



LÄNSSTYRELSEN I NORRBOTTENS LÄN

Norrbottens län

Översiktlig klimat- och sårbarhets- analys - naturolyckor



Kokkulaforsen, Haparanda kommun, SGI, 1996



2011-12-15

2-1006-0454
14553

Datum: 2011-12-15
Uppdragsledare: Ann-Christine Hågeryd
Linda Blied
Stefan Falemo
Handläggare: Jim Hedfors
Ann-Christine Hågeryd
Ingrid Södergren
Granskare: Bengt Rydell
Diariernr: 2-1006-0454
Uppdragsnr: 14553

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

SAMMANFATTNING	5
Geologi och topografi	5
Erosion vid kuster och vattendrag	6
Skred, ras och slamströmmar	6
Översvämningar	6
Risker för bebyggelse och samhällsviktig verksamhet	7
Strategier och åtgärder för skydd mot naturolyckor	7
Rekommendationer för fysisk planering och befintlig bebyggd miljö	7
Kompletterande undersökningar	8
1 BAKGRUND OCH SYFTE	9
2 FÖRUTSÄTTNINGAR OCH AVGRÄNSNINGAR	10
2.1 Metod för klimat- och sårbarhetsanalys	10
2.2 Klimat- och sårbarhetsanalys för Norrbottens län	10
2.3 Underlagsmaterial	10
2.4 Redovisning av resultat	11
3 GEOLOGISKA OCH TOPOGRAFISKA FÖRHÅLLANDEN	12
4 EROSION VID KUSTER OCH VATTENDRAG SAMT RAVINBILDNING	17
4.1 Översiktlig inventering av förutsättningar för erosion	17
4.2 Erosionsförhållanden	18
4.2.1 Kusterosion	18
4.2.2 Erosion längs vattendrag.....	19
4.3 Ravinbildning	20
4.4 Konsekvenser av klimatförändringar	21
4.4.1 Kusterosion	21
4.4.2 Erosion längs vattendrag.....	21
4.4.3 Ravinutveckling.....	23
5 SKRED, RAS OCH SLAMSTRÖMMAR	25
5.1 Översiktlig beskrivning av skred, ras och slamströmmar	25
5.2 Förutsättningar för skred och ras i lera, silt och sand	28
5.2.1 Sammanställning av stabilitetsförhållanden	28
5.2.2 Förstudier	28
5.2.3 Förstudie utan lutningsanalys.....	29
5.2.4 Förstudie kompletterad med med lutningsanalys	29
5.2.5 Översiktliga stabilitetskarteringar	29
5.2.6 Karterade delar av Norrbottens län	29
5.3 Förutsättningar för moränkskred och slamströmmar	31
5.4 Konsekvenser av klimatförändringar	32
5.4.1 Slänter i lera, silt och sand	32
5.4.2 Moränkskred och slamströmmar	34
6 ÖVERSVÄMNINGAR	37
6.1 Beskrivning av förutsättningar	37
6.2 Risker för översvämningar i Norrbottens länd	37
6.3 Översvämningar i framtida klimat	38
7 RISKER FÖR BEBYGGELSE OCH SAMHÄLLSVIKTIG VERKSAMHET	39
7.1 Risker för naturolyckor	39
7.2 Bebyggelse	40
7.3 Förorenade områden	41
7.3.1 Bakgrund och klassning	41
7.3.2 Inventeringsresultat.....	42
7.3.3 Naturolyckors påverkan på förorenings spridning	42
7.4 Miljöfarlig verksamhet och riskobjekt	42
7.4.1 Miljöfarlig verksamhet.....	43
7.4.2 Riskobjekt.....	43
7.5 Vägar och järnvägar	43
7.5.1 Riskanalyser för vägar.....	44

7.5.2	Bedömning av risker längs järnvägar	47
7.6	Hamnar.....	47
7.7	Flygplatser	47
7.8	Dammar.....	48
8	STRATEGIER OCH ÅTGÄRDER FÖR SKYDD MOT NATUROLYCKOR.....	52
8.1	Strategier för markanvändning	52
8.2	Förebyggande åtgärder mot naturolyckor	53
9	REKOMMENDATIONER - KLIMATANPASSNING	54
9.1	Bebyggelse och transportinfrastruktur.....	54
9.2	Förorenad mark, miljöfarlig verksamhet och riskobjekt.....	54
9.3	Dammar.....	55
10	BEHOV AV KOMPLETTERANDE UTREDNINGAR	56
10.1	Naturolyckor.....	56
10.1.1	Erosion.....	56
10.1.2	Ras, skred och slamströmmar.....	56
10.1.3	Översvämning.....	56
10.2	Bebyggelse och samhällsviktig verksamhet	57
10.2.1	Bebyggelse och transportinfrastruktur.....	57
10.2.2	Förorenad mark, miljöfarlig verksamhet och riskobjekt	57
10.2.3	Dammar	57
11	REFERENSER OCH UNDERLAGSMATERIAL.....	58
BILAGA 1	DIGITAL LEVERANS (CD-SKIVA) AV GIS-SKIKT.....	61
BILAGA 2	HAMNAR I NORRBOTTENS LÄN	62
BILAGA 3	FLYGPLATSER I NORRBOTTENS LÄN	63
BILAGA 4	KONSEKVENSKLASSADE DAMMAR	64
BILAGA 5	FÖRTECKNING ÖVER POTENTIELLA RISKOMRÅDEN VID FÖRORENADE OMRÅDEN, MILJÖFARLIG VERKSAMHET OCH RISKOBJEKT	66
	KARTREDOVISNING, KARTA 1-9	68

SAMMANFATTNING

I samband med arbetet med den regionala klimatanpassningen i Norrbottens län har Länsstyrelsen Norrbotten gett Statens geotekniska institut (SGI) i uppdrag att identifiera områden i länet där klimatförändringar kan komma att medföra ökade risker för naturolyckor.

Med utgångspunkt från befintliga uppgifter har områden i Norrbottens län har översiktligt identifierats där det finns förutsättningar för erosion, skred, ras, slamströmmar och översvämning som kan medföra skador på bebyggelse och infrastruktur och påverka områden med miljöfarlig verksamhet och förorenad mark. Analys av förhållandena i ett framtida klimat utgår från den separata klimatanalys för Norrbottens län som utförts av SMHI.

Utredningen är avsedd att användas som ett underlag för länsstyrelsens regionala klimatanpassningsarbete och vid arbete med kommunernas risk- och sårbarhetsanalyser och fysiska planering. Utredningen är inte avsedd att beskriva behov av och förslag till specifika skydds- och anpassningsåtgärder till följd av potentiella risker för naturolyckor.

Denna utredning är översiktlig och mer detaljerade undersökningar måste genomföras på kommunal nivå för att klargöra behov av åtgärder där det finns risker för naturolyckor.

Geologi och topografi

Norrbottens län ligger i svag lutning ner mot Bottenviken. Landskapet utmed kusten utgörs av en ca 40 km bred skärgård, som är bredare än utmed Norrlandskusten i övrigt. Ett antal stora älvdalar korsar landskapet i nordväst-sydostlig riktning och fortsätter ut mot Bottenviken som breda fjärdar.

De geologiska förhållandena kännetecknas av att större delen av länet utgörs av morän och torvmarker. Moränen har bildats genom direkt materialavlagring från inlandsisen. Ofta underlagrar moränen andra jordar. Moränen och rullstensåsarna är delvis täckta av yngre finsediment. På höjder och sluttningar belägna under högsta kustlinjen har moränen ofta omlagrats av vågorna till svallgrus och svallsand, som kan ha en betydande mäktighet.

Kustområdet omfattar det område där dalar och sänkor ligger under högsta kustlinjen (HK) och där nuvarande landområden tidigare utgjort skärgårds- och kustlandskap. Detta landområde låg alltså i samband med isens avsmältning under vatten. Största utbredningen av finkorniga sediment förekommer inom detta område främst utmed älvdalarna. På bottnarna avlagrades finkorniga sediment bestående av lera och siltig lera samt ställvis av sulfidjord.

Den västligaste delen av Norrbottens län utmed gränsen mot Norge utgörs av en del av den skandinaviska fjällkedjan. Den innefattar en inre västlig högfjällszon – delvis med alpina former, som i öster angränsar till en lågfjällszon.

Erosion vid kuster och vattendrag

Områden med förutsättningar för erosion längs kusten finns inom Piteå, Luleå, Kalix och Haparanda kommuner. Stigande havsnivåer kompenseras av landhöjningen och får konsekvenser först mot slutet av seklet. Detta innebär att områden som tidigare inte utsatts för erosion kommer att påverkas.

Omfattningen av erosionen vid kusterna beror till stor del av topografiska och geologiska förhållanden i kustområdet. Lokala effekter tillkommer på erosionen till följd av stormar, översvämning och tillfälliga högvatten eller andra säsongsberoende effekter.

Förutsättningar för erosion längs vattendrag finns utmed sträckor av samtliga av länets större vattendrag, Piteälven, Luleälven, Kalixälven och Torne älv. Klimatscenerierna visar på ökad årsmedelvattenföring under detta sekel. Flödena kommer också att förändras mellan olika årstider. I huvudsak förväntas medelhöga vattenflöden komma att få längre varaktighet. Detta innebär att för större delen av länet kan erosionen längs vattendrag komma att öka.

Skred, ras och slamströmmar

I denna utredning redovisas områden med förutsättningar för skred och ras enligt MSB:s översiktliga stabilitetskartering för Norrbottens län. Sådana områden finns i ler- och siltområden i större utsträckning närmast kusten, exempelvis vid stränderna utmed Svensbyfjärden vid Piteälvens mynning nordväst om Piteå och vid Luleälvens nedre lopp och vid Gammelstadsfjärden och i de flesta låglänta områden i anslutning till vattendrag. För dessa områden kan inte säkerställas att stabiliteten är tillfredsställande utan här behöver mer detaljerade utredningar genomföras.

Det bör även observeras att det kan finnas risker för ras och skred inom andra områden som inte är bebyggda, då MSB:s stabilitetskarteringar är begränsade till befintlig bebyggelse.

Enligt klimatanalyserna kommer nederbörden att öka under det kommande seklet, vilket ökar riskerna för ras och skred inom områden med otillfredsställande stabilitet för dagen förhållanden. Detta innebär att det inom ytterligare områden kan komma att finnas slän-ter, som inte har erforderlig stabilitet.

MSB har inte utfört översiktliga karteringar av riskerna för moränkskred och slamströmmar i Norrbottens län. Förutsättningar finns dock för slamströmmar i stora delar av länet. Benägenheten för slamströmmar väntas öka på grund av förväntat ökad omfattning av intensiv nederbörd sommartid.

Översvämningar

Översvämningensrisken i Norrbottens län beror dels av havsvattenståndet, dels av vattenstånd i sjöar och vattendrag. Översvämningensrisken ökar när vattenståndet i havet är högt samtidigt som det är höga flöden i vattendragen. Eftersom inte någon analys finns av havsvattenstånd längs Norrbottens kust redovisas endast översvämningensområden längs Piteälven, Luleälven, Kalixälven och Torne älv.

Resultaten från översiktliga karteringar har använts vid analys av risker för samhällsviktiga anläggningar. Vid analysen har valts att redovisa nivån för Beräknat högsta flöde (Bhf) som man i planeringssammanhang ofta används som en ”övre gräns”.

Framtida översvämningsrisker beror av flödesutvecklingen i vattendragen, bland annat ökad årsmedelvattenföring och ändrad säsongsvariation av flöden.

Risker för bebyggelse och samhällsviktig verksamhet

Denna utredning har syftat till att översiktligt klargöra vilka områden som kan påverkas av naturolyckor med hänsyn tagen till framtida klimatförändringar. Det finns förutsättningar för naturolyckor (erosion, skred, ras och slamströmmar) på flera platser i länet vid dagens förhållanden och i ökad utsträckning vid klimatförändringar.

Bebyggelse och samhällsviktig verksamhet med förutsättningar för naturolyckor har sammanställts på kartor för olika delar av länet samt för hela länet. Härav framgår att känsliga områden är främst lokaliserade till tätorter och längs vattendragen i länet, i huvudsak beroende på förekomst av bebyggelse, infrastruktur och olika typer av verksamhet.

Strategier och åtgärder för skydd mot naturolyckor

Med hänsyn till klimatförändringar bör man tillämpa en strategi som präglas av ökade säkerhetsmarginaler vid långsiktig fysisk planering. Det innebär att säkerställa tillräckligt avstånd i både plan och höjd för att kunna klara en ökad fara för t.ex. översvämnning eller erosion.

Det är också viktigt att ge förutsättningar för en flexibel markanvändning, exempelvis genom att ha utrymme och möjlighet att vidta åtgärder för framtida klimatförändringar. Det kan exempelvis innebära att det finns plats för en skyddsvall eller avschaktning av en slänt med otillfredsställande stabilitet.

Det handlar om att utifrån en bedömd riskbild och befintliga värden som kan behöva skyddas att välja det samhällsekonomiskt mest lämpliga alternativet. Den strategi som väljs innebär olika konsekvenser för människa och miljö samt leder till kostnader för såväl kommunen som enskilda. Här finns också möjlighet att antingen välja att permanent utföra åtgärder som ger tillfredsställande säkerhet eller att ha beredskap för att skydda mot eventuella naturolyckor.

Rekommendationer för fysisk planering och befintlig bebyggd miljö

För att skydda samhället är det nödvändigt att arbeta förebyggande genom att identifiera risker och vidta åtgärder för att skydda utsatta områden men även att vara mer observant vid planering av framtida utbyggnadsområden. En generell rekommendation är att utreda de områden som idag har låg säkerhet mot naturolyckor för att värdera om de förväntade ändringarna av klimatet påverkar situationen negativt.

Exploateringsområden

För dessa områden är det viktigt att pröva markens lämplighet för avsett planändamål med hänsyn till risker för skred, ras, erosion, slamströmmar och översvämning. En av utgångspunkterna måste då vara livslängden hos bebyggelse, anläggningar, transportinfrastruktur etc., normalt mer än 100 år. De förväntade effekterna av ett förändrat klimat under denna tidsperiod måste då beaktas. I denna utredning har översiktligt redovisats var sådana områden finns inom länet. För dessa områden kan risker behöva undersökas närmare genom detaljerade utredningar av geotekniska, topografiska och hydrologiska förhållanden.

Förorenad mark, miljöfarlig verksamhet och riskobjekt

Markanvändningen inom områden med förorenad mark och miljöfarlig verksamhet bör föregås av en översiktlig utredning för bedömning av risker. Hänsyn bör tas till framtida flöden och vattennivåer som kan förväntas till följd av klimatförändringar och de följd-effekter (ras, skred, erosion, slamströmmar och översvämning) som redovisas i denna utredning.

Dammar

För att kunna vidta åtgärder som ger tillfredsställande dammsäkerhet krävs uppgifter om de hydrologiska konsekvenserna av förändrat klimat. Osäkerheter kring det framtida klimatet får inte hindra att nödvändiga åtgärder görs för att höja dammsäkerheten. Arbetet pågår på nationell nivå med att utarbeta en vägledning för hur framtida flöden ska beräknas för dammar för att ta hänsyn till effekterna av ett förändrat klimat.

Kompletterande undersökningar

Utredningen har varit av översiktlig karaktär och för att närmare klargöra risker inom identifierade områden kan mer detaljerade utredningar behöva genomföras som underlag för fysisk planering och anpassningsåtgärder för befintlig bebyggd miljö.

1 BAKGRUND OCH SYFTE

I samband med arbetet med att samordna den regionala anpassningen till ett förändrat klimat i Norrbottens län finns behov av att klargöra vilka risker som finns till följd av klimatförändringar. En av aktiviteterna är att identifiera områden i länet där klimatförändringar kan komma att medföra ökade risker för naturolyckor. Länsstyrelsen i Norrbottens län har gett Statens geotekniska institut (SGI) i uppdrag att göra en översiktlig redovisning av stabilitetsförhållandena i Norrbottens län. Uppdraget har avgränsats till att omfatta områden med förutsättningar för naturolyckor av typen skred, ras, slamströmmar, erosion och översvämning.

SMHI har utfört en regional klimatsammanställning över Norrbottens län (Gustavsson et al, 2011). Denna sammanställning redovisar en stor mängd data och beräkningar som syftar till att ge en översiktlig bild av klimatförhållandena i länet såväl under dagens klimatförhållanden som i framtidens klimat. Resultatet har legat till grund för en värdering av vilka generella förändringar som kan förväntas när det gäller risker för naturolyckor till följd av klimatförändringar.

Med utgångspunkt från befintliga uppgifter har områden i Norrbottens län identifierats där det finns förutsättningar för skred, ras, slamströmmar, erosion och översvämning, vilka kan medföra skador på befintlig bebyggelse och infrastruktur samt påverka områden med miljöfarlig verksamhet och förorenad jord.

Denna utredning är översiktlig och mer detaljerade undersökningar måste genomföras för att närmare klargöra behov av åtgärder, där det finns risker för naturolyckor. Utredningen är avsedd att användas som ett underlag för länsstyrelsens arbete med regional klimatanpassning respektive för kommunernas risk- och sårbarhetsanalyser och fysiska planering. Utredningen är inte avsedd att beskriva behov av och förslag till skydds- och anpassningsåtgärder till följd av potentiella risker för naturolyckor.

Inom ramen för uppdrag ”Anpassning till ett förändrat klimat” gav länsstyrelsen i Norrbottens län i uppdrag åt Statens geotekniska institut (SGI) att göra en översiktlig redovisning av stabilitetsförhållandena i länet. Syftet med utredningen var att ge ett bättre underlag för kommuner, Länsstyrelsen och andra samhällsviktiga aktörer i deras arbete med att förhindra negativa effekter av naturolyckor och i deras arbete med anpassning till ett förändrat klimat. Utredningen var en sammanställning av utförda förstudier och översiktliga stabilitetskarteringar för bebyggda områden i länet. En viktig del av uppdraget var att tillgängliggöra resultatet av stabilitetskarteringar i digital form (GIS), (Hågeryd, et al, SGI, 2011).

2 FÖRUTSÄTTNINGAR OCH AVGRÄNSNINGAR

2.1 Metod för klimat- och sårbarhetsanalys

I utredningen har använts den metod som SGI har utvecklat för klimat- och sårbarhetsanalyser och som utgår från en värdering dels av förutsättningarna för ny exploatering, dels anpassningsbehov för befintlig bebyggd miljö till följd av klimatförändringar. Detaljeringsgraden i analysen anpassas till aktuell planeringsnivå, vilket även gäller omfattningen av underlagsmaterial. För Norrbottens län har analysen omfattat att översiktligt klargöra sådana förhållanden och områden där det kan finnas risk för översvämning, erosion av stränder vid kuster och vattendrag samt skred, ras och slamströmmar i dagens klimat och vid framtida klimatförändringar.

2.2 Klimat- och sårbarhetsanalys för Norrbottens län

Utredningen har omfattat:

- Översiktlig beskrivning av geologiska och topografiska förhållanden i Norrbottens län.
- Översiktlig bedömning av ras-, skred- och erosionsrisker inom bebyggda områden idag och i ett framtida klimat.
- Med utgångspunkt från risker för naturolyckor har identifierats bebyggelse, transportinfrastruktur, vattenkraftsdammar, miljöfarlig verksamhet och förorenade markområden som kan vara i riskzonen för översvämning, ras, skred och erosion.
- Strategier och rekommendationer för anpassning till förändrat klimat för befintlig bebyggd miljö och vid fysisk planering.

Resultaten redovisas i denna rapport inklusive kartor över länet, Karta 1-9, med identifierade riskområden, principförslag till åtgärder för att minska och förebygga risker och skador i riskutsatta områden samt förutsättningar för den fysiska planeringen.

2.3 Underlagsmaterial

Utredningen har baserats på sammanställning och värdering av befintligt material med uppgifter om förutsättningar för naturolyckor. Det mesta underlagsmaterialet har hämtats från SGI och MSB t.ex. översiktlig inventering av förutsättningar för stranderosion, översiktlig stabilitetskartering, översvänningskartering, geologiskt och topografiskt kartmaterial samt analog och digitala jordartskartor från SGU.

Klimatförändringar för Norrbottens län beskrivs utifrån den översiktliga länsanalys som utförts av SMHI (Gustavsson et al, 2011), preliminär version 2011-09. De förhållanden som är relevanta för bedömning av risker för naturolyckor i denna utredning redovisas i respektive kapitel för erosion, skred, ras, slamströmmar och översvämningar.

Det bör observeras att underlagsmaterialet har varierande detaljeringsgrad. Några nya undersökningar eller inventeringar har inte ingått i denna utredning med undantag av en inventering av erosionsförutsättningar längs Torne älv. Det har inte ingått i denna utredning att inventera om det i kommunerna pågår eller på senare tid utförts utredningar

som underlag för klimatanpassning. Underlagsmaterial, kontakter och referenser som använts i utredningen framgår av referenslistan i slutet av rapporten.

2.4 Redovisning av resultat

Resultaten av utredningen redovisas som beskrivande text och tillhörande kartor. Kartorna är utförda i skalorna 1:250 000 respektive 1:500 000 och avsedda för utskrift i format A1 och A2. Redovisade områden och förhållanden på tillhörande kartor är anpassade till utredningens översiktliga nivå. Kartorna bör därför inte förstöras till annan detaljeringsgrad.

Kartmaterialet är producerat i GIS och levereras som GIS-skikt för olika analysdelar och en förteckning över dessa finns i Bilaga 1. Som underlagskarta i analysen och för redovisning har använts Lantmäteriets översiktskarta, vilken tillhandahållits av länsstyrelsen.

Sammanställningen av de digitala inventeringarna har redovisats i format SWEREF 99 TM och som ESRI-shapefiler.

3 GEOLOGISKA OCH TOPOGRAFISKA FÖRHÅLLANDEN

Norrbottens län ligger i svag lutning ner mot Bottenviken. Landskapet utmed kusten utgörs av en ca 40 km bred skärgård, som är bredare än utmed Norrlandskusten i övrigt. Ett antal stora älvdalar korsar landskapet i nordväst-sydostlig riktning och fortsätter ut mot Bottenviken som breda fjärdar. De största vattendragen och dalgångarna har utbildats utmed Piteälven, Luleälven, Kalixälven och Torneälven. Innanför kustlinjen förekommer stora slättområden med nivåskillnader mindre än 20 m. Det största slättområdet är kustslätten kring Haparanda, som till stora delar utgörs av försumpade områden och torvmarker. Mellan de inre slätternas låga dalgångar finns stråk av mer kuperad terräng som ofta utgörs av skogsklädda små moräntäckta kalottberg. Något längre in från kusten blir landformerna större och relieftypen övergår till vågig bergkulleterräng med höjdskillnader på mer än 100 m. Ännu längre in mot lapplandsgränsen förekommer s.k. bergkullestätter. De högsta topparna är Vitberget 594 m ö h i södra delen och Narkaus-tunturi 555 m ö h i nordligaste delen av landskapet.

Jordförhållandena i Norrbottens län har huvudsakligen präglats av den senaste istiden, som upphörde för ca 10 000 år sedan, samt av den efterföljande landhöjningen, se Figur 3-3. Under istiden var området täckt av ett ca tre kilometer tjockt istäcke. Inom större delen av länet utgörs det översta jordtäcket av morän. Moränen har bildats genom direkt materialavlagring från inlandsisen. Ofta underlagras moränen andra jordar. Moränen och rullstensåsarna är delvis täckta av yngre finsediment, se nedan. På höjder och sluttningar belägna under högsta kustlinjen har moränen ofta omlagrats av vågorna till svallgrus och svallsand, som kan ha en betydande mäktighet (mer än 10 m).

Med hänsyn till den geologiska utvecklingen under landisens avsmältning och efter istiden samt berggrundsunderlagets karaktär och terrängformerna kan Norrbottens län indelas i tre zoner – fjällerna, inlandet och kustlandet.

Den västligaste delen av Norrbottens län utmed gränsen mot Norge utgörs av en del av den skandinaviska **fjällkedjan**. Den innefattar en inre västlig högfjällszon – delvis med alpina former, som i öster angränsar till en lågfjällszon. De stora dragen i fjällkedjans topografi härrör från de karakteristiska s.k. överskjutningarna från väster, som skapat en trappstegsformad relief med branta avsatser mot öster, s.k. glintbranter, se Figur 3-1.

