



Hættumat vegna aurskriðna, grjóthruns, krapaflóða og aurblandaðra vatns- og krapaflóða í bröttum farvegum

Tómas Jóhannesson og Kristján Ágústsson

3.1.2002

Hættumat vegna ofanflóða á skv. reglugerð nr. 505/2000 frá júlí 2000 að byggjast á áhættu fólks og ná til allra ofanflóða, þ.m.t. snjóflóða, krapaflóða, aurskriðna, grjóthruns og berghlaupa úr hlíðum. Ákveðinn rammi hefur verið skilgreindur fyrir áhættumat vegna snjóflóða þar sem byggt er á mati á tíðni flóða á viðkomandi stað, skriðlengdardreifingu snjóflóða almennt á landinu og dánarlíkum fólks sem verður fyrir flóðum (Kristján Jónasson o.fl., 1999). Víða eru aðstæður þannig að erfitt er að koma við formlegum áhættureikningum við snjóflóðahættumat en þrátt fyrir það er reynt að láta matið endurspeгла áhættu fólks sem þá er metin að hluta til huglægt. Leitast er við að halda innra samræmi milli staða þannig að hættumatið sé svipað á sambærilegum stöðum þar sem hætta er svo óviss að beita verður huglægu mati (Þorsteinn Arnalds o.fl., 2001a,b).

Ljóst er að snjóflóð eru hættulegust ofanflóða hér á landi. Einungis 6 manns hafa farist í skriðuföllum í byggð frá 1901 samanborið við 107 sem látið hafa lífið í snjóflóðum (Tómas Jóhannesson og Þorsteinn Arnalds, 2001). Utan byggðar er munurinn ekki eins mikill og hafa skriðuföll og grjóthrun kostað 21 mannslíf á vegum eða í óbyggðum samanborið við 59 dauðaslys af völdum snjóflóða. Slys utan byggðar vega hins vegar ekki þungt í sambandi við ofanflóðahættumat.

Þrátt fyrir að slys af völdum skriðufalla séu miklu fátíðari en vegna snjóflóða er þörf á að taka tillit til þeirra við hættumat á mörgum stöðum á landinu. Sums staðar, t.d. undir Þófanum á Seyðisfirði, er ljóst að áhætta af völdum skriðufalla er mikil og jafnvel ráðandi um heildaráhættu íbúa. Víða annars staðar er e.t.v. ekki líklegt að manntjón verði af völdum skriðufalla eða grjóthruns en ljóst að þessir atburðir geta valdið miklu eignatjóni og margs konar öðrum óþægindum. Enn sem komið er hafa ekki verið skilgreindar viðmiðunarreglur um það hvernig farið skuli með skriðuföll við hættumat hér á landi eða þróuð ákveðin aðferðafræði til þess að meta áhættu af þeirra völdum.

Í þessu minnisblaði leggjum við til ákveðnar viðmiðunarreglur sem notaðar verði á Veðurstofunni við mat á ofanflóðahættu vegna skriðufalla fyrir þá bæi þar sem nú er unnið að hættumati. Einnig er fjallað um krapaflóð og blaut snjóflóð í opnum hlíðum. Viðmiðunarreglurnar eru einkum hugsaðar til þess að skilgreina hvernig farið skuli með þessa ofanflóðahættu



sem áhættu í skilningi reglugerðar um hættumat frá árinu 2000. Minna er fjallað um jarðfræðiathuganir og aðrar rannsóknir sem nauðsynlegar eru til þess að gera sér grein fyrir hættunni.

Almennt um önnur ofanflóð en snjóflóð

Skv. reglugerð um hættumat á matið að byggjast á áhættu íbúa og er ekki gert ráð fyrir afmörkun hættusvæða á öðrum grundvelli, t.d. vegna hættu á eignatjóni eða röskun á mikilvægri starfsemi. Ef reglugerðin er túlkuð þröngt má líta svo á að ekki beri að taka tillit til atburða sem mjög ólíklegt er að valdi manntjóni, t.d. vatnsflóða vegna úrhellis, en þau vaxa alla jafnan svo hægt að líklegt er að fólk nái að forða sér áður en mannskæð slys verða. Á hinn bóginn miðast reglugerðin við *staðaráhættu* og ákveðnar forsendur um viðveru fólks, sbr. 11. gr. Í 18. gr. kemur fram að á hættusvæðum A og B sé *heimilt* að tryggja öryggi fólks með rýmingum en ljóst er að ekki er ætlast til að hættumatið sjálft endurspegli þá minnkun á áhættu sem þannig næst. Hættusvæði skv. reglugerðinni eru því skilgreind *án þess að tekið sé tillit til rýminga eða möguleika fólks til þess að forða sér undan hættu*.

