

Rapport

Diarienummer
451-567-12



Ras och skred utifrån ett förändrat klimat

Jämtlands län 2013



Länsstyrelsen
Jämtlands län

Omslagsbild

Vägskada efter översvämning vid Simsjön, mellan Sollefteå och Nyland.

Foto: Johannes Poignant.

Utgiven av

Länsstyrelsen Jämtlands län

Oktober 2013

Beställningsadress

Länsstyrelsen Jämtlands län

831 86 Östersund

Telefon 010-225 30 00

Ansvarig

Björn Olofsson

Text

Björn Olofsson

Foto

Länsstyrelsen Jämtlands län (där inget annat anges)

Tryck

Länsstyrelsens tryckeri, Östersund 2013

Löpnummer

2013:14

Diarienummer

451-567-12

Publikationen kan laddas ner från Länsstyrelsens hemsida
lansstyrelsen.se/jamtland

Innehållsförteckning

| | |
|--|-----------|
| Inledning | 4 |
| Vem gör vad..... | 5 |
| Organisationer..... | 5 |
| Vision..... | 6 |
| Mål..... | 6 |
| Ras och skred | 7 |
| Ras..... | 8 |
| Jordras..... | 8 |
| Bergras..... | 9 |
| Skred..... | 10 |
| Lerskred | 10 |
| Moränskred | 10 |
| Bergskred | 11 |
| Slamström | 11 |
| Raviner | 14 |
| Ravinutveckling..... | 14 |
| Förutsättningar i Jämtlands kommuner | 15 |
| Bergs kommun..... | 17 |
| Bräcke kommun | 18 |
| Härjedalens kommun..... | 19 |
| Krokoms kommun..... | 20 |
| Ragunda kommun | 20 |
| Tjärnviksdalen | 22 |
| Strömsunds kommun..... | 23 |
| Åre kommun..... | 24 |
| Östersunds kommun | 25 |
| Jämtlands läns klimat i framtiden | 26 |
| Sammanfattning..... | 31 |
| Effekter av klimatförändringarna på risken för ras och skred..... | 32 |
| Jordens egenskaper och markrörelser..... | 32 |
| Stabilitet i lerslänter..... | 33 |
| Stabilitet i siltslänter | 33 |
| Slamströmmar..... | 33 |
| Sammanfattning..... | 34 |
| Hur hanterar man dessa effekter i kommunerna | 36 |
| Översiktlig stabilitetskartering..... | 36 |
| Varför kartering?..... | 36 |
| Stöd utifrån är önskat..... | 36 |
| Planering i ett framtida föränderligt klimat..... | 37 |
| Medvetenhet om ett föränderligt klimat har ökat..... | 37 |
| Exempel på åtgärder för att minska risken för ras och skred..... | 37 |
| Referenser | 38 |

Inledning

Klimatet håller på att förändras, vilket påverkar oss både i Jämtlands län och i hela världen. Framförallt kommer det att bli varmare och nederbörden öka, vilket kommer att innebära konsekvenser för samhället. Det är få verksamheter i samhället som förblir helt opåverkade när klimatet förändras.

Samhällets sårbarhet beror främst på hur kraftigt klimatet förändras och hur snabbt det sker, men även på hur väl förberett samhället är på att möta förändringen. Det förändrade klimatet kommer att påverka risken för ras och skred i länet, därför är det viktigt att vi har kunskap om vilka risker som finns och hur vi ska möta dessa.

Denna utredning går igenom de effekter det förändrade klimatet har på risken för ras och skred i Jämtlands län och är ett led i länets arbete med klimatanpassningsfrågor. Resultatet ska fungera som ett underlag för beslutsfattare.

Skillnad mellan begränsad klimatpåverkan och klimatanpassning

Begränsad klimatpåverkan betyder att vidta åtgärder som minskar våra utsläpp, till exempel att välja tåget i stället för flyget, eller energiomställning till en mer förnyelsebar energiproduktion.

Klimatanpassning innebär att anpassa samhället till de klimatförändringar som kommer att ske. Till exempel handlar det om att minska riskerna för att byggnader och viktig infrastruktur råkar ut för översvämningar, ras och skred. Men även att ta tillvara de positiva effekter som ett förändrat klimat kan innebära.

Vem gör vad

Organisationer

Myndigheten för samhällsskydd och beredskap

Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB) har till uppgift att utveckla och stödja samhällets förmåga att hantera olyckor och kriser. De bidrar till att samhället förebygger händelser och är beredda när de inträffar. När en allvarlig olycka eller kris inträffar ger MSB stöd. MSB ska också se till att samhället lär sig av det inträffade. De ska sprida kunskap och arbeta med föreskrifter, råd och stöd för att minska antalet olyckor och deras effekter. MSB kan vid stora händelser bistå kommunerna med särskilda förstärkningsresurser.

Statens geotekniska institut

Statens geotekniska institut (SGI) är en myndighet som lyder under Miljödepartementet och är ett forskningsinstitut med sektorsansvar inom geoteknik. Verksamheten bygger på ett nära samspel mellan forskning, rådgivning och information inom olika former av markanvändning och byggande. SGI:s uppgift är att utveckla, tillämpa och sprida kunskap som kommer till nytta för alla som verkar i bygg-, anläggnings- och miljösektorn. På senare år har de arbetat mycket med klimatförändringen och dess inverkan på släntstabilitet, föroreningsspridning, stranderosion och översvämningar - ett framtida prioriterat arbetsfält för SGI.

Sveriges geologiska undersökning

Sveriges geologiska undersökning (SGU) är en central förvaltningsmyndighet för frågor om Sveriges geologiska beskaffenhet och mineralhantering samt chefsmyndighet för Bergsstaten. SGU förvaltar och miljösäkrar lagringsanläggningar i vilka staten tidigare förvarade civila beredskapslager av olja. En av SGU:s huvuduppgifter är att tillhandahålla geologisk information för olika samhällsbehov – information som behövs för en långsiktigt hållbar försörjning med mineraler och grundvatten, för fysisk planering, för miljö och hälsofrågor, för de areella näringarna samt för totalförsvars- och sårbarhetsfrågor.

SGU har ansvaret för miljökvalitetsmålet *Grundvatten av god kvalitet* samt medverkar i arbetet för miljökvalitetsmålet *God bebyggd miljö*. I SGU:s jordartsgeologiska databaser finns information om jordarters olika egenskaper och utbredning. Informationen kan bland annat användas för att ta fram riskområden för skred, ras, erosion och översvämningar.

Länsstyrelserna

Länsstyrelsen samordnar det regionala arbetet med att anpassa det svenska samhället till ett förändrat klimat. Tyngdpunkten i arbetet är att öka kunskapen om klimatförändringen och dess konsekvenser, och genom dialog stimulera till åtgärder för att förebygga framtida problem.

Delegationen för ras- och skredfrågor

På regeringens instruktioner ska SGI se till att upprätta en delegation för ras- och skredfrågor och regeringen anger att:

"Delegationen skall vara ett kontakt- och samverkansorgan för myndigheter som är involverade i ras- och skredfrågor".

Delegationen är ett kontakt- och samverkansorgan för myndigheter som ansvarar för frågor med betydelse för ras och skred i jord och berg. Gruppen skall inte ansvara för eller bedriva forsknings- och utvecklingsarbete. Delegation består av institutets generaldirektör, som är delegationens ordförande, institutets sakkunniga inom området ras och skred samt ledamöter utsedda av Statens räddningsverk, Boverket, Vägverket, Banverket, Sjöfartsverket, Naturvårdsverket, Sveriges geologiska undersökning och Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut. Därutöver kan delegationen adjungera ledamöter. Delegationen sammanträder när ordföranden finner anledning till det eller när någon annan ledamot begär det.

Vision

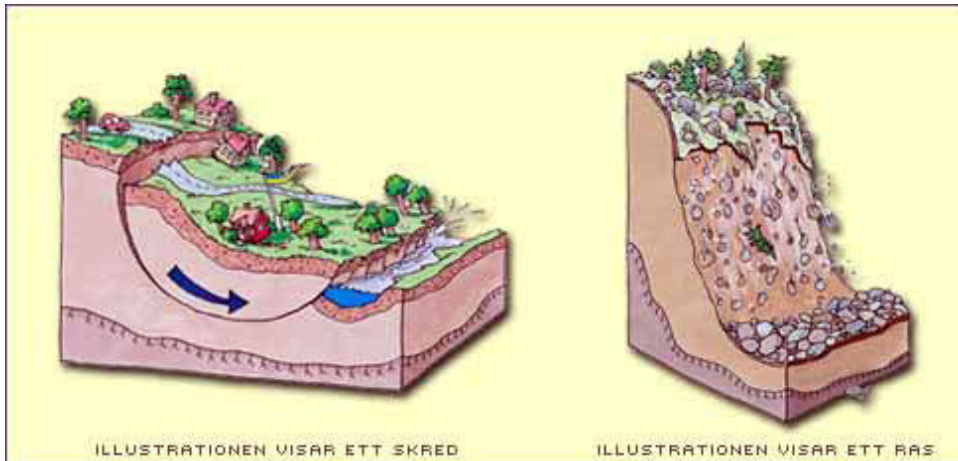
Människor, miljö och egendom skall inte skadas allvarligt till följd av ras och skred.

Mål

- » Inom delegationen regelbundet informera om respektive myndighets pågående och planerade verksamhet med betydelse för ras och skred.
- » Etablera kontakter och samverka med berörda utanför delegationen.
- » Identifiera gemensamma frågeställningar och beröringspunkter.
- » Värdera behov av samordning i aktuella frågeställningar.
- » Uppnå samsyn i centrala ras- och skredfrågor.
- » Förmedla information i viktiga frågor.
- » Bevaka, tolka och påtala behov av forsknings- och utvecklingsarbete.