Fjällens jordarter domineras av moränen, som här kännetecknas av att den kan innehålla skiffer och andra lösare bergarter. Moränen kan därigenom vara något siltig och lerig. Terrängformerna och klimatet medför att tjälksjutning och jordflytning starkt påverkar det ytliga jordtäcket. Frostsprängt, söndersprucket berg har också stor utbredning. Dessutom förekommer främst i dalgångarna isälvsavlagringar (åsar, sand- och grusfält, delvis utbildade som deltan), och vidare lokala yngre sedimentavlagringar (sand, silt), t.ex. i de dalar som leder ut från nutida glaciärer, (Fysisk Riksplanering, 1979).



Figur 3-1 Vy över fjällkedjan i de västra delarna av Norrbottens län,
 Foto: Länsstyrelsen i Norrbottens län.

Inlandets jordarter är nästan enbart de som bildats av landisen och vid dennas avsmältning samt torvmarker. Moränen, som dominerar helt, kan vara av växlande karaktär. Utöver den normala hårda bottenmoränen finns i inlandet utbredda småkulliga moränområden med även luckrare och grusigare inslag. Inom vissa områden har även isälvsavlagringar (åsar samt grus- och sandfält) stor utbredning. Isälvsavlagringar i form av rullstensåsar följer ofta dalgångarna och kan vid högsta kustlinjen utbreda sig till vidsträckta grus- och sanddeltan. Luleälvsåsen breder ut sig i vida sandfält, särskilt vid Heden nära Boden och vid Kallax söder om Luleå, som är en av landets största isälvsavlagringar under HK. I vissa fall fortsätter rullstensåsarna ut i havet som stora långsträckta öar.

Intill älv- och sjöstränder kan det dessutom ovanpå moränen finnas svämsediment – tunna täcken av sand och silt (i allmänhet någon meter). Torvmarker bildar stora terrängtäckande myrar, som upptar betydligt mer än halva landarealen. Trots den stora arealen är torvens mäktighet vanligen endast 2-3 m, och den underlagras i regel direkt av morän.

Inom en ca 20-30 km bred zon i **kustlandet** är landskapet flackt. Den högst belägna strandnivån efter istiden kallas Högsta Kustlinjen (HK). De områden som låg under HK var tidigare havsområden och fjärdar, som stod i kontakt med dagens Bottenviken. På botten av dessa tidigare havsområden och fjärdar avlagrades finkorniga sediment bestående av lera och siltig lera samt ställvis av sulfidjord (sulfidlera och sulfidsilt), vars äldre beteckning är ”svartmocka”. Leran är ofta en siltig grovlera i allmänhet inte mäktigare än 10 - 15 m. De finkorniga sedimenten är mäktigast vid kusten för att successivt minska in mot land och helt upphöra vid HK-gränsen.

På höjder och sluttningar har moränen i samband med landhöjningen ofta omlagrats av havsvågorna till svallgrus och sand, som kan uppnå betydande mäktighet (mer än 10 m).

Kustområdet omfattar det område där dalar och sänkor ligger under högsta kustlinjen (HK) och där nuvarande landområden följaktligen tidigare utgjort skärgårds- och kust-

landskap. Högsta kustlinjen ligger i de södra delarna av länet på +240 m ö h och +160 m ö h i de norra delarna. Detta landområdet låg alltså i samband med isens avsmältning under vatten. Största utbredningen av finkorniga sediment förekommer inom detta område främst utmed älvdalarna, se Figur 3-2.

Närmast kusten består de lösa jordlagren huvudsakligen av de ovan beskrivna havs- och fjärdsediment. På större avstånd från kusten, utgörs de lösa jordlagren utmed vattendragen av deltasediment bestående av sand och silt. Lagerföljden i de norrländska älvdalarna är ofta mycket komplex med omväxlande tätande och genomsläppliga jordarter, vilket ibland kan ge upphov till dubbla grundvattenytor.

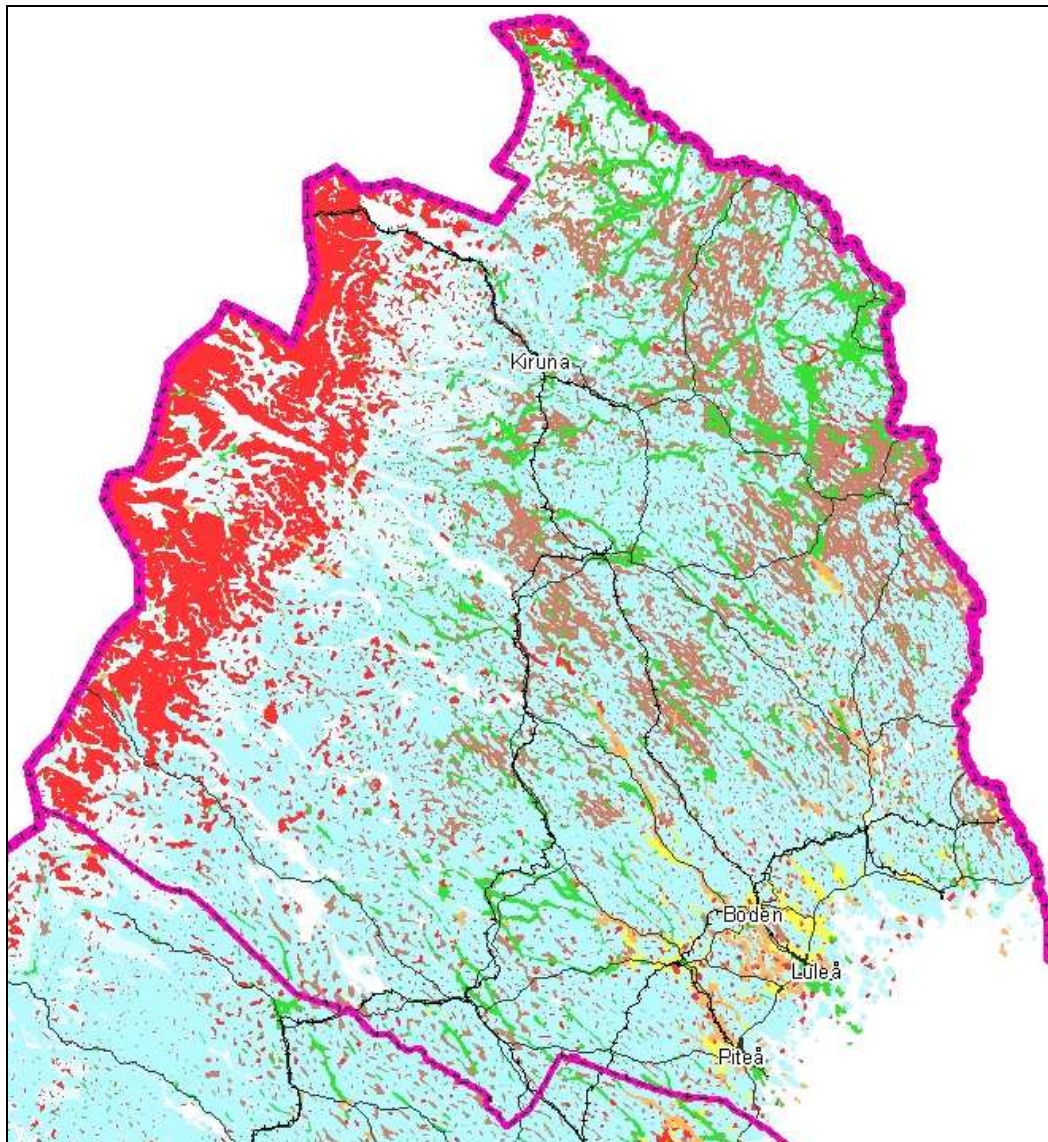


Figur 3-2. Erosion utmed Sangisälven vid Sangis, Kalix kommun.

Foto: SGI 1996-08-27.

Deltasedimenten har i ett tidigare skede avlagrats av vattendragen där de nådde den dåvarande kustlinjen men har senare "lyfts upp på land" på grund av landhöjningen. Deltasediment påträffas längs älvdalarna i stort sett hela vägen nedströms HK. Där älvar och vattendrag har mynnat ut i områden som tidigare varit täckta av havsfjärdar har på många ställen deltasediment bestående av sand och silt avlagrats ovanpå tidigare avlagrade finkorniga fjärd- och havssediment bestående av lera och siltig lera samt även sulfidjord. Efterhand som landhöjningen har fortskridit har sedan vattendragen eroderat sig ned i deltasedimenten. Längs vissa älvstränder har branta så kallade nipor uppstått, d.v.s. rasslänter som normalt är instabila. Förrådiska men vanligt förekommande instabila förhållanden råder längs älvslänter där jordlagren närmast slänkrönet består av fastare sand och silt medan de djupare jordlagren utgörs av lös lera eller siltig lera. Ibland ligger de finkornigare jordlagren på nivåer under älvens vattenlinje, se Figur 3-2.

Olyckligtvis har man kanske inte alltid uppmärksammat de lösa finkorniga jordlagren och bebyggelse och infrastruktur kan därmed ha byggts i ett ur stabilitetssynpunkt utsatt läge i eller nära slänter.



- Torv
- Lera-finmo
- Grovmo, sand, grus
- Isälvssediment
- Lerig morän, moränlera
- Morän
- Kalt berg, tunt eller osammanhängande jordtäcke
- Morän samt vittringsjord ovanför trädgränsen

Figur 3-3. Översiktskarta över de geologiska förhållandena i Norrbottens län. Utdrag ur Sveriges jordarter – en översikt, WMS-tjänst från Sveriges Geologiska Undersökning, hämtad 2011-01-19.

Landhöjningens intensitet är högst i landet utmed kusten i Västernorrlands län, men är hög även i Västerbotten och Norrbottens län. Landhöjningen motverkas av den havsnivåhöjning, som är en följd av klimatförändringen.

Nedströms den sista forsen eller vattenfallet i vattendragen utgör havsnivån så kallad erosionsbas. På grund av den intensiva landhöjningen sjunker denna erosionsbas successivt undan, vilket förklarar att förhållandevis mycket erosion och därmed många skred inträffar utmed de nedersta älvsträckorna. Tidigare avlagrade finsediment belägna på nivåer under älvbotten utmed dessa havsnära älvsträckor kan vara mäktiga och utgör således en lättroderat material och det utbildas nya skred efterhand som landhöjningen fortgår. En klimatbetingad havsnivåhöjning kommer dock att motverka denna effekt.

4 EROSION VID KUSTER OCH VATTENDRAG SAMT RAVINBILDNING

4.1 Översiktlig inventering av förutsättningar för erosion

Med erosion menas den process som leder till förlust av material från stranden och botten i vattendrag och längs kuster. Erosion och sedimentation är en ständigt pågående naturlig process i landskapet. Den naturliga balansen kan störas av mänskliga aktiviteter, exempelvis genom konstruktioner i vatten, fartygstrafik, avverkning av strandnära skog m.m. Under vissa betingelser sker mer omfattande erosionsangrepp, t.ex. längs kuster vid stormar eller vid höga flöden och vattennivåer i vattendrag och sjöar.

Det finns olika typer av erosion. Erosion från *vågor* orsakas främst av vindvågor men kan även vid tappning av dammar eller av fartygstrafik. *Strömmande vatten* kan medföra erosion i vattendrag och på angränsande stränder och slänter. *Vinderosion* är begränsad i Sverige och förekommer framförallt i områden som saknar vegetationstäckning, exempelvis längs sandstränder och dyner samt på åkerjord under vår och försommar. Erosion kan också uppkomma av nötande *is* från istäcken och isdämmor som utbildats i samband med vårflöden i vattendrag. *Inre erosion* kan förekomma i finkornig friktionsjord genom att grundvattenströmmar för med sig partiklar och på så sätt orsakar materialavdring.

Om det inom ett visst avgränsat område råder jämvikt mellan eroderat och avsatt mängd material sägs området vara stabilt från erosionssynpunkt. Vid en nettoförlust av material är området utsatt för erosion och i motsatt fall sker en ackumulation av material.

En förutsättning för erosionsprocesser är dels tillgång på erosionskänsligt jordmaterial, dels en flödes-/vindhastighet som är tillräckligt hög för att lossöra och transportera materialet. När flödes-/vindhastigheten minskar avsätts materialet igen. De mest erosionsbenägna jordarna är ensgraderade, jordarter med en kornstorleksfördelning motsvarande finsand och mellansand.

Klimatförändringar kan medföra en ökad nederbörd som ökar avrinningen i vattendragen vilket i sin tur medför ökad erosion. Vid kusterna innebär en högre havsnivå att stranderosionen kommer att öka och att områden som tidigare inte varit utsatta för erosion kan påverkas.

SGI har utfört en översiktlig inventering av omfattningen av stranderosion i Sverige i samverkan med berörda kommuner. Syftet med inventeringen var att få en översikt av var stranderosion förekommer och var det finns förutsättningar för erosion utmed landets havskuster och vid stränder utmed de sex största sjöarna i landet. Uppgifter har inhämtats för kommuner belägna vid kuster och sjöar om var erosion konstaterats. Dessutom har förutsättningar för erosion inventerats med utgångspunkt från de geologiska förhållandena.

För närvarande utför SGI en översiktlig inventering av förutsättningar för erosion i de ca 60 största vattendragen i Sverige. Denna inventering är en fortsättning av ovannäm-

da kustinventering. Här har inventeringen begränsats till att redovisa förutsättningar för erosion med utgångspunkt från de geologiska förhållandena.

Resultatet från inventeringarna redovisas på SGI:s hemsida [www.swedgeo.se/Stöd till myndigheter/Stranderosion](http://www.swedgeo.se/Stöd_till_myndigheter/Stranderosion).



Figur 4-1. Exempel på erosionsskador vid Hirsikangas i Torne älv, Haparanda kommun. Foto: SGI 1996-08-27.

4.2 Erosionsförhållanden

4.2.1 Kusterosion

Områden med förutsättningar för erosion finns på sträckor där jordmaterialet utgörs av företrädesvis sand och silt. Omfattningen av erosionsförhållandena i dagen förhållanden och förutsättningarna för erosion längs kusten i Norrbottens län har karterats översiktligt av SGI, (Rydell m. fl., 2006). Längs kusten i Norrbottens län finns förutsättningar för erosion i kustkommunerna, Piteå, Luleå, Kalix och Haparanda. Kuststräckor med förutsättningar för erosion redovisas på kartorna 2, 4 och 6.

Piteå kommun

I Piteå kommun finns förutsättningar för erosion främst i de norra delarna av Piteå och östra delarna av Pitholmen, vid Vargön och Sandön samt utmed de norra delarna av Trundön.

Luleå kommun

I Luleå kommun finns erosionsförutsättningar främst utmed Ernäsfjärden och Kallaxfjärden, men även utmed Sandöfjärden och i de södra delarna av Lulefjärden, vid Granöfjärden norr om Bensbyn och utmed Rånefjärden i de norra delarna Luleå kommun.

Kalix kommun

I Kalix kommun finns de största förutsättningarna för erosion söder om Töre i kommunens södra delar, söder och öster om Kalix samt utmed fjärdarna och öarna söder om Sangis.

Haparanda kommun

I Haparanda kommun finns förutsättningar för erosion främst utmed kusten i de östligaste delarna av kommunen vid Haparanda och utmed de norra delarna av Seskarön och Sandskär i de sydvästra delarna av kommunen.

Omfattningen av erosionen vid kusterna beror till stor del av topografiska och geologiska förhållanden i kustområdet. Lokala effekter tillkommer på erosionen till följd av stormar, översvämning och tillfälliga högvatten eller andra säsongsberoende effekter.

4.2.2 Erosion längs vattendrag

De förhållanden som främst påverkar erosionen i vattendrag är jordart och vattenföring. Den största erosionen sker i sand och silt och erosionen längs bottnar och slänter blir större med ökade vattenflöden.

Sedan 2009 pågår vid SGI en översiktlig inventering av förutsättningarna för erosion i de största vattendragen i landet, (Rydell m.fl., 2009). Inventeringen omfattar de vattendrag som ingår i Räddningsverkets/MSB:s översvämningsskartering, vilken för närvarande omfattar drygt 60 vattendrag. Översvämningsskarteringen har prioriterats utifrån kända förhållanden med risk för stora skador i samhället. Inventeringen omfattar båda sidor av vattendraget upp till HK.

Sträckor med förutsättningar för erosion längs vattendrag redovisas på Karta 1-3. Längs dessa vattendrag förekommer erosion redan vid dagens förhållanden och kan medföra förlust av mark, underminering av konstruktionen vid vattendragen samt medföra att stabiliteten i slänter minskar med risk för skred och ras som följd.

Piteälven

Piteälven rinner upp i Arvidsjaur kommun och vidare genom Älvsbyn och Piteå kommun. Den mynnar i Svensbyfjärden nordväst om Piteå och rinner vidare förbi Piteå och genom Pitefjärden och Pitsund för att slutligen mynna i Bondöfjärden i Bottenviken. Förutsättningar för erosion finns på endera sidan av älven i princip längs hela sträckan genom Älvsbyn och Piteå kommun utom ett område uppe vid Nystrand norr om Älvsbyn och i Svensbyfjärdens västra delar, se Karta 2.

Luleälven

Inventeringen av Luleälven börjar vid ett område som ligger ca 20 km norr om Jokkmokk, vid den s. k. högsta kustlinjen (HK), som här ligger på ca 160 m ö h. Den börjar i Jokkokks kommun och vidare genom Boden och Luleå kommun. Den mynnar i ett antal fjärdar med början i Gammelstadsfjärden söder om S Sunderbyn, vidare genom Lulefjärden strax väster om Luleå, genom Gråsälsfjärden och Sandöfjärden för att slutligen mynna i Bottenviken. Förutsättningar för erosion finns, dock med mindre luckor, längs hela älvsträckan mellan Jokkmokk och mynningen. När det gäller fjärdarna så är erosionen störst i de södra delarna av Gråsälsfjärden och Sandöfjärden, se Karta 3, 4 och 8.

Kalixälven

Inventeringen av Kalixälven börjar vid Tarendö i Pajala kommun. Högsta kustlinjen (HK) ligger här på 167 m ö h vid det s.k. Tarendödeltat. Älven rinner sedan vidare genom Överkalix kommun för att sedan mynna i Bottenviken vid Karlsborg och Nyborg ca 6 km sydost om Kalix. Förutsättningar för erosion finns utefter hela älvsträckan ner till sjön Råktjärv. Från Råktjärv, som ligger ca 60 km från Kalixälvens mynning, förekommer främst morän och lerjordar och endast mindre partier med erosionsbenägna sandiga, siltiga sediment, se Karta 5 och 6.

Torneälv

Inventeringen av Torneälven börjar ca 10 km sydost om Junosuando i Pajala kommun, strax norr om där Torneälven rinner samman med Lainio älv. Älven rinner sedan vidare i gränsen mellan Finland och Sverige genom Övertorneå kommun för att mynna vid Haparanda i nordligaste delen av Bottenviken. Från Kengis, där Torneälven rinner samman med Muonioälven, har endast förutsättningar för erosion inventerats på den västra sidan älven. Förutsättningar för erosion finns på båda sidor eller ena sidan om älven från Anttis ca 25 km väster om Pajala tätort till Kengis. Från Kengis och ner till Niemis, som ligger ca 55 km norr om Haparanda, förekommer erosion i princip utmed hela älven, dock med mindre luckor, se Figur 4-1. Söder om Niemis finns förutsättningar för erosion på sammanhängande sträckor främst mellan Karungi och Kukkola och ca 10 km norr om Haparanda och till Bottenviken, se karta 5 och 6.

4.3 Ravinbildning

Raviner utbildas vanligen i områden som utgörs av finkorniga siltjordar men även inom områden med sand- och lerjordar. Raviner kan utvecklas dels genom ytvattenerosion, dels genom inre erosion (grundvattenerosion). Raviner utvecklas ofta genom flera på varandra följande skred och/eller ras längs med en dräneringsfåra på marken, ett vattendrag eller ett grundvattenflöde och växer till bakåt från sin mynning. Vid intensiv nederbörd strömmar de eroderade jordmassorna vidare som slamströmmar och kan påverka områdena nedanför slänten. En ravin kan bli 10-20 m djup, den är V-formad och har ofta branta sidor. Raviner grenar vanligen ut sig och orsakar på sikt oftast stor markförstörelse, se Figur 4-2. Därmed kan bebyggelse på relativt stora avstånd hotas.



Figur 4-2 Exempel på ravin i silt, Solvarbo, Dalarna. Foto: C. Fredén, SGU, 1999

I Norrbottens län är raviner vanliga längs såväl större som mindre vattendrag, exempelvis längs Piteälven, Luleälven och Kalixälven. Områden med raviner har inventerats samt redovisats på kartor av Bergqvist (1986).

Inre erosion kan förekomma i finkornig friktionsjord genom att grundvattenströmmar för med sig partiklar och på så sätt orsakar materialvandring. På grund av inre erosion kan kaviteter (hålrum) bildas i jordlagren och marken kan störta samman. Såväl ravinbildning som kollapsande kaviteter kan skada människor, bebyggelse och infrastruktur.

4.4 Konsekvenser av klimatförändringar

4.4.1 Kusterosion

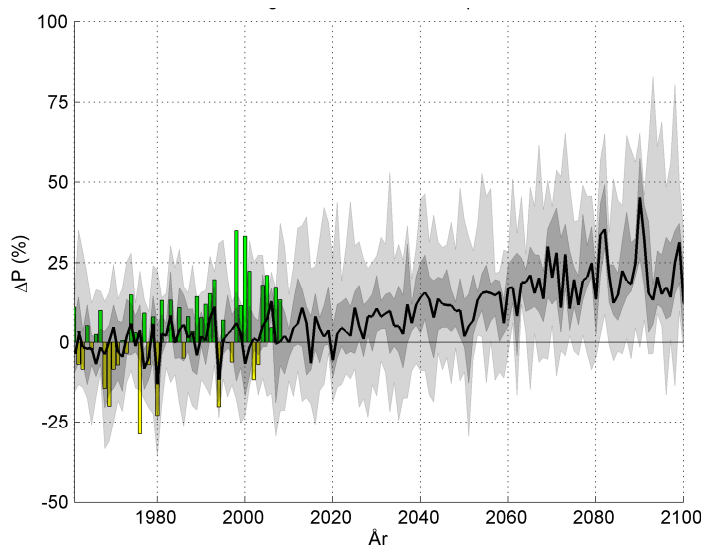
Någon utredning av havsnivåförändringar på grund av klimatförändringar längs kusten i Norrbottens län har inte ingått i SMHI:s klimatanalys. Förhållandena i Norrbottens län har därför bedömts med utgångspunkt från klimat- och sårbarhetsanalysen som utförts för Västernorrlands och Västerbottens län.

Sammantagit indikerar resultaten på att en övre gräns för hur mycket havsytans nivå kan komma att stiga är 1 m (1990-2100). Landhöjningen i Norrbotten har historiskt sett varit större än havsnivåhöjningen. Därför upplever man det som att havet sjunker relativt land. Den uppmätta landhöjningen för Norrbottens län ner till norra delarna av Västernorrlands län är mellan 80-85 cm/100 år. Om havsytan globalt stiger med en meter beräknas den upplevda höjningen av medelvattennivån vid slutet av detta sekel att bli något högre än idag. Den globala vattenståndshöjningen eskalerar mot slutet av seklet, men effekten av landhöjningen leder till att havet fortsätter att sjunka relativt land (nettöändringen) under första halvan av seklet.

Kusterosionen påverkas också av extrema högvattenstånd och höga vågor. Det finns inga tydliga uppgifter om förändringar av dessa förhållanden. Det är därför svårt att i denna utredning fastställa hur kusterosionen kommer att förändras på grund av detta.