Eðlilegast er að okkar mati að túlka reglugerðina í víðari skilningi þannig að ef íbúar þurfa að yfirgefa hús sín til þess að forðast alvarleg slys þá sé það næg ástæða til þess að skilgreina hættusvæði í skilningi reglugerðarinnar. Rétt er að líta svolítið öðrum augum á hættu af þessum toga en t.d. hættu af völdum snjóflóða en ljóst er að ekki er eðlilegt að sleppa henni alveg. Í þessu sambandi verður að hafa í huga að sumir íbúar, s.s. ung börn, sjúklingar og gamalt fólk, hafa ekki sömu aðstöðu til þess að forða sér undan hættu og aðrir. Nefna má að árið 1955 varð banaslys á bænum Hjalla undir Meðalfelli í Kjós þegar tveggja ára stúlkubarn fórst í aurskriðu sem féll á íbúðarhús. Skriðan var einungis 1 m að þykkt þar sem hún var þykkust inni í húsinu og tókst 7 öðrum íbúum að forða sé út.

Skilgreina þarf til hvaða atburða, annarra en snjóflóða, tekið er tillit í ofanflóðahættumati. Ekki eru skýr skil milli aurskriðna, krapaflóða og vatnsflóða með miklum grjóttburði í bröttum lækjarfarvegum sem víða eru ofan byggðar hér á landi, einkum á Austfjörðum. Slík flóð hafa nokkrum sinnum valdið mannskaða og margoft eignatjóni og er augljóst að meta þarf hættu af þeirra völdum þegar metin er ofanflóðahætta.

Öðru máli gegnir um flóð í ám sem renna ekki í sérstöku brattlendi. Flóð í ám geta valdið tjóni og jafnvel slysum víða á landinu, bæði í bæjum þar sem jafnframt er hætta á snjóflóðum og skriðuföllum og einnig í bæjum á láglandi fjarri fjöllum þar sem engin hætta er á ofanflóðum, t.d. á Selfossi. Flóðahætta í ám er þannig ekki bundin við svæði þar sem meta þarf hættu á snjóflóðum eða skriðuföllum. Að okkar mati er óeðlilegt að láta ofanflóðahættumat ná til flóða í ám nema þar sem ár og lækir falla í bratta þannig að vatnsflóð í þeim geti leitt til krapahlaupa eða aurskriðna. Miða má við að vatnsfall þurfi að renna niður hlíð þar sem landhalli er a.m.k. 10° til þess að meta þurfi hættu af völdum flóða í vatnsfallinu í ofanflóðahættumati. Þetta þýðir að ekki verður t.d. hugað að flóðum í Fjarðará við hættumat á Seyðisfirði, né heldur í Norðfjarðará við hættumat í Neskaupstað eða í Eskifjarðará þegar hætta er metin á Eskifirði, þrátt fyrir að flóð í þessum ám hafi stundum valdið talsverðu tjóni og m.a. skemmt brýr og vegi. Hætta af völdum vatnsflóða af þessum toga þar sem flætt getur inn í hús kemur þar með heldur ekki við



sögu í ofanflóðahættumati. Sama máli gegnir um jökulhlaup sem eru ótengd öðrum ofanflóðum, þó bratti komi þar oftast talsvert við sögu, og verða þau því ekki heldur tekin fyrir við mat á ofanflóðahættu. Almennt þurfa sveitarfélög á landinu að varast hættu á flóðum í ám á eigin ábyrgð við skipulagsvinnu og ekkert er sérstakt við stöðu ofanflóðabyggðarlaganna að þessu leyti miðað við aðrar byggðir í grennd við vatnsföll. Í ofanflóðahættumati þarf þó að taka tillit til vatnsflóða í ám sem stafa af stíflum sem krapaflóð eða önnur ofanflóð hafa valdið. Dæmi um slíkan atburð er flóðið í Litladalsá á Patreksfirði 1983 en í því fórst einn maður.