Ras och skred

Ras och skred, som är exempel på snabba massrörelser i jordtäcknet eller i berg, kan orsaka stora skador dels på mark och byggnader inom det drabbade området, dels inom det nedanförliggande markområde där skred- och rasmassorna hamnar.



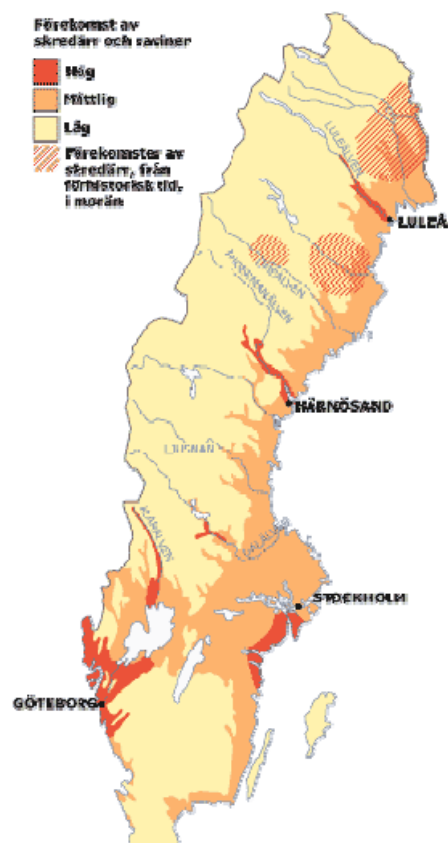
Ett skred eller ras är i många fall en följd av en naturlig erosionsprocess, men kan också utlösas av mänskliga ingrepp i naturen. En gemensam nämnare är att både skred och ras kan inträffa utan förvarning. Källa: www.msb.se.

Omkring 5 procent av Sveriges landyta utgörs av ler- och siltjordar. En fjärdedel av dessa, huvudsakligen lerjord, bedöms vara skredbenägna. Allteftersom landhöjningen fortgår gräver sig älvar och bäckar allt djupare ned i jorden. Slänterna mot vattendragen blir högre och brantare.

När höjdskillnaden – och därmed påfrestningen i jorden – blir för stor inträffar ett ras eller skred och slänten jämnas ut.

I norra Norrlands inland är skredärr i morän kända. Utlösande faktor för dessa torde ha varit jordbävningar. Man skiljer på ras och skred:

- » **Ras:** Block, stenar, grus- och sandpartiklar rör sig fritt. Ras sker i bergväggar, grus- och sandbranter.
- » **Skred:** En sammanhängande jordmassa som kommer i rörelse. Skred förekommer i silt- och lerjordar. Skred kan även inträffa i siltiga eller leriga moräner om moränen är vattenmättad.



Förekomst av skredärr och raviner i Sverige. Källa: www.sgu.se

I samband med ras och skred brukar man också tala om slamströmmar och raviner. Slamströmmar är snabba jordrörelser som sker då jorden är mättad med vatten från långvarig nederbörd och det lutar. Slamskred inträffar oftast i morän och startar ofta i ett skred högre upp i terrängen. Slamströmmen följer sedan raviner och dalgångar tills lutningen upphör.

Tillkomsten av raviner är en långsammare process än skred och ras. De bildas i första hand i områden där det finns gott om grovlera, silt och finsand. En ravin är ofta 10 till 20 meter djup, V-formad och har branta sidor. Ravinerna grenar vanligen ut sig och har skarpa knyckar.

Ras

Ett ras är en massa av sand, grus, sten eller block eller en del av en bergslänt, som kommer i rörelse. De enskilda delarna rör sig fritt i förhållande till varandra.

Jordras

Jordras är vanliga där åar och älvar skurit sig ned i sandlager. Utmed vattendragen i mellersta och norra Sverige inträffar många ras i slänter som består av sand- och siltjord. De raskanter som då bildas kallas nipor. Nipor är främst kända från Ångermanälvens dalgång men förekommer också i mindre omfattning i Indalsälvens dalgång i Ragunda kommun.



*Bild 1. Nipa längs Ångermanälven mellan Sollefteå och Nyland.
Foto: Jan Fallsvik, SGI, 1995.*



*Bild 2. Ras i ås 17 kilometer sydsydost om Lillhärdal, Härjedalen. Längs ån Sexan slingrar sig en ås, som är 5–15 meter hög. I åsens östra sida inträffade för några år sedan ett ras som drog med sig cirka 2 meter av de översta jordlagren.
Foto: Nils Dahlberg 2003.*

Bergras

Bergras inträffar i branta bergslänter med uppsprucket eller vittrat berg. Klimatpåverkan som exempelvis frostsprängning samt vittring och urspolning av material längs sprickorna förorsakar att bergets hållfasthet successivt försämras. Bergrasen styrs ofta av sprickplanens geometri och förekommer främst i miljöer där frostsprängning är vanligare, alltså där temperaturskiftningar runt nollan är vanligare, i fjällen.



Bild 3. Kanjonen Evagraven på Flatruet i Jämtlands län. Botten av kanjonen är fylld av nedrasade block och stenar. Foto: Jan-Olov Svedlund, SGU 2001.

Skred

Lerskred

Lerskred förekommer i silt- och lerjordar, så kallade kohesionsjordar. Vid lerskred bryts ytlagrets torra lera, torrskorpan, sönder i stora flak och plintar som ställs på kant.



Bild 4. Skredet i Vagnhärad - östra delen mot Påskvägen. Foto: J Lindgren, SGI, 1997.

Stora skred i lera består vanligen av flera delskred. Särskilt om leran består av så kallad kvicklera kan stora skred utvecklas successivt och relativt snabbt efter det att ett initialskred har inträffat. Förutsättningar för lerskred i Jämtland är mycket små, men de finns. Det är endast små områden i Ragunda kommun i Indalsälvens dalgång som skulle kunna vara i farozonen.

Moränskred

I branta moränslänter kan skred uppstå när jorden är vattenmättad efter en nederbördsrik period eller i samband med snösmältning. I Sverige är moränskred vanligast i fjällterräng, men kan även uppstå i kuperad terräng av morän i andra delar av landet. Förutsättningarna för ras i morän är att lutningen är brant och har mest noterats i lutningar som överstiger 17 grader. I Jämtland förekommer lutningar över 17 grader främst i fjällen och delvis i urbergsområdet. Den centrala kambrosilurslätten är så gott som befriad från brantare sluttningar.



Bild 5. Skred i morän vid Tutstad, Sysslebäck. Foto: J Fallsvik, SGI, 1999.

Bergskred

Bergskred är en plötslig händelse som kan orsaka betydande skadegörelse. Ett bergskred uppstår då ett sammanhängande bergsparti lossnar, förskjuts nedåt och i samband med detta går sönder i stora och små bitar. Skredet övergår då i ett berggras. Bergskred är vanligast förekommande i fjällterräng.



Bild 6. Bergskred på berget Viddjas västsida, Lappland.

Skredtungan är cirka 500 meter bred.

Foto: C. Hättstrand, Stockholms universitet, 2003.

Slamström

Om slänten är lång och brant kan de vattenmättade jordmassorna från ett högt beläget moränskred strömma nedför slänten som en så kallad slamström. Så länge som slänten är tillräckligt brant fortsätter slamströmmen sin rörelse nedåt, och längs sin väg påverkas marken och omgivningen av intensiv erosion. Jordmassorna är tunga och slamströmmens stora rörelseenergi och den intensiva erosionen gör att slamströmmen blir mycket destruktiv. Ytterligare jordmassor innehållande sten och block och även hela träd dras ofta med, och därmed kan slamströmmens volym successivt öka nedför slänten.



*Bild 7. Pågående slamström längs bäckravin, Sondrio, Italien.
Foto: M Bonomo.*



*Bild 8. Slamström i Kaltebach, Österrike.
Foto: S Sauermoser, WLW, Schwaz*

Ofta ansamlas jordmassor och träd och buskar från mindre skred och slamströmmar längs bäckravinerna. Vid stora vattenflöden i bäcken kan de ansamlade jordmassorna åter komma i rörelse och fortsätta som en ny slamström längs bäckravinerna ned till den nedanförliggande dalen. Återkommande slamströmmar längs bäckravinerna är vanliga i slänter med många moränskred.



*Bild 9. Spår av slamström, Göljåns dalgång i slutningen av Fulufjället.
Foto: Hanna Lokrantz, SGU 2004*

Åre samhälle ligger på avlagringar av grus och sand från ett stort antal slamströmmar som inträffat sedan istiden längs Mörviksåns ravin. Det solfjäderformiga deltat utbreder sig utanför den stora ravinen mellan Mörvikshummeln och Totthummeln och stupar ut ifrån denna (Lundqvist, 1969). I bebyggda trakter kan moränskred och efterföljande slamströmmar orsaka skador såväl inom själva skredområdet som längs den efterföljande slamströmmens väg nedför slänten och i ansamlingsområdet i dalen nedanför.



Bild 10. Åre samhälle Foto: J Lundqvist, SGU 1962.

Raviner

Ravinbildning är vanligt främst i områden med siltjord men kan även bildas i morän-, sand- eller lerjord. En ravin bildas långsammare än skred eller ras. Den växer bakåt från sin mynning och följer oftast dräneringsfårar på marken eller underjordiska vattenådror. Raviner grenar vanligen ut sig och orsakar på sikt oftast en större markförstörelse än vad ett skred gör. Därmed kan bebyggelse på relativt stora avstånd hotas. En ravin kan bli 10 till 20 meter djup, är V-formad och har branta sidor.