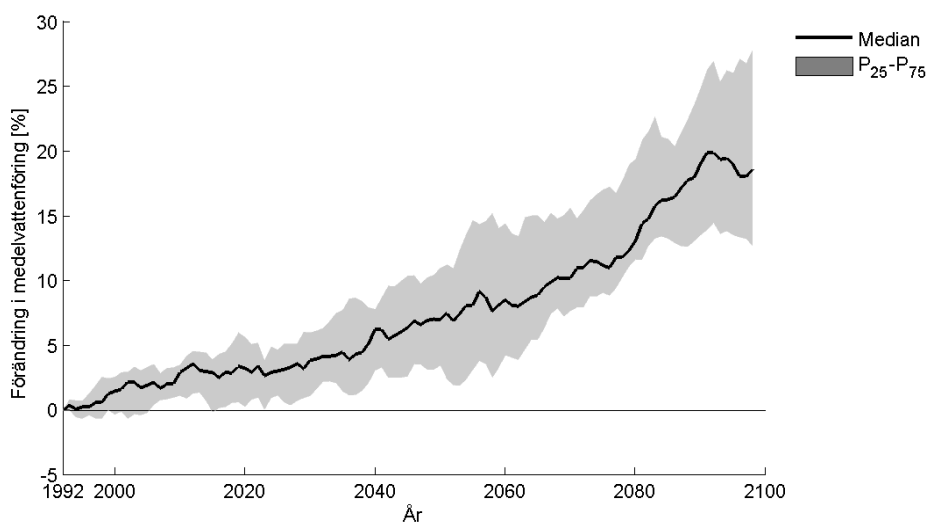
4.4.2 Erosion längs vattendrag

Klimatanalysen för Norrbottens län visar på ökad nederbörd för alla säsonger, se Figur 4-3. Störst förändring gäller för vinter- och höstnederbörden mot slutet av seklet. Det kommer att bli en ökning med 20-30 % över större delen av länet.



Figur 4-3. Beräknad utveckling av årsmedelnederbörden i Norrbottens län baserat på 16 klimatscenarier. Observerade värden presenteras som gröna staplar då de överstiger referensperiodens medelvärde och som gula staplar då de understiger medelvärdena. De skuggade partierna avser maximivärdet, 75:e percentilen, 25:e percentilen och minimivärdet av årsmedelnederbörden från samtliga klimatberäkningar. Medianvärdena presenteras som svart linje (Gustavsson et al, 2011).

Beräkningar visar att **årsmedelvattenföringen** kommer att öka med 10-25 % i de större älvarna mot slutet av seklet. Säsongsvis syns en tydlig ökning under alla årstider utom under sommartid då det väntas en klar minskning. Utvecklingen är likartad för samtliga större vattendrag. Ett exempel för Piteälven ges i Figur 4-4.

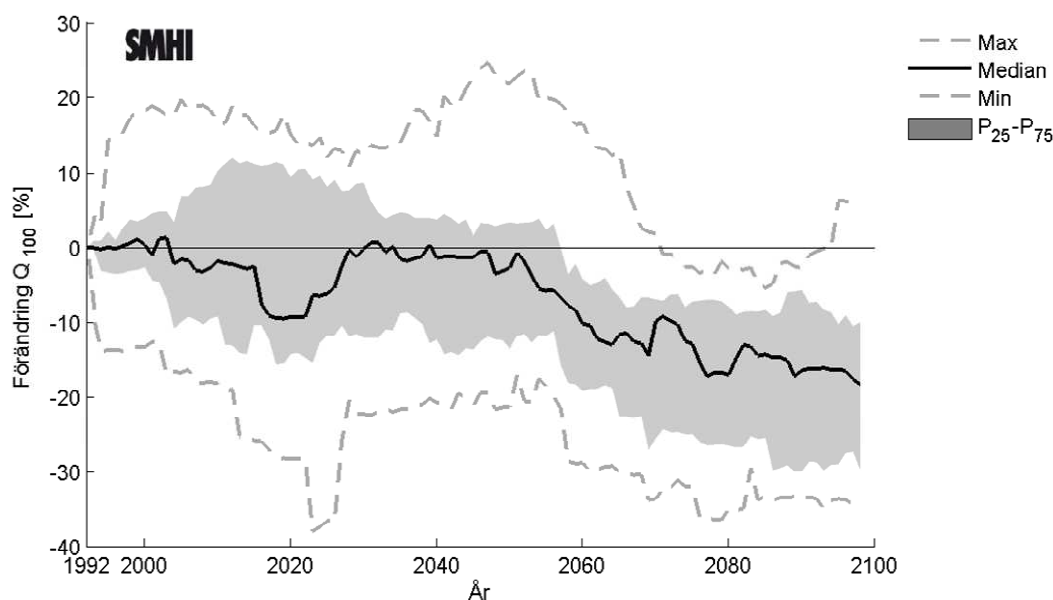


Figur 4-4. Beräknad förändring (%) av medelvattenföring för Piteälvens mynning i havet under perioden 1992 – 2098 jämfört med referensperioden 1963 – 1992. Medianen av samtliga scenarier visas som svart linje. Det grå fältet markerar 75:e percentilen och 25:e percentilen av samtliga scenarier, (Gustavsson et al, 2011).

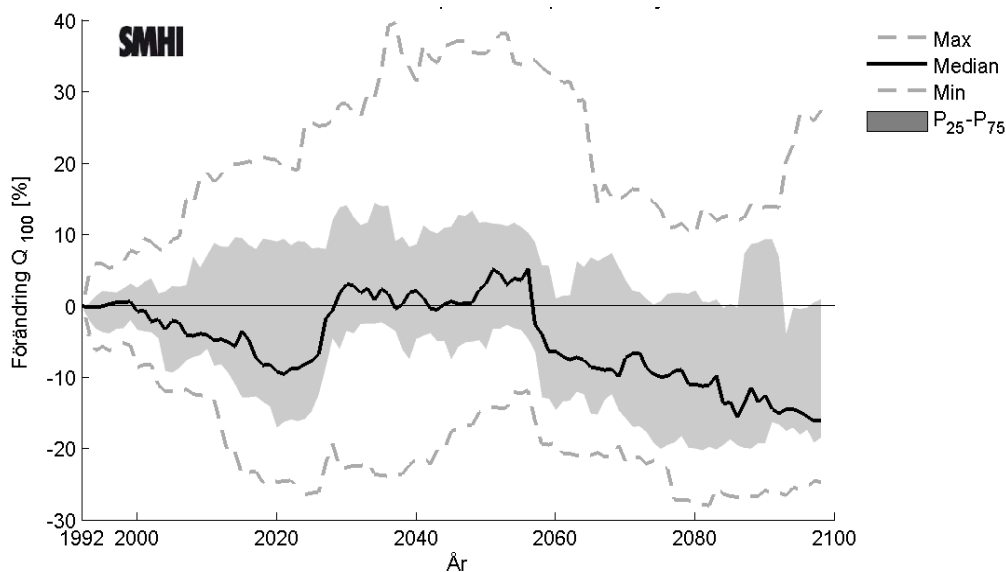
SMHI:s beräkningar visar att **100-årsflödena** i vattendragen är i stort oförändrade fram till mitten av seklet, men minskar vid slutet av seklet, vilket orsakas av den minskade snömagasineringsen. 100-årsvattenföringen väntas minska i de flesta punkter längs älvarna. Den ökade årsmedelnederbörden och medelvattenföringen i vattendragen kommer generellt att innebära en ökad erosion längs slänter och bottnar där det finns förutsättningar för erosion.

4.4.3 Ravinutveckling

Klimatanalysen visar på ökad nederbörd och årsmedelvattenföring, men däremot minskande 100-årsflöden. Frekvensen och omfattningen av intensiva regn sommartid kommer att öka, se Figur 4-5 och 4-6.



Figur 4-5 Beräknad förändring (%) av 100-årsflödet för Kalixälvens mynning i havet perioden 1992 – 2098 jämfört med referensperioden 1963 – 1992. Medianen av samtliga scenarier visas som svart linje. Det grå fältet markerar 75:e percentilen och 25:e percentilen av samtliga scenarier. Maximal och minimal förändring bland samtliga scenarier visas som streckade linjer. (Gustavsson et al, 2011)



Figur 4-6. Beräknad förändring (%) av 100-årsflödet för Piteålvens mynning i havet under perioden 1992 – 2098 jämfört med referensperioden 1963 – 1992. Medianen av samtliga scenarier visas som svart linje. Det grå fältet markerar 75:e percentilen och 25:e percentilen av samtliga scenarier. Maximal och minimal förändring bland samtliga scenarier visas som streckade linjer. (Gustavsson et al, 2011).

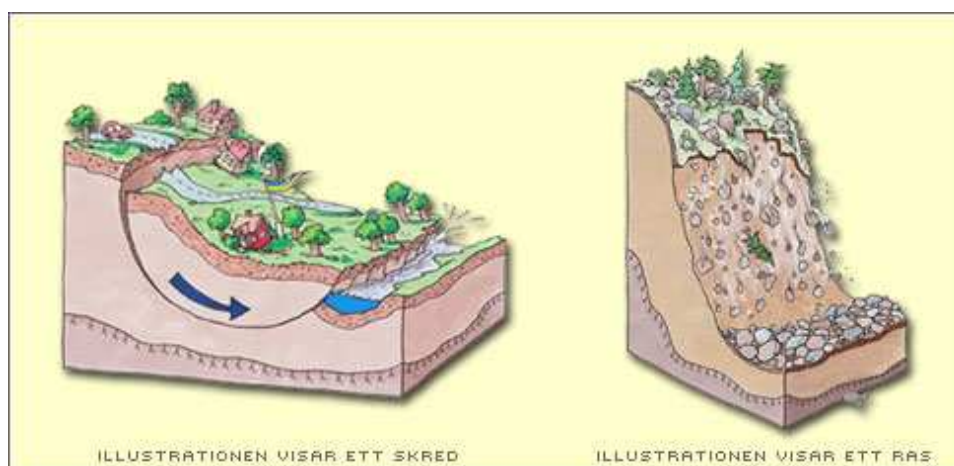
De klimatbetingade förändringar som påverkar ravinutveckling är främst höga flöden, vilka ger vattendränkta jordlager samt intensiva regn sommartid som lokalt ger temporär kraftig erosion. I Norrbottens län finns områden där ravinutvecklingen kommer att öka beroende på ökad nederbörd och därmed ökad avrinning. Därför kan problemen knutna till ravintillväxt komma att bli oförändrade eller till och med öka i delar av länet. I områden med förutsättningar för ravintillväxt bör riskerna beaktas för befintlig och planerad bebyggelse och anläggningar samt andra riskobjekt.

5 SKRED, RAS OCH SLAMSTRÖMMAR

5.1 Översiktlig beskrivning av skred, ras och slamströmmar

Skred, ras och slamströmmar är exempel på snabba rörelser i jord eller berg som kan orsaka stora skador dels på mark och byggnader inom det drabbade området, dels inom nedanförliggande markområden där massorna hamnar, se Figur 5-1, 5-2, 5-3 och 5.4.

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.



Figur 5-1 Illustration av skred och ras i jord.

Skred är en jordmassa som kommer i rörelse och som under rörelsen till en början är sammanhängande. Ytlagrets torra lera, torrskorpan, bryts sönder i stora flak. Jordskred förekommer i finkorniga silt- och lerjordar, så kallade kohesionsjordar, men även i andra jordar med inslag av ler och silt, exempelvis finkornig morän.

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. Berg innehåller större och mindre sprickor som kan leda till att stora block loss görs och faller ned.

En ökad nederbörd påverkar jordars stabilitet negativt och ökar faran för skred och ras genom att ett ökat vattentryck i markens porer minskar hållfastheten. Grundvattenförändringar påverkar portrycket i jorden. Ökad nederbörd kan också leda till ökad avrinning och erosion som påverkar släntstabiliteten. Intensiva regn och vattenmättade jordlager ökar också benägenheten för skred i moränmark och slamströmmar.



*Figur 5-2. Ras och erosion utmed Luleälven vid Karlsvik, Luleå kommun.
Foto: SGI 1996-08-27*

Skogsavverkning kan också leda till förändrad stabilitet eftersom vegetationen som suger upp mycket av markvattnet tas bort. Detta kan leda till högre grundvattennivåer och ytvattenflöden. En högre grundvattennivå ökar portrycket i jordlagren och försämrar jordens hållfasthet. Ökade ytvattenflöden kan ge erosion och skred i sluttningar och dalgångar. Djupa spår från skogsmaskiner (skördare och skotare) medför ofta att vatten från befintliga vattendrag och diken leds om till andra delar av slänterna. Detta kan leda till ny erosion samt skred och slamströmmar inom de släntområden som drabbas av ökad vattenavrinning.

Klimatförändringar påverkar även frekvensen av ras i berg. En ökad växling av varmt och kallt väder, så kallade nolltemperaturgenomgångar, kan innebära att vatten i bergets sprickor fryser och kan spränga loss bergmaterial. Bergras bedöms i huvudsak vara ett lokalt problem. Någon särskild analys av framtida nollgenomgångar har dock inte genomförts inom denna utredning.

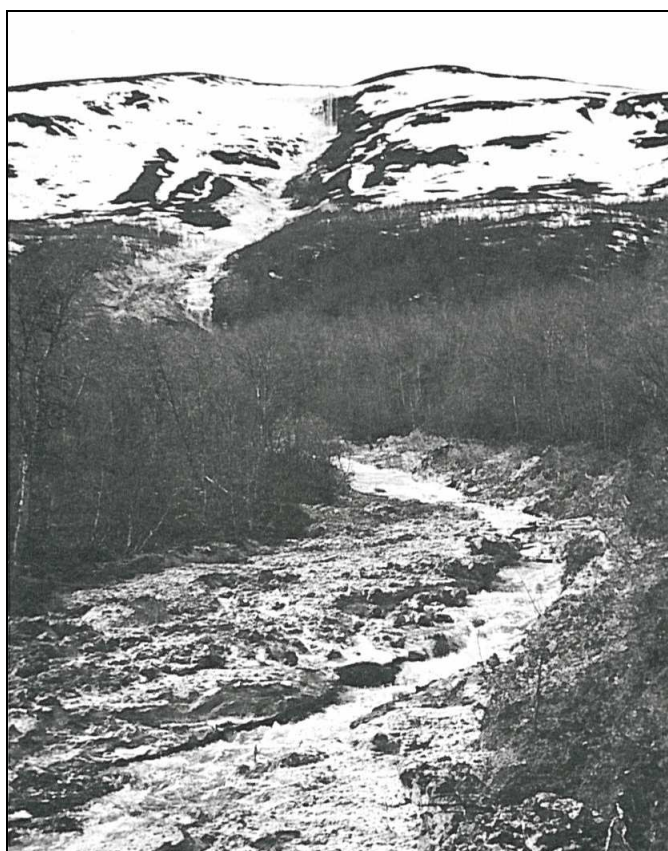
I branta slänter av exempelvis morän, uppstår skred oftast när jorden är vattenmättad efter en nederbördsrik period eller i samband med snösmältningen. I Sverige är **morän-skred** vanligast i fjällterräng, men kan även uppstå i kuperad terräng av morän i andra delar av landet.

Där en slänt är lång och brant kan vattenmättade jordmassor från ett högt beläget moränskred strömma nedför slänten som en **slamström**. Så länge som slänten är tillräckligt brant fortsätter slamströmmen sin rörelse nedåt och längs sin väg påverkas marken och omgivningen av mycket kraftig erosion. Ytterligare jordmassor innehållande sten och block och även hela träd dras ofta med och därmed kan slamströmmens volym successivt öka nedför slänten.

Slamströmmar utlöses oftast vid intensiva regn sommartid, vilka brukar omfatta ett begränsat område. Klimatförändringen väntas innebära ökad frekvens av intensiv nederbörd sommartid.



Figur 5-3 Spår av slamström nedströms ravin, ca 5 m bred och 2 m djup erosionskanal, Kittelfjäll, Vilhelmina, Foto: SGI



Figur 5-4. Slamström vid Ridonjira och Njullaberget nära Abisko. Flera personer var i farozonen när den ca 2 km långa slamströmmen banade sig väg genom terrängen. Foto: O. Nordell 1982-06-02,(R. Nyberg,1985)

I raviner uppstår problem på grund av skred, ras och erosion i sidoslänterna. Jordmassor ansamlas därmed längs ravinbotten och kan på så sätt dämna upp ravinens vattendrag. Vid kraftig vattenföring i ravinens vattendrag kan massorna åter sättas i rörelse och tillsammans med vattenmassorna bilda en slamström.

5.2 Förutsättningar för skred och ras i lera, silt och sand

I denna utredning redovisas områden med förutsättningar för skred och ras enligt MSB:s (Myndigheten för samhällsskydd och beredskap) översiktliga stabilitetskarteringar för Norrbottens län se Karta 1-9. Enbart idag bebyggda områden karteras i MSB:s regi. Således ingår inte gles bebyggelse på landsbygden, eventuella planerade exploateringsområden eller områden med enbart infrastruktur. En beskrivning av metoden, och vad metodens olika etapper redovisar finns i kapitel 5.2.1 och i (Hågeryd, et al, 2011).

5.2.1 Sammanställning av stabilitetsförhållanden

På uppdrag av Länsstyrelsen i Norrbottens län gjorde SGI en sammanställning av områden med förutsättningar för skred och ras enligt MSB:s utförda förstudier och översiktliga stabilitetskarteringar. I de kommuner där **översiktlig stabilitetskartering** var utförd redovisades denna i sin helhet, men i de kommuner där endast **förstudie** utförts redovisades områden där stabilitetskartering bör utföras. Där det fanns tillgång till ny nationell höjddatabas (NNH) har en **förstudie kompletterad med lutningsanalys** utförts av SGI. Inom övriga områden med **förstudier** redovisades områden där stabilitetskarteringar behöver utföras utifrån tidigare utförd MSB-förstudie, se Tabell 5-1.

5.2.2 Förstudier

Syftet med förstudien är att avgränsa de områden där stabilitetskarteringar behöver utföras och som ska behandlas vidare i huvudstudien. Inom delar av markerade områden finns bebyggelse och förutsättningar för ras och skred.

Förstudien är utförd för samtliga kommuner under 1996 och omfattar områden som då var bebyggda och som utgörs av lutande sediment, lera och silt eller lera och silt, som överlagras av silt och sand och områden med lera och silt som ligger utmed sjöar och i anslutning till vattendrag.

Med bebyggda områden avses främst områden med minst ca 10 hus i en samlad grupp. Områden med färre hus eller i undantagsfall ett par hus, som ligger inom ett område med eventuellt otillfredsställande stabilitet tas också med vid bedömningen i speciella fall.

Resultatet av MSB:s förstudie visar att det inte föreligger behov av översiktlig stabilitetskartering inom kommunerna Gällivare, Kiruna och Övertorneå. De kommuner där en förstudie är genomförd men där huvudstudie ännu inte genomförts är Arjeplog, Arvidsjaur, Haparanda, Kalix, Luleå och Överkalix.

På kartor har områden med utförda förstudier markerats med gul eller orange färg, se Kartorna 1-9. För de markerade områdena gäller att det inte kan säkerställas att stabiliteten är tillfredsställande. Här behöver en översiktlig stabilitetskartering genomföras.

5.2.3 Förstudie utan lutningsanalys

De kommuner där en förstudie är genomförd och där det inte finns tillgång till Ny nationell höjdmodell (NNH) är kommunerna Arjeplog, Arvidsjaur och Överkalix. För dessa redovisas de områden där stabilitetsutredningar behöver utföras. Ingen ytterligare analys utöver den i MSB:s förstudie har utförts. Sådana områden har markerats med **gul färg**. Resultatet redovisas på kartorna 1, 5 och 8.

5.2.4 Förstudie kompletterad med med lutningsanalys

Som komplettering till utförd förstudie har en fördjupning gjorts av SGI för att begränsa utredningsområdena i de kommuner där det finns tillgång till Ny nationell höjdmodell (NNH). Detta har utförts för kommunerna Haparanda, Kalix och Luleå. Förstudien har analyserats genom att förutom förekommande jordarter även terrängens lutning har arbetats.

Detta innebär att områden med befintlig bebyggelse där stabilitetskartering bör utföras har kunnat begränsas. Resultatet redovisas på kartorna 4 och 5. De områden där lutningsanalys utförts har markerats med **orange färg**. Den använda arbetsmetoden beskrivs i kap 6.2.

5.2.5 Översiktliga stabilitetskarteringar

I översiktliga stabilitetskarteringar redovisas områden där det inte kan säkerställas att stabiliteten är tillfredsställande utan kompletterande utredningar behövs.

De kommuner där förstudie och översiktlig stabilitetskartering (etapp 1 A och etapp 1B) är genomförd är Boden, Jokkmokk, Pajala, Piteå och Älvsbyn. De områden, som inte har "friskrivits" enligt utförda översiktliga stabilitetsberäkningar i etapp 1B, markeras med **röd färg**, se kartorna 2, 3, 7 och 8.

Beskrivning av MSB:s översiktliga stabilitetskarteringar och metoden för indelning i stabilitetszoner för slänter i lera, silt och sand, se (Hågeryd, et al, 2011).

5.2.6 Karterade delar av Norrbottens län

I Norrbottens län har i MSB:s regi översiktlig stabilitetskartering utförts av ler-, silt- och sandslänter i 5 kommuner av länets 14 kommuner, medan i de återstående tre kommunerna, Gällivare, Kiruna och Övertorneå, bedömdes översiktlig stabilitetskartering inte vara nödvändig i förstudien, se Tabell 5-1.

Översiktlig kartering i MSB:s regi av stabiliteten i raviner och slänter i morän och grov sedimentjord har ännu inte utförts i någon kommun i Norrbottens län.

Tabell 5-1 Förstudier och översiktliga stabilitetskarteringar i MSB:s regi samt analyser utförda av SGI (ler-, silt- och sandslänter)

Kommun	Karteringsår	Utförda utredningar
Arjeplog	1996	Enbart förstudie utförd
Arvidsjaur	1996	Enbart förstudie utförd
Boden	1998	1A, 1B
Gällivare	1996	Översiktlig stabilitetskartering har inte bedömts behöva utföras
Haparanda	1996, 2011	Förstudie utförd Analys av förstudieområden med nya höjddata, SGI
Jokkmokk	1998	1A, 1B
Kalix	1996, 2011	Förstudie utförd Analys av förstudieområden med nya höjddata, SGI
Kiruna		Översiktlig stabilitetskartering har inte bedömts behöva utföras
Luleå	1996, 2011	Förstudie utförd Analys av förstudieområden med nya höjddata, SGI
Pajala	1998	1A, 1B
Piteå	1998	1A, 1B
Älvsbyn	1998	1A, 1B
Överkalix	1996	Enbart förstudie utförd
Övertorneå	1996	Översiktlig stabilitetskartering har inte bedömts behöva utföras

I denna utredning redovisas resultatet från Etapp 1B för de 5 kommuner där denna etapp har utförts, se Karta 1-9.

Områden med lera, silt och sand återfinns utmed älvarna upp till HK. Dessa jordlager utgörs huvudsakligen av deltasediment, som avlagrats vid läget för vattendragens tidigare mynning i havet, vars nivå senare har sjunkit undan på grund av landhöjningen. I dessa äldre deltasediment har nipor utvecklats på grund av erosion från vattendraget och tidvis höga grundvattentryck i jordlagren. Detta har gett upphov till successiva ras och skred, exempelvis utmed Piteälven, Luleälven och Kalixälven, se Figur 5-4.

Lerområden och områden med sulfidjordar återfinns i de flesta låglänta områden utmed kusten och i anslutning till vattendrag under HK, exempelvis stränderna utmed Svensbyfjärden vid Piteälvens mynning nordväst om Piteå och vid Luleälvens nedre lopp och vid Gammelstadsfjärden. Leran, som i huvudsak är av glacialt ursprung, kan delvis vara överlagrad med silt och sand, exempelvis utmed Piteälven och Luleälven.

5.3 Förutsättningar för moränskred och slamströmmar

Såväl skred som slamströmmar kan uppkomma i branta slänter i morän även där det finns vattendrag med tillräckligt stora avrinningsområden kan slamströmmar transporteras längre sträckor och påverka bebyggelse och infrastruktur, se Figur 5-5.

Kommunvisa översiktliga utredningar, som visar förutsättningar för moränskred och slamströmmar utförs i MSB:s regi inom tätbebyggda områden. Sådana utredningar har dock inte utförts i Norrbottens län främst med anledning av att tätbebyggda områden är få i länets mera kuperade delar.



