum útreikningum miðast hámarksvindur við augnabliks vindhraða. Val á endurkomutíma vinds fer eftir því hvort um er að ræða grindur til bráðabirgða eða varanlegar grindur, en reikna má með 10 ára endurkomutíma fyrir varanlegar grindur. Víða hér á landi er landslagi svo hátt að hættulegir stormsveipir geta myndast. Þar sem slíks er að vænta þarf að kanna vindhraðann sérstaklega.

$$Q = S \cdot q \cdot A \quad \text{Jafna 4}$$

Þar sem

$$S = \text{álagsstuðull} = 2$$

$$q = v^2/1600, \quad v = \text{vindhraði (m/s)}, \quad \text{t.d. } q = (50\text{m/s})^2/1600 = 1,56 \text{ kN/m}^2$$

A = flatarmál grinda á lengdarmetra, t.d. A = 0,5*H fyrir 50 % opna grind.

Dæmi: Ef tekin er 3 m há grind sem er 50 % opin og staðsetja á þar sem reikna má með vindhviðum allt að 50 m/s fæst,

$$Q = 2 \cdot (1,56 \text{ kN/m}^2) \cdot (0,5 \cdot 3 \text{ m}^2) = 4,7 \text{ kN á hvern lengdarmetra.}$$

6. Rannsóknir á snjósöfnunargrindum

Hérlendis hafa verið gerðar nokkrar tilraunir á grindum, m.a. í Svínahrauni, á Steingrímsfjarðarheiði, á Hellisheiði, við Auðbjargarstaðabrekku og við rannsóknarstofnun byggingariðnaðarins.

6.1 Við Litlu Kaffistofuna í Svínahrauni

Tilraun var gerð við Litlu kaffistofuna veturinn 1964/65⁸ þar sem tvær mismunandi tegundir neta voru settar upp á stagaða staura:

- Net sem var 3,4 m á hæð,
- Fjórfalt síldarnet sem var 1,5 m á hæð.

Í ljós kom að grindurnar söfnuðu snjó en tilrauninni virðist ekki hafa verið fylgt eftir með skipulögðum hætti.

6.2 Steingrímsfjarðarheiði

Tilraun var gerð á Steingrímsfjarðarheiði árið 1990. Um var að ræða samvinnuverkefni Vegagerðarinnar og Veðurstofu Íslands. Grindurnar voru 4 m háar, 60 m að lengd og netin voru úr Tesnar plastefni (sjá kafla 3.1.1.) sem borið var uppi af stöguðum gömlum símastaurum. Stögin voru úr 5 mm ofnum stálvír og voru netin fest á stauranna með því að negla yfir þau borð.

⁸ Markús Á Einarsson og Flosi Hrafn Sigurðsson, minnispointar dags. 1. október 1964.

Grindin stóð í þrjá vetur en var þá tekin niður, enda hefði hún þurft endurbyggingar við hefði hún átt að standa lengur. Endingartími festinga var ekki fullnægjandi og þurfti að styrkja grindina á annan hátt. Á þessum tíma kom í ljós að hún fór auðveldlega á kaf í snjó.

6.3 Auðbjargarstaðabrekka

Tilgangur með þessu samstarfsverkefni Veðurstofu Íslands og Vegagerðarinnar var að rannsaka möguleika á að draga úr snjósöfnun á upptakasvæðum snjóflóða með snjósöfnunargrindum á aðsópssvæðum ofan upptakasvæðanna [Sigurður Kiernan].



Mynd 30 Skafli sem myndaðist hlémegin við grindurnar.

Í nóvember og desember 1997 setti Vegagerðin á Húsavík upp 180 metra af 1,7 metra háum snjósöfnunargrindum ofan Auðbjargarstaðabrekku til þess að kanna möguleika á að draga úr snjósöfnun í brekkunni (sjá mynd 1, 8 og 9). Í janúar 1998 setti

Veðurstofa Íslands upp sjálfvirka veðurstöð við grindurnar til þess að mæla vindátt og vindstyrk á svæðinu (sjá mynd 16).

Snjósöfnunargrindurnar reyndust safna snjó í samræmi við hefðbundnar hönnunarforsendur slíkra grinda.

Ekki sáust merki um að snjór sem grindurnar söfnuðu, fyki burtu í síðari veðrum nema þegar grindurnar löskuðust í hörðum veðrum. Tilraunagrindurnar söfnuðu tæplega 10 % af því snjómagni sem þarf til þess að hafa áhrif á snjósöfnun í hlíðinni neðan grindanna. Þrátt fyrir að grindurnar hafi ekki haft veruleg áhrif á snjósöfnunina þá hafa þær, ásamt veðurstöðinni og snjómælingum veitt mikilvægar upplýsingar um:

- snjósöfnun í snjósöfnunargrindum á vindasömu aðsópssvæði í fjalllendi hér á landi,
- hvernig varanlegar grindur ofan Auðbjargarstaðabrekku eiga að snúa,
- hæfilegt bil frá jörðu að neðri brún grinda,
- hvaða vindálag grindur þurfa að þola til fjalla,
- hvar best er að staðsetja varanlegar grindur,
- snjósöfnun í hlíðinni fyrir ofan veg,
- hversu mikinn snjó grindur þurfa að stöðva til þess að hafa áhrif á snjósöfnun í hlíðinni.