Ravinutveckling

Raviner kan utvecklas snabbt genom ytvattenserrosion och/eller inre erosion (grundvattenerosion). Ravinutvecklingen sker ofta genom att flera på varandra följande skred och/eller ras sker längs med det vattendrag eller grundvattenflöde som orsakar ravinen. Vid intensiv nederbörd strömmar de eroderade jordmassorna vidare som slamströmmar, och kan påverka områdena nedanför slänten.

På grund av inre erosion kan kaviteter (hålrum) bildas i jordlagren och marken kan störta samman. Såväl ravinbildning och kollapsande kaviteter som slamströmmar kan skada människor, bebyggelse och infrastruktur.



Bild 11. Ravin i silt i Dalälvens dalgång cirka 1 500 meter nordväst om Solvarbo, Dalarna. Ravinen bildades under snösmältningen, våren 1999. Foto: C.Fredén, SGU, 1999.



Bild 12. Ravin i morän, Storgrova, Kittelfjäll. Foto: J. Fallsvik, 2001.



Bild 13. I samband med intensiv nederbörd under sommaren 2004 drabbade ravintillväxt ett landsbygdsområde i Värmland, med avskurna vägar som följd.

Foto: Thomas Morling, Vägverket, 2004.

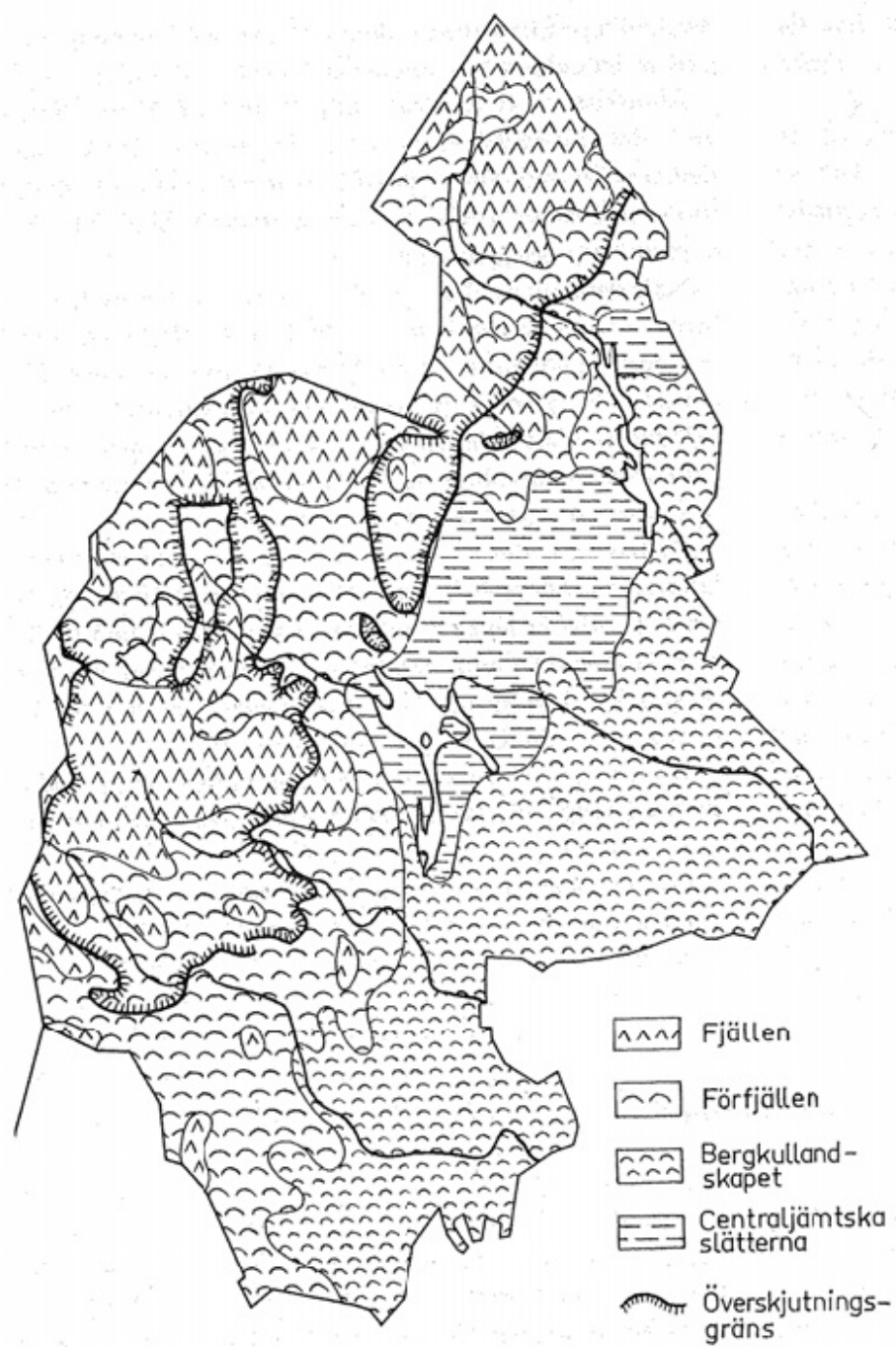
Förutsättningar i Jämtlands kommuner

Förutsättningarna för ras och skred skiljer sig mycket åt i Jämtlands län eftersom länet är så stort och terrängen så skiftande. Branta sluttningar, mer än 17 grader, hittar man nästan uteslutande i fjällen och förfjällen samt på en del platser i bergkullelandskapet (urbergsområdet). Inom Centraljämtlands slättområde förekommer nästan inga branta sluttningar.

Skred kan också förekomma där det finns lera. Sådana områden finns nästan enbart i Indalsälvens dalgång och där främst i Ragunda kommun. Några lokaler finns också i Östersunds kommun.

Befintliga utredningar om ras och skredrisk för de mest utsatta områdena:

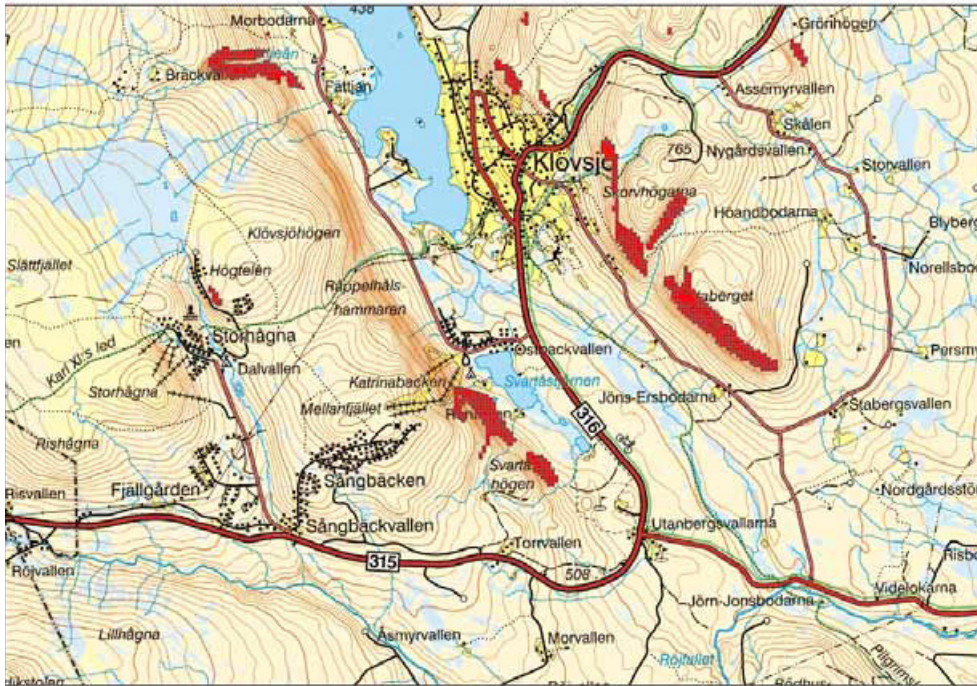
- » *Avrinning och erosion i Åredalen*. VBB VIAK, 1993.
- » *Översiktlig kartering av stabiliteten i raviner och slänter i morän och grov sedimentjord*. SGI, Räddningsverket och Åre kommun. 2004.
- » *Detaljerad utredning av stabilitets- och avrinningsförhållanden i Mörviksravinens avrinningsområde, Åre*. SGI, 2004.
- » *Stabilitetsförhållanden invid Indalsälven inom Ragunda kommun*, 1993.



Figur 3. Översiktlig berggrundsmorfologi. Från beskrivningen till jordartskarta över Jämtlands län, Lundqvist, J. 1969.

Bergs kommun

I Bergs kommun finns inga kända skred i närheten av bebyggda områden eller större vägar. Risken för naturliga ras eller skred bedöms därför vara liten. I karteringen av lutningar överstigande 17 grader och moränmark i Bergs kommun finns många områden som uppfyllde just dessa kriterier men de flesta ligger i fjällområdet där det inte är aktuellt med exploatering. Här nedan visas exempel på områden där det kan vara förhöjd rasrisk.



Figur 4. Rasrisk i Klövsjöområdet. Jordarten är morän och det lutar mer än 17 grader.

Bräcke kommun

I Bräcke kommun finns inga kända skred i närheten av bebyggda områden eller större vägar. Risken för naturliga ras eller skred bedöms därför vara liten. I karteringen av rasriskområdet hittades endast små områden där lutningen överstiger 17 grader och jordarten består av morän. Ett exempel redovisas nedan.



Figur 5. Rasriskområden i och kring Gällö – Pilgrimstad. Jordarten är morän och det lutar mer än 17 grader.

Härjedalens kommun

I Härjedalens kommun finns inga kända större skred i närheten av bebyggda områden eller större vägar. Enstaka stenras från Funäsdalsberget har inträffat i historisk tid. Hus i brant terräng i närheten av bäckar skulle kunna bli påverkade vid mycket extrema väderlekssituationer. Exempel på sådana ställen är Ramundberget, Vemdals skalet och Björnrike. Risken för naturliga ras eller skred bedöms därför vara liten. Det finns inga områden med skredkänsliga jordarter som silt och lera i kommunen. Nedan redovisas några identifierade områden med brant lutning och jordarten morän.