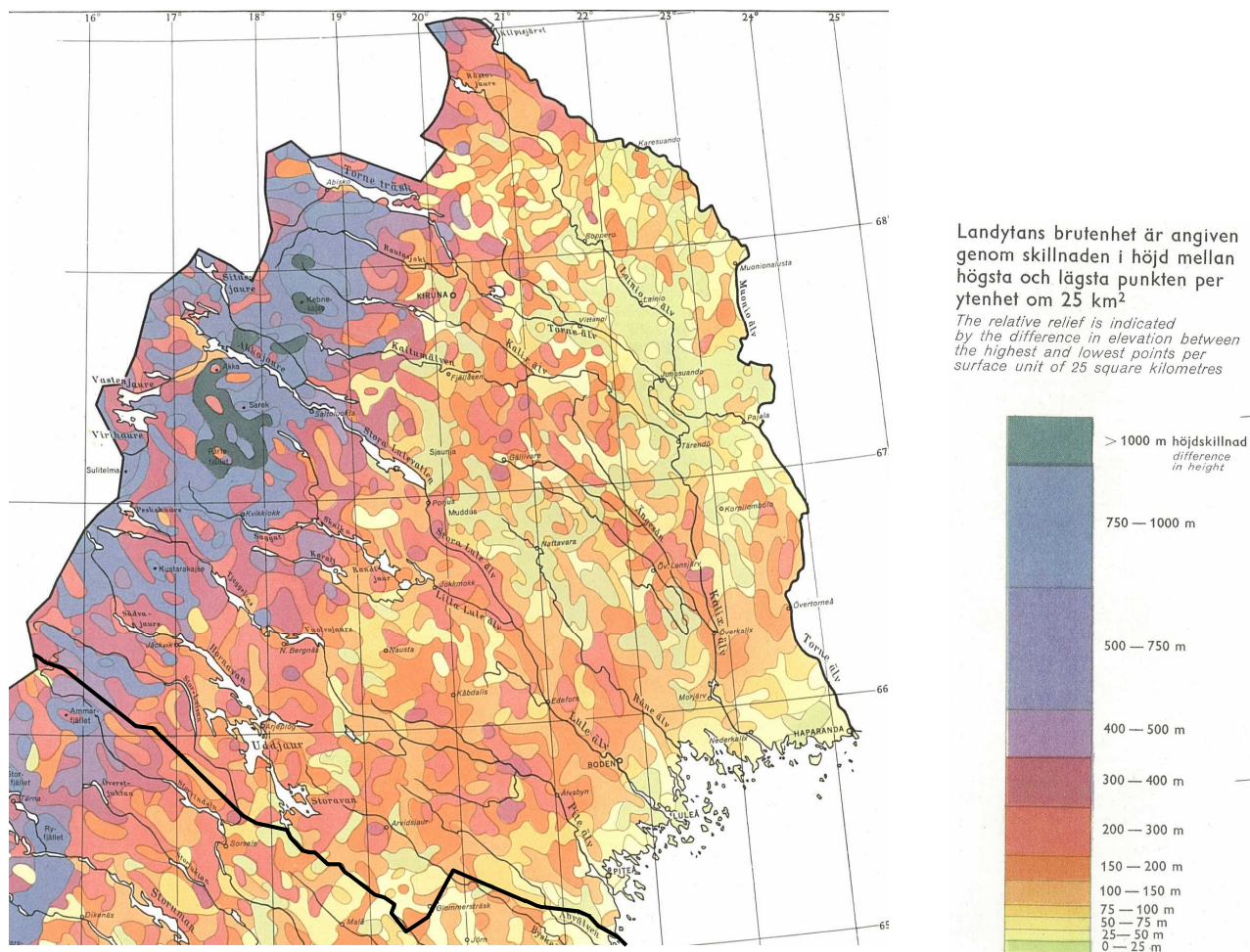
Figur 5-5. Spår av slamströmmar, blockdelta, Kittelfjäll, Vilhelmina kommun, Västerbottens län. Foto: SGI, 2008.

En generell beskrivning av förhållandena i Norrbottens län innebär att topografiska förutsättningar för att moränskred och slamströmmar ska uppstå finns i de områden där landskapets brutenhet är störst, främst i fjälltrakterna samt på vissa mera begränsade områden i skogslandet. Kartan i Figur 5-6 visar de områden där landskapets brutenhet är stor vilket utgör ett översiktligt underlag för bedömning av benägenheten för moränskred och slamströmmar.

I Sverige finns större höjdskillnader enbart längs fjällkedjan, där den högsta mängden och frekvensen av slamströmmar inträffar. Norrbottens län utgör därmed en region där slamströmmar är vanliga på grund av topografin samt jordlager- och nederbördsförhållandena.

Det framgår av kartan i Figur 5-6 att i Norrbottens läns fjälltrakter finns områden med en höjdskillnad större än 1000 m per ytenhet om 25 km². Inom de södra mellersta delarna varierar motsvarande höjdskillnad mellan 100 och 400 m. I det flacka kustlandet samt i de inre norra och östra delarna av Norrbottens län är höjdskillnaden mellan 0-300 m per ytenhet. Riskerna förknippade med slamströmmar är relativt stora inom delar av

länet. I de trakter där de topografiska förhållandena kännetecknas av begränsade höjd-områden bedöms dock att slamströmmarnas storlek kan bli jämförelsevis begränsade.



Figur 5-6. Utdrag ur Atlas över Sverige, Landytans brutenhet.

5.4 Konsekvenser av klimatförändringar

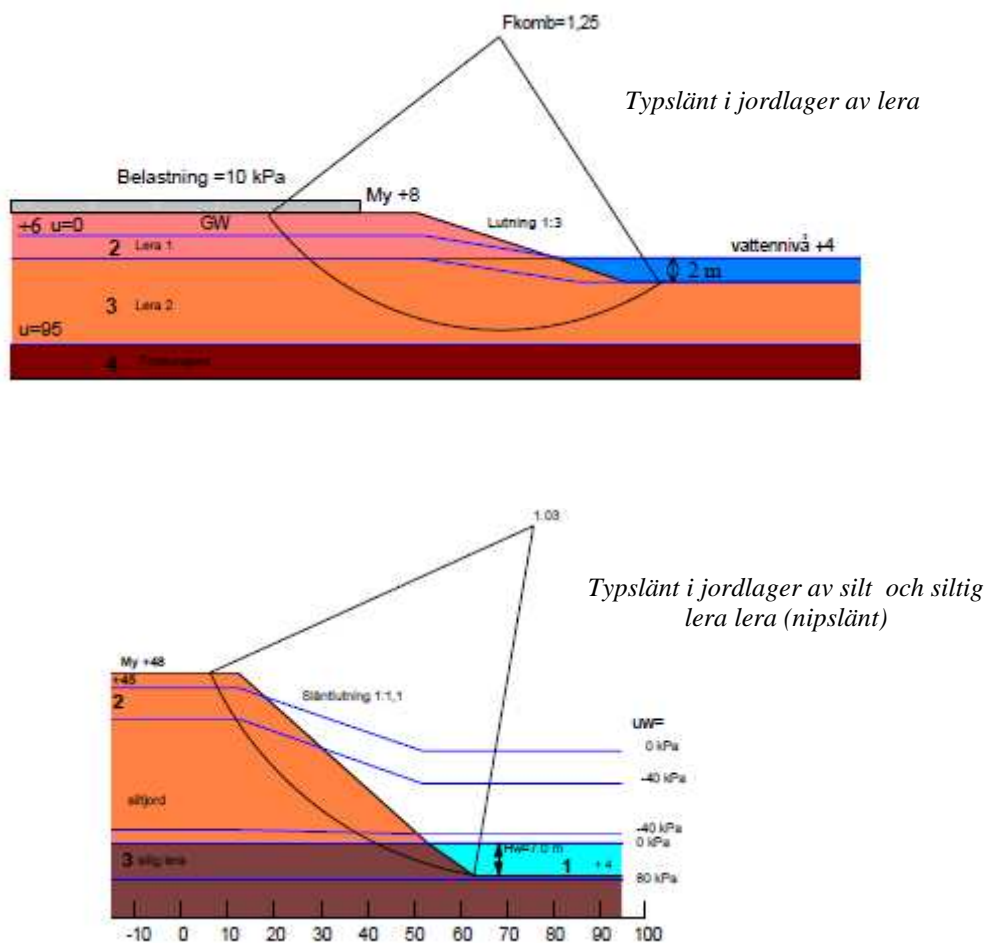
5.4.1 Slänter i lera, silt och sand

Viktiga utlösande faktorer för skred är de belastningar som jorden utsätts för, jordens egenskaper och ändringar i geometrin som till exempel erosion i vattendrag kan bidra till. I belastningen ingår förutom jordens egenvikt även vattentryck och belastningar och annan påverkan från mänskliga aktiviteter.

Klimatanalysen för Norrbottens län visar på förändringar av klimatet både när det gäller nederbörd och vattendragens flöden. Båda dessa faktorer innebär att risken för skred och ras kommer att öka. Nederbörden beräknas öka med ca 20-30 % fram till år 2098, med den största ökningen under vinterhalvåret, se Figur 4-3.

Exempel på två typslänter, som förekommer i Norrbottens län visas i Figur 5-7.

De förändrade nederbördsförhållandena kommer att påverka yt- och grundvattennivåer, portryck i marken samt vattenföring och vattennivåer i vattendragen. Samtliga dessa förändringar kan var för sig eller i kombination påverka säkerheten mot stabilitetsbrott i negativ riktning. I en studie, SGI Varia 560:1 (2005), genomförd för att förklara hur jordslänters stabilitet förändras vid förändrat klimat med främst ökade nederbörds- mängder, har ett antal typfall studerats, Figur 5-7. Den studien visar att det är rimligt att anta en försämring av säkerheten på mellan 5% och 30 % beroende på vilka förhållanden som antas och hur de varierar. Det betyder att områden som idag anses vara stabila, utifrån de rekommendationer som finns, kan behöva åtgärdas om samma säkerhetsnivå ska gälla.



Figur 5-7. Exempel på två typslänter som beräknats för nya klimatförutsättningar. (SGI, 2005).

I de översiktliga stabilitetsutredningar som MSB (f.d. Räddningsverket) genomfört i Norrbottens län framgår att de flesta områden med behov av fördjupade undersökningar omfattar slänter där vanliga jordarter är silt och sand.

Skred och ras utlöses ofta av erosion som sin tur ökar vid ökade flöden. SMHI:s klimat- analys, (Gustavsson et al, 2011) visar på ökad nederbörd och årsmedelvattenföring, men däremot på minskande 100-årsflöden. Trots ökad medelnederbörd kommer storleken på höga flöden i vattendragen att minska främst på grund av en förlängd och därmed ut-

jämnad snösmältningssäsong. Hänsyn har inte tagits till den effekt reglering av vattendrag innebär. (Se även avsnitt 4.4.2 och 5.1).

En ökad medelvattenföring medför ökad erosion därför att påverkan pågår ständigt under långa perioder. De höga vattenflödena kommer att ha mindre effekt på erosionen eftersom de ofta är kortvariga.

SGI har i en utredning (SGI, 2005) beskrivit ett typfall höga branta nipslänter av sandiga och siltiga jordar. Dessa slänter har ofta naturligt en låg säkerhet mot stabilitetsbrott. Orsaken till att slänterna inte rasar i större omfattning än de gör beror på negativa portryck som har en positiv inverkan på jordens hållfasthet. Blir jorden mer vattenmättad minskar det negativa portrycket och säkerheten försämras. Det kan leda till ökad frekvens av ytliga ras.

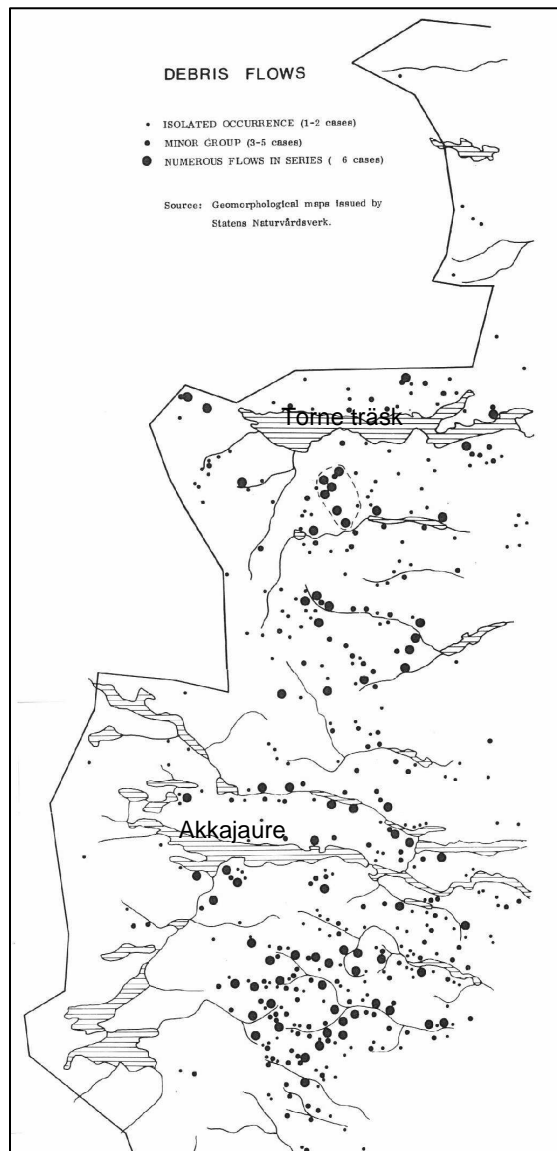
Innehåller sand- och siltslänter skikt av tätare jordmaterial styr dessa grundvattnet ut i slänten och kan orsaka grundvattenerosion som i sin tur kan ge upphov till ytliga skred. Slänter av tät jord kan ibland innehålla lager av genomsläppliga jordar. I dessa lager kan ett vattenövertryck uppstå i samband med hög nederbörd. Innan trycket har utjämnats innebär det en försämring av säkerheten mot stabilitetsbrott.

Många av de slänter där stabilitetsutredning genomförts i Norrbottens län har ett vattendrag vid slänthöjden. Ökad strömning i vattendraget resulterar i ökad erosion som inverkar negativt på säkerheten. Påverkan blir mindre om vattennivån i vattendraget stiger eftersom det vattentryck som påverkar slänten har en stabiliserande verkan. Om vattennivån i vattendraget sjunker undan snabbare än vattentrycket i slänten normaliseras uppstår ett kritiskt läge när det gäller säkerheten mot ras och skred.

Sammanfattningsvis kan konstateras att klimatförändringar visar att nederbörden kommer att öka och detta kan leda till ökade grundvatten- och portryck samt erosion. Detta ökar riskerna för ras och skred inom områden med otillfredsställande stabilitet för dagens förhållanden. Det innebär också att det inom ytterligare områden kan komma att finnas slänter som inte har erforderlig stabilitet.

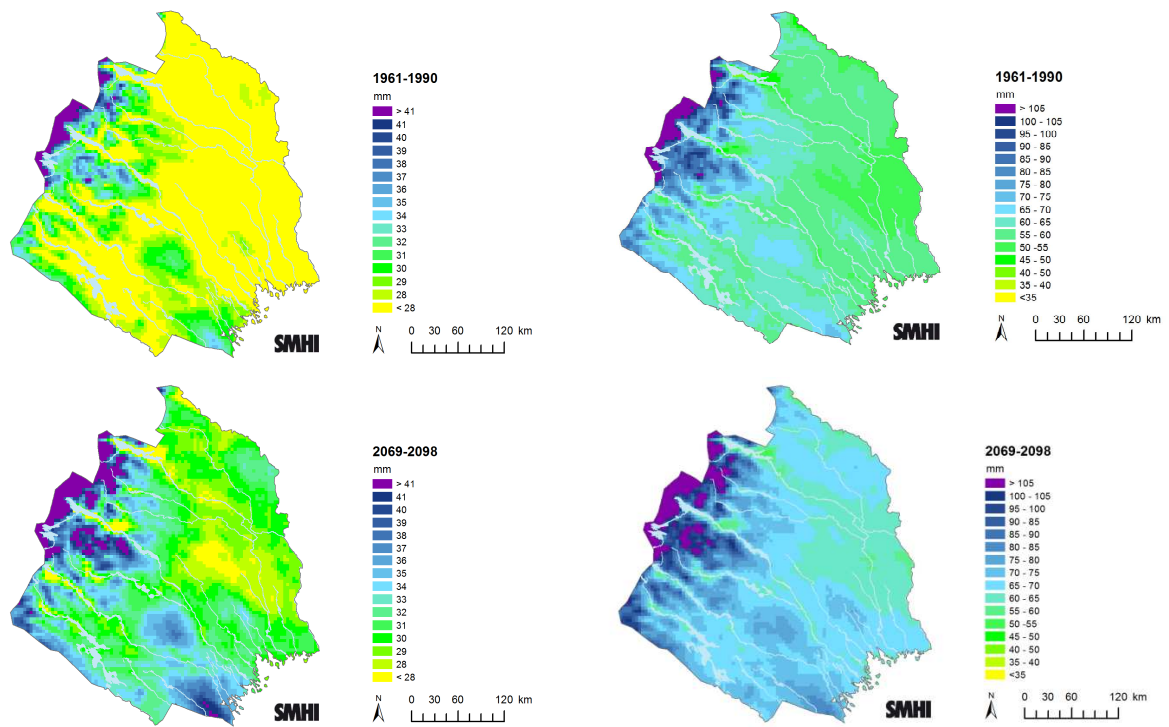
5.4.2 Moränskred och slamströmmar

I dagens klimat finns förutsättningar för moränskred och slamströmmar i Norrbottens län på grund av de topografiska förhållandena, nederbörds- och avrinningsförhållanden samt jordlagerförhållandena. Ett flertal slamströmmar har inträffat i fjällområden, se Figur 5-8.



Figur 5-8. Inträffade slamströmmar i Norrbottens fjällvärld (Kiruna och Gällivare kommuner), Nyberg, 1985.

På grund av klimatförändringen fram till 2100 kommer översiktligt benägenheten för moränskred och slamströmmar att öka i fjälltrakterna samt i delar av inlandet på grund av ökad nederbörd sommartid och högre frekvens av intensiva regn och därmed ökad erosion, Figur 5-9. I det mer låglänta kustlandet förändras inte förutsättningarna för moränskred och slamströmmar eftersom terrängen här är flackare.



Figur 5-9. Beräknade 30-årsmedelvärden av största 1-dygnsnederbörd (mm) (vänster) och 7-dygnsnederbörd (mm) (höger). Övre raden visar perioderna 1961-1990 och nedre raden 2069-2098 (Gustavsson et al, 2011)

6 ÖVERSVÄMNINGAR

6.1 Beskrivning av förutsättningar

Översvämningar är en konsekvens av högt vattenstånd i vattendrag och sjöar till följd av höga flöden eller kraftig nederbörd. I norra Sverige bidrar snösmältningen under vårflo- den regelbundet till höga flöden och mindre översvämningar. Översvämningar till följd av stora regnmängder förekommer främst under sommar eller höst. Marken är i så fall oftast redan mättad efter långvariga regn eller snösmältning vilket inte ger utrymme för någon magasinering av regnvatten i marken utan ger snabba flödesökningar i vattendra- gen. Översvämning kan också ske till följd av intensiva skyfall, främst sommartid. Vid dessa tillfällen påverkas främst urbana områden där t.ex. dagvattensystem inte förmår leda bort vattenmängderna.

Kraftiga översvämningar orsakas ofta av en kombination av flera faktorer. Stort snöma- gasin, snabb snösmältning och samtidigt stor nederbörd kan ge mycket höga flödesnivå- er. Sen och snabb snösmältning kan innebära att snön smälter samtidigt i fjäll och inland så att fjällflod och skogsflod går samman, vilket ökar sannolikheten för översvämning- ar. Dessutom kan isdämningar och isproppar vid islossningen under våren vara ett pro- blem i norrlandsälvarna. Isproppar är relativt vanlig förekommande i Norrbottens län och kan ge skador direkt till följd av ismassor och isflak och till följd av översvämning i samband med isdämningen. Högt havsvattenstånd kan också öka översvämningens ben- genheten i älvmyrningar.

En annan typ av översvämningar är de som orsakas av intensiva skyfall, främst sommar- tid, vid vilka dagvattensystemet inte förmår leda bort vattenmängderna. Konsekvenser av sådana händelser har inte studerats inom detta uppdrag.

Även om dödsfall till följd av översvämningar är ovanligt i Sverige kan betydande ma- teriella och ekonomiska skador uppkomma då stora ytor läggs under vatten.

6.2 Risker för översvämningar i Norrbottens länd

Översvämningens risken i Norrbottens län beror dels av havsvattenståndet, dels av vatten- stånd i sjöar och vattendrag. Översvämningens risken ökar när vattenståndet i havet är högt samtidigt som det är höga flöden i vattendragen. Eftersom inte någon analys finns av havsvattenstånd längs Norrbottens kust redovisas endast översvämningens områden längs vissa vattendrag i länet. För dessa vattendrag har använts resultaten från Räddningsver- kets (nuvarande Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap, MSB) tidigare genom- förda översiktliga översvämningens karteringar för Piteälven, Luleälven och Kalixälven (Räddningsverket, 2006).

En kartering av översvämningens områden pågår för närvarande i den övre delen av Tor- neälven, från delningen till Muonio älven och vidare norrut i Pajala och Kiruna kom- mun.) I den nedre delen av älven upptill delningen har en detaljerad översvämningens kar- tering utförts i ett INTERREG-projekt under 2011 (Svensk Energi, 2008). *(Resultaten kommer att redovisas i SGI:s slutrapport.)*

Resultaten från de översiktliga karteringarna har i denna utredning använts vid analys av risker för samhällsviktiga anläggningar. Vid analysen har valts att redovisa nivån för Beräknat högsta flöde (Bhf) som man i planeringssammanhang ofta används som en ”övre gräns”. Översvänningsområden framgår av Karta 1-9. Metoderna för beräkning av Bhf är framtagna enligt Flödeskommitténs riktlinjer för dammar av riskklass 1 (Svensk Energi, m.fl., 2007). När det gäller de översiktliga översvänningskarteringarna är det viktigt att veta att de bygger på en rikstäckande höjdmödel (Lantmäteriets GSD-höjddata, 50 m rutnät) med ett medelfel i höjddled på upp till $\pm 2,5$ m.

6.3 Översvämningar i framtida klimat

Framtida översvänningsrisker beror av flödesutvecklingen i vattendragen, vilka redovisas i klimatanalysen för Norrbottens län.

Den för dagens klimat vanliga säsongsväriationen med en flödestopp på våren förändras markant tills i slutet av seklet. Flödestoppen på våren minskar i storlek, men höga flöden under vårperioden kan förväntas under längre perioder. Vinter och höstflöden ökar generellt i alla områden. Förändringarna orsakas av ökad nederbörd under vintern och med mindre mängd som lagras i form av snö beroende på högra temperatur.

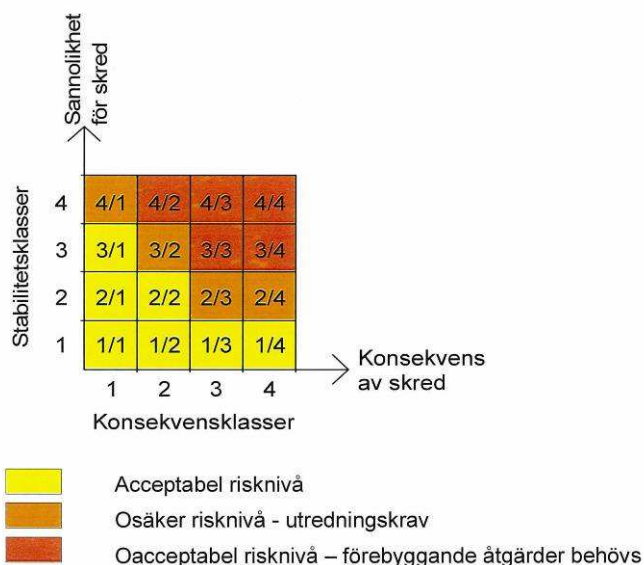
Enligt klimatanalysen kommer årsmedelvattenförlingen att öka med 10-25 % i de större älvarna mot slutet av seklet. Till mitten av seklet väntas en ökning på upp mot 10 %. Säsongsvis syns en tydlig ökning under alla årstider utom sommardid då istället en klar minskning är att vänta. Utvecklingen är likartad för samtliga större vattendrag i Norrbottens län.

7 RISKER FÖR BEBYGGELSE OCH SAMHÄLLSVIKTIG VERKSAMHET

7.1 Risker för naturolyckor

Denna utredning har syftat till att översiktligt klargöra områden som kan påverkas av naturolyckor för dagen förhållanden och med hänsyn tagen till framtida klimatförändringar. Utredningen är avsedd att användas som ett underlag för länsstyrelsens regionala samordning av klimatanpassning samt vid arbete med kommunernas risk- och sårbarhetsanalyser och fysiska planering.