Grindurnar þurfa að þola vindhraðann 50 – 60 m/s eða um 1,6 – 2,3 kN/m². Á snjóþungum svæðum eins og þessu er fjárhagslega hagstæðara að setja upp háar grindur og komast þannig af með færri raðir.

6.4 Þjóðvegurinn á Hellisheiði við Draugahlíðar

Sjá kafla 3.1.2 um Íslensk hönnun.

6.5 Rannsóknir Rannsóknarstofnunar byggingariðnaðarins á tilraunagrindum úr netum frá Hampiðjunni hf.

Sett voru upp fiskinet frá Hampiðjunni á símastaura við lóð Rannsóknastofnunar Byggingariðnaðarins haustið 1997. Kanna átti virkni og endingu neta af þessari gerð og hvernig best væri að útbúa festingar á netin við stauranna þannig að þau standist áætlað vindálag. Netin hafa staðist sól- og vindálag, en komið hefur í ljós að opnunin er of mikil þar sem möskvastærðin er of stór. Tilrauninni er ekki lokið og niðurstöður hafa ekki verið birtar.

6.6 Bólstaðarhlíðarbrekka

Verið er að vinna í gagnasöfnun til notkunar í reiknilegu straumfræðilíkani af Bólstaðarhlíðarbrekku. Sett var upp veðurstöð sem skráir stöðugt veðurupplýsingar. Einnig er snjósöfnun mæld í völdum sniðum og snjóruðningsmenn meta og skrá skyggni á veginum og halda dagbók um akstursskilyrði. Verkefnið er unnið af Skúla Þórðarsyni sem er í doktorsnámi í Þrándheimi.

6.7 Skafrenningsmælar

Franska snjórannsóknastöðin Cemagref hefur þróað tæki sem mælir skafrenning og gerir kleift að fylgjast með hvenær skafrenningur á sér stað, þar sem míkrófónn í röri greinir árekstur snjóagnanna við rörið. Þetta tæki getur komið sér vel þar sem verið er að skoða vindafar og snjósöfnun þar sem upplýsingar um hvenær skafrenningur á sér stað fást samstundis.

7. Samantekt

Hér er samantekt á nokkrum mikilvægum atriðum sem ber að hafa í huga:

- Snjómokstur getur kostað allt að 100 sinnum meira en að safna snjónum saman með grindum.
- Besta virknin fæst ef grindur eru 45 til 55% opnar.
- Betra er að hafa eina háa röð en fleiri minni.
- Til þess að fá sem besta virkni ættu grindur að vera a.m.k. 2,0 m háar.
- Grindur ættu að vera a.m.k. 20H frá vegkanti.
- Vegna jaðaráhrifa þurfa grindur að vera lengri en það svæði sem verja skal.
- Grindur eiga helst að vera hornréttar á vindstefnu en leyfilegt frávik getur verið allt að 25°.
- Bilið frá jörðu á að vera 10-20% af H, háð aðstæðum.
- Snjósöfnunargrindur minnka skafsnjó og auka því sjónlengd ökumanna og minnka hálku.

8. Orðalisti

Snjóflutningur: = [tonn/m] er skilgreindur sem það snjómagn sem færir til með vindi á ákveðnu tímabili á hvern lengdarmetra hornrétt á vindstefnu.

Aðsópssvæði: = Svæði þar sem vindur tekur upp snjóagnir og flytur að grindunum.

Upptakastoðvirki: = Snjónet eða stálgrindur sem settar eru á upptakasvæði snjóflóða til að halda við og hindra að snjór fari af stað.

9. Heimildir

McClung, David og Peter Schaerer; 1993; The Avalanche Handbook; The Mountaineers; Seattle.

Tabler, Ronald D; 1994; Design guidelines for the Control of Blowing and Drifting Snow; SHRP; Washington, DC.

Tabler, Ronald D; 1991; Snow Fence Guide; SHRP; Washington, DC.

Margreth, Stefan; 1997; Grundregeln für das Erstellen von Verwehungsverbauungen; FAN-kurs; Davos

Tensar Shelter Shading geogrid Specifications; The Tensar division; England

Snjógirðing á Steingrímsfjarðarheiði; 1996; Umræða; Vegagerðin

Sigurður Kiernan; 1999; Rannsóknir á snjósöfnunargrindum í Auðbjargarstaðabrekku.

Naaim-Bouvet, Florence; Living snow fences; Cemagref; France.

Haraldur Ólafsson; 1997; Ráðstefna um vind, skafrenning og skjólbelti, haldin í Reykjavík, 17. október 1997.

Haraldur Ásgeirsson; 1997; Rannsóknarverkefni, snjófellgirðingar; Rannsóknastofnun byggingar-iðnaðarins.

Björn Marteinnsson; Rannsóknarstofnun byggingar-iðnaðarins; Munnlegar heimildir.

Árni Jónsson; Orion ráðgjöf ehf.

Markús Á. Einarsson og Flosi Hrafn Sigurðsson, Minnispunktur dags. 1. október 1964.