



# Stálgrindur eða snjóflóðanet? Val á tegund stoðvirkja fyrir íslenskar aðstæður

Tómas Jóhannesson

5.10.2004

## Inngangur

Upptakastoðvirki eru byggð á upptakasvæðum snjóflóða til þess að koma í veg fyrir að snjóþekjan bresti og flóð fari af stað. Þau stöðva einnig smærri snjóflóð sem fara af stað milli stoðvirkjaraðanna. Stoðvirki eru venjulega byggð í röðum með 25 til 30 m millibili. Hæð virkjanna þvert á hlíðina er breytileg eftir mati á hámarkssnjódýpt og venjulega milli 3 og 5 m. Stoðvirki eru oftast byggð úr stáli. Annars vegar eru stálgrindur úr stálbitum sem lagðir eru þvert á stoðir sem festar eru í hlíðina (mynd 1). Hins vegar eru snjóflóðanet en þau eru hengd á stoðir sem stagaðar eru niður í hlíðina (mynd 2). Upptakastoðvirki eru mikið notuð til snjóflóðavarna fyrir íbúðarbyggðir í Ölpunum og víðar.

Kostnaður við upptakastoðvirki er, auk hæðar virkjanna, háður jarðfræðilegum aðstæðum á staðnum, einkum þykkt lausra jarðlaga, hæð upptakasvæðisins yfir sjó og fjarlægð þess frá byggð og ýmsum öðrum atriðum. Jarðfræðilegar aðstæður á staðnum eru sérstaklega mikilvægar í þessu sambandi.

Á síðustu þremur árum hafa verið reist stoðvirki ofan íbúðarbyggðar hér á landi, snjóflóðanet í Neskaupstað og stálgrindur á Siglufirði. Árin 1984 og 1985 voru reistir nokkrir tugir lengdarmetra af snjóflóðanetum í Auðbjargarstaðabrekku í Öxarfirði og í Tvísteinahlíð ofan Ólafsvíkur. Net þessi voru ekki sérstaklega miðuð við íslenskar aðstæður og fóru illa af völdum tæringar.

Teknar hafa verið saman viðmiðunarreglur fyrir stoðvirki fyrir íslenskar aðstæður og eru þær byggðar á svissneskum viðmiðunarreglum fyrir slík mannvirki. Aðlögun reglnanna að íslenskum aðstæðum var byggð á tilraunauppsetningu stoðvirkja í Grindagili í Hafnarfjalli fyrir ofan Siglufjörð en þar voru reistir um 200 lengdarmetrar af stálgrindum og snjóflóðanetum í tilraunaskyni árið 1996. Í heimildaskrá er listi yfir nokkrar greinargerðir sem lýsa þessum viðmiðunarreglum og rannsóknum.

Aðstæður fyrir stoðvirki á upptakasvæðum snjóflóða í íslenskum hlíðum eru á margan hátt erfiðari en í Alpalöndum þar sem þessi mannvirki hafa verið þróuð að mestu leyti.

- *Snjódýpt* verður víða mjög mikil á upptakasvæðum snjóflóða hér á landi vegna skafrennings. Á mörgum upptakasvæðum er ekki raunhæft að reisa stoðvirki af þessari ástæðu. Sér



Mynd 1: Stálgrindur í Gróuskarðshnjúki á Siglufirði sem settar voru upp sumarið 2004. Frágangi sneiðinga sem notaðir voru við uppsetningu grindanna var ekki að fullu lokið þegar myndin var tekin. Ljósmynd: Júlíus Hraunberg 28. september 2004.



Mynd 2: Snjóflóðanet í Drangagili í Neskaupstað sem sett voru upp 2001–2002. Ljósmynd: Tómas Jóhannesson 12. september 2002.



í lagi á þetta við um skálarmynduð upptakasvæði neðan stórra aðsópssvæða (t.d. Skollahvilft á Flateyri) og djúp gil sem fyllast af snjó frá hlið í vindi samsíða hliðinni (t.d. Strengsgil á Siglufirði).

- Frostveðrun og gropinn berggrunnur gera það að verkum að *grundunaraðstæður* eru víða erfiðar. Á sumum upptakasvæðum eru djúp laus jarðlög sem henta illa fyrir ankerisfestingar stoðvirkja.
- *Tæring* á stáli er miklu meiri hér á landi en í meginlandsloftlagi Alpalanda sökum salts sem berst með vindi frá nærliggjandi hafsvæðum.
- Á sumum svæðum kemur *grjóthrun* í veg fyrir að unnt sé að reisa stoðvirki.