Det finns förutsättningar för naturolyckor (skred, ras, erosion, slamströmmar och översvämning) på flera platser i länet vid dagens förhållanden och i ökad utsträckning vid klimatförändringar, som redovisats i tidigare kapitel. Detta innebär att bebyggelse, dammar och infrastruktur kan skadas samt att miljöfarlig verksamhet och förorenade områden kan påverkas. Risken för en sådan skada kan definieras som en kombination av sannolikheten för en sådan skada och dess konsekvenser, jfr Figur 7-1.



Figur 7-1. Illustration av risker för skred som en kombination av sannolikhet och konsekvenser.

Sannolikheten eller förutsättningar för en naturolycka beror av naturliga geotekniska, hydrologiska och topografiska förhållanden. I denna utredning redovisas förutsättningar för fara för olika typer av naturolyckor, däremot kvantifieras inte sannolikheten för att de uppkommer. *Konsekvenser* är de värden som drabbas av en olycka, t.ex. skador på människor och egendom eller värdefull natur. För Norrbottens län har identifierats bebyggelse, infrastruktur, dammar, förorenade markområden samt miljöfarlig verksamhet som kan hotas av naturolyckor. *Riskerna* uttrycks i denna utredning som en samman-

vägning av sannolikhet / förutsättningar för naturolyckor och konsekvenser redovisat på en översiktlig nivå.

Figur 7-1 visar ett sätt att värdera risken för en naturolycka, här exemplifierad för skred. Där sannolikheten för skred är stor och samtidigt konsekvenserna är omfattande är risken oacceptabel och åtgärder behöver vidtas (de röda fälten i figuren). Om risknivån är osäker (orange fält) behöver utredningar utföras för att klargöra risknivån.

Om risknivån är acceptabel för dagens förhållanden (de gula fälten) kan en ökad sannolikhet för skred till följd av klimatförändringar innebära att en osäker eller oacceptabel risknivå uppkommer. Detsamma gäller om konsekvenserna ökar, t.ex. om ett områdes värde ökar till följd av exploatering i ett område med risk för naturolyckor.

Om å andra sidan åtgärder vidtas för att minska sannolikheten för en naturolycka genom att förstärkningsåtgärder utförs kan riskerna elimineras eller minskas.

Vid bedömningen av hur riskerna för naturolyckor påverkar samhället ingår följande kategorier: bebyggelse, förorenade områden, miljöfarlig verksamhet, vägar, järnvägar, flygfält, hamnar och dammar. Dessa objekt samt områden förutsättningar för naturolyckor har sammanställts på Karta 1-9. Härav framgår att känsliga områden eller punkter är främst lokaliserade till flera av tätorterna i länet, i huvudsak beroende på förekomst av bebyggelse, infrastruktur och olika typer av verksamhet. I dessa områden finns redan idag områden där det finns fara för naturolyckor och där risken kan komma att öka till följd av klimatförändringar. Samtidigt är denna utredning översiktlig och en mer detaljerad undersökning måste genomföras för att klargöra vilka platser och anläggningar som är utsatta för risker (sannolikhet och konsekvenser) kopplade till naturolyckor.

För närvarande finns främst översiktliga karteringar av förutsättningar för skred, ras, erosion och översvämning. Dessa ger ett översiktligt underlag för val av lämplig markanvändning men är inte tillräckligt som beslutsunderlag för detaljerad planering och exploatering. För att kunna bedöma behovet av förebyggande åtgärder och anpassning till klimatförändringar erfordras därför mer detaljerade undersökningar.

7.2 Bebyggelse

I Norrbottens län har MSB genomfört översiktliga stabilitetskarteringar av förutsättningar för skred och ras i 5 kommuner, men dock inte för slamströmmar. Stabilitetskarteringarna, som enbart avser bebyggda områden, baseras främst på förekommande lösa jordlager i sluttande terräng och raviner. Det finns ett flertal områden med förutsättningar för skred, ras och slamströmmar, men riskerna vid lokalisering av enskilda byggnader måste bestämmas genom mer detaljerade undersökningar.

De områden som identifierats vid översiktliga stabilitetskarteringar har markerats på bilagda Kartor 1-9. Störst fara för skred och ras finns inom områden med lösa och delvis mäktiga lager av lera, silt och sand längs älvarna, längs mindre vattendrag och längs kusten. Förutsättningar för moränkskred och slamströmmar finns i branta och/eller långa slänter och raviner i samtliga av länets kommuner, men främst i Kiruna, Gällivare, Jokkmokks, Arjeplogs och Arvidsjaur kommuner, se Figur 5-5 och 5-6.

MSB har utfört översiktliga översvämningskarteringar längs de större vattendragen i länet. De områden som kan komma att översvämmas vid beräknat högsta flöde har redovisats på Karta 1-9. Hänsyn har här inte tagits till förändrad vattenföring på grund av klimatförändringen. Den översiktliga karteringen baseras dock på alltför översiktligt topografiskt underlag för att kunna användas för värdering av risker för bebyggd miljö och tekniska anläggningar. Lokala översvämningsområden som förekommer vid häftiga regn har inte analyserats inom detta uppdrag.

Områden med förutsättningar för erosion enligt SGI:s översiktliga inventering finns i delar av kustkommunerna och längs flera vattendrag. Bebyggelse som kan påverkas av sådan erosion redovisas på Karta 1-9.

7.3 Förorenade områden

7.3.1 Bakgrund och klassning

Potentiellt förorenade områden har kartlagts och klassats enligt MIFO-metodiken (Metodik för inventering av förorenade områden). Metoden bygger på en sammanvägd bedömning av föroreningarnas farlighet (hälsa och miljö), föroreningsnivå (hur förorenat ett objekt är, eller misstänks vara, baserat på en sammanvägning av trolig halt, mängd och volym), spridningsförutsättningar, områdets känslighet och skyddsvärde. I förorenade områden ingår även nedlagda deponier. MIFO-metodiken och dess bedömningsgrunder är beskrivna i rapporter från Naturvårdsverket (Naturvårdsverket, 1999). Resultatet av bedömningen medför att objekten inordnas i fyra riskklasser:

- Klass 1 - Mycket stor risk
- Klass 2 - Stor risk
- Klass 3 - Måttlig risk
- Klass 4 - Liten risk

Riskklassning enligt MIFO utförs i två faser. Riskklassning i fas 1 bygger på en misstanke om förorening och klassningen är då baserad på en teoretisk bedömning. Riskklassning enligt fas 2 grundas på utförda undersökningar i det misstänkt förorenade området.

I denna utredning behandlas objekt med MIFO riskklass 1 och 2, dvs. mycket stor respektive stor risk. Riskklassning från både fas 1 och fas 2 ingår och i de fall där objekt är klassade i båda faserna redovisas riskklassen enligt fas 2.

Inventeringen av förorenade områden avser områden med *förutsättningar* för naturolyckor, och de konsekvenser som beskrivs är *möjliga* konsekvenser av en inträffad naturolycka. Föroreningsgraden är också den en osäkerhetsfaktor eftersom ett stort antal objekt endast är klassade enligt MIFO fas 1. Sammantaget är kartläggningen att betrakta som en översikt över MIFO-objekt som hotas av naturolyckor. Resultatet kan användas som underlag för prioritering mellan områden både avseende fortsatt MIFO-arbete och avseende mer detaljerade utredningar av sannolikheten för naturolyckor.

7.3.2 Inventeringsresultat

Länsstyrelsen Norrbotten har tillhandahållit en sammanställning av potentiellt förorenade områden. Riskområdena för naturolyckor innefattar fyra potentiellt förorenade områden i riskklass 1-2, vilket är få i jämförelse med andra län. Objekten sammanställs i Bilaga 5. Mer utförlig information om objekten finns i de GIS-skikt som levereras.

I riskklass 1 finns endast ett registrerat objekt: Karlshäll träsliperi, branschklassat inom massa- och pappersindustri, som ligger i ett område med förutsättningar för erosion. De tre objekten i riskklass 2, (kemtvtätt, ytbehandling av metaller, oljehamn) är belägna inom område med förutsättning för översvämning.

7.3.3 Naturolyckors påverkan på föroreningsspridning

Långvariga eller frekventa översvämningar kan medföra utlakning av föroreningar till ytvatten och eventuellt även spridning till icke förorenad mark. Spridningen till mark och vatten kan ske både som lösta föroreningar och genom partikelspridning. Översvämning orsakar förändrade syreförhållanden i marken, vilket kan påverka utlakningshastigheten för vissa kemikalier.

Erosion innebär risk för partikelspridning av föroreningar till ytvatten.

Ras, skred, moränskrud och slamströmmar kan innebära snabba och omfattande förflyttningar av jordmassor, inte sällan ut i ytvatten. Spridning till omgivande mark och till ytvatten kan sedan ske som lösta föroreningar och genom partikelspridning. Rasmassor i strömmande vattendrag kan orsaka smala och grunda passager där rasmassorna eroderar relativt snabbt på grund av vattnets förhöjda hastighet genom området. Dessa naturolyckor kan också resultera i att föroreningar som tidigare låg skyddade under markytan görs tillgängliga för människor, växter och djur i området.

7.4 Miljöfarlig verksamhet och riskobjekt

Med miljöfarlig verksamhet avses här verksamhet som enligt Miljöbalken är tillståndspliktig (Förordning om miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd, SFS 1998:899).

Riskobjekt kallas sådana verksamheter som omfattas av den så kallade Sevesolagstiftningen (Lag om åtgärder för att förebygga och begränsa följderna av allvarliga kemikalieolyckor, SFS 1999:381; Förordning om åtgärderna för att förebygga och begränsa följderna av allvarliga kemikalieolyckor, SFS 1999:382).

En verksamhet kan omfattas endera av tillståndsplikt enligt Miljöbalken eller av Sevesolagstiftningen, eller båda. Uppgifter om miljöfarlig verksamhet och riskobjekt har inhämtats från Länsstyrelsen Norrbotten.

Inventeringen av miljöfarlig verksamhet och riskobjekt avser områden med *förutsättningar* för naturolyckor, och de konsekvenser som beskrivs är *möjliga* konsekvenser av en inträffad naturolycka. Kartläggningen är en översikt över miljöfarliga verksamheter som hotas av naturolyckor, men ingen hänsyn tas till sannolikheten för t.ex. skred i ett område med förutsättningar för skred. Resultatet bör användas som underlag för beslut om mer detaljerade utredningar i särskilt utsatta områden.

7.4.1 Miljöfarlig verksamhet

De miljöfarliga verksamheterna har beteckningarna A, B eller C. A-verksamheter är de som anses farligast, t.ex. gruvor, pappersmassafabriker och stora vindkraftverk. A-verksamheter är tillståndspliktiga och prövas av miljödomstol eller av regeringen. B-verksamheter är tillståndspliktiga och prövas av länsstyrelsen. Exempel på sådan verksamhet är energianläggningar, olika slags industrier, skjutfält och flygplatser. C-verksamheter är endast anmälningspliktiga, exempelvis skjutbanor, Försvarsmaktens hamnar, små industrier, stora växthus och små vindkraftverk. I denna utredning beaktas verksamheter som hanterar kemikalier och är tillståndspliktiga enligt beteckning A eller B.

Inom riskområde för naturolyckor har 11 B-verksamheter men inga A-verksamheter identifierats. Åtta av objekten är verksamma inom avloppsrening och ligger inom område med förutsättningar för erosion, översvämning, eller bådadera. Möjliga konsekvenser för avloppsreningsanläggningar som drabbas av översvämning är att man måste brädda, varvid avloppsvatten släpps ut orenat i vattendraget. Översvämningen kan innebära högre dagvattenflöden, vilket gör att anläggningens maxkapacitet överskrids. Det är troligt att biologisk rening (aktiv slam) inte fungerar, vilket medför höga halter av kväve och nedbrytbart kol (BOD) i vattendraget. Detta leder till syrebrist och övergödning. Om även kemisk rening (fällningskemikalier) är omöjlig så släpps fosfor och mer BOD ut. Fosfor är begränsande för alger och högre fosforhalt innebär algutväxt i sjöar och hav. Om vattennivåerna stiger så högt att det rinner in till verket från omgivningen kan de öppna bassängerna översvämmas och då fungerar inget av reningsstegen.

I övrigt ligger en biogasanläggning inom område med förutsättningar för översvämning och erosion, ett sågverk ligger inom område med förutsättningar för skred/ras, och en fiskodling ligger inom område med förutsättningar för erosion.

Huruvida erosion utgör en risk för verksamheten eller inte beror helt på platsspecifika förutsättningar såsom verksamhetens närhet till vattendraget i fråga, erosionshastighet, slänthöjd och liknande.

7.4.2 Riskobjekt

Reglerna i Sevesolagstiftningen styr verksamheter där farliga ämnen förekommer i stora mängder vid ett och samma tillfälle; gränserna beror på ämnens kemiska egenskaper. Lagstiftningen innebär bland annat att verksamhetsutövarna är skyldiga att vidta alla åtgärder som krävs för att förebygga och begränsa följderna av allvarliga kemikalieolyckor för människa och miljö. De är dessutom skyldiga att upprätta ett handlingsprogram för hur riskerna för allvarliga kemikalieolyckor ska hanteras. Kommunen är skyldig att utarbeta en plan för räddningsinsatser vid dessa verksamheter.

Inga Sevesoklassade anläggningar ligger inom områden med förutsättningar för naturolyckor.

7.5 Vägar och järnvägar

Risksituationen för vägar och järnvägar påverkas av hur omgivande områden ser ut och hur de används. Även utformningen av ingående konstruktioner i väg- eller järnvägsanläggningen påverkar riskerna.

När det gäller omgivningen är topografi, jordart och påverkan av vatten de faktorer som har störst betydelse. Branta sluttningar, jordarter som silt, lera och sand samt påverkan från nederbörd och strömmande vatten kan påverka stabilitetssituationen negativt. Där dessa faktorer kombineras, som till exempel längs många av de norrländska älvdalarna kan säkerheten vara låg. Översvämningsrisken är av naturliga skäl störst i låglänta områden i anslutning till sjöar eller vattendrag.

Även användningen av omgivande markområden har avgörande betydelse för säkerheten mot ras, skred och erosion. Förändringarna i risknivå kan ske under lång tid eller nästan omedelbart. Exempel på smygande förändringar är dräneringar som installerats i omgivande skogs- eller jordbruksmark men därefter inte underhålls. Dammkonstruktioner, som inte underhålls, uppströms väg eller järnväg kan också utgöra hot när de brister. Snabba förändringar kan bero på skogsavverkningar där effekterna blir ännu större vid efterföljande markberedning. Exploatering av naturmark till hårdgjorda ytor eller ny- eller ombyggnad av omkringliggande anläggningar påverkar även avvattningssituationen.

Utformningen av väg- eller järnvägsanläggningen påverkar också risken för ras, skred och erosion. Det gäller utformning av avvattningsanläggningar såsom diken, trummor och dräneringar, erosionsskyddens utbredning och motståndskraft samt uppbyggnad av jordkonstruktionerna. Anläggningsägaren Trafikverket är medveten om betydelsen av dessa delar och förbättrar anläggningarna successivt.

7.5.1 Riskanalyser för vägar

Vägverket påbörjade år 2007 en analys av riskerna längs det nationella vägnätet. Analyserna har genomförts enligt metoden "Riskanalys vald vägsträcka" (Vägverket, 2005). De kriterier som legat till grund för urvalet har varit stor trafikmängd eller tidigare observerade situationer som skulle kunna vara tecken på problem med stabiliteten eller risken för översvämning. Ett annat kriterium för urval har varit sträckor som innehåller en eller flera av de faktorer som bedöms ha betydelse för säkerheten såsom branta lutningar, besvärliga jordarter eller ogynnsam vattensituation. Successivt genomförs riskinventeringar även på det vägnätet som har lägre trafikintensitet.

Resultatet från riskanalyserna ingår i den löpande verksamheten för drift och underhåll av vägnätet. Behov av ombyggnader åtgärdas efterhand. Innan de har hunnit åtgärdas får driftpersonalen varningar när väderläget kräver större beredskap. Det gör att man under vissa perioder kan öka övervakningen på kända ställen.

Genom den riskinventering som utförts av länets vägar har man kunnat konstatera att säkerheten mot ras och skred i allmänhet är god. Ett antal utpekade lokaler är dock under fördjupad utredning och i några fall projekteras och utförs riskreducerande åtgärder.

Under 2011 har ett antal av dessa objekt åtgärdats för att säkerställa de utpekade vägvägnitten. Åtgärder som utförts är stabilitetshöjande åtgärder som tryckbankar, utfläckning av slänter samt förstärkning av slänter med erosionskydd. I några fall har hydrologiska utredningar med påföljande dimensionering och projektering utförts vilket medfört att avvattningen har förbättrats med hjälp av dikning och ökade trumdimensioner.

Följande riskobjekt i Norrbotten har åtgärdats eller är upptagna för åtgärd eller vidare utredning. Förutom dessa riskobjekt kommer ytterligare objekt att tas fram utifrån tidigare utförd riskinventering:

- *Råbäcken, väg 616 strax utanför Boden, Lule älv.* Här har tryckbankar och utflackning av slänt utförts. Arbetet har bedrivits i och i anslutning till Luleå Älv. Här ligger vägen inom 10 m från släntrönet där ravinen är ca 10 meter hög. Utförandet av tryckbankar kommer att följas upp under vårflödet 2012.
- *Västra Börjelsbyn, väg 953, Kalix älv.* Här har tryckbankar utförts inom två delområden. Ett delområde kvarstår där vägen är planerad att flyttas. Arbetsplan är på gång att utföras för detta område.
- *Fällfors, väg 664, Pite älv.* Här har utflackning och erosionsskydd i slänt utförts under 2011. Arbetet följs upp under våren 2012.
- *Nystrand, väg 664, Pite älv.* 20 meter hög ravin där släntrönet är belägen endast 20 meter från väg 664. Detta är ett mycket aktivt område med avseende på erosion och skred. Här har inklinometrar (rörelsemätare) installerats under 2011 där mätning sker kontinuerligt och även är kopplat via GSM till trafikinformationscentralen. Under 2012 skall arbetsplan påbörjas för att möjliggöra flytt av befintlig väg.
- *Sikfors, väg 374, Pite älv.* Tre områden har identifierats där fördjupade utredningar utförts. Mätningar fortgår för att kontrollera rörelser samt även grundvattnivåer. Ingen ytterligare åtgärd är inplanerad.
- *Keräsjoki, väg 729.* Fördjupad utredning pågår. Här har ett antal skred skett där närmaste skredet är beläget ca 15 m från väg. Området är mycket aktivt gällande skred. Slänten är ett fåtal meter hög. Fördjupad utredning pågår.
- *Skröven, väg E10.* Här har det tidigare uppdagats håligheter i väggkropp. Hösten 2011 har fördjupad utredning utförts där utredning visar på allvarligt underdimensionerad trumma samt pågående skred i slänt på nedströmssidan. Kompletterande trumma har borrats genom banken under november månad 2011. Dessutom utförs stabilitetshöjande åtgärder hösten/vintern 2011. Under sommaren 2012 skall arbeten slutföras med vägbanken och vägens överbyggnad.
- *Gammelgården, väg 721 Kalix älv.* Erosionsskydd har utförts. Fortsatt utredning pågår för att säkra stabiliteten.
- *Abisko, E10.* Lavinrisk. Larmsystem finns men utredning pågår gällande uppdatering av dessa larmsystem så att de skall bli säkrare och effektivare.

Arbetet med prioriteringar av objekt för fördjupade utredningar samt bevakning av tidigare objekt som framkommit vid riskinventeringarna fortgår löpande.

Risker av generell karaktär kan vara svåra att objektspecificera. Dessa risker utgörs i första hand av att vägtrummor av olika anledningar kan förlora avsedd funktion vid

höga vattenflöden. Följden av detta blir ofta översvämningar samt att vägen spolades bort på en kortare sträcka. Vid sluttande terräng i erosionskänslig mark kan det i svåra fall leda till ravinbildning och bakåtskridande ras. En annan generell risk som är speciell för områden med finkorniga jordar längs rinnande vattendrag, utgörs av stranderosion som kan förändra slänters geometri och på så sätt försämra stabiliteten.

Under september månad drabbades stora delar av Norrbotten av långvarigt och ihållande regn vilket resulterade i några skador på vägnätet på platser som inte fångats upp vid riskinventeringarna. Det var framför allt biflöden till Pite älv som drabbades och skador uppstod på följande platser:

- *Väg 555 vid Storbäcken.* Kortare vägvagnsnitt spolades bort. Ny trumma kom snabbt på plats.
- *Väg 555 bro över Borgforsälven.* Kraftiga skador på erosionsskydd och slänter. Reparation utfördes inom 2 veckor efter att skadan observerats.
- *Väg 374 vid Riddarhällan.* Kortare vägvagnsnitt spolades bort. Ny trumma kom snabbt på plats.
- *Väg 94 vid Visträsk.* Betongtrumma gled isär och delar av vägen började skäras av. Reparation utfördes som akut åtgärd.
- *Väg 664 vid Kisån.* Ett kortare vägvagnsnitt spolades bort. Skadan var så kraftig att en provisorisk bro nyttjas till dess att en ny bro av typen valvbåge kommer på plats under våren 2012, se Figur 7-2.



Figur 7-2. Väg 664, Kisån. Foto Trafikverket.

7.5.2 Bedömning av risker längs järnvägar

Trafikverket genomför regelbundet säkerhetsbesiktningar av banorna. Tidsintervallet mellan besiktningstillfällena är beroende av vilken anläggningsdel som avses, banans trafikbelastning uttryckt som antal bruttoton och största tillåtna hastighet. Det betyder att anläggningsdelar som har betydelse för att förhindra ras och skred som trummor, diken, dräneringar och erosionsskydd säkerhetsbesiktigas 2-3 gånger per år på de flesta banorna. I samband med säkerhetsbesiktningen får de delar av anläggningen som innehåller fel eller försämras successivt besiktningssanmärkningar. När anmärkningarna senare åtgärdas kan fel som kan leda till olyckor eller tillbud förebyggas eller förhindras. Anläggningarnas risknivå är en direkt funktion av föreskrifternas efterlevnad.

Den svagaste sträckan i Norrbottens län är enligt Trafikverkets bedömning en 300 km lång banksträcka längs bandel 111 på sträckan Kajsepakte – Stordalen. Järnvägen ligger här med brant slänt ned mot väg E10. Sträckan bedöms emellertid vara tillräckligt stabil för dagens laster men den kan bli en svag länk när man nu utreder högre tillåtna tåglaster. I övrigt finns enligt de bedömningar som Trafikverkets gör inga utpekade sträckor med förhöjda risker när det gäller ras, skred, erosion eller översvämning. Det utesluter inte att det kan uppstå problem om extrema vädersituationer uppkommer eller om anläggningen har okända brister.

Längs ett fåtal speciellt utsatta järnvägssträckor i landet har Trafikverket ras- och skredvarningssystem installerade. Rasskydd finns på ett fåtal platser. I Norrbottens län finns varningssystem för snölaviner installerat längs bandel 111 på sträckorna Abisko - Björkliden och Kopparåsen – Vassijaure. Varningssystem för blockras från fjällsidan finns på bandel 111 på sträckan Kopparåsen- Vassijaure. På den sträckan finns även ett blockrasskydd mot fjällsidan.

7.6 Hamnar

Beroende på respektive hamns utformning samt förändrade strömningsförhållanden på grund av såväl klimatförändringen som landhöjningen och mänsklig påverkan kan ökad sedimenttransport innebära ett ökat behov för underhållsmuddring.

Det finns ett antal hamnar som är belägna inom områden med erosionsrisk. I länet finns fem hamnar med fraktrafik enligt Länsstyrelsens sammanställning i Bilaga 2. Hamnarna är fördelade på de olika kommunerna, i Luleå finns fyra och i Piteå en hamn. Karta 1, 3 och 6 visar det geografiska läget för dessa hamnar.

7.7 Flygplatser

Luffarten påverkas inte i någon allvarligare grad av klimatförändringarna när det gäller naturolyckor, enligt Klimat- och sårbarhetsutredningen (SOU, 2007). Ett varmare klimat kan påverka tjäldjupet med konsekvenser för flygfältens bärighet. Ökade nederbörds- mängder belastar flygplatsernas dagvattensystem och kan föranleda en tidigareläggning av planerade ombyggnader. Behovet av avisnings- och halkbekämpningsmedel ökar i de norra delarna av landet.