Í nokkrum tilfellum hafa vatns- og aurflóð valdið eignatjóni og óþægindum á stórum svæðum þar sem mjög ólíklegt er að fólki hafi verið hætta búin. Þannig flæðir vatn og leðja úr aurskriðum stundum eftir götum og yfir lóðir á stóru svæði eftir að skriðurnar hafa numið staðar. Þetta hefur oft gerst á Bíldudal og og aurblandinn vatnsgur flæddi niður um alla byggðina á Ólafsfirði í tengslum við aurskriður sem þar urðu 1988. Svæðið sem vatnsgurinn flæðir um er í þessum tilfellum miklu stærra en hinar eiginlegu aurskriður ná til. Flóð af þessum toga geta valdið talsverðu eignatjóni og mikilli röskun. Ekki er hins vegar stoð í reglugerð fyrir því að skilgreina formleg hættusvæði gagnvart ofanflóðum undir þessum kringumstæðum. Eðlilegast er að hættumatslínur miðist við svæði þar sem ætla má að ofanflóð séu það öflug að fólki geti verið hætta búin og að möguleiki á aurblanduðum vatnsflóðum á víðáttumeira svæði sé nefndur í greinargerð þar sem það á við. Bæjar- og sveitarstjórnir þurfa þá að grípa til viðeigandi ráðstafana til þess að veita slíkum flóðum frá byggðinni. Ráðstafanir af þeim toga eru þá liður í almennum fráveitumálum sveitarfélagsins án þess að heyra beint undir hættumat gagnvart ofanflóðum.

Niðurstaða þessara hugleiðinga er að við ofanflóðahættumat þurfi, auk snjóflóða, að taka tillit til grjóthruns, aurskriðna og annars framskriðs úr hlíðum og aurblandaðra krapa- og vatnsflóða í bröttum vatnsfarvegum.

Grjóthrun

Hætta á grjóthruni úr klettum og bröttum hlíðum niður í byggð er vandamál á nokkrum stöðum á landinu, t.d. á Bíldudal, undir Klifi á Patreksfirði og Gleiðarhjalla á Ísafirði, á Suðureyri við Súgandafjörð, á nokkrum stöðum á Siglufirði og undir Botnahlíð á Seyðisfirði. Enginn hefur farist í grjóthruni á byggð hér á landi síðustu 100 ár. Grjót hefur hins vegar lent inn í hús nokkrum sinnum og jafnvel kastast gegnum hús þannig að augljós hætta hefur verið á slysum. Nokkrir hafa farist þegar grjót hefur kastast á bifreiðar á þjóðvegum og einnig hafa nokkrir ferðalangar farist af völdum grjóthruns utan vega og við bjargsig. Um hættu af grjóthruni utan byggðar verður hins vegar ekki fjallað frekar í þessu minnisblaði.

Nálgast má áhættu af völdum grjóthruns með því að meta endurkomutíma þar sem ætla má að slysa hætta vegna grjóthruns nálgist viðmiðunaráhættu reglugerðar um hættumat, þ.e. staðaráhættuna $0,3 \cdot 10^{-4}$ á ári. Gerum ráð fyrir að hús standi á u.þ.b. 30 m breiðri lóð sem grjót kastast niður á eða niður fyrir á 50–100 ára fresti. Miðum við að grjótið geti valdið slysi ef það lendir á 50 cm breiðu bili sem miðast við mann í húsinu eða á lóðinni og að dánarlíkur, ef maðurinn er svo óheppinn að vera í kastlínu steinsins, séu talsvert minni en í snjóflóði eða um



10%, meðal annars vegna skjóls af húsinu. Þá reiknast staðaráhætta um eða undir $0,3 \cdot 10^{-4}$ á ári. Þannig er eðlilegt að miða hættumatslínu vegna grjóthruns við endurkomutímamann 50–100 ár fyrir svæði sem er á stærðarþrepinu 30 m að breidd. Þetta er miklu skemmri tími en viðunandi er fyrir snjóflóð þar sem samsvarandi endurkomutími er talinn í þúsundum ára. Líklegt er að áhættan sem reiknast skv. þessum hugleiðingum sé frekar ofmetin en vanmetin.