Figur 6. Branta sluttningar i Vemdalen-Björnrike.



Figur 7. Branta områden kring Tännäs.

Krokoms kommun

I Krokoms kommun finns inga kända större skred i närheten av bebyggda områden. Det finns inga skredkänsliga jordarter som silt och lera. Branta sluttningar förekommer mest i fjällen. Nedan redovisas ett mindre område med brant sluttning, mer än 17 grader, och morän.



Figur 8. Brant terräng i morän kring Skärvången.

Ragunda kommun

I Ragunda kommun finns skredkänsliga jordarter på flera ställen längs Indalsälvens dalgång nedströms Krångede. Jordarter som utgörs av silt och lera och avsattes under högsta kustlinjen i samband med den senaste isavsmältningen är speciellt känsliga. När Ragundasjön tömdes 1796 frilades ytterligare arealer med finkorniga jordarter som är raskänsliga.

Jordarterna i dalgången har bildats på gemensamt sätt i de norrländska älvarna. Åsmaterial avlagras vid mynningen av den retirande inlandsisfronten i form av ett deltasediment. Längre bort från mynningen avsätts lättare material som sand och silt-lera. Efter isens avsmältning har bottensediment i form av lera avsatts uppe på deltasedimenten. I takt med landhöjningen har älven skurit sig ned i avlagringarna samtidigt som deltabildningar avsatts vid den strand som kom att ligga på allt lägre nivåer. I denna sedimentserie, som sällan är komplett, har älven ytterligare skurit sig ned. Följden blir att jordarterna starkt kan variera både i älvsälanten och i strandzonen. Det bör också påpekas att geologiska kartor ofta inte säger så mycket eftersom de endast avspeglar förhållandena närmast markytan.

Förhållandena har sedan inlandsisen starkt förändrats genom mänskliga ingrepp, för Indalsälvens del dels genom Vild-Hussens ingrepp, dels genom de många kraftverksdammarna. Anders Huss, Vild-Hussen, ville underlätta för flottningen

genom att undvika Storforsen i Indalsälvens dalgång som orsakade stora bekymmer genom att leda vattnet förbi forsen. Dessutom skulle man kunna skapa nya jordbruksmark av den gamla sjöbotten om Ragundasjön sänktes. Den 6 juni 1796 skred han till handling och ledde vatten från en mindre bäck för att urholka den grusås som dämde upp sjön parallellt med Storforsen. Men en våldsamt vårflod i bäcken gjorde att urgröningen av åsen blev kraftigare än väntat och på natten skar sjön igenom åsen varpå 300 miljoner kubikmeter vatten rusade ner för dalgången som en 15 meter hög flodvåg. På morgonen den 7 juni vaknade folket runt älven. Ragundasjön var tömd, Storforsen hade tystnat ett nytt vattenfall, Hammarforsen, hade skapats. Som ett under skadades ingen människa av händelsen.

Den våldsamma erosion som älven åstadkom efter Ragundasjöns tappning har ännu inte upphört utan marken håller fortfarande på att stabilisera sig. Till problembilden kommer de ändrade strömförhållanden kraftverksbyggena har medfört gör att erosionsförhållanden är ett välkänt problem i dalgången.

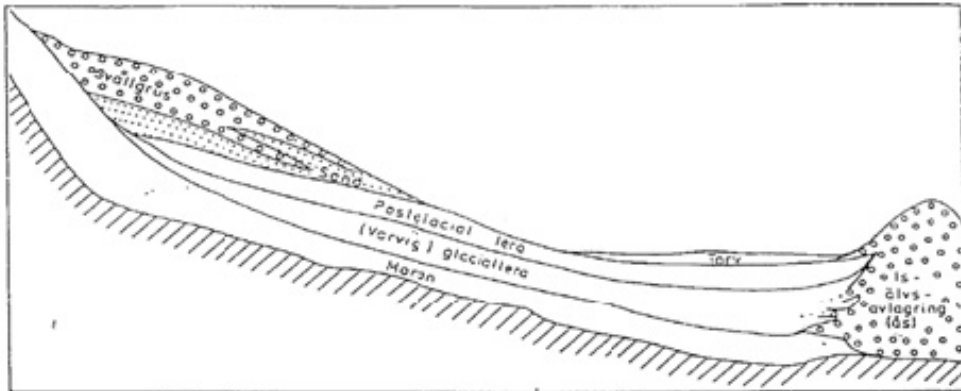


Bild 91 Profil genom sediment nedanför högsta kustlinjen. Från moränhöjden tv har grus och sand svallats ut och kommit att täcka de förut avsatta finare sedimenten. Ute i dalen th ligger en grusås. Isälven har eroderat bort den underliggande moränen, så att åsen vilar direkt på bergunderlaget.

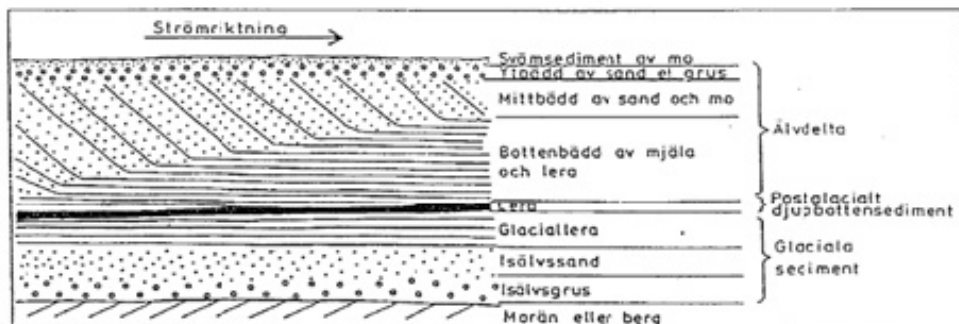


Bild 92 Profil genom sedimenten i en älvdal nedanför högsta kustlinjen. Underst finner man isälvsavlagringar, som täcks av glaciallera och postglacial lera på samma sätt som i högra delen av bild 91. Då landet höjdes och en älvmyrning närmade sig platsen från vänster, avsattes ett älvdelta på denna lagerföljd, först den finkorniga bottenbädden, senare de övre bäddarna av grövre sediment. Slutligen har deltsedimenten kommit att täckas av tunna, finkorniga svämsediment vid älvens högvattenstånd.

Figur 9. Typiska avlagringar av glaciuvialt material i älvdalar nedanför högsta kustlinjen. Källa Lundqvist, J, 1988.

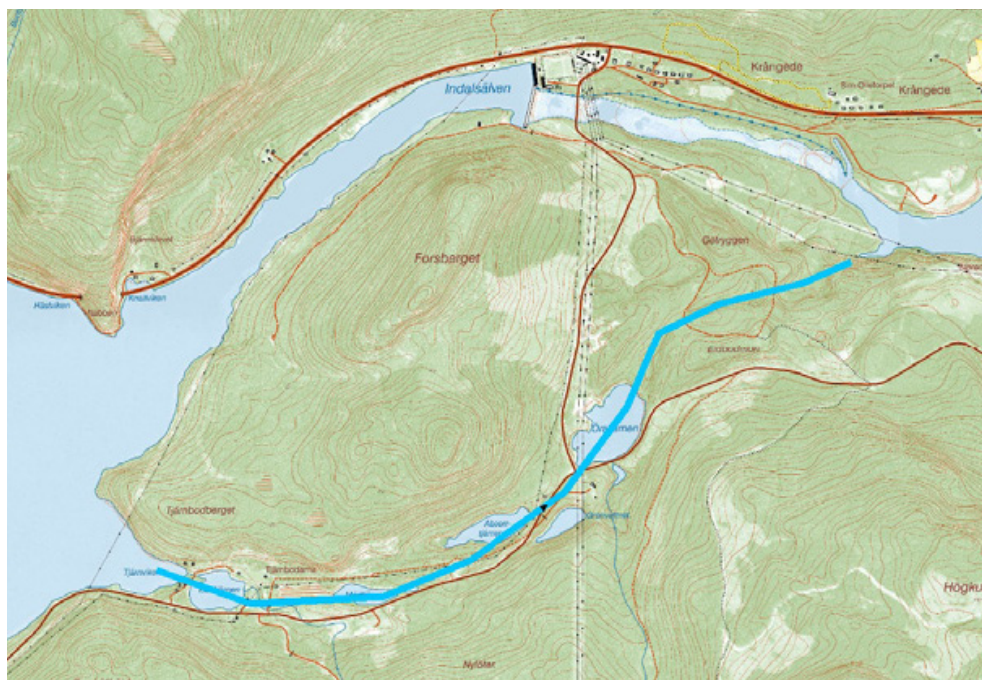
Flera stora skred har inträffat längs den aktuella sträckan av Indalsälven. En stabilitetsundersökning i Ragunda har identifierat att antal känsliga ställen längs älven som bör hållas under observation för att undvika olyckor. För en närmare beskrivning av de olika lokalerna och lämpliga åtgärder hänvisas till rapporten *Stabilitetsförhållanden invid Indalsälven inom Ragunda kommun*, Ragunda kommun och VBB VIAK, 1993.

Tjärnviksdalen

Tjärnviksdalen vid utloppet av Indalsälven från sjön Gesunden strax söder om Forsberget är ett randdelta från en flodfåra från tiden före senaste istiden. Denna flodfåra är igensatt av relativt lätteroderat material. Länsstyrelsen har i samarbete med Ragunda kommun låtit genomföra en undersökning av området för att kunna bedöma risken för ett genombrott i samband med ett extremflöde.