I Norrbottens län finns sex flygplatser med reguljärtrafik samt två militärflygfält samt ett antal helikopterbas och mindre flygplatser, se Bilaga 3. Piteå flygfält och Pajala flygplats ligger relativt nära Piteälven respektive Torneälven, där det kan finnas risk för erosion. Bodens flygfält ligger centralt i staden öster om Luleälven. Området är ganska flackt och utgörs av finsand och silt vilken kan underlagras av lera.

Flera extrema väderhändelser har verkat störande på flygtrafiken, exempelvis stormen Gudrun år 2005 samt översvämningarna i Mellannorrland i juli 2000. Enligt Klimat- och sårbarhetsutredningen har dock flygtrafiken endast påverkats under en kortare tid vid dessa händelser. För gods är det lättare att hitta alternativa transportvägar än för persontrafiken.

7.8 Dammar

Det material som använts som för redovisning av dammar i karta 1-9 baseras på underlag från Svenskt dammregister (sammanställt av SMHI), material tillhandahållet från Länsstyrelsen i Norrbottens län samt material från Svenska Kraftnäts sammanställning av rapportering avseende dammsäkerhet år 2009, (Svenska Kraftnät, 2010).

Enligt Klimat- och sårbarhetsutredningen (SOU, 2007) är extrema flöden den klimatfaktor som är helt dominerar när det gäller dammsäkerhet. Om dammens avbörningskapacitet inte är tillräcklig kan detta leda till att dammen översvämmas vilket i sin tur kan leda till dammbrott. En fyllningsdamm tål inte överströmning av dammkrönet i någon större omfattning. Även betongdammar kan vara känsliga för överströmning av dammkrönet. Klimatfaktorer som vind, tjäle och is påverkar också säkerheten i varierande grad men dock i mindre omfattning än extremflöden.

Konsekvenserna av om ett dammbrott skulle inträffa skiljer sig från damm till damm och beror bland annat på flödessituationen, magasinets storlek, dammens höjd, typ av damm och förhållandena nedströms. I Sverige finns ett antal dammar där ett dammbrott skulle leda till katastrofala konsekvenser, många av dessa är lokaliserade i norra Sverige. Flertalet av de ca 10 000 dammar som finns i Sverige är emellertid små och för många av dessa skulle ett dammbrott leda till endast obetydliga konsekvenser. Men ca 500 dammar är sådana att ett dammbrott skulle ge betydande konsekvenser. I Norrbottens län finns ett stort antal dammar, både små och stora.

Svenskt dammregister bygger på uppgifter från länsstyrelsernas inventering av dammar under 1980-talet. Inventeringarna har gjorts utifrån skilda kriterier på olika håll i Sverige. För Norrbottens län omfattade inventeringen alla kända dammbyggnader inom länet och inget storlekskriterium har använts. Ett stort antal dammar finns därför redovisade i registret. En uppdatering av SMHI:s dammregister har påbörjats men något slutgiltigt datum för färdigställande är inte fastställt.

Utförligare information om dammar som riskobjekt sammanställs årligen av Svenska Kraftnät, som 2003 introducerade en rutin för rapportering av dammsäkerhet. Länsstyrelserna sammanställer svar från dammägarna beträffande de viktigaste frågorna om dammsäkerhet och rapporterar dessa till Svenska Kraftnät. Norrbottens län har för 2010 begärt in årsrapporter från dammägarna.

Dammar klassificeras efter hur stora konsekvenserna bedöms bli i händelse av dammbrott enligt RIDAS konsekvensklassningssystem (Kraftföretagens riktlinjer för dammsäkerhet, Svensk Energi, 2008). I klass 1A, 1B och 2 placeras de dammar som vid ett dammbrott kan orsaka beaktansvärda skador på människor, miljö, samhällsanläggningar och andra ekonomiska värden. Konsekvensklass 1A och 1B är den högsta klassningen, vilket betyder att ett dammbrott vid en sådan damm skulle kunna leda till förlust av människoliv eller allvarlig skada på viktiga samhällsanläggningar.

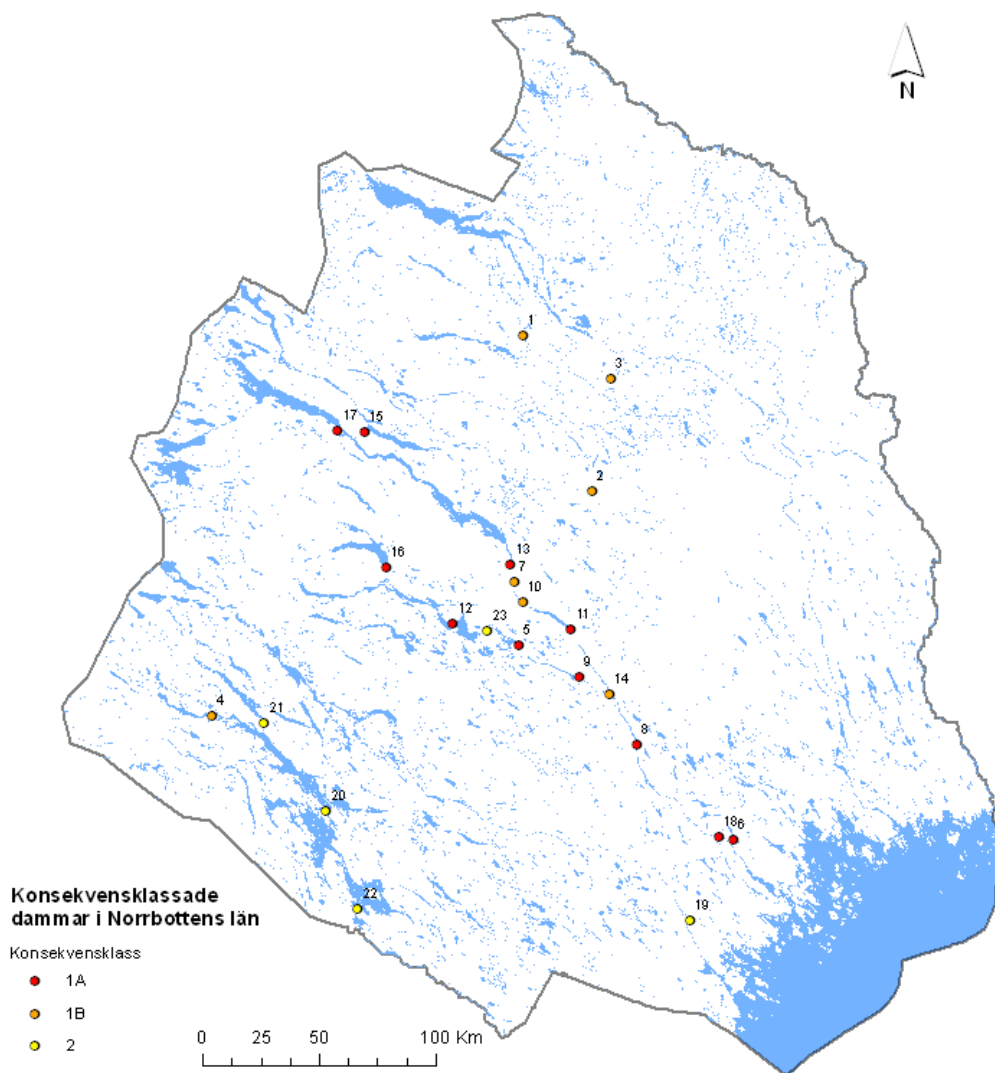
Vid konsekvensklassning enligt RIDAS beaktas konsekvenserna av ett dammbrott oavsett vad som orsakar dammbrottet. I riktlinjerna för beräkning av dimensionerande flöden (Svensk Energi, 2007) används benämningen flödesdimensioneringsklass (ersätter den tidigare betäckningen ”riskklass”), som endast beaktar konsekvenserna av dammbrott i samband med höga flöden. I kraftindustrins dammsäkerhetsarbete används flödesdimensioneringsklassen för att avgöra vilket dimensionerande flöde som dammarna säkert ska kunna hantera, medan konsekvensklassen används för att styra omfattningen av dammsäkerhetsarbetet i övrigt. Dammarna ordnas enligt flödesdimensioneringsklass I eller II. Dammar i konsekvensklass 1A eller 1B placeras vanligen i flödesdimensioneringsklass I men undantag finns. Dammar i konsekvensklass 2 placeras vanligen i flödesdimensioneringsklass II.

Enligt Svenska Kraftnäts sammanställning av rapportering avseende dammsäkerhet år 2009 finns i Norrbottens län 11 dammar av konsekvensklass 1A. Samtliga dessa dammar tillhör flödesdimensioneringsklass I. I konsekvensklass 1B finns 7 dammar, varav två tillhör flödesdimensioneringsklass I, en klass II och 4 dammar som saknar flödesdimensioneringsklassning. Det finns fem dammar tillhörande konsekvensklass 2 och flödesdimensioneringsklass II. En sammanställning finns i Tabell 7-1 och mer detaljerat i Bilaga 4.

Tabell 7-1. Konsekvens- och flödesdimensioneringsklassade dammar i Norrbottens län.

Konsekvensklass	Flödesdimensioneringsklass	Antal anläggningar
1A	I	11
1B	I	2
1B	II	1
1B	Klassning saknas	4
2	II	5

Dammarnas lägen och konsekvensklassning inom länet framgår av bifogat kartmaterial och Figuren 7-3 och i Bilaga 4.



Figur 7-3. Dammanläggningar i konsekvensklass 1A, 1B respektive 2 i Norrbottens län. (Svenska Kraftnät,2010)

Dimensionerande flöden för dammar i framtida klimat

Det finns stora osäkerheter kring det framtida klimatet men detta bör inte hindra att nödvändiga dammsäkerhetshöjande åtgärder vidtas. På grund av dessa osäkerheter bör dessutom flexibilitet och marginaler skapas där så är lämpligt.

För att möta det krav på klimatanpassning som nyttgåvan av riktlinjerna för dimensionerande flöden för dammanläggningar ställer har en kommitté med representanter för berörda myndigheter, vattenkraftindustrin och gruvindustrin tagit fram underlag för dimensionerande flöden för dammar med hänsyn till klimatförändringar (Elforsk, 2011). I rapporten redovisas beräkningar av den framtida förändringen av flöden i flödesdimen-

sioneringsklass I i 11 områden av relevans för vattenkraft- och gruvindustrin med utgångspunkt från regionala klimatscenarier.

I rapporten anges att för den beräknade ändringen av 100-årsflöden finns en markant gräns genom Sverige ungefär längs en linje från Karlstad till Mälardalen. Norr om denna minskar de beräknade 100-årsnivåerna, åtminstone mot slutet av seklet, med undantag av i nordvästligaste delen av Norrland där en ökning är tydlig. I södra Sverige ökar de beräknade 100-årsflödena nästan generellt mot slutet av seklet, utom i några mindre områden som uppvisar en minskning.

Beräkningarna av framtida flöden i flödesdimensioneringsklass I uppvisar tendenser mot minskande nivåer i flertalet av de utvalda beräkningsområdena, främst beroende på att det dimensionerande snötäcket minskar men också på en ökande avdunstning i ett varmare klimat.

Rapporten sammanfattar att det är för tidigt att dra generella och långtgående slutsatser av de nu redovisade beräkningarna av dimensionerande flöden, eftersom spridningen är betydande mellan de olika scenarierna och resultaten därför är beroende av valet av klimatscenerierna. Däremot kan man dra slutsatsen att resultaten är någorlunda stabila över landet och att närbelägna områden av liknande storleksordning uppvisar ungefär samma tendens beträffande extrema flödens klimatkänslighet.

8 STRATEGIER OCH ÅTGÄRDER FÖR SKYDD MOT NATUROLYCKOR

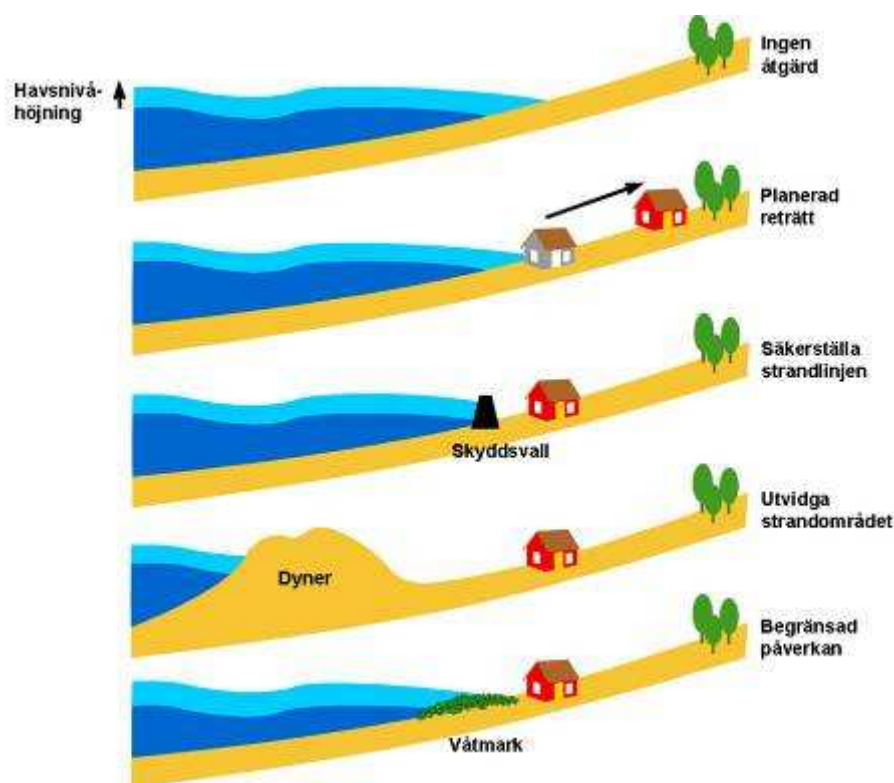
8.1 Strategier för markanvändning

Det råder fortfarande stor osäkerhet kring detaljerna om hur klimatet kommer att utvecklas i en given region, något som speciellt gäller för extrema väderhändelser. Detta kommer att gälla en lång tid framöver. Budskapet ändras också efterhand som nya data och beräkningar blir tillgängliga från forskarsamhället. En ytterligare osäkerhet är hur det internationella samfundet ska lyckas begränsa utsläppen av växthusgaser i framtiden och vad detta medför för klimatet.

Mot denna bakgrund bör man tillämpa en strategi som präglas av ökade säkerhetsmarginaler vid fysisk planering. Det innebär att säkerställa tillräckligt avstånd i både plan och höjd för att kunna klara en ökad fara för t.ex. översvämning, erosion eller sked.

Det är också viktigt att ge förutsättningar för en flexibel markanvändning, exempelvis genom att ha utrymme och möjlighet att vidta åtgärder för framtida klimatförändringar. Det kan exempelvis innebära att det finns plats för en skyddsvall eller avschaktning av en slänt med otillfredsställande stabilitet.

För att undvika skador till följd av översvämning, erosion, skred och ras finns ett antal alternativa strategier som kan väljas, både för befintlig bebyggd miljö och för ny bebyggelse, jfr Figur 8-1. Figuren illustrerar ett strandnära område vid kusten men är tillämplig även för områden vid vattendrag och sjöar.



Figur 8-1. Alternativa strategier för utveckling och skydd av strandnära områden. *EuroSION reports (2004).*

Det handlar om att utifrån en bedömd riskbild och befintliga värden som kan behöva skyddas att välja det samhällsekonomiskt mest lämpliga alternativet. Den strategi som väljs innebär olika konsekvenser för människa och miljö samt leder till kostnader för såväl kommunen som enskilda. Här finns också möjlighet att antingen välja att permanent utföra åtgärder som ger tillfredsställande säkerhet eller att ha beredskap för att skydda mot eventuella naturolyckor.

8.2 Förebyggande åtgärder mot naturolyckor

Det finns ett stort antal olika metoder som kan tillämpas för att säkerställa skydd av områden med risk för naturolyckor. En sammanställning gjordes i samband med en översiktlig sårbarhetsanalys för översvämning, skred, ras och erosion som underlag för Klimat- och sårbarhetsutredningen (SOU 2007:60, bilaga B 14). För skydd mot olika typer av naturolyckor hänvisas till denna rapport.

Det finns risker för naturolyckor redan för dagens förhållanden och dessa kan komma att öka till följd av klimatförändringar. Vissa förebyggande åtgärder behöver bli utförda redan nu, medan andra kan utföras vid ett senare tillfälle, då sannolikt bättre kunskap finns om klimatets påverkan. Det innebär att man kan anpassa förstärknings- och anpassningsåtgärder och successivt öka skyddet mot skred/ras, erosion och översvämning. I vilken omfattning och för vilka tidsperspektiv som anpassningsåtgärder ska vidtas behöver studeras mer detaljerat.

9 REKOMMENDATIONER - KLIMATANPASSNING

Denna utredning har syftat till att översiktligt klargöra var risker finns för naturolyckor för befintlig bebyggd miljö samt utgöra underlag för exploatering för ny bebyggelse. Med utgångspunkt från de översiktliga riskvärderingarna föreslås följande rekommendationer för fortsatt planering och anpassning till förändrat klimat för bebyggelse och samhällsviktig verksamhet.

Generellt bör tillämpas en strategi som präglas av tillräckliga säkerhetsmarginaler i den långsiktiga fysiska planeringen. Det är också viktigt att skapa flexibilitet, d.v.s. att undvika att ”bygga sig fast” i lösningar som är svåra att korrigera i efterhand.

För att skydda samhället är det nödvändigt att arbeta förebyggande genom att identifiera risker och vidta åtgärder för att skydda utsatta områden men även att vara mer observant vid planering av framtida exploateringar. En generell rekommendation är att utreda de områden som idag har låg säkerhet mot naturolyckor för att värdera om de förväntade ändringarna i belastningar från klimatet påverkar situationen negativt. För att få underlag för en specifik plats krävs en undersökning av topografin, aktuella jord- och vattenförhållandena och belastningssituationen på den platsen. Dessutom krävs en bedömning av konsekvenserna till följd av de förväntade förändringarna av klimatet.

9.1 Bebyggelse och transportinfrastruktur

För **exploateringsområden** är det viktigt att pröva markens lämplighet för avsett planändamål. Hänsyn måste då tas till risker för skred, ras, erosion och översvämning och en utgångspunkt måste då vara livslängden hos bebyggelse, anläggningar, transportinfrastruktur etc., normalt mer än 100 år. De förväntade effekterna av ett förändrat klimat under denna tidsperiod måste då beaktas.

Klimatanpassning av **befintlig bebyggd miljö** som bebyggelse, transportinfrastruktur (vägar, järnvägar, hamnar och flygfält) kan innebära att åtgärder måste vidtas för att hindra skador till följd av naturolyckor. I denna utredning har översiktligt redovisats var sådana områden finns inom Norrbottens län. För dessa områden behöver risker undersökas närmare genom detaljerade utredningar av geotekniska, topografiska och hydrologiska förhållanden.

9.2 Förorenad mark, miljöfarlig verksamhet och riskobjekt

Markanvändningen inom och i anslutning till områden med förorenad mark, miljöfarlig verksamhet och riskobjekt bör föregås av utredningar för bedömning av risker. Hänsyn ska tas till framtida flöden och vattennivåer som kan förväntas till följd av klimatförändringar och följd effekterna ras, skred, erosion och översvämning som redovisas i denna utredning.

9.3 Dammar

Dammsäkerhet handlar om komplexa system och stora investeringar. För att kunna vidta åtgärder som ger tillfredsställande dammsäkerhet krävs uppgifter om de hydrologiska konsekvenserna av förändrat klimat. Osäkerheter kring det framtida klimatet får inte hindra att nödvändiga dammsäkerhetshöjande åtgärder vidtas. På grund av dessa osäkerheter bör dessutom flexibilitet och marginaler skapas där så erfordras.

10 BEHOV AV KOMPLETTERANDE UTREDNINGAR

Utredningen har varit av översiktlig karaktär och för att närmare klargöra risker inom identifierade områden behöver mer detaljerade utredningar genomföras som underlag för fysisk planering och anpassningsåtgärder för befintlig bebyggd miljö.

10.1 Naturolyckor

Nedan redovisas behov av utredningar dels för olika typer av naturolyckor, dels för bebyggelse och samhällsviktig verksamhet.

10.1.1 Erosion

I denna översiktliga utredning har konstaterats att det för ett antal områden längs kusten och utmed vattendrag finns förutsättningar för erosion, för dagens klimat och i ökad utsträckning till följd av klimatförändringar. Som underlag för framtida planering och anpassning av befintlig bebyggd miljö behöver mer detaljerade studier göras av utsatta områden för att bedöma vilka områden som kan hotas och var det finns behov av förebyggande åtgärder.

På vissa sträckor längs kusten kan finnas olika typer av erosionsskydd. Dessa bör inventeras närmare med avseende på höjda havsnivåer och vid behov förstärkas.

10.1.2 Ras, skred och slamströmmar

För att klargöra markens lämplighet för bebyggelse behöver områden som bedömts ha förutsättningar för ras, skred och slamströmmar undersökas närmare. Detta gäller även områden där ny exploatering planeras så att eventuella riskområden kan undvikas eller förebyggande åtgärder vidtas. Inom de områden med befintlig bebyggelse, där enligt MSB:s översiktliga kartering stabiliteten inte kunnat säkerställas, bör detaljerade undersökningar utföras.

10.1.3 Översvämning

Hänsyn till nya klimatscenarier har tagits i denna utredning vid bedömning om framtida flöden men ny kunskap tillkommer löpande. Nästa rapport från IPCC kan förväntas inom några år. Under tiden är det viktigt att följa och värdera nya forskningsresultat efterhand som de blir tillgängliga.

Detaljerade studier av översvänningsrisk längs vattendrag kan behöva utföras om behov finns. Detta kräver dock bättre höjddataunderlag (ny nationell höjdmodell), bättre beskrivning av vattendragens bottenpografi (batymetri) och mer underlag i form av uppmätta flöden och nivåer. Framtida översvänningsrisker kan då noggrannare bedömas med klimatförändrade flöden som underlag.

Analys av framtida havsvattenstånd och effekter från våguppsköljning har inte gjorts i denna utredning. Vid planerad exploatering längs kusten kan en sådan komplettering behöva göras, både för dagens och för framtidens havsnivåer. För bästa möjliga resultat är det en förutsättning att topografi och batymetri i kustzonen är väl kända.

10.2 Bebyggelse och samhällsviktig verksamhet

10.2.1 Bebyggelse och transportinfrastruktur

Översiktliga stabilitetskarteringar bör utföras för **befintlig bebyggelse** inom de kommuner som ännu inte karterats i Norrbottens län. Detaljerade stabilitetsutredningar bör alltid utföras för exploateringsområden så att eventuella riskområden kan undvikas eller förebyggande åtgärder beaktas i ett tidigt skede av planprocessen.

När det gäller naturolyckor för allmänna **vägar och järnvägar** är det Trafikverket, som har ansvar för den pågående nationella ”Riskanalysen” och riskinventeringar bör successivt genomföras även på det vägnätet som har lägre trafikintensitet.

På grund av klimatförändringen, landhöjningen och den mänsklig påverkan kan **hamnarnas** utformning och läge ha betydelse för strömningsförhållandena. Detta kan ge en ökad sedimenttransport vilket kan innebära ett ökat behov för underhållsmuddring. Även pågående erosion måste åtgärdas och utredas. I Norrbottens län finns hamnar som är belägna inom områden med erosionskänsliga jordar.

Ökade intensiva regn kan få följdverkningar för lågt liggande **flygplatser** och för flygplatsernas dagvattensystem. Ökad nederbörd, högre grundvattennivåer och ökade vattenflöden kan påverka flygfältens bärighet negativt.

10.2.2 Förorenad mark, miljöfarlig verksamhet och riskobjekt

Inom förorenade områden bör en översiktlig riskbedömning göras enligt kvalitetsmanualen för efterbehandling av förorenade områden (Naturvårdsverket, 2008) med hänsyn tagen till klimatförändringar och dess följd effekter såsom översvämning, höga flöden, erosion, skred och ras. Underlagen för en sådan bedömning kan baseras på de scenarier som redovisas i denna rapport. Om riskbedömning tidigare utförts bör denna stämmas av och eventuellt uppdateras för att även innefatta de förväntade klimatförändringarna. Vid prioritering av framtida MIFO-arbete bör hänsyn tas till objekt som ligger inom område med förutsättningar för naturolyckor.