Hættu af völdum grjóthruns er hægt að meta með grjóthrunslíkani sem tekur tillit til lögunar hlíðarinnar og er kvarðað miðað við þekkta úthlaupslengd steina sem fallið hafa úr hlíðum hér á landi eða annars staðar. Einnig þarf að meta möguleg upptakasvæði og er það gert með könnun á staðnum. Rétt er að taka fram að hér er átt við staka steina sem hrunið hafa úr klettum eða skriðum en ekki grjót sem borið er fram með snjóflóðum eða aurskriðum, en í reynd er oft erfitt að greina þar á milli. Hugleiðingarnar hér að ofan sýna að eðlilegt er að stilla líkaninu þannig upp að reiknuð úthlaupslengd samsvari mestu fjarlægð lausagrjóts sem fallið hefur úr klettum eða bröttum skriðum á tilteknum stað síðustu 50–100 árin. Slíkt lausagrjót má iðulega sjá neðst í fjallshlíðum og ofan á grónu landi á jafnsléttu neðan hlíðanna. Jarðvegsþykknun og önnur jarðfræðileg ferli valda því oft að ummerki um eldra grjóthrun eru ógreinileg. Grjóthrunshættu er þannig eðlilegt að miða við tiltölulega „algenga“ úthlaupslengd sem oft er unnt að sjá skýr merki um í jarðfræðilegri könnun á staðnum.

Ekki eru til viðteknar aðferðir við útreikninga á úthlaupslengd sem samsvarar mismunandi endurkomutíma fyrir grjóthrun en það er nauðsynlegt til þess að staðsetja markalínur fyrir hættusvæði B og C skv. reglugerð. Við leggjum til að einungis verði skilgreind hættusvæði A vegna grjóthruns að öðru jöfnu. Þetta stafar af því sem áður var nefnt að miklu minni hætta er af völdum grjóthruns en snjóflóða og einnig af því að grjóthrunsáhætta er væntanlega heldur ofmetin á hættumatslínunni sem gerð er tillaga um hér að ofan. Þó geti sérfræðingur, sem vinnur hættumat, ákveðið út frá könnun á staðnum að skilgreina svæði B eða C ef hann telur sérstaka hættu á ferðum en það verði einungis gert í undantekningartilvikum.

Krapaflóð og blaut snjóflóð í opnum hlíðum

Krapaflóð og blaut snjóflóð teljast að sjálfsögðu til snjóflóða og ætti því ekki að þurfa að fjalla um þau hér. Ástæðan fyrir því að það er gert er að krapaflóð og blaut snjóflóð eiga stundum upp-tök utan hefðbundinna upptakasvæða snjóflóða í fjallshlíðum. Upptakasvæði þurra snjóflóða eru almennt talin vera þar sem halli hlíðarinnar er meiri en $28\text{--}30^\circ$. Hættu af völdum krapaflóða og blautra snjóflóða í eiginlegum snjóflóðafarvegum og farvegum vatnsfalla, þar sem krapastíflur geta myndast, þarf að meta í hættumati og er það gert með hliðsjón af ofanflóðasögu, könnun á staðhátum og öðrum upplýsingum svipað og í öðru snjóflóðahættumati þótt sömu reikniáðferðir eigi ekki við í báðum tilfellum.

Nokkur dæmi eru um að krapaflóð og blaut snjóflóð hafi fallið úr opnum hlíðum sem eru með halla um eða undir 20° , t.d. flóðin 1919 á útihús Friðgeirs Hallgrímssonar og við Hlíðarendaá á Eskifirði og ótímasett flóð á Fáskrúðsfirði sem náði langt niður í núverandi byggð. Í sumum tilfellum hafa fallið flóð sem kunna að hafa verið í tengslum við læki og skorninga en geta einnig hafa átt upptök utan þeirra, t.d. flóðið 1919 nærri Nýjabæjarlæk á Fáskrúðsfirði, og stundum hafa



flóð beygt til hliðar upp úr vel skilgreindum farvegum og lent á húsum langt frá farvegnum, t.d. flóðið 1896 á Sævarenda í botni Fáskrúðsfjarðar þar sem fjórir menn fórust.

Eðlilegt er að taka tillit til hugsanlegra krapaflóða og blautra snjóflóða af þessum toga í hættumati vegna þess að þau geta fallið í sér talsverða hættu. Flóðin geta náð niður á jafnsléttu eins og krapaflóðin 1919 á Eskifirði sýna, en jafnframt er ljóst að þau er tiltölulega sjaldgæf og væntanlega oftast fremur mjó. Þau stöðvast fljótlega eftir að kemur niður á jafnsléttu. Ekki er unnt að styðjast við skráða ofanflóðasögu á þeim stöðum þar sem þessi flóð eru hugsanleg vegna þess hversu fá þau eru.