Här finns alltså en möjlig risk att Indalsälven tar ett annat lopp och Gesunden skulle kanske kunna tömmas likt Ragundasjön efter Vildhussens försök att skapa en bättre väg för timmerflottningen, med den skillnaden att Gesunden är ett mycket större vattenmagasin än Ragundasjön en gång var. Om Gesunden skulle stiga mycket i kombination med erosion i dalen är det inte helt uteslutet att Indalsälven tar ett nytt lopp genom Tjärnviksdalen och torrlägger fåran förbi Krångede.

Gesunden skulle teoretiskt kunna sänkas med 25 meter vid ett sådant genombrott! Undersökningarna har inriktat sig på att lokalisera på vilket djup fast berggrund ligger i dalen och man har funnit att berggrunden ligger på sådant djup att det inte hindrar ett flöde genom dalen. Nästa steg är att undersöka om det finns en bergklack under vattenytan i Tjärnviken som skulle kunna hindra att Gesunden sänks så mycket samt om det finns andra tätande jordarter i dalen.



Figur 10. Möjlig ny sträckning av Indalsälven genom Tjärnviksdalen.

Strömsunds kommun

I Strömsunds kommun finns inga kända skred i närheten av bebyggda områden eller större vägar. I fjällområdena finns det stora raskänsliga områden men de berör endast undantagsvis bebyggelse eller vägar.

Skredkänsliga områden väster och norr om Lill-Jorm i Frostviken.

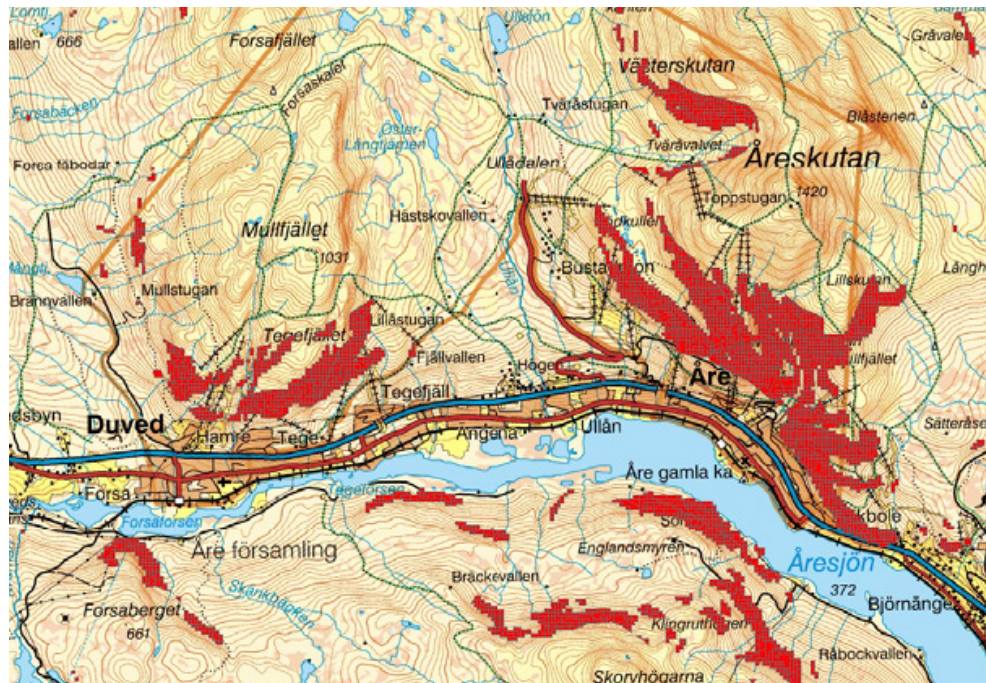


Figur 11. Skredkänsliga områden väster och norr om Lill-Jorm i Frostviken.

Åre kommun

I Åre kommun finns skredkänsliga jordarter, silt och lera avsatt i issjöar över högsta kustlinjen, längs Indalsälven från Mörsil till Klocka vid Ånnsjön. Därutöver finns områden med silt längs Järpströmmen mellan Järpen och Bonäshamn. Inget av dessa områden bedöms dock utgöra något hot mot samhället eftersom det är flack terräng eller obebyggda områden.

Däremot kan det ske skred som kan ha stora konsekvenser för naturmiljön, 1995 skedde ett stort skred vid Tångböle och sediment och slam grumlade vattnet ända ner till Storsjön. I Åre kommun finns ett antal raviner och slänter som är känsliga för ras eller skred. I Åre samhälle har jordskred och häftiga slamströmmar inträffat i senare tid. Sveriges Geologiska Institut (SGI) har under 2002 inventerat ett antal känsliga områden och gjort en bedömning av vilka åtgärder som bör vidtas (SGI, 2004).



Figur 12. Branta sluttningar i morän, Åre-Duved området.

Östersunds kommun

I Östersunds kommun finns inga kända skred i närheten av bebyggda områden eller större vägar. Risken för naturliga ras eller skred bedöms därför vara liten. Det finns mindre områden med skredkänsliga jordarter, silt och lera, nedströms Kattstrupeforsen och vid Långans mynning i Indalsälven öster om Litsnäset. Områdena är små och ligger i flack terräng varför risken för skred bedöms som liten.



Figur 13. Utdrag ur Jordartskartan för Jämtlands län. Stockholm 1969. Gula och orangea markeringar är sjösediment. Gul = lera, gul med röda sträck = mjåla och prickad gul = finmo.

Jämtlands läns klimat i framtiden

I detta kapitel presenteras ett koncentrat av innehållet i SMHI:s två utsläppsscenarier, A2: en snabb befolkningstillväxt och intensiv energianvändning B2: långsammare befolkningstillväxt och mindre energianvändning för klimatförändringarna i Jämtlands län, mellan referensperioderna 1961–1990 och 2071–2100. Siffrorna är hämtade från rapporten *Anpassning till ett förändrat klimat*, författad av Katarina Fredriksson och utgiven av Länsstyrelsen i Jämtlands län 2009 där inte annat anges.

Varmare

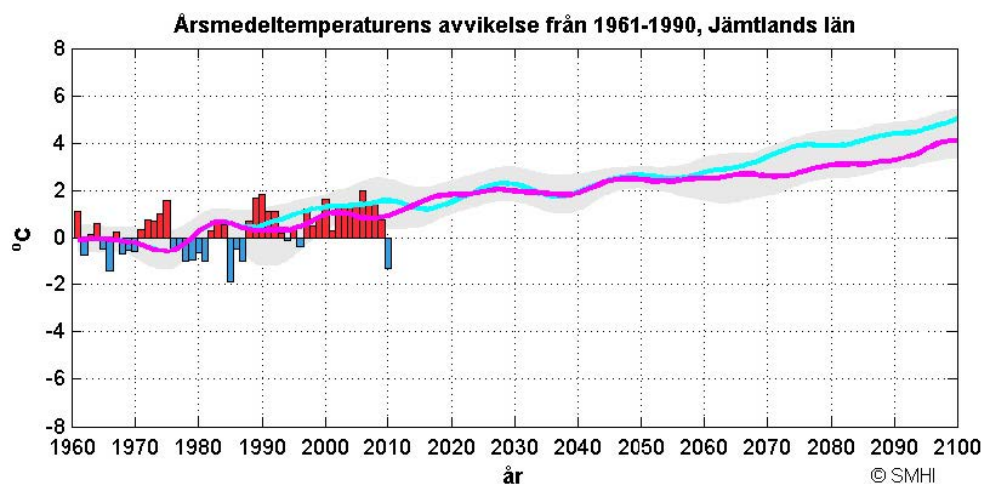
För Jämtlands län visar prognoserna enligt scenario A2 och B2 att temperaturen i länet under

- » våren beräknas stiga med drygt 5 °C
- » sommaren förväntas stiga med 3–4 °C
- » hösten väntas stiga med nästan 3–5 °C
- » vintern väntas stiga med drygt 5–7 °C

... fram till perioden 2071–2100.

Större variation mellan åren leder till ökad osäkerhet

Vi får det alltså varmare under alla årstider, men den allra största förändringen kommer att ske under vintern. Temperaturhöjningen förväntas bli något lägre i fjällen jämfört med övriga länet. Årsmedeltemperaturen förväntas stiga 4–5,5 °C.



Figur 14. Årsmedeltemperaturens avvikelse från 1961-1990 i Jämtlands län.

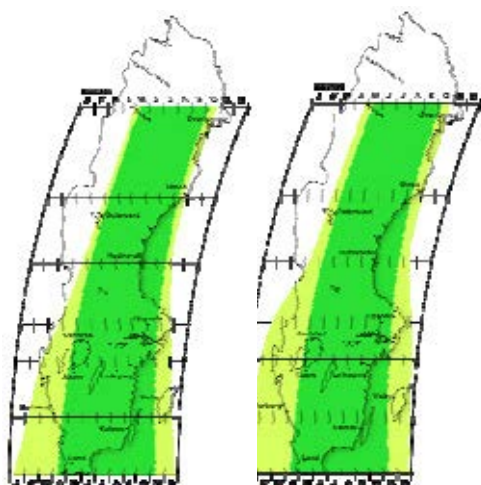
Beräknad förändring (°C) av årsmedeltemperaturen för åren 1961–2100 jämfört med den normala (medelvärde för 1961–1990). Staplarna visar historiska data som är framtagna från observationer, röda staplar visar temperaturer högre än den normala och blå staplar temperaturer lägre än den normala. Kurvorna visar löpande 10-årsmedelvärden från scenarier.