Stálgrindur og snjóflóðanet hafa mismunandi kosti og galla m.t.t. þeirra vandamála sem talin eru upp hér að framan og henta því misvel á hinum ýmsu svæðum. Vandamál vegna snjó-dýptar eru almenns eðlis og snúa ekki nema óbeint að annarri stoðvirkjategundinni fremur en hinn. Vandamál vegna grundunar og tæringar, svo og grjóthrunshætta, hafa hins vegar mikla þýðingu í sambandi við val á tegund stoðvirkja. Þar koma bæði til tæknileg atriði í sambandi við aðstæður á upptakasvæðinu og einnig fjárhagsleg og lagaleg atriði sem lúta að fjármögnun stofnkostnaðar og viðhalds. Í minnisblaði þessu eru teknar saman helstu upplýsingar sem máli skipta varðandi þessa þætti, sem aflað hefur verið með rannsóknum og söfnun upplýsingar erlendis frá á umliðnum árum. Minnisblaðið er ritað til upplýsingar fyrir þá sem koma að vali á stoðvirkum fyrir sveitarfélög hér á landi.

## Grundun

Ankerisfestingar stálgrinda og snjóflóðaneta eru með mismunandi hætti þannig að mestu hönnunarkraftar sem verka á ankerin eru mun meiri í netum en grindum. Þannig eru hönnunartogkraftar í efri ankerisfestingum 3.5 m hárra stálgrinda, eins og reistar hafa verið í Gróuskarðshnjúki á Siglufirði, 100–140 kN (10–14 tonn), en um 250 kN (25 tonn) í snjóflóðanetum af sömu hæð. Togkraftar í efri ankerisfestingu valda mestum erfiðleikum við grundun stoðvirkja. Þar sem þykk laus jarðefni eða aðrar aðstæður valda erfiðleikum við grundun eru stálgrindur því að öðru jöfnu hentugri en snjóflóðanet. Ef hæð stoðvirkja fer yfir 3.5 m þvert á hliðina á svæðum þar sem grunda þarf í þykk laus jarðlög, getur verið nánast útilokað að ná nægilega góðri festingu fyrir ankerisvíra snjóflóðaneta með hefðbundinni hönnun slíkra neta.

## Tæring

Snjóflóðanetin, sem sett voru upp í Auðbjargarstaðabrekku í Öxarfirði og í Tvísteinahlíð ofan Ólafsvíkur, urðu sem næst ónýt á 10–15 árum vegna tæringar. Síðan hafa verið settar strangar viðmiðunarreglur um tæringarvarnir stoðvirka hér á landi. Samkvæmt þeim skal galvanhúða stálgrindur, en það er almennt ekki gert við stoðvirki í Alpalöndum. Vírur snjóflóðaneta eiga



að vera úr ryðfríu stáli eða sérstaklega húðaðir til þess að tryggja endingu þeirra. Galvanhúðaðar stálgrindur eru sambærilegar við ýmis galvanhúðuð stálmannvirki sem mikil reynsla er af hér á landi, t.d. stálmöstur í raflínum. Því er ekki mikil óvissa um endingu þeirra við íslenskar aðstæður. Snjóflóðanet, sem uppfylla íslensku viðmiðunarreglurnar, hafa ekki enn verið fjöldaframléidd og ekki er umtalsverð reynsla af endingu þeirra hér á landi. Nokkur óvissa er því um kostnað við viðhald snjóflóðaneta hér.

## Umhverfissjónarmið

Upptakastoðvirki eru stundum áberandi í fjallshlíðum. Upptakasvæði eru hins vegar hátt uppi í hlíðum og því í nokkurri fjarlægð frá byggð. Sjónmengun vegna stoðvirkja er alla jafna ekki talin mjög alvarleg, að minnsta kost ekki í ljósi hættunnar sem virkjunum er ætlað að bægja frá. Sjónmengun hefur hins vegar stundum áhrif á hvers konar virki eru talin heppilegust. Snjóflóðanet eru oft álitin minna vandamál að þessu leyti en stálgrindur.

## Viðhald

Upptakastoðvirki þurfa viðhald eins og önnur mannvirki. Í öðrum löndum hefur stundum verið gert ráð fyrir að viðhaldskostnaður stoðvirkja sé á stærðarþrepinu 0.5% af byggingarkostnaði á ári. Viðhaldskostnaður getur orðið hærri en 1% þar sem hætta er á grjóthruni en lægri en 0.5–1% þar sem jarðfræðilegar aðstæður eru hagstæðar. Í úttekt á þörf fyrir snjóflóðavarnir á Íslandi, sem unnin var af Veðurstofu Íslands árið 1996, var miðað við að viðhaldskostnaður upptakastoðvirkja hér væri um 1% af byggingarkostnaði á ári þegar til langs tíma er litið, en gera má ráð fyrir þetta sé mjög breytilegt eftir aðstæðum. Ekki var tekið tillit til áhrifa erfiðra jarðfræðilegra aðstæðna á viðhaldskostnaðinn.