Stærðarþrep áhættunnar má meta með svipuðum hætti og gert var fyrir grjóthrun hér að ofan. Ef miðað er við Eskifjörð og Fáskrúðsfjörð er um að ræða u.þ.b. 3 km breitt svæði, ef afmörkuðum farvegum er sleppt, þar sem e.t.v. eru skráð 4 flóð á síðustu 100 árum niður á jafnsléttu. Stórir hlutar svæðanna voru strjálbyggðir á fyrri hluta síðustu aldar þannig að líklegt er að óskráðir atburðir séu talsvert fleiri en þeir sem heimildir eru til um. Gerum ráð fyrir að 10–20 atburðir af þessum toga hafi átt sér stað á 3 km breiðu svæði á 100 ára tímabili og að hvert flóð sé á stærðarþrepinu 10 m breitt. Ef dánarlíkur þeirra sem verða fyrir flóðum eru metnar um 10% þá reiknast staðaráhætta $0,3-0,6 \cdot 10^{-4}$ á ári. Þannig má rökstyðja að hættumatslína, þar sem svona háttar til, eigi að ná dálítið niður á jafnsléttu eða sem samsvarar stöðvunarstað þekktra atburða sem taldir voru upp hér að framan.

Ætla má að mjög stórir atburðir séu ólíklegir á þessum svæðum vegna þess að upptakasvæðin eru dreifð og flóð fara oft af stað þar sem vatn safnast fyrir í lautum og ofan lágra fyrirstaða sem ólíklegt er að leiði til stórra flóða. Því er réttlæt看legt að miða í þessu tilviki við atburði sem eru sambærilegir við stærstu þekktu atburði á þessum svæðum en dreifa áhættunni af þeim yfir allt svæðið í stað þess að hafa einungis áhyggjur af stöðum þar sem flóð hafa fallið.

Hætta af flóðum af þessum toga er hverfandi í samanburði við aðra ofanflóðahættu undir hefðbundnum snjóflóðafarvegum með upptakasvæðum þar sem landhalli er meiri en $28-30^\circ$. Hún hefur því einungis áhrif á hættumat undir tiltölulega aflíðandi hlíðum þar sem annarri ofanflóðahættu er ekki til að dreifa. Það vandasamasta við afmörkun hættusvæða af þessari gerð er að ákveða hvar taka þarf tillit til hennar og hvar ekki. Víða eru litlar heimildir að finna um ofanflóð og aðstæður svo óljósar að erfitt er að leggja mat á þetta. Ljóst er að þessi hætta er til staðar á Eskifirði og Fáskrúðsfirði og má hafa það til viðmiðunar. Einnig virðist veðurfar á Austfjörðum þannig að mun meiri hætta er á flóðum af þessari tegund þar en á Mið-Norðurlandi og norðanverðum Vestfjörðum.

Eins og fyrir grjóthrun eru ekki tiltækar aðferðir til þess að reikna úthlaupslengd sem samsvarar mismunandi endurkomutíma fyrir flóð af þessari gerð, en það er nauðsynlegt til þess að staðsetja markalínur fyrir hættusvæði B og C skv. reglugerð. Við leggjum til að einungis verði skilgreind hættusvæði A vegna þessara flóða að öðru jöfnu. Markalína, sem umlykur hið hættumetna svæði, verði dregin skammt ofan efstu húsa til þess að koma því á framfæri að ekki sé ráðlegt að byggðin þróist ofar en orðið er. Þó geti sérfræðingur, sem vinnur hættumat, skilgreint svæði B eða C í undantekningartilfellum ef hann telur sérstaka hættu á ferðum.



Aurskriður og aurlönduð krapa- og vatnsflóð í farvegum vatnsfalla

Hætta er á aurskriðum eða aurlönduðum krapa- og vatnsflóðum í flestum ár- og lækjarfarvegum í hliðum. Víðast, þar sem lækir og ár renna í gegnum bæi, hafa orðið stórfelld vandræði af flóðum í tengslum við úrhelli eða leysingar og eru þau í mörgum tilfellum blönduð aur- og krapa. Vandamál af þessum toga virðast algengust á Austurlandi en þau þekkjast einnig á Bíldudal, Tálknafirði, Siglufirði og víðar. Ekki er alltaf ljóst hvort eðlilegast er að telja flóð, sem orðið hafa í farvegum af þessum toga, til aurskriðna, krapaflóða eða vatnsflóða og skiptir það e.t.v. ekki öllu máli. Sum þessara flóða hafa valdið stórslysum, t.d. Klofahlaupið 1849 úr Grjótá á Eskifirði, þar sem þrír menn fórust, og hlaupið, sem fyrr var nefnt, úr lækjargili ofan bæjarins Sævarenda í botni Fáskrúðsfjarðar, þar sem fjórir menn fórust.