Den cerisa kurvan motsvarar förändringen i årsmedeltemperaturen för utsläppsscenario B2 och den turkosa kurvan motsvarande för utsläppsscenario A2. Det grå fältet beskriver variationen i temperatur mellan enskilda år (beräknat från scenarierna). SMHI 2010

Vegetationsperioden ökar

Vegetationsperiodens längd kommer generellt sett att öka, men variationen mellan åren kommer att bli ännu större än i dag.

| | 1961-1990 | 2071-2100 B2 | 2071-2100 A2 |
|----------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|
| I fjällen | 4,6 mån (3,5–5,7 mån) | 6 mån (4,4–9,1 mån) | 6,6 mån (5,0–9,9 mån) |
| I övriga länet | 5,1 mån (4,1–6,4 mån) | 6,4 mån (5,2–9,3 mån) | 7,2 mån (5,7–10,5 mån) |



Figur 15. Vegetationsperiodsscenario för Sverige enligt scenario B2 (Jordbruksverkets rapport 2007:16).

På bilden är den nuvarande vegetationsperioden mörkgrön och vegetationsperioden i framtiden, 2025 respektive 2085 enligt scenario B2, är ljusgrön.

Bilden visar att man tror att förändringarna framöver kommer att gå snabbare och bli större i söder än i norr. Detta beror på att en stor del av vegetationsperiodens längd i norra Sverige redan ökat. Under de senaste 40 åren har vegetationsperioden i norra Sverige ökat med ungefär två veckor.

I södra Sverige har längden av vegetationsperioden inte ökat lika mycket (Kjellström et al.2009).

Sista vårfrosten kommer tidigare

Den sista frosten på våren beräknas redan idag inträffa omkring 10 dagar tidigare jämfört med 1961–1990. Vid seklets slut beräknas sista frosten på våren komma ytterligare 10 dagar (A2 och B2) tidigare i fjällen och i övriga länet 10 dagar (B2) eller 20 dagar (A2) tidigare än i dag.

Längre period med värmebölja

Från att bara ha inträffat på enstaka platser beräknas värmeböljor inträffa med regelbundenhet i hela länet framöver. Med värmebölja menar man den längsta sammanhängande period under året med dygnsmaxtemperatur > 20 °C, mätt i dagar. Dessutom beräknas värmeböljorna kunna vara under en längre tid.

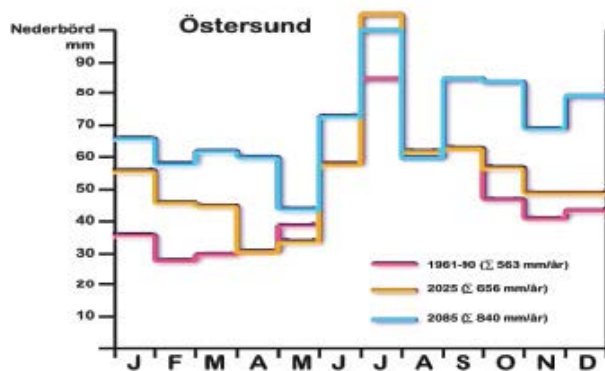
Ökad nederbörd

För Jämtlands län visar prognoserna enligt scenario A2 och B2 att nederbörden under

- » våren beräknas stiga 20–40 procent.
- » sommaren förväntas vara oförändrad.
- » hösten väntas stiga med 20–40 procent.
- » vintern väntas stiga 20–60 procent

...från normalperioden 1961–1990 till perioden 2071–2100.

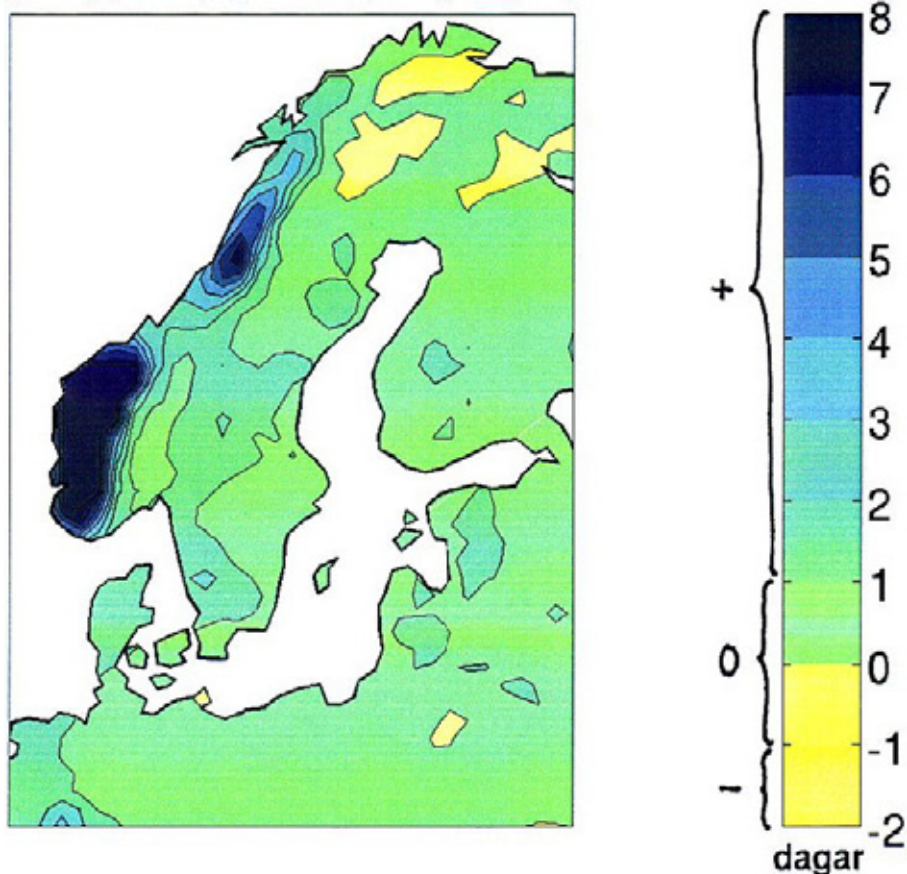
Vi får alltså en ökad nederbördsmängd under alla årstider, utom under sommaren. Störst väntas ökningen bli under vintern.



Figur 16. Nederbörd i Östersund månadsvis i scenario A2 under åren 1961–1990, 2025 och 2085 (Fogelfors et. Al. 2008).

Den extrema nederbörden ökar

Med extrem nederbörd avses mängder som väsentligt överstiger det normala, till exempel under en månad, på en dag eller under en timme. För fjällen beräknas antalet dygn med extrem dygnsnederbörd öka med upp till åtta dygn per år och i övriga länet beräknas antalet dygn med extrem dygnsnederbörd öka med 1–2 dygn från normalperioden 1961–1990 till perioden 2071–2100.



Figur 17. Förändring av antalet dagar med över 25 millimeter nederbörd (intensiv nederbörd) från år 1961–1990 till 2071–2100. Rosaby Centre, SMHI.

Kortare tid med snötäcke

Snötäcket i Jämtlands län låg enligt normalperioden (1961–1990) 150–225 dygn. En stor del av nederbörden kommer att komma som regn i stället för snö framöver, eftersom temperaturen stiger under vintern. Detta medför att antal dygn med snötäcke i scenario A2 kommer att minska med cirka 50 procent, eller cirka 100 dygn, till 2071–2100 i jämförelse med normalperioden.

Detta betyder att perioden med snötäcke enligt högkonsumtionsscenarioet kommer bli 1,5–4 månader 2071–2100, jämfört med 5–7,5 månader med snötäcke under normalperioden. Delar av den här förändringen har redan skett, motsvarande ungefär en månad kortare tid med snötäcke.

Mindre vatteninnehåll i snön

Snö kommer också att innehålla mindre vatten framöver, vilket slarvigt uttrycks som att snötäcket kommer att bli tunnare. Det maximala vatteninnehållet i snö är enligt normalperioden (1961–1990) 178 millimeter i fjällen och 139 millimeter i övriga länet. Variationen mellan åren är dock stor.

Till 2071–2100 beräknas vatteninnehållet i snö enligt scenario B2 och A2:

- » i fjällen minska med 55–66 procent
- » i övriga länet minska med 52–65 procent

Variationen mellan åren väntas fortfarande vara mycket stor.

Färre och kortare torrperioder

I dag är torrperioderna i länet relativt få, och de väntas bli ännu mindre frekventa framöver. Antalet sammanhängande dagar med mindre nederbörd än 1 millimeter per dygn väntas minska med 2–3 dagar enligt scenarierna A2 och B2.

Färre soltimmar

I fjällen beräknas antalet soltimmar under juni till augusti minska med 16 procent från 273 soltimmar per månad till 230 soltimmar per månad. I övriga länet beräknas minskningen vara mindre, nämligen 8 procent från 298 soltimmar per månad till 275 soltimmar per månad. Dessutom väntas variationen mellan åren att öka.

Tidigare islossning

Vid sekelskiftet beräknas islossningen i sjöar i Jämtlands län infalla 20–30 dagar tidigare än normalperioden. Under perioden 2071–2100 kommer det även att inträffa isfria år i delar av länet.