Samkvæmt lögum um varnir gegn snjóflóðum og skriðuföllum nr. 49 frá árinu 1997 er ofanflóðasjóði heimilt að greiða allt að 90% af kostnaði við undirbúning og framkvæmdir við varnarvirki en 60% af kostnaði við viðhald þeirra. Jafnframt er í lögnum heimildarákvæði um lánveitingar til sveitarfélaga til þess að standa straum af stofnkostnaði varnarvirkja. Ákvæði þetta tekur ekki til viðhalds. Endurgreiðslur slíkra lána taka mið af fjárhagsstöðu sveitarfélagsins, sem getur leitt til þess að hlutur ofanflóðasjóðs í stofnkostnaði varnarvirkja verði í raun hærri en 90% þegar upp er staðið fyrir sum sveitarfélög. Af þessu leiðir að hlutur sveitarfélags í viðhaldi varnarvirkja getur orðið allt annar en ef sambærilegur kostnaður hefði fallið til sem stofnkostnaður.

Það skiptir einnig máli varðandi viðhald varnarvirkja að þau veita í vissum skilningi því meira öryggi þegar frá líður eftir því sem þörf fyrir viðhald er minni. Tilhneiging er til þess að slá viðhaldi þeirra mannvirkja á frest sem ekki er dagleg þörf fyrir í rekstri eða öðru sem kallar á að viðhaldi sé sinnt. Um þetta má nefna mörg dæmi sem óþart er að telja upp hér. Ef varnarvirki reynast þurfa mikið viðhald, t.d. vegna tæringar eða erfiðra grundunaraðstæðna, og viðhaldinu er ekki sinnt, þá er hætta á að virkin veiti þegar til þarf að taka ekki það öryggi sem að var stefnt í upphafi. Það er því mikill kostur að varnarvirki gegn ofanflóðum þurfi ekki mikið



viðhald, jafnvel þó lægri stofnkostnaður komi á móti. Þetta gildir ekki síst um kostnaðarsamt viðhald sem gæti orðið þungur baggi á viðkomandi sveitarfélagi þegar að því kæmi.

Ljóst er að stálgrindur eru við flestar aðstæður hagstæðari kostur en snjóflóðanet varðandi viðhaldskostnað, bæði er líklegt að kostnaðurinn verði lægri og einnig er ólíklegra að óvæntar uppkomur verði í sambandi við endingu stálgrindanna vegna þess að þar er um að ræða hönnun sem mikil reynsla er komin á.

## Niðurstöður

Að teknu tilliti til þeirra atriða sem fram koma hér að framan er ljóst að *telja verður stálgrindur hentugri kost en snjóflóðanet hér á landi svo fremi sem einhverjar aðstæður kalli ekki sérstaklega á notkun neta*. Því er unnt að mæla með því stálgrindur verði almennt fyrir valinu þegar reisa þarf stoðvirki nema hætta á grjóthruni eða umhverfissjónarmið kalli á annað. Í þessu sambandi er rétt að fram komi að stálgrindur og snjóflóðanet eru ekki sambærileg mannvirki að ýmsu leyti. Því hentar illa að bjóða upp á báða þessa möguleika í frumathugun varnarvirkja þar sem stoðvirki eru lögð til sem snjóflóðavörn. Þannig er réttast að valið sé á milli þeirra strax á undirbúningsstigi framkvæmda, hvort sem tæknileg atriði, eins og grjóthrunshætta, eða önnur atriði sem lúta einkum að sveitarstjórninni, eins og umhverfissjónarmið, ráða valinu.

## Heimildir

- SLF (Eidgenössisches Institut für Schnee- und Lawinenforschung). 1990. *Richtlinien für der Lawinenverbau im Anbruchgebiet*. (Swiss Guidelines for supporting structures). Bern, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft.
- Tómas Jóhannesson, Pétur Sigurðsson og Þór Sigurjónsson. 1998. *Corrosion of steel and wire constructions under Icelandic meteorological conditions with special reference to steel snow bridges and avalanche nets. Report of observations of supporting structures in Auðbjargarstaðabrekka, Ólafsvík and Siglufjörður and a compilation of relevant information about corrosion protection of steel structures in Iceland*. Reykjavík, Veðurstofa Íslands, greinarg. 98004.
- Stefan Margreth. 1996. Experiences on the use and the effectiveness of permanent supporting structures in Switzerland. International Snow Science Workshop, Banff, Canada, October 6-10, 1996.
- Tómas Jóhannesson, Jan Otto Larsen og Josef Hopf. 1998. *Pilot Project in Siglufjörður. Interpretation of observations from the winter 1996/97 and comparison with similar observations from other countries*. Reykjavík, Veðurstofa Íslands, greinarg. 98033.
- Tómas Jóhannesson og Stefan Margreth. 1999. *Adaptation of the Swiss Guidelines for Supporting Structures for Icelandic Conditions*. Reykjavík, Veðurstofa Íslands, greinarg. 99013.
- Tómas Jóhannesson. 2003. *Addendum to the "Adaptation of the Swiss Guidelines for Supporting Structures for Icelandic Conditions" (IMO, Rep. G99013)*. Reykjavík, Veðurstofa Íslands, minnisbl. T6J-2003-05.