10.2.3 Dammar

Mot bakgrund av bl.a. de osäkerheter som klimatfrågan tillför bör beräkningsförutsättningarna för dammutredningar ses över regelbundet. Jämförelser mellan inträffade flödessituationer och beräknade dimensionerande flöden bör utföras fortlöpande. Systemets känslighet för klimatförändringar bör analyseras genom utnyttjande av klimatscenarier. Nya förutsättningar kan leda till att dimensioneringsberäkningarna behöver revideras.

Ägare till dammar (verksamhetsutövare) har enligt Miljöbalken ansvar för dammsäkerheten och ska bland annat svara för underhåll och ha rutiner för egenkontroll. Länsstyrelsen är operativ tillsynsmyndighet för dammars säkerhet. För dammar där ägarna arbetar enligt RIDAS riktlinjer bedöms risker för naturolyckor hanteras på tillfredsställande sätt. Det finns däremot behov av en uppdatering av uppgifter om övriga dammar i länet, där säkerheten är oklar och där ett dammbrott kan orsaka omfattande skador.

11 REFERENSER OCH UNDERLAGSMATERIAL

- Bergqvist, E. (1986), Svenska nip- och ravinlandskap, UNGI Rapport 63, Uppsala Universitet, Naturgeografiska institutionen, Stockholm
- Elforsk (2011). Dammsäkerhet. Dimensionerande flöden för dammanläggningar för ett klimat i förändring. Elforsk rapport 11:25.
- EuroSION reports (2004), Living with coastal erosion in Europe, Sediment and space for sustainability, part 1 to 5_8b, www.euroSION.org, Reports on line, 2009-03-31
- Fallsvik, J., Lundström, K., Andersson, M., Hågeryd, A.-C., (2008), Detaljerad utredning av stabilitets- och avrinningsförhållanden i Kittelfjäll, Vilhelmina kommun, SGI Dnr. 2-0805-0427
- Fallsvik, J., Axelsson, J., Eklund, D., Gustavsson, H., Hågeryd, A.-C., Hallberg, K., Stensén, B., Södergren, I., (2010), Översiktlig klimat- och sårbarhetsanalys – Naturolyckor, Länsstyrelsen i Västernorrlands län, SGI Dnr. 2-1002-0144
- Fallsvik, J., Blied, L., Eklund, D., Falemo, S., Stensén, B., Södergren, I., (2011), Översiktlig klimat- och sårbarhetsanalys – Naturolyckor, Länsstyrelsen i Västerbottens län, SGI Dnr.2-1005-0372
- Fysisk Riksplanering (1979), Våtmarker, Mineralråvaror, Geologiska och geotekniska förhållanden, Underlagsmaterial FRP 3.79, Bostadsdepartementet, Departementens offcetcentral, 1979:3, Stockholm 1980
- Flygkartan, www.Flygkartan.se
- Gustavsson, H., Eklund, D., Hallberg, K., Persson, G. och Sjökvist E. (Under bearbetning). Klimatanalys för Norrbottens län. SMHI-rapport 2011-54.
- Hågeryd, A.-C., Blied, L., Rydell, B., (2011), Sammanställning av utförda förstudier och översiktliga stabilitetskarteringar för bebyggda områden, Norrbottens län, SGI Dnr. 2- 1006-0454.
- Lundqvist, M., (1953-1971), Atlas över Sverige, National atlas of Sweden / utgiven av Svenska sällskapet för antropologi och geografi. Huvudredaktör: Magnus Lundqvist. Kartografisk utformning, ritning, reproduktion och tryckning utförd av Kartografiska institutet. Kategori: Geografi, Sverige. Förlag: Stockholm Gla År: 1953-1971
- Nationalencyklopedin (1993), Lappland, Band 12, s 130, ISBN 91-7024-620-3, Bokförlaget Bra Böcker AB, Höganäs
- Nationalencyklopedin (1996), Norrbotten, Band 14, s 272, ISBN 91-7024-620-3, Bokförlaget Bra Böcker AB, Höganäs

- Naturvårdsverket, (1999), Metodik för inventering av förorenade områden (MIFO). Bedömningsgrunder och vägledning för insamling av underlagsdata, Rapport 4918.
- Naturvårdsverket, (2008), Efterbehandling av förorenade områden. Kvalitetsmanual för användning och hantering av bidrag till efterbehandling och sanering. Utgåva 4.
- Nyberg, Rolf, (1985), Debris flows and slush avalanches in northern Swedish Lappland. Distribution and geomorphological significance. Lunds universitet. Geografiska institutionen. Meddelanden. Avhandlingar XCVII
- Personlig kontakt med Gunnar Zweifel, Trafikverket
- Personlig kontakt med Torgny Nilsson, Trafikverket
- Rydell, B., Hågeryd, A-C., Nyberg, H., Angerud, P., (2006), Omfattning av stranderosion i Sverige, Översiktlig kartläggning av erosionsförhållanden. Kartor, SGI Varia 543:2, Linköping, <http://www.swedgeo.se/upload/Publikationer/Varia/pdf/SGI-V543-2.pdf>
- Rydell, B., Hågeryd, A-C, Axelsson, J., (2009), Översiktlig inventering av förutsättningar för erosion i vattendrag. Metodik och redovisning, SGI Varia 602:1, Linköping, <http://www.swedgeo.se/upload/Publikationer/Varia/pdf/SGI-V602-1.pdf>
- Räddningsverket (2006) Översiktlig översvänningskartering längs Piteälven - sträckan Varjisån till mynningen i havet samt Korsträskbäcken, sträckan Stor Korsträsket till piteälven, Rapport nr. 50
- Räddningsverket (2006) Översiktlig översvänningskartering längs Luleälven - sträckan Jokkmokk till mynningen i havet vid Luleå samt sträckan Porjus till Voullerim, Rapport nr 47
- Räddningsverket (1999) Översiktlig översvänningskartering längs Kalixälven - sträckan Männikönsaari till mynningen, Rapport nr 10
- SGI Varia 560:1, (2005), Släntstabilitet i jord, Underlag för handlingsplan för att förutse och förebygga naturolyckor i Sverige vid förändrat klimat, Deluppdrag 1, Hultén, C., Olsson, M., Rankka, K., Svahn, V., Odén K., Engdahl, M., SGI Dnr 1-0502-0100, SGI-VARIA--05/560—SE
- SMHI (1995). Svenskt dammregister Norra Sverige. SMHI Hydrologi nr 56, 1995.
- SOU (2007a). Sverige inför klimatförändringarna – hot och möjligheter. Slutbetänkande av Klimat- och sårbarhetsutredningen. SOU 2007:60, Stockholm.
- SOU (2007b) Översiktlig sårbarhetsanalys för översvämning, skred, ras och erosion i bebyggd miljö i ett framtida klimat. Klimat- och sårbarhetsutredningen SOU 2007:60, Bilaga B14

SOU (2007c) Klimatet och dammsäkerhet i Sverige. Klimat- och sårbarhetsutredningen, SOU 2007:60, Bilaga B9.

Svensk Energi, (2008) RIDAS – Kraftföretagens riktlinjer för dammsäkerhet.

Svenska Kraftnät (2009). Sammanställning av rapportering avseende dammsäkerhet år 2008. Dnr 2009-272.

Svenska Kraftnät (2009). Årsrapportering av dammsäkerhet. Anvisning till dammägare, Version 2009-02-23

Svenska Kraftnät (2010). Sammanställning av rapportering avseende dammsäkerhet år 2009. Dnr 2010-212.

Sveriges Nationalatlas (1998). ISBN 91-87760-44-4 (Berg och jord)

Vägverket (2005).Handledning. Riskanalys vald vägsträcka. Publikation 2005:54.

Vägverket (2005). Fördjupning. Riskanalys vald vägsträcka. Publikation 2005:55.

Norrbottnens län
Översiktlig klimat- och sårbarhetsanalys

BILAGA 1 DIGITAL LEVERANS (CD-SKIVA) AV GIS-SKIKT

Data i shape-format i SWEREF 99 TM och RT90 2,5 gon V.

Beskrivning	Format	Typ
Redovisningskartor	pdf	Kartdokument
Projektfil innehållandes samtliga lager	mxd	ArcMap projektfil
Flygplatser	Shape	Punkt
Hamnar	Shape	Punkt
Dammar från länsstyrelsen	Shape	Punkt
Förorenade områden (MIFO Riskklass 1 och 2)	Shape	Punkt
Seveso-anläggning	Shape	Punkt
Miljöfarlig verksamhet (A och B-verksamhet)	Shape	Punkt
Förutsättningar för erosion. Underlag: SGI:s översiktliga inventering av stranderosion	Shape	Linje
Utredningsområde – ras och skred Underlag: MSB:s översiktliga stabilitetskarteringar	Shape	Polygon
Inträffade ras och skred Underlag: SGI:s skreddatabas och uppgifter från kommuner	Shape	Punkt
MSB:s översvämningskarteringar, (Pite-, Lule- och Kalixälven)	Shape	Polygon
Översvämningskartering, SMHI, Interregprojekt med Finland, (Torne älv)	Shape	Polygon

Norrbottens län
Översiktlig klimat- och sårbarhetsanalys

BILAGA 2 HAMNAR I NORRBOTTENS LÄN

Tabell B4-1. Hamnar i Norrbottens län enligt länsstyrelsens sammanställning, 2011-04-0.

Kommun	Hamn	Verksamhetsutövare/adress
Luleå	LKAB - Malmhamnen	LKAB Box 952 97128 Luleå
Luleå	Svenska Shell Oljehamnen	Shell AB Svenska Oljehamnsvägen 97437 Luleå
Luleå	Luleå hamnområde Uddebo mfi	Luleå hamn Box 910 97127 Luleå
Piteå	Piteå Djuphamn Haraholmen	Piteå Hamn AB 94128 Piteå
Luleå	Stena Recycling, Viktoriahamnen	Stena Innovative Recycling Makadamvägen 2 97345 Luleå

Norrbottens län
Översiktlig klimat- och sårbarhetsanalys

BILAGA 3 FLYGPLATSER I NORRBOTTENS LÄN

Tabell 6-1 Flygplatser och mindre flygfält i Norrbottens län, Flygkartan.se (2011)

Flygplat- sens/flygfältets namn	Kommun / Position	Uppgift om ägare eller verksamhetsutövare / Status	Reguljära för- bindelser
Arvidsjaur Flygplats AB	Arvidsjaur	-	Stockholm
Gällivare Flygplats, Lappland A	Gällivare	Post, Privatflyg	
Jokkmokks flygfält	Jokkmokk	Militär flygplats	
Kalixfors flygfält	Kiruna	Militär flygplats	
Kiruna Flygplats	Kiruna	-	Stockholm
Luleå Kallax airport	Luleå	-	Stockholm Kiruna Umeå Sundsvall
Pajala Flygplats	Pajala	-	
Piteå flygfält	Piteå	-	
Boden flygfält (He- den)	Boden	-	
Överkalix flygfält (Nashiheden)	Överkalix	Används av privatflygplan	

Norrbottens län

Översiktlig klimat- och sårbarhetsanalys

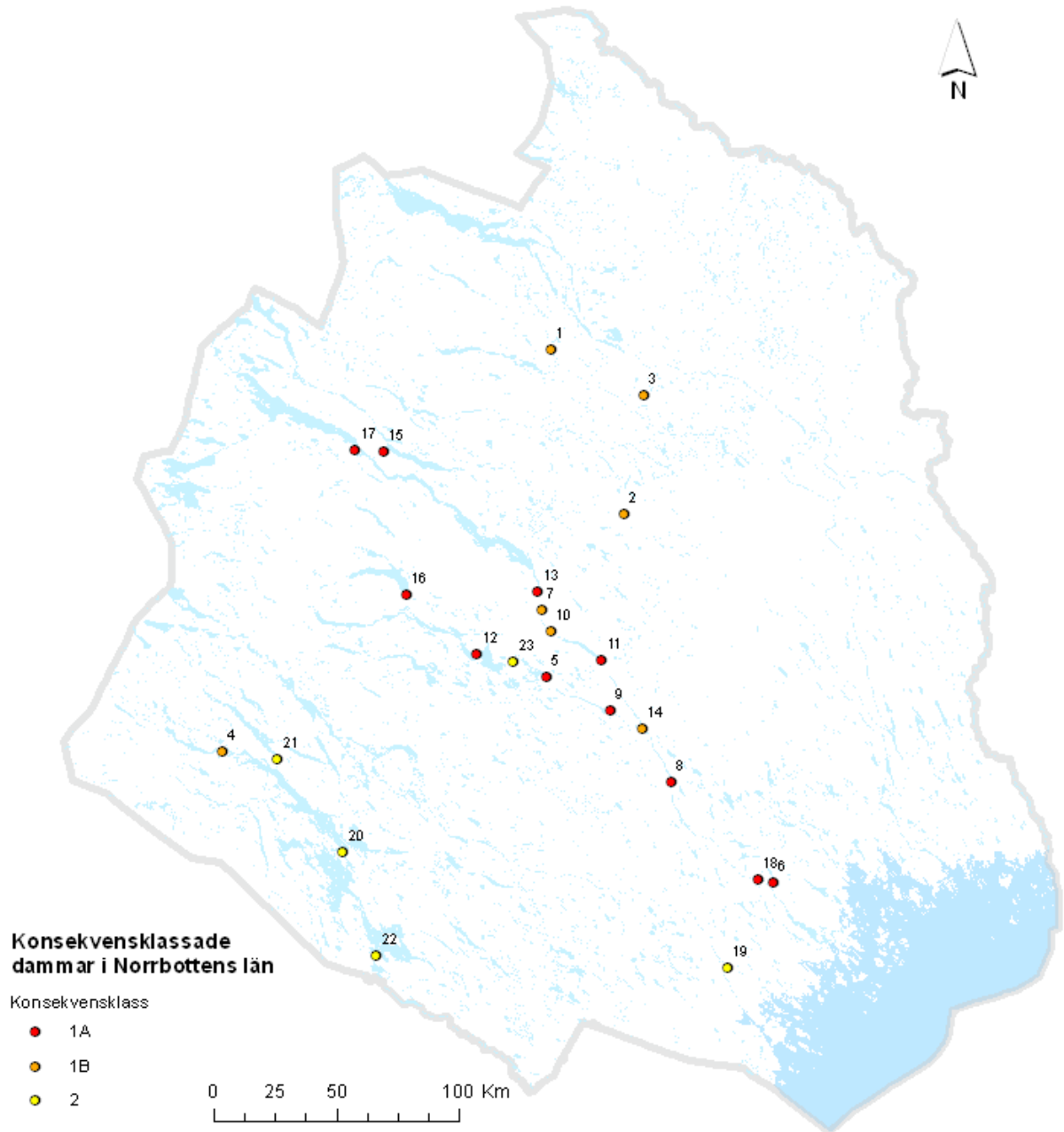
BILAGA 4 KONSEKVENSKLASSADE DAMMAR

Tabell B4-1 visar Konsekvensklassade dammar i Norrbottens län, och Figur B6-1 visar läget för dessa dammar. Dammarna är även redovisade på Karta 1-9.

Tabell B4-1. Konsekvensklassade dammar i Norrbottens län med ägare och älvindelning. Källa: Svenska Kraftnät (2011).

Län	Ägare	Älv	Anläggning	Konsekvens klass	Nr
BD	LKAB	Kalix älv	Kiruna	1B	1
BD	LKAB	Lina älv	Malmberget	1B	2
BD	LKAB	Torneälven	Svappavaara	1B	3
BD	Skellefteälvens VRF	Skellefteälven	Sädvajaure regleringsdamm	1B	4
BD	Vattenfall AB, Vattenkraft	Lule älv	Akkats	1A	5
BD	Vattenfall AB, Vattenkraft	Lule älv	Boden	1A	6
BD	Vattenfall AB, Vattenkraft	Lule älv	Harsprånget	1B	7
BD	Vattenfall AB, Vattenkraft	Lule älv	Laxede	1A	8
BD	Vattenfall AB, Vattenkraft	Lule älv	Letsi	1A	9
BD	Vattenfall AB, Vattenkraft	Lule älv	Ligga	1B	10
BD	Vattenfall AB, Vattenkraft	Lule älv	Messaure	1A	11
BD	Vattenfall AB, Vattenkraft	Lule älv	Parki	1A	12
BD	Vattenfall AB, Vattenkraft	Lule älv	Porjus	1A	13
BD	Vattenfall AB, Vattenkraft	Lule älv	Porsi	1B	14
BD	Vattenfall AB, Vattenkraft	Lule älv	Satisjaure	1A	15
BD	Vattenfall AB, Vattenkraft	Lule älv	Seitevare	1A	16
BD	Vattenfall AB, Vattenkraft	Lule älv	Suorva	1A	17
BD	Vattenfall AB, Vattenkraft	Lule älv	Vittjärv	1A	18
BD	Skellefteå Kraft	Piteälven	Sikfors	2	19
BD	Skellefteälvens VRF	Skellefteälven	Hornavans regleringsdamm	2	20
BD	Skellefteälvens VRF	Skellefteälven	Rebnisjaure regleringsdamm	2	21
BD	Skellefteälvens VRF	Skellefteälven	Storavan-Uddjaur regleringsdamm	2	22
BD	Vattenfall AB, Vattenkraft	Lule älv	Randi	2	23

BD = Norrbottens län



*Figur B4-1. Konsekvensklassade dammar i Norrbottens län.
Källa: Svenska Kraftnät, 2010.*

Norrbottens län
Översiktlig klimat- och sårbarhetsanalys

BILAGA 5 FÖRTECKNING ÖVER POTENTIELLA RISKOMRÅDEN VID FÖRORENADE OMRÅDEN, MILJÖFARLIG VERKSAMHET OCH RISKOBJEKT

Nedan presenteras en sammanställning av de potentiellt förorenade områden, riskobjekt och miljöfarliga verksamheter som behandlas i Kapitel 6. Verksamheterna har identifierats med hänsyn till deras geografiska position.

Följande urval har gjorts:

Erosion: Objekt inom 50 m från strandlinjen inom erosionsriskområden, såväl längs kusten som längs vattendrag i inlandet

Ras/skred: Objekt inom de markerade skredriskområdena

Översvämning: Objekt inom de markerade områdena för högsta flöde

Kolumnerna till höger visar vilken/vilka naturolycksrisker som hotar objekten, där 'ja' betyder att risk föreligger.

Miljöfarlig verksamhet

Miljöfarlig verksamhet B som ligger inom område med förutsättningar för naturolyckor. Inga A-verksamheter ligger inom områden med förutsättning för naturolyckor.

Miljöfarlig verksamhet B		Ras/skred	Översvämning	Erosion
Anläggning	Bransch			
Arjeplogs avr	Avloppsreningsverk	-	Ja	-
Hedens Laxodling	Fiskodling eller övervintring av fisk...	-	-	Ja
Kalix avr	Avloppsreningsverk	-	Ja	-
Pajala avr	Avloppsreningsverk	-	-	Ja
Pajala slamavvattningsanläggning	Anläggning för biologisk behandling av annat avfall än farligt avfall...	-	-	Ja
Stenvalls Trä AB	Sågverk eller annan anläggning för tillverkning av träprodukter genom sågning, hyvling eller svarvning...	Ja	-	-
Svedjans avr	Avloppsreningsverk	-	Ja	Ja
Svedjans biogasanläggning	Anläggning för biologisk behandling av annat avfall än farligt avfall...	-	Ja	Ja
Älvsbyn avr	Avloppsreningsverk	-	Ja	-
Överkalix avr	Avloppsreningsverk	-	Ja	Ja
Övertorneå avr	Avloppsreningsverk	-	Ja	-

Riskobjekt

Inga riskobjekt ligger inom område med förutsättningar för naturolyckor.

Förorenade områden

Potentiellt förorenade områden med riskklass 1 och 2 som ligger inom område med förutsättningar för naturolyckor.

Förorenade och potentiellt förorenade områden					
MIFO riskklass 1					
Objekt	Primär bransch	Status	Ras/skred	Översvämning	Erosion
Karlshäll träsliperi	Massa och pappersindustri	Huvudstudie - avslutad - åtgärd ej påbörjad	-	-	Ja
MIFO riskklass 2					
Objekt	Primär bransch	Status	Ras/skred	Översvämning	Erosion
Ce-Be:s Kemtvätt & Pressbar (Liljan 14)	Kemtvätt - med lösningsmedel	Inventering - avslutad - ingen åtgärd	-	Ja	-
Uddebo oljehamn	Hamnar - handelstrafik med miljöfarliga varor	Inventering - avslutad - förstudie ej påbörjad	-	Ja	-
Västannäs Ytbehandling HB	Ytbehandling av metaller elektrolytiska/kemiska processer	Inventering - avslutad - ingen åtgärd	-	Ja	-

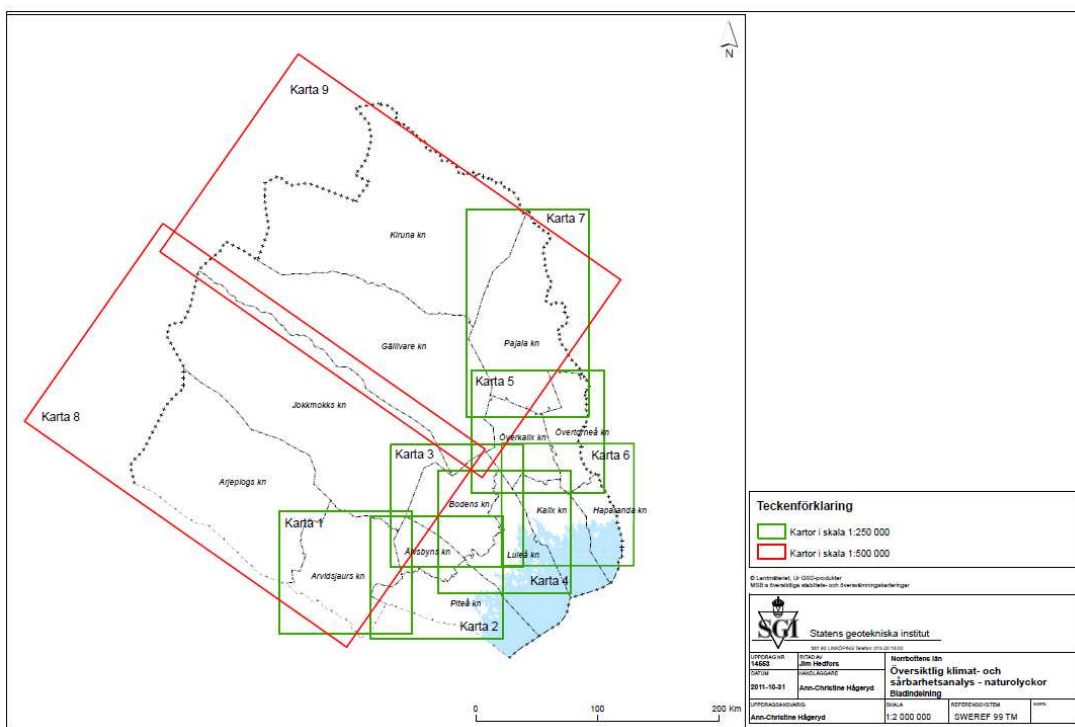
KARTREDOVISNING, KARTA 1-9

Resultaten av utredningen redovisas som beskrivande text och tillhörande kartor, Kartor med bladindelning samt Kartorna 1-9. De sistnämnda kartorna är utförda i skalorna 1:250 000 respektive 1:500 000 och avsedda för utskrift i format A1.