Jarðfræðilegar athuganir og ofanflóðasaga gefa ýmsar vísbendingar um skriðu- og krapaflóðahættu, t.d. magn lausra jarðefna sem borist getur fram í aurskriðum og vísbendingar um líkleg upptakasvæði fyrir krapaflóð. Þær upplýsingar skipta að sjálfsögðu miklu máli og eru ráðandi um hættumatslínur þar sem slíkar vísbendingar eru um hættu á skriðuföllum (Þorsteinn Sæmundsson og Halldór G. Pétursson, 1999) eða krapaflóðum. Víða eru umfangsmestu skriðurnar bundnar við farvegi áa og lækja, t.d. á Strandartindssvæðinu á Seyðisfirði. Þar falla saman svæði sem metin eru hættuleg á grundvelli jarðfræðilegra athugana og skriðusögu annars vegar og á grundvelli vatnafræðilegra þátta hins vegar. Hér að neðan er fjallað um skriðuhættu í tengslum við vatnsfarvegi hvort sem jarðfræðileg könnun eða skriðusaga benda til hættu á skriðum eða krapaflóðum eða ekki.

Hentugt er að skipta farvegum flóða þessarar tegundar í þrjá flokka.

1. **Vel afmarkaður ár- eða lækjarfarvegur** alla leið niður í gegnum byggðina og nægilega djúpur til þess að meginhluti flóða heldur sig við farveginn þótt hluti stærstu flóða geti flæmst um svæðið til hliðar við hann. Farvegir af þessum toga eru stundum grafnir niður í aurkeilur. Þó er sjaldgjæft að farvegir í aurkeilum séu nægilega djúpir til þess að tryggt sé að flóð í þeim haldi sig við farveginn og eðli farvega á aurkeilum er að þeir flæmast fram og aftur um keiluna og hlaða þar upp framburði. Vatnasvið þessara farvega er oftast frá 10–30 hekturum upp í meira en 100 hektara og aftakaflóð í þeim geta numið frá nokkrum m^3/s upp í tugi m^3/s . Aftakaflóð geta grafið undan lausum jarðefnum í hliðum farveganna og hleypt þannig af stað efnismiklum aurskriðum. Hættan er langmest í farveginum sjálfum og næst honum en fjær honum er hættan minni. Dæmi um farvegi af þessum toga eru Skuldarlækur og Stöðvarlækur á Seyðisfirði.
2. **Ill afmarkaður farvegur** þar sem flóð geta auðveldlega flæmst til hliðar þegar rennsli vex. Farvegur af þessum toga er oft á aurkeilu og flóð geta þá tekið nánast hvaða stefnu sem er eftir að út á aurkeiluna er komið. Hættan í farveginum sjálfum er minni en í fyrri flokknum en meiri á svæðinu nærri farveginum. Vatnasvið þessara farvega og aftakaflóð í þeim eru á sama stærðarþrepi og afmörkuðu farveganna í fyrri flokknum og hætta á aurskriðum úr hliðum farveganna svipuð. Dæmi um farvegi af þessum toga eru Búðará á

Seyðisfirði og Geirseyrargil á Patreksfirði. Í mörgum bæjum hefur sæmilega afmörkuðum farvegum verið breytt, t.d. með því leggja yfir þá götur og setja örmjó ræsi í vegfyllinguna, og er ofanflóðahætta í nærliggjandi byggð þá stundum mun meiri en áður var. Nefna má að í mörgun tilvikum er frágangur farvega af þessum toga í þéttbýli miklu verri en talið er forsvaranlegt fyrir ræsi í þjóðvegum utan þéttbýlis.

- 3. Grunnar gilskorur og farvegir lítilla lækja** sem jafnvel eru þurrir stóran hluta ársins. Vatnasvið þessara farvega eru mun minni en farveganna í fyrri tveimur flokkunum, þ.e. innan við hektara eða fáir hektarar. Aftakaflóð eru á stærðarþrepinu einn m^3/s eða minni. Hætta í tengslum við vatnsflóð er miklu minni en í fyrri tveimur flokkunum. Dæmi eru farvegir smálækja í Bleiksárhlíð á Eskifirði, ýmsir smálækir á Fáskrúðsfirði og svokölluð „Milligil“ á Bíldudal.