Tidigare vårflod och färre höga flöden

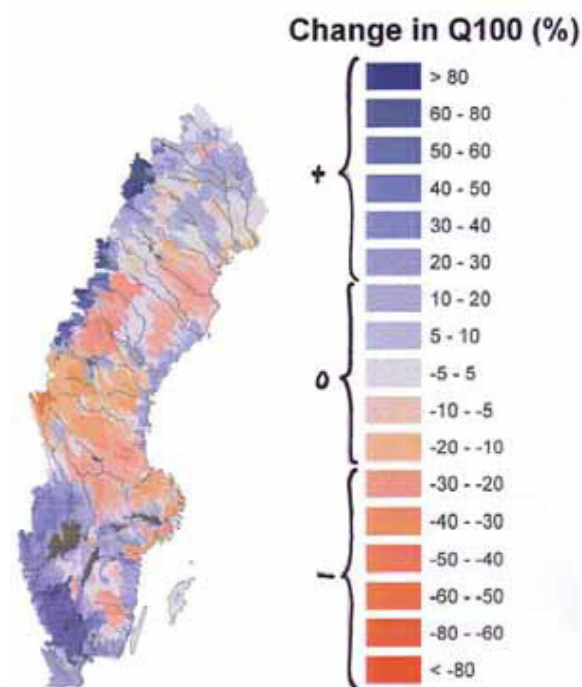
Vårfloden i Jämtlands län beräknas komma en månad tidigare 2071–2100 än perioden 1995–2005. Den beräknas även vara mindre omfattande än i dag (Länsstyrelsen Jämtland 2008:02). Övriga höga flöden beräknas minska i återkomstperiod över stora delar av länet, med undantag för delar av fjällen.

Procentuell förändring i lokala flöden med hundra års återkomsttid från år 1961–1990 till 2071–2100.

Osäkert om vindarna förändras

Om det blir blåsigare i framtiden än i dag är ännu inte klarlagt. För genomsnittliga vindar i länet går det inte statistiskt att säkerställa någon ökning eller minskning.

Uppmätta värden sedan slutet av 1800-talet kan heller inte visa att det blivit blåsigare i dag.



Figur 18. Procentuell förändring i lokala flöden med hundra års återkomsttid från år 1961–1990 till 2071–2100.

Sammanfattning

Tabell. Sammanfattning av klimatförändringar för Jämtlands län

| Faktor | Förändring |
|-------------------|---|
| Temperatur | Varmare, framför allt på vintern +6 till +7 °C. Höst och vår stiger temperaturen med nästan 5 °C. Sommartemperaturen beräknas stiga med cirka 3,5 till 4 °C. |
| Nederbörd | Nederbörden ökar för alla säsonger utom för sommaren. Vår och höst: inland 30 procent, fjäll 40 procent. Vinter ökar mest med inland 50 procent och fjäll 60 procent. |
| Snö | Dagar med snötäcke beräknas bli drygt 100 dagar, 50 procent kortare till år 2100 för både inland och fjäll. |
| Islossning | Tidpunkten för tidigaste islossning minskar mest. Tidigaste islossning för inland: 25 tidigare, för fjäll 20–30 dagar tidigare. För fjällen beräknas dessutom från perioden 2071–2100 isfria år inträffa i delar av distriktet. |
| Soldagar | Soldagar minskar något. För inlandet med cirka 20 dagar och för fjällen med 40 dagar. |
| Värmeböljor | De längsta värmeböljorna beräknas bli längre för både inland och fjäll. För fjäll gäller även en ökad utbredning från enstaka platser till regelbundet i hela distriktet. |
| Torka | För både inland och fjäll beräknas den längsta sammanhållna torrperioden per år minska lite och blir kortare jämfört med 1961–1990. |
| Vegetationsperiod | Vegetationsperiodens längd beräknas öka med drygt 60 dagar för både inland och fjäll. |
| Vind | Inget tyder på att vindarna kommer att öka i styrka eller antal. |
| Värmebehov | Uppvärmningsbehovet för inlandet beräknas minska med cirka 15 procent, för fjällen med cirka 25 procent. |
| Kylbehov | För Jämtlands län beräknas kylbehovet under sommarmånaderna endast öka något i början av 100–årsperioden. Behovet ökar något mer under perioden 2071–2100. |

Effekter av klimatförändringarna på risken för ras och skred

Sveriges lösa lerjordar utgör en speciell geologisk miljö som främst förekommer i tidigare glaciade områden. Delar av USA och Kanada har tillsammans med Norge geologiska förhållanden som delvis liknar de svenska. Snabba skred i marina leror förekommer främst i östra Kanada, i fjordar i British Columbia, Skandinavien och i mindre utsträckning i Alaska (Geertsema et al. 2006).

Mycket av forskningsarbetet i södra och mellersta Europa är fokuserat på intensiva regn, stormar samt höga flöden och ytliga skred. Eftersom klimatförändringen, enligt presenterade scenarier, innebär att årsnederbörden i dessa områden påverkas i mindre grad blir också påverkan på markstabilitet, skred och ras mindre. I norra Europa däremot förväntas årsnederbörden och avrinningen öka och därmed påverkas också markstabiliteten negativt.

Många frågeställningar kring skred, ras och inte minst massrörelser i osorterade jordar (till exempel morän) är dock gemensamma för områden världen över.

Jordens egenskaper och markrörelser

I grova jordar, friktionsjordar med partikelstorlek över 0,06 millimeter (0,06 millimeter markerar gränsen mellan silt och sand), verkar friktionen som den sammanhållande kraften, det vill säga kontakten mellan partiklarna och friktionen mellan dessa. Friktionskraftens storlek blir då direkt beroende av det vattentryck som finns i jorden mellan jordpartiklarna, det så kallade porvattentrycket. Ju högre porvattentryck som finns i strukturen, desto lägre blir kontaktrycket mellan partiklarna eftersom dessa separeras från varandra. Ett ökat vattentryck i jorden minskar således jordens hållfasthet och benägenhet att motstå deformationer.

Eftersom friktionskrafternas storlek står i direkt proportion till normaltrycket mellan partiklarna, ökar krafterna med djupet och därmed ökar även hållfastheten med djupet av jordprofilen. En finkornigare jord, av exempelvis ler- eller siltkaraktär, har förutom friktionen som en sammanhållande kraft också kohesionskrafter, som är elektrokemiska bindningar mellan de mycket små partiklarna. Därmed kallas dessa jordar för kohesionsjordar. Vid snabb belastning kan man förenklat säga att finkorniga jordars skjuvhållfasthet endast består av kohesion och denna står i omvänd proportion till portalet i jorden, det vill säga ökat portal ger minskad kohesion (Hansbo, 1975). Det vill säga mer mellanrum mellan kornen i jorden leder till minskad hållfasthet.

Klimatet påverkar flera faktorer av betydelse för skred och ras. Det kan handla om yttre faktorer som vattennivåer och erosion, men också inre faktorer som porvattentryck och jordens hållfasthet. Det kan också handla om temperaturfluktuationer, ändrade förutsättningar för vegetation (mindre eller mer rötter som stabiliserar) samt påverkan genom frostcykler. För svenska förhållanden utgör dock nederbördsförhållandena i de flesta fall den viktigaste klimatpåverkande faktorn för skred, ras och slamströmmar.

Stabilitet i lerslänter

De säkerhetsfaktorer som ofta föreskrivs vid stabilitetsutredningar i Sverige utgår från de rekommendationer som finns i Skredkommissionens rapport 3:95 (Skredkommissionen, 1995). Dessa är framtagna för olika stadier och detaljeringsgrad av utredningar, vilket innebär att det krävs högre säkerhetsfaktorer ju färre undersökningar man har och därmed större osäkerhet i sina indata. Säkerhetsfaktorerna anges som intervall där det högre värdet bör eftersträvas om det finns kvicklera i området.

En av de viktigaste enskilda faktorerna som påverkar jordens hållfasthet, är det inre grundvattentrycket och porvattentrycket. Markens vattenförhållanden styrs i sin tur av klimatet och här finns således en direkt koppling till klimatförändring.

Undersökningar visar att ökade portryck och grundvattennivåer samt erosion påverkar säkerheten för ras och skred negativt (Hultén et al. 2005; Lind et al. 2006). I områden med jordar där inverkan av så kallad falsk kohesion (negativa portryck vilket skapar ett undertryck som verkar stabiliserande på sluttningar) i dag bidrar till att höga och branta slänter inte rasar kommer en klimatförändring med ökad nederbörd innebära att stabilitetsförhållandena försämras.

Stabilitet i siltslänter

I många siltslänter sker större eller mindre ras/skred eller finns risker för sådana händelser. Antalet ras/skred i områden med siltslänter antas öka vid klimatförändringar med bland annat intensivare och ökad nederbörd. Med dagens kunskap, modeller och anvisningar för utredningar och beräkningar av stabilitet fås ofta (sannolikt orimligt) låga värden på säkerhetsfaktorerna mot stabilitetsbrott hos siltslänter. Dessa värden är enligt gängse krav (Skredkommissionen, 1995) ofta otillfredställande och åtgärder bör då vidtas för att öka säkerheten.

Markvattenförhållanden i siltslänter kan vara komplexa med flera olika grundvattennivåer och vattentrycken i jorden kan anta såväl negativa som positiva värden och varierar med årstiden. Ett negativt portryck ökar hållfastheten i jorden och stabiliteten i slänten. Negativa portryck bedöms vara huvudorsaken till att många slänter står kvar trots att de beräkningsmässigt borde rasa om inte hänsyn tas till det negativa portrycket.

Slamströmmar

Slamströmmar inträffar i samband med intensiva regn, oftast vid snösmältning. De flesta spår av slamströmmar i Sverige finns i fjälltrakterna men även utanför fjällen finns många områden utsatta för slamströmmar, exempelvis längs raviner, förkastningsbranter eller moränsluttningar.

För att exemplifiera inverkan på slamströmmar av förändrat klimat med ökande nederbördsintensitet har basdata från beräkningar för Mörviksravinen i Åre kommun utnyttjats (Rankka & Fallsvik, 2004; Hultén et al. 2005). Som exempel användes en 30-procentig ökning av intensiteten för ett 150-års regn, vilket innebar 60 millimeter per timme. Beräkningarna visade att ökad regnintensitet medförde ökat högvattenflöde samt 45 procent ökning av den mängd jordmaterial som transporteras (Hultén et al. 2005).