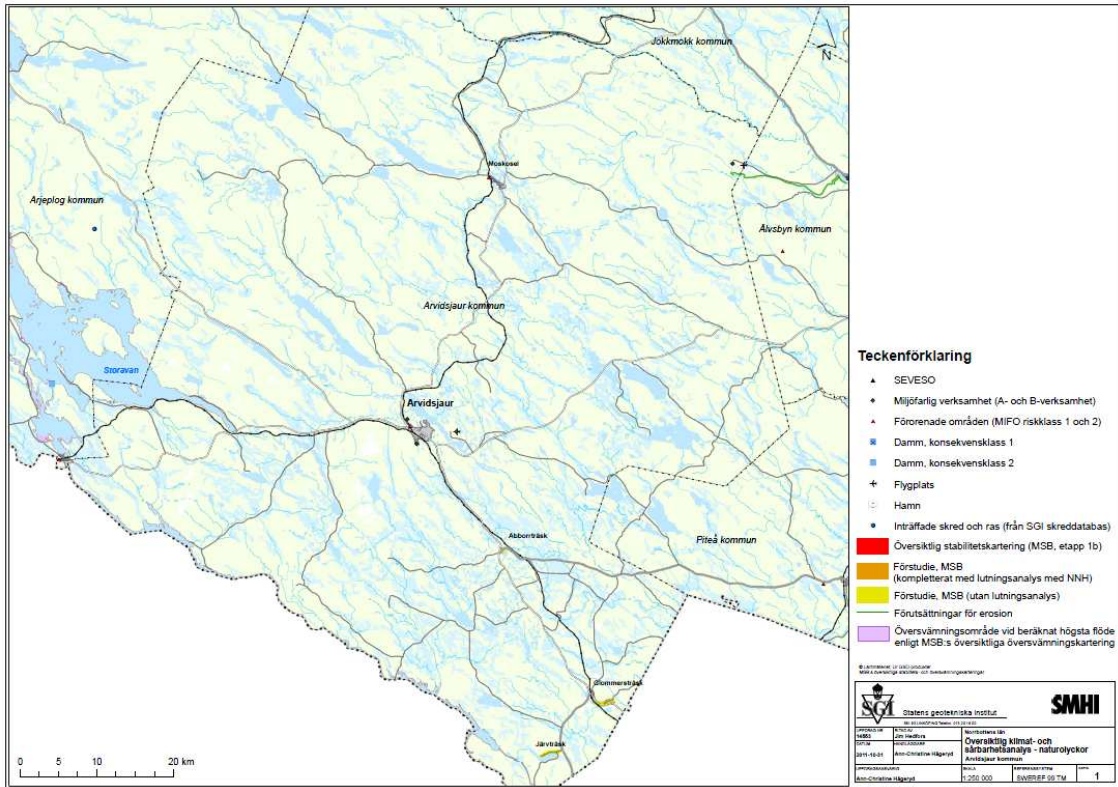
Redovisade områden och förhållanden på kartorna är anpassade till utredningens över- siktliga nivå. Kartorna bör därför inte förstöras till annan detaljeringsgrad.

Kartmaterialet är producerat i GIS-skikt för olika analysdelar och en förteckning över dessa finns i Bilaga 1. Som underlagskarta i analysen och för redovisning har använts Lantmäteriets översiktskarta, vilken tillhandahållits av länsstyrelsen.

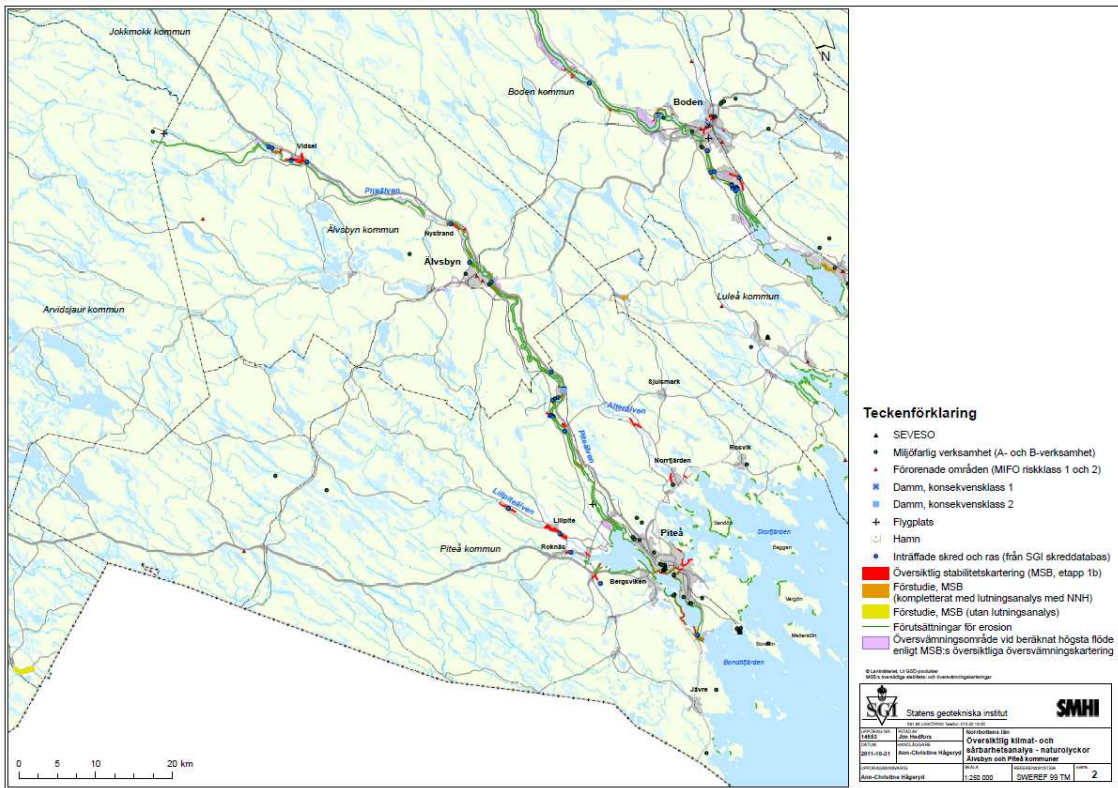
På följande sidor finns Karta över bladindelning och Kartorna 1-9 i förminskad version.



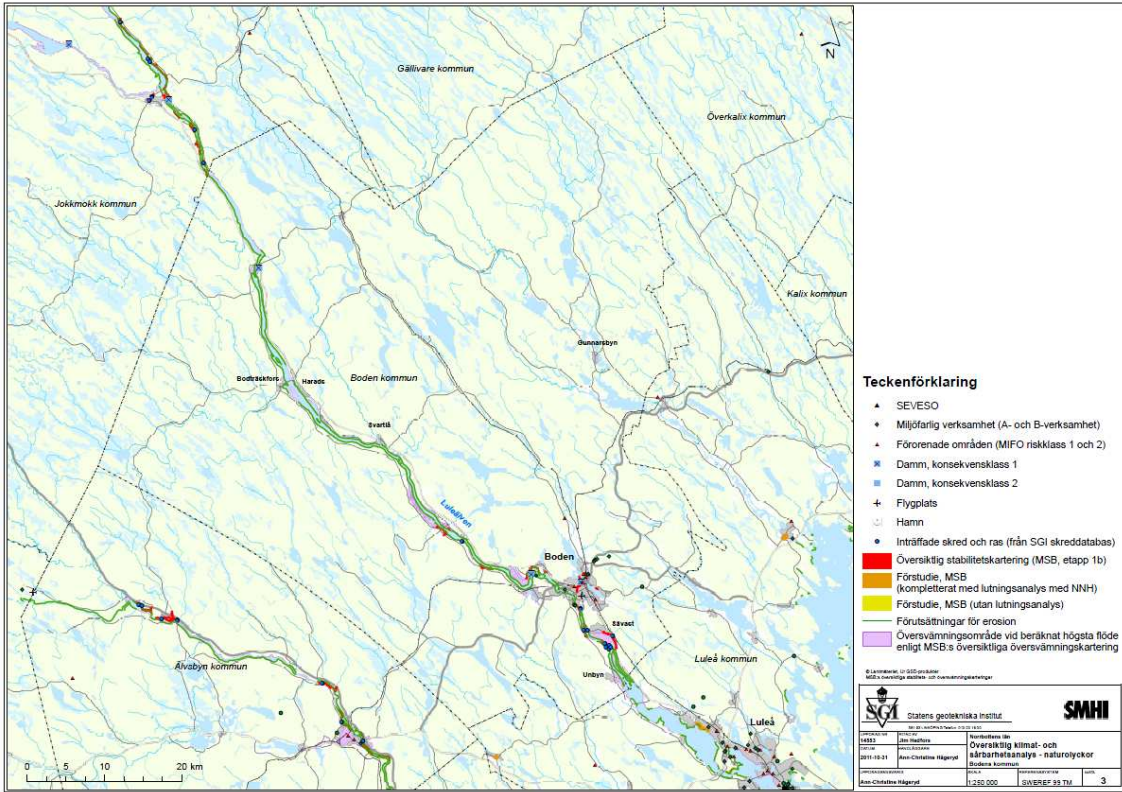
Karta över bladindelning



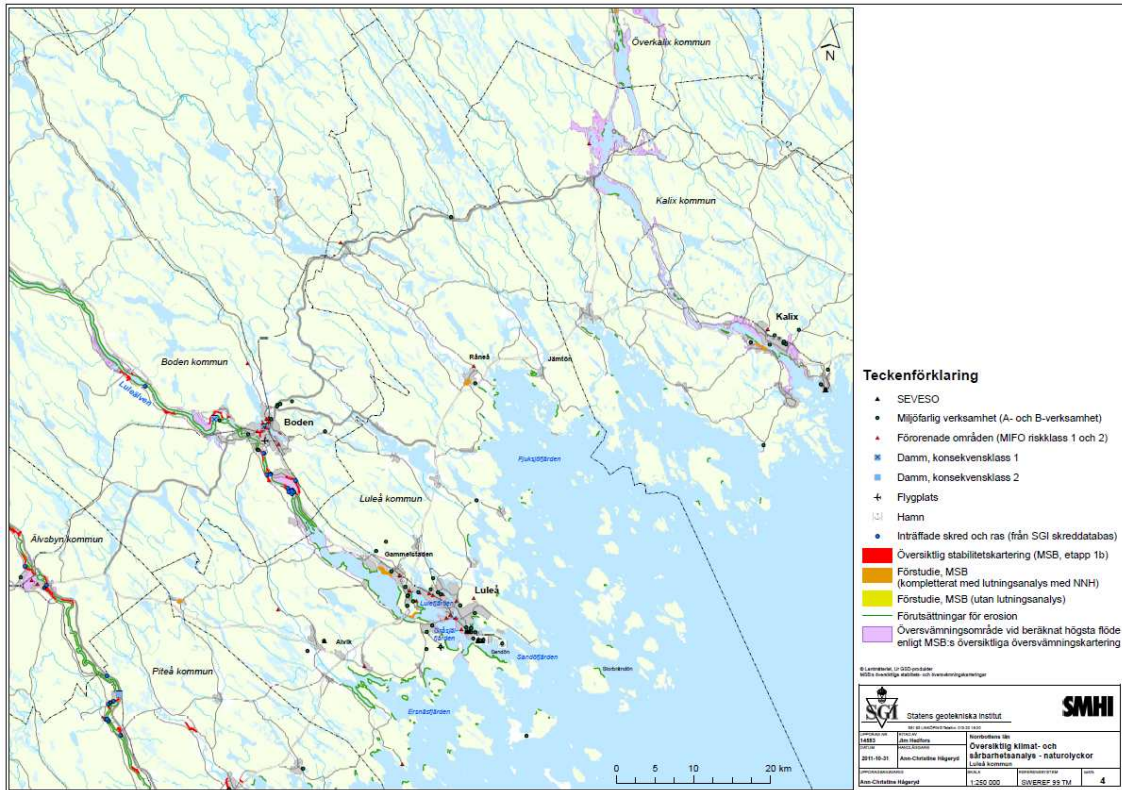
Karta 1



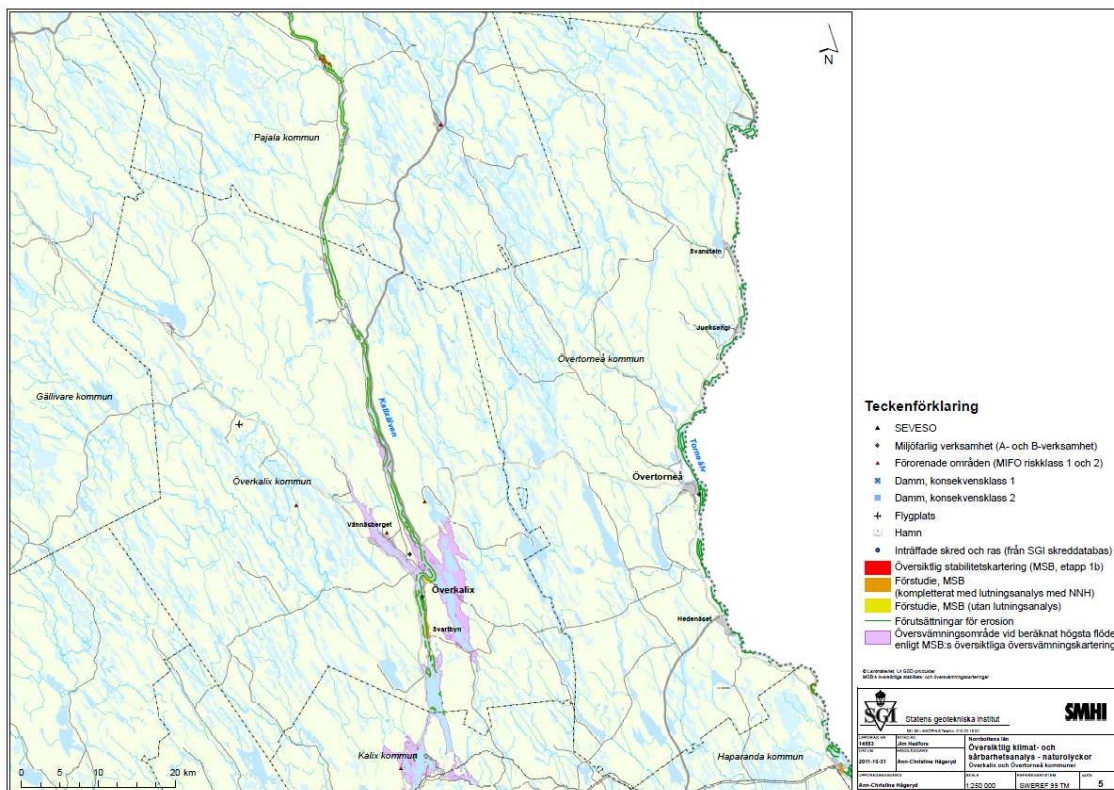
Karta 2



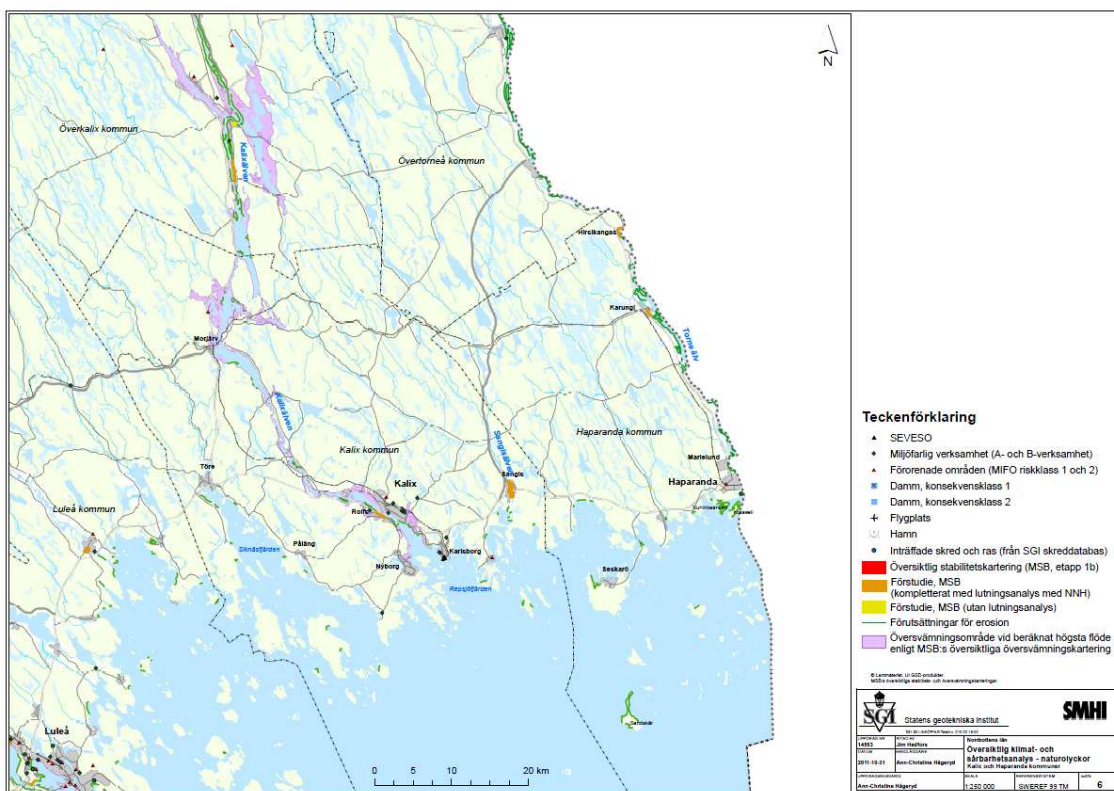
Karta 3



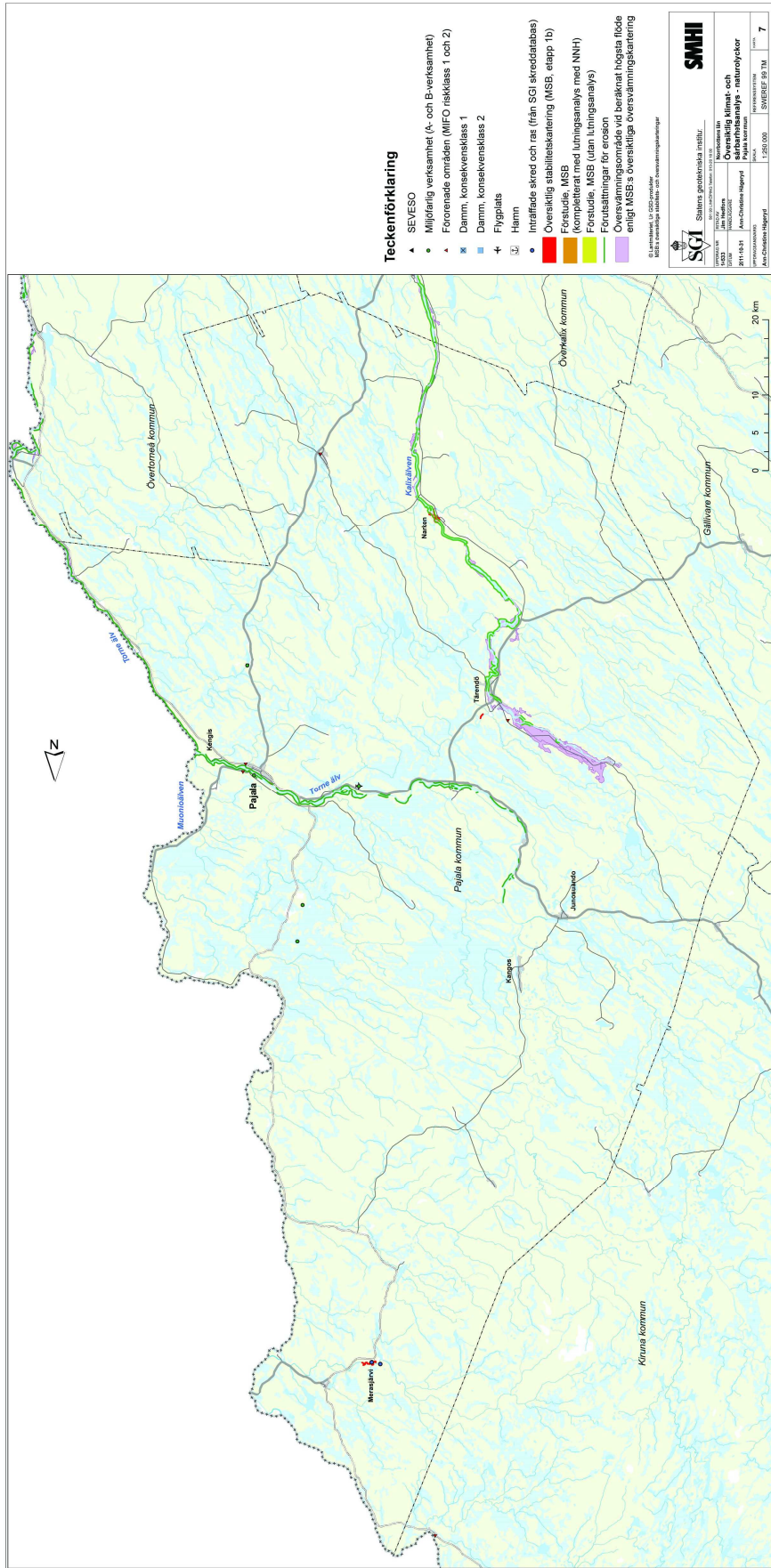
Karta 4



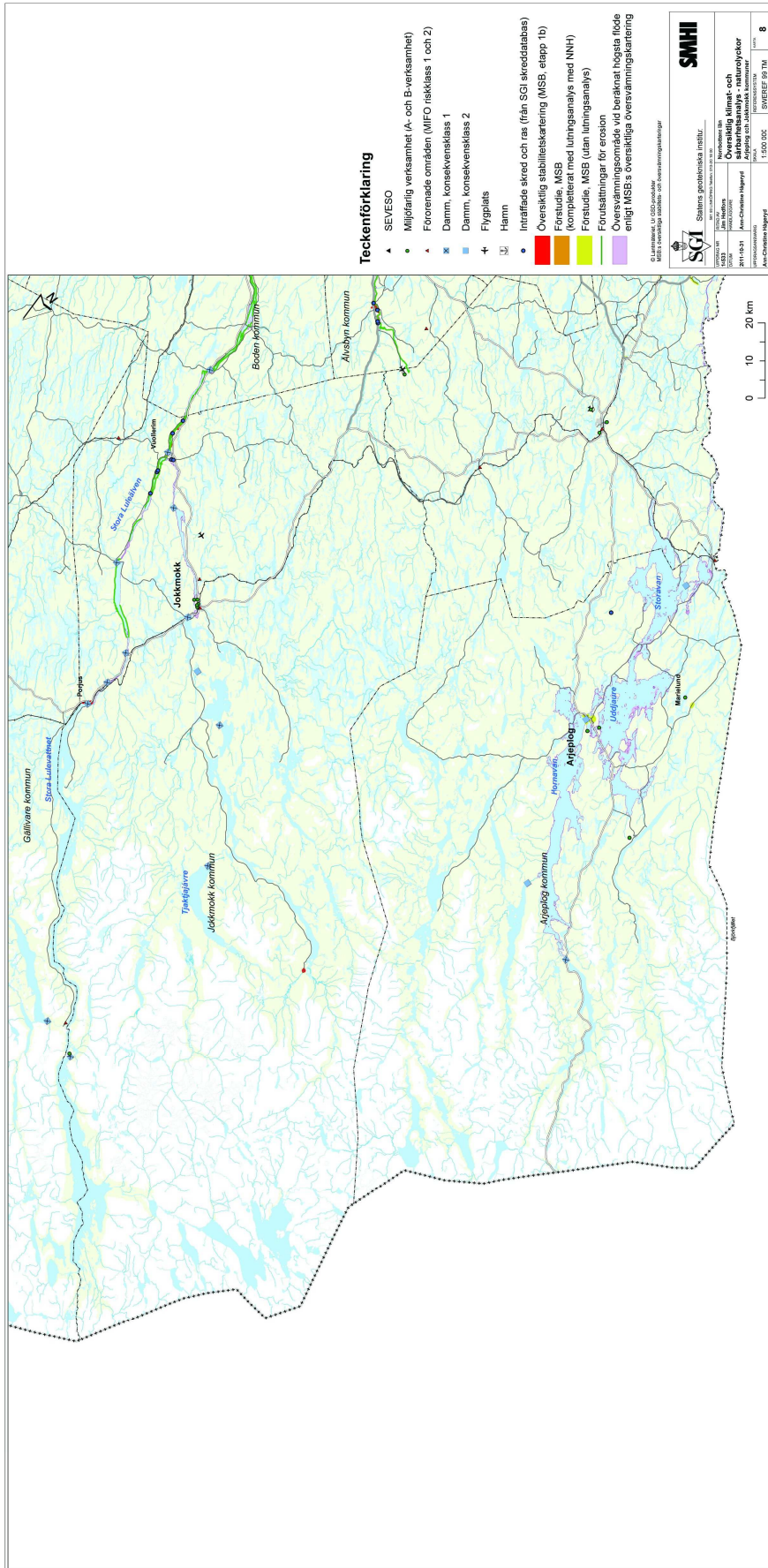
Karta 5



Karta 6



Karta 7



Karta 8