Ofanflóðasaga og athuganir á staðnum sýna að mikil hætta er neðan sumra farveganna sem nefndir eru hér að ofan, t.d. aurskriðuhætta neðan Skuldarlækjar og Stöðvarlækjar á Seyðisfirði og krapaflóðahætta neðan Geirseyrargils á Patreksfirði. Þeirri hattu verða ekki gerð frekari skil í þessu minnisblaði, en rétt er að nefna að í slíkum tilfellum verða hættusvæði eðli máls samkvæmt stærri en þar sem slíkum vísbendingum er ekki til að dreifa.

Aurskriðuhætta ræðst m.a. af magni lausra jarðefna á upptakasvæðum í hlíðinni í eða við farveg ofan byggðar. Hvort sem um slík laus efni er að ræða eða ekki, virðist full ástæða til þess að óttast talsverð hlaup í öllum farvegum í fyrri tveimur flokkunum. Sum skráð flóð í tiltölulega sakleysislegum ám og lækum á Austurlandi eru mjög kröftug, t.d. hlaupið 1949/1950 úr Einarstaðaá/Ytri-Skjólgilsá skammt innan þéttbýlisins í Fáskrúðsfirði, sem sópaði burt rústum eyðibýlisins Einarstaða.

Saga ofanflóða á Seyðisfirði, Eskifirði og Fáskrúðsfirði bendir til að flóð í öllum ám og lækjum í brattlendi, sem staðið geta undir þeim nöfnum, geti verið hættuleg í þeim skilningi að þau geti fyllt hús upp undir miðja vegg af aur, krapa og vatni og jafnvel sópað burt byggingum. Við leggjum til að farvegir slíkra vatnsfalla verði að öðru jöfnu skilgreindir á hættusvæði C.

Næst meginfarvegum er hugsanlegt að skilgreina hættusvæði B ef talin er veruleg hætta á að stór flóð flæmist af fullum þunga upp úr farveginum. Þetta kemur einkum til greina fyrir farvegi í flokki 2 þar sem hlaup geta t.d. flæmst um aurkeilu eða stefna flóða er af einhverju öðrum ástæðum ekki bundin við „náttúrulegan“ farveg.

Után meginfarvega og svæða þar sem flóð geta náð til með fullum þunga, og við farvegi í flokki 3 er hugsanlegt að skilgreina hættusvæði A. Það afmarkast af hattu á því að flóð geti náð inn í hús af talsverðum þunga og t.d. hálfyllt jarðhæðir og kjallara af vatni eða aur. Möguleg viðmiðunarregla er að mörk hættusvæðis A miðist við 25–50 cm dýpt aftakavatnsflóðs. Nota má t.d. Manningsjöfnu til þess að reikna hraða vatnsflæðisins og slá á dýpt flóðsins út frá mati á rennsli aftakaflóðs. Vatnshraði í bröttum vatnsfarvegum eins og hér um ræðir (halli um 10°) má ætla að sé almennt á bilinu 3–8 m/s og fer eftir vatnsdýpi, landhalla og hrjúfleika farvegar. Í miklum halla getur hraðinn jafnvel orðið enn meiri en þetta í djúpum, vel afmörkuðum farvegum.

Ráðast verður af aðstæðum hversu langt niður á jafnsléttu hættusvæði þurfa að ná. Ljóst er að talsverð hætta er í næsta nágrenni stærri farvega um og yfir 100 m frá hlíðinni en hlaup úr



smærri farvegum í flokki 3 má ætla að stöðvist fljótlega eftir að út á jafnsléttu er komið.

Ofangreind tillaga að skilgreiningu hættusvæða byggir að mestu á flatarmáli vatnasviðs og stærð aftakavatnsflóða. Aftakafloð í vatnsföllum í brattlendi sem falla niður í gegnum byggð þarf því að meta í tengslum við hættumat. Við leggjum til að mat á aftakavatnsflóðum til þessara nota miðist við 100 ára endurkomutíma. Þessi endurkomutími er til muna miklu skemmri en viðunandi er fyrir snjóflóð. Það er eðlilegt vegna þess að dánarlíkur fólks af völdum vatnsflóða má ætla að séu miklu lægri en fyrir snjóflóð eins og rætt var í upphafi þessa minnisblaðs.