Sammanfattning

Av de olika förändringar som klimatscenarierna förutspår är det ökningen av nederbörd, avrinning och intensiva regn som har störst betydelse för risken för ras, skred och slamströmmar. När marken blir vattenmättad minskar den inre hållfastheten i marken och förutsättningarna för skred och ras ökar oavsett vilken sorts jord det handlar om.

I Jämtland kan vi förvänta oss störst ökning av nederbörden och störst ökning av antalet dagar med extrem nederbörd (skyfall) i fjällregionen. Detta kommer att öka risken för slamströmmar eftersom det också är i fjällregionerna som det lutar mest samt att morän är den vanligaste jordarten i fjällterrängen. I övriga länet lutar oftast terrängen för lite för att risken för slamströmmar ska öka väsentligt. Slamströmmar har varit ett återkommande problem i framförallt Åre, där det både lutar och regnar mycket, avskogas det mycket i syfte att anlägga backar och framförallt så byggs det mycket bostäder och vägar som hamnar i vägen för slamströmmarna.

För övrigt har vi endast små arealer av länet som ligger under högsta kustlinjen med marina finsediment, som är mer skredkänsliga och ravinbildande än grövre sediment. De delar av Jämtland som ligger under högsta kustlinjen är i Ragunda kommun i Indalsälvens dalgång upp till Midskog och i Strömsunds kommun i Fjällsjöälvens dalgång upp till Rossön. Ragunda kommun har också drabbats av en tappningskatastrof då Vildhussen tömde Ragundasjön under en natt år 1796. Området kring gamla Ragundasjön har fortfarande stabilitetsproblem på grund av katastrofen för drygt 200 år sedan. Till kommunens problembild ska också tilläggas vattenkraftsutbyggnadens påverkan på stabiliteten i älvdalen.



Foto: Johannes Poignant

Hur hanterar man dessa effekter i kommunerna

De kommuner som har haft ras/skredproblem eller skador har även beaktat dem i sin kommunala planering. Det är vanligt med att ta med ras/skred i översiktsplaner eller i fördjupade översiktsplaner. Oftast tas dock ras/skred upp i detaljplaneringen när särskilda geotekniska undersökningar görs.

Översiktlig stabilitetskartering

MSB har regeringens uppdrag att stödja kommuner och länsstyrelser med översiktliga kartläggningar av markens stabilitet i bebyggda områden där det finns förutsättningar för jordrörelser. Syftet är att identifiera bebyggda områden som översiktligt inte kan klassas som stabila.

MSB framställer två olika typer av stabilitetskarteringar:

- » Kartering i finkorniga jordar, det vill säga slänter i ler- och siltområden.
- » Kartering i morän och grova jordar, det vill säga raviner och grov sedimentjord.

Arbetet med att ta fram de översiktliga stabilitetskarteringarna pågår kontinuerligt. Vilka kommuner som står på tur att karteras avgörs av MSB i samråd med Statens geotekniska institut (SGI).

Varför kartering?

Stabilitetskarteringen har till syfte att översiktligt kartlägga stabilitetsförhållanden för mark som är bebyggd. Karteringen ska utgöra ett stöd i kommunens riskinventering och riskhantering. Avsikten är att kommunen själv ska gå vidare och utföra detaljerade utredningar i utpekade områden.

Stabilitetskartering är ett bra underlag för kommunala beslut avseende planering och förebyggande åtgärder. Karteringen är lättförståelig och pålitlig, menar kommunerna som har använt sig av den. De flesta kommunerna, där MSB:s stabilitetskartering används, utnyttjar den i samband med översiktsplaneringen. Karteringen följs ofta upp med egna, mer detaljerade karteringar i samband med detaljplaneringen.

Stöd utifrån är önskat

Kommunerna har behov av stöd utifrån avseende ras/skredbedömningar. Det befintliga statliga anslaget av 25 miljoner kronor anses inte vara tillräckligt. Behovet handlar om i stort sett allt i samband med geotekniska analyser i kommunerna, som:

- » identifikation av områden där riskerna är störst
- » kartläggning av riskerna utanför tätorterna
- » fördjupade skredriskinventeringar utmed större vattendrag
- » hjälp med att tolka befintlig kartering och med konsekvensbedömningar

- » ekonomiskt stöd för fördjupade analyser och karteringar samt förebyggande åtgärder
- » sakkunskap från externa experter och/eller myndigheter.

Planering i ett framtida föränderligt klimat

Många kommuner är medvetna om att klimatförändringar medför eventuella nya och/eller höjda risker. De allra flesta kommuner räknar med att inkludera klimatrelaterade frågor i sin planering framöver på ett eller annat sätt.

Medvetenhet om ett föränderligt klimat har ökat

Många kommuner beaktar förväntade nya översvämnings- eller andra väderrelaterade risker i sitt översiktsplanarbete och även detaljplaneläggning. Den mest återkommande åtgärden i den fysiska planeringen är att höja de lägsta tillåtna grundläggningsnivåerna i nybyggnadsområden för att undvika översvämningsrisker. Vissa kommuner diskuterar extrema framtida väderförhållanden och beaktar de nyuppkomna riskerna i den kommunala planeringen.

Många kommuner har en ökad insikt i att klimat och väderförhållanden kommer att förändras. I fråga om hänsyn till översvämningsrisker i den kommunala planeringen så har medvetenheten ökat de senaste åren.

Exempel på åtgärder för att minska risken för ras och skred

- » Titta på risken vid olika flöden, hur ofta det kan förväntas inträffa och försök att ta till marginaler.
- » Vid planläggning, bygglov och andra tillståndsprövningar ska översvämningsrisker och risker för ras och skred vägas in.
- » Geotekniska utredningar ska utföras och ligga till grund som underlag för beslut.
- » Ta fram en särskild policy för agerande inom olika verksamhetsområden i samband med risk för höga framtida vattenflöden.
- » Inför betryggande säkerhet mot skred och ras liksom översvämnningar för nytillkommande bebyggelse.
- » Introducera goda avsättningsmöjligheter för dagvatten eller fördröjningsmagasin för att undvika översvämnningar och bortspolade vägar vid extremt väder.

Referenser

- » Fogelfors, H, Wivstad, M, Eckerstein, H, Holstein, Johansson, S och Verwijst, T. *Strategic analysis of Swedish Agriculture. Production systems and agricultural landscapes in a time of change*. Report no 10, Dep of Crop Production Ecology, Swedish University of Agriculture Sciences (SLU).
- » Fredriksson, K. *Anpassning till ett förändrat klimat*. Rapport juni 2009. Länsstyrelsen i Jämtlands län.
- » Geertsema, M, Schwab, J.W. 2006: *Challenges with terrain stability mapping in Northern British Columbia*. Streamline, Watershed Management Bulletin, 2006: 10: 18-26.
- » Geertsema, M, Clague, J.J, Schwab, J.W, Evans, S.G. 2006: *An overview of recent large catastrophic landslides in northern British Columbia, Canada*. Engineering Geology, 83:1-3, 120-140.
- » Hansbo, S. 1975: *Jordmateriallära*. Almqvist & Wiksell Förlag AB, Stockholm.
- » Hultén, C, Olsson, M, Rankka, K, Svahn, V, Odén, K, Engdahl, M. 2005: *Släntstabilitet i jord*, underlag för handlingsplan för att förutse och förebygga naturolyckor i Sverige vid ett förändrat klimat. SGI Varia 560:1.
- » Hultén, C, Edstam, T, Arvidsson, O, Nilsson, G, Johansson, Å. 2006: *Geotekniska förutsättningar för ökad tappning från Väneren till Göta älv*. Underlag till klimat och sårbarhetsutredningen. SGI 1-0512-0808.
- » Jordbruksverket Rapport 2007:16. *En meter i timmen – klimatförändringarnas påverkan på jordbruket*.
- » Kjellström, E, Hansson U, Jones C, Nikulin G, Strandberg G och Ullerstig A. *Changes in wintertime temperature climate as deduced from an ensemble of regional climate change simulations for Europe* Rossby Centre, May 2009, S 9-15.
- » Lind, B.B, Andersson-Sköld, Y, Hultén, C, Rankka, K, Nilsson, G. 2006: *Safe roads in times of changing climate*. Proceedings, Transport Research Arena Europe, Göteborg 2006.
- » Lundqvist, J. *Beskrivning till Jordartskarta över Jämtlands län*. Sveriges Geologiska undersökning, 1969.
- » Lundqvist, J. *Geologi, processer – landskap – naturresurser*. Studentlitteratur, Lund 1988.
- » Länsstyrelsen 2008:02. *Fjällsjöar i ett nytt klimat*.
- » VBB Viak och Ragunda kommun 1993. *Stabilitetsförhållanden invid Indalsälven inom Ragunda kommun*.
- » VBB Viak och Åre kommun 1993. *Avrinning och erosion i Åredalen*.

- » Rankka, K, Fallsvik, J. 2003: *Förstärkningsåtgärder för slänter och raviner i morän och annan grov sedimentjord*. Räddningsverket, Räddningstjänstavdelningen. Beställningsnummer P21-425/03, Karlstad.
- » SIG, Räddningsverket och Åre kommun, 2004. *Översiktlig kartering av stabiliteten i raviner och slänter i morän och grov sedimentjord*.
- » SGI, 2004. *Detaljerad utredning av stabilitets- och avrinningsförhållanden i Mörviksravinens avrinningsområde, Åre*.
- » Skredkommissionen 1995: *Anvisningar för släntstabilitetsutredningar. IVA*. Skredkommissionen, Rapport 3:95, Linköping.

Webb

- » Myndigheten för samhällskydd och beredskap
www.msb.se
- » Sveriges geologiska undersökning
www.sgu.se



Länstyrelsen Jämtlands län

Postadress: 831 86 Östersund
Besöksadress: Residensgränd 7
Telefon: 010-225 30 00
jamtland@lansstyrelsen.se
www.lansstyrelsen.se/jamtland