Aurskriður og annað framskrið úr opnum hlíðum

Víða háttar þannig til að hætta er á aurskriðum og framskriði úr opnum hlíðum, þ.e. utan farvega eiginlegra vatnsfalla sem um er fjallað hér að framan. Ekki eru skýr skil á milli slíkra opinna hlíða og minnstu gilja og skorninga sem fjallað er um í flokki 3 í kaflanum hér að framan. Þannig eru „Milligilin“ á Bíldudal sæmilega afmarkaðir farvegir ofarlega í hlíðinni og um miðbik hennar en aurskriður á svæðinu hafa dreifst svo víða að ekki er hægt að segja að þær séu bundnar við ákveðna farvegi. Um þessa hættu er ekki unnt að setja fyrirfram ákveðnar viðmiðunarreglur með svipuðum hætti og fyrir farvegi vatnsfalla. Mat á hættunni verður að ráðast af jarðfræðilegri könnun á aðstæðum og mati sérfræðinga á hugsanlegri úthlaupslengd.

Flestar aurskriður eru ekki eins hraðfara og þar með ekki jafn hættulegar lífi fólks og snjóflóð. Þannig hnigu aurskriðurnar í Gleiðarhjalla á Ísafirði í júní 1999 niður hlíðina fremur en féllu. Hins vegar fór aurskriðan úr Þófalæk í Strandartindi 1950, sem varð fimm manns að bana, í loftköstum niður hlíðina og hafði mikinn eyðileggingarmátt þegar hún lenti á húsi og gereyðilagði það.

Við leggjum til að á svæðum, þar sem ekki eru sérstakar vísbendingar um hættu á efnismiklum eða hraðfara aurskriðum eða hætta á að þykk jarðvegshula hrynji fram, miðist hættumatslína gagnvart skriðuföllum almennt við mun skemmri endurkomutíma en fyrir snjóflóð en talsvert lengri en fyrir grjóthrun. Þetta má rökstyðja með því að aurskriður og önnur ofanflóð en snjóflóð hafa margoft runnið niður í byggð hér á landi, t.d. á Patreksfirði, í Bíldudal, neðan Gleiðarhjalla á Ísafirði, á Siglufirði og víða á Austurlandi. Manntjón hefur aðeins orðið tvisvar sinnum í þessum atburðum sl. 100 ár, þ.e. á Seyðisfirði 1950 og á Hjalla undir Meðalfelli í Kjós 1955 sem fyrr var á minnst. Ef dánarlíkur í aurskriðum eru metnar á stærðarþrepinu eitt eða nokkur prósent (sbr. Harpa Grímsdóttir, 1999), þ.e. stærðarþrepi lægri en í snjóflóðum, má færa rök að því að viðunandi áhætta náist ef hættumatslína er dregin þar sem endurkomutími skriðna er nokkur hundruð ár.

Ekki er auðvelt að setja fram ákveðin viðmið um skilgreiningu hættusvæða A, B og C fyrir skriðuföll í tiltölulega opnum hlíðum. Ekki virðist ástæða til þess að skilgreina hættusvæði C utan vel afmarkaðra skriðufarvega nema í undantekningartilfellum þar sem sérstök hætta virðist vera á ferðum, eins og undir Þófanum á Seyðisfirði. Neðan vel afmarkaðra skriðufarvega, eins og t.d. neðan giljanna í Strandartindi á Seyðisfirði, er hins vegar sjálfsagt að skilgreina hættusvæði C. Að öðru leyti verður skilgreining á tegund hættusvæðisins að ráðast af mati á jarðfræðilegum aðstæðum á viðkomandi stað.



HEIMILDIR

Harpa Grímsdóttir. 1999. Aurskriðuhætta. Veðurstofa Íslands, minnisblað.

Kristján Jónasson, Sven Þ. Sigurðsson og Þorsteinn Arnalds. 1999. *Estimation of avalanche risk*. Veðurstofa Íslands, VÍ-R99001-ÚR01.

Tómas Jóhannesson og Þorsteinn Arnalds. 2001. Accidents and economic damage due to snow avalanches and landslides in Iceland. *Jökull*, **50**, 81–94.

Þorsteinn Arnalds, Siegfried Sauermoser og Harpa Grímsdóttir. 2001a. *Hazard zoning for Neskaupstaður. Technical report*. Veðurstofa Íslands, VÍ-01010.

Þorsteinn Arnalds, Siegfried Sauermoser, Tómas Jóhannesson og Harpa Grímsdóttir. 2001b. *Hazard zoning for Siglufjörður. Technical report*. Veðurstofa Íslands, VÍ-01020.

Þorsteinn Sæmundsson og Halldór G. Pétursson. 1999. *Skriðuhætta á Siglufirði*. Veðurstofa Íslands, VÍ-G99025-ÚR